



ANALISIS PERBANDINGAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS PADA PISTON MOTOR PRODUK CHINA (KANZEN) DAN MOTOR PRODUK JEPANG (HONDA GL)

Sukahar¹, Achmad Hafid², Suparja³

Teknik Mesin Pertahanan. Akademi Militer^{1,2,3}

sukahar@nikmesinhan.akmil.ac.id¹, achmadhafid@nikmesinhan.akmil.ac.id²

suparja@nikmesinhan.akmil.ac.id³.

Abstract

This research is about comparing the physical and mechanical properties of motorbike piston made in China (Kanzen) and motorbike pistons made in Japan (Honda GL). The aim is to find out which material structure is better between motorbike piston made in China and motorbike piston made in Japan. Because in field use Japanese motorbike pistons are superior to motorbike piston made in China. The piston is an engine component that changes or transfer combustion pressure into straight motion (sliding) which then, through the piston rod, piston rod and crankshaft, converts the straight motion of the piston into rotary motion. This piston has an aluminum alloy composition with the dominant elements, namely Mn, Zn, Ti, Cr, Pb, and Sn. From the test of the material composition of these two pistons, the material elements are almost the same, but the Honda GL motorbike pistons is better than the Kanzen motorbike pistons, judging from its elements. From the hardness test, it turns out that motorbike pistons made in China (Kanzen) are superior to pistons made in Japan (Honda GL) but that doesn't mean that hard is good for the piston, then from the micro structure the piston of Japanese motorbikes (Honda GL) are better than Chinese motorbikes (Kanzen) because the crystals spread out so that they can cause cracks in the piston more quickly.

Keywords: Piston motorbike, Tensile Test, Bending Test, Hardness Test, Composition Test, Microstructure

Abstrak

Penelitian ini tentang perbandingan sifat fisis dan mekanis pada piston motor produk buatan China (Kanzen) dan piston motor produk buatan Jepang (Honda GL). Tujuannya adalah untuk mengetahui struktur bahan mana yang lebih baik antara piston motor produk buatan China dengan piston motor produk buatan Jepang. Karena dalam penggunaan dilapangan piston motor produk Jepanglah lebih unggul dibandingkan dengan piston motor produk buatan China. Piston adalah komponen mesin yang mengubah atau mentransfer tekanan pembakaran yang menjadi gerak lurus (*sliding*) yang selanjutnya dengan perantara pena torak, batang torak, dan poros engkol gerak lurus dari torak tersebut diubah menjadi gerak putar. Piston ini mempunyai komposisi paduan aluminium dengan unsur-unsur yang dominan Al, Si, Mg, Cu, Ni, dan Fe. Dan kandungan unsur-unsur lain yaitu Mn, Zn, Ti, Cr, Pb, dan Sn. Dari uji komposisi bahan kedua piston ini unsur-unsur bahannya hampir sama, tetapi piston Motor Honda GL lebih baik dibandingkan dengan piston motor Kanzen, dilihat dari unsur-unsurnya. Dari uji kekerasan ternyata piston motor buatan China (Kanzen) lebih unggul dibandingkan dengan piston buatan Jepang (Honda GL) tetapi bukan berarti keras itu baik terhadap piston, kemudian dari struktur mikronya piston motor jepang (Honda GL) lebih bagus dibandingkan dengan motor China (Kanzen) karena kristal-kristal dari unsurnya mengumpul, berbeda dengan piston motor China (Kanzen) kristal-kristalnya menyebar sehingga dapat mengakibatkan keretakan pada piston lebih cepat.

Kata kunci: Piston sepeda motor, Uji Tarik, Uji Bending, Uji Kekerasan, Uji Komposisi, Struktur Mikro

PENDAHULUAN

Akademi Militer adalah suatu lembaga pendidikan yang mencetak calon-calon perwira TNI-AD dimasa yang akan datang, sehingga dibutuhkan berbagai fasilitas yang terbaik guna mendukung segala kegiatan taruna di Akademi Militer, untuk mendukung agar kegiatan taruna dapat berjalan dengan baik maka para pengasuh, pelatih atau pembina taruna diberikan fasilitas kendaraan dinas baik mobil maupun motor. Sebagian besar kendaraan yang digunakan para pengasuh taruna adalah sepeda motor.

Sepeda Motor adalah kendaraan beroda dua yang ditenagai oleh sebuah mesin. Penggunaan motor di Indonesia sangat populer karena harganya yang relatif murah, penggunaan bahan bakarnya rendah serta biaya operasionalnya juga sangat rendah. Kendaraan roda dua yang dipasarkan di Indonesia saat ini terdiri dari berbagai ragam merk dan tipe dengan desain dan kualitas yang beraneka. Hal ini tentu saja menambah kesulitan masyarakat dalam memilih kendaraan yang sesuai dengan kebutuhannya, Selain itu di Lembaga Akademi Militer Motor dinas yang dipakai para pengasuh terdiri dari beragam merk diantaranya motor China Kanzen, Honda GL 100, Honda GL 125, Suzuki 125 dan lain-lain.





LANDASAN TEORI

Aluminium merupakan logam ringan mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Sebagai tambahan terhadap kekuatan mekaniknya yang sangat meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni dan sebagainya, secara bersama-sama memberikan juga sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan korosi, aus, koefisien pemuaian rendah dan sebagainya. Aluminium mempunyai sifat mulur yang cukup tinggi, namun kekuatan dan kekerasan lebih rendah bila dibandingkan dengan baja. Pemilihan aluminium dan paduan dalam penggunaannya berdasarkan pada sifat Aluminium murni mempunyai ketahanan korosi yang baik karena ada lapisan tipis yang kuat namun pasif dari aluminium oksidasi (Al_2O_3) dipermukaanya segera setelah aluminium terkena udara. Oksidasi ini melindungi logam induk dari oksidasi lebih lanjut. Semakin murni aluminium tersebut semakin tinggi sifat tahan korosi dan sifat konduktivitas listriknya.

Aluminium Murni.

Aluminium diperoleh dengan cara elektrolisa dalam keadaan cair, umumnya mencapai kemurnian berat 99.85 % berat.dengan mengelektolisa kembali dapat dicapai tingkat kemurnian 99.99 %. Tabel 1 menunjukkan sifat-sifat fisik aluminium dan tabel 2 menunjukkan sifat-sifat mekaniknya. Ketahanan korosi dari aluminium berubah menurut kemurniannya dan penambahan unsur paduannya. Aluminium dengan kemurnian diatas 99.0 % atau diatasnya dapat dipergunakan diudara dan tahan bertahun-tahun. Demikian juga dengan penambahan Mg dapat meningkatkan tingkat ketahanan korosinya. Hantaran listrik Aluminium kira-kira 65% dari hantaran listrik tembaga sehingga dapat dikatakan baik untuk ukuran bahan non fero, tetapi massa jenisnya kira-kira sepertiganya sehingga memungkinkan untuk memperluas penampangannya. Oleh karena itu dipergunakan untuk kabel tenaga dan dalam berbagai bentuk, misalnya aluminium foil. Dalam hal ini dapat dipergunakan aluminium dengan kemurnian 99.0 %. Untuk reflektor yang memerlukan reflektifitas yang tinggi juga dipergunakan aluminium dengan kemurniaan 94 %.¹

Tabel 2.1.
Sifat-sifat fisik aluminium

Sifat-sifat	Kemurnian Al(%)	
	99.996	>99.0
Massa jenis (20 ⁰)	6.989	2.71
Titik cair	60.2	635-657
Panas jenis (cal/g ⁰ C)(100 ⁰ C)	0.2226	0.2297
Pantaran listrik (%)	64.94	59(dianil)
Tahanan listrik koefisien.temp (/ ⁰ C)	0.00429	0.0115
Koefisien pemuaian (20-100 ⁰ C)	23.86 x 10 ⁻⁶	23.5 x 10 ⁻⁶

Paduan Aluminium.

Paduan aluminium diklasifikasikan dalam berbagai standar oleh berbagai negara didunia. Saat ini klasifikasi yang sangat terkenal dan sempurna adalah standar Aluminium Association Amerika (AA) yang didasarkan pada Alcoa (Aluminium Company of America). Paduan tempaan dinyatakan dengan satu atau dua angka "S", sedangkan paduan coran dinyatakan dengan tiga angka. Standar AA menggunakan penandaan dengan 4 angka sebagai berikut : Angka pertama menyatakan sistim paduan dengan unsur-unsur yang ditambahkan yaitu : Aluminium murni, Al-Cu, Al-Mn, Al-Si, Al-Mg, Al-Mg-Si, Al-Zn, sebagai contoh paduan Al-Cu. Dinyatakan dengan angka 2000.

¹ Tata Surdia. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Pradnya Paramita. Jakarta. Hal:134

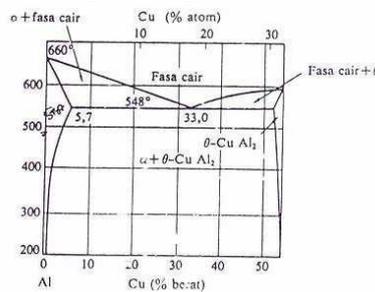


Angka pada tempat kedua menyatakan kemurnian dalam paduan yang dimodifikasi dan Al murni sedangkan angka ketiga dan keempat dimaksudkan untuk tanda Alcoa terdahulu kecuali S, sebagai contoh 3S sebagai 3003 dan 63S sebagai 6063. Dinyatakan sebagai 1100.² Tabel 3 menunjukkan hubungan tersebut.

Paduan Aluminium Utama.

a. Al-Cu dan Al-Cu-Mg.

Pada diagram keseimbangan Al-Cu (gambar 2.1) maksimum kelarutan tembaga dalam aluminium adalah 5.7 % pada temperatur 548°C dan kelarutannya berkurang bersamaan dengan turunnya temperatur. Paduan dengan kandungan Cu 2.5-5% dapat dilakukan perlakuan panas penuaan. Perlakuan larutan dilakukan dengan pemanasan paduan sampai daerah fase tunggal α diikuti dengan pendinginan yang cepat. Penuaan (aging) berturut-turut alami atau buatan memberikan presipitasi fase θ yang menambah kekuatan paduan. Paduan Al-Cu mengandung sejumlah kecil Si, Fe, Mg, Cr, Ti dan Zn.



Gambar 2.1. Diagram Fasa Al-Cu

Tabel 2.5.
Sifat mekanik paduan Al-Cu-Mg

Paduan	Keadaan	Kekuatan tarik (kgf/mm ²)	Kekuatan mulur (kgf/mm ²)	Perpanjangan (%)	Kekuatan geser (kgf/mm ²)	Kekerasan brinell	Kekuatan leleh (kgf/mm ²)
17S	0	18,3	7,0	-	12,7	45	7,7
-2017	T4	43,6	28,1	-	26,7	105	12,7
A17S (A2017)	T4	30,2	16,9	27	19,7	70	9,5
R317	Dianil	42,9	24,6	22	-	100	-
24S	0	18,9	7,7	22	12,7	42	-
-2024	T4	47,8	32,3	22	28,8	120	-
	T36	51,3	40,1	-	29,5	130	-
14S	0	19,0	9,8	18	12,7	45	-
-2014	T4	39,4	28,0	25	23,9	100	-
	T4	49,0	42,0	13	29,5	135	-

b. Paduan Al-Si.

Paduan Al-Si ditunjukkan dalam gambar 2.2 ini adalah tipe eutektik yang sederhana yang mempunyai titik eutektik pada 577°C, 11,7%Si, larutan padat terjadi pada sisi Al. Karena batas kelarutan padat yang sangat kecil maka pengerasan penuaan sukar diharapkan. Kalau paduan ini didinginkan pada cetakan logam, setelah cairan logam diberi natrium fluorida kira-

² Ibid. Hal: 135



kira 0,05-1,15 kadar logam natrium, temperatur eutektik meningkat kira-kira 15°C dan komposisi eutektik bergeser ke daerah yang banyak mengandung Si kira-kira pada 14%. Hal ini biasa terjadi pada paduan hipereutektik seperti 11,7-14% Si, Si mengkristal sebagai kristal primer dan struktur eutektiknya menjadi sangat halus. Ini dinamakan struktur yang modifikasi. Sifat-sifat mekaniknya sangat diperbaiki yang ditunjukkan gambar 2.2. Fenomena ini ditemukan oleh A.Pacz tahun 1921 dan paduan yang telah diadakan perlakuan tersebut dinamakan silumin.³ Paduan Al-Si sangat baik cairannya, yang mempunyai permukaan yang bagus sekali, tanpa kegetasan panas, dan sangat baik untuk paduan coran. Sebagai tambahan ia mempunyai ketahanan korosi yang baik, sangat ringan, koefisien pemuaian yang kecil dan sebagai penghantar baik untuk listrik dan panas. Karena mempunyai kelebihan yang mencolok maka paduan ini sangat banyak dipakai. Paduan Al-12%Si sangat banyak dipakai untuk paduan cor cetak. Tetapi dalam hal ini modifikasi tidak perlu dilakukan. Sifat-sifat silumin sangat diperbaiki dengan perlakuan panas dan sedikit diperbaiki oleh unsur paduan. Umumnya dipakai paduan dengan 0,15-0,4%Mn dan 0,5%Mg. Paduan yang diberi perlakuan pelarutan dan dituangkan dinamakan silumin α dan hanya ditemper saja dinamakan silumin β . Paduan yang memerlukan perlakuan panas ditambah dengan Mg juga Cu serta Ni untuk memberikan kekerasan saat panas. Tabel 2.6 menunjukkan kekuatan tarik karena perlakuan panas paduan Al-Si-Ni-Mg. Bahan ini biasanya dipakai untuk torak motor.⁴

c. Paduan Al-Mg-Si.

Kalau sedikit Mg ditambahkan kedalam Al, pengerasan penuaan sangat jarang terjadi, tetapi apabila secara simultan mengandung Si, maka dapat dikeraskan dengan penuaan panas setelah perlakuan pelarutan. Hal ini karena senyawa Mg_2Si berkelakuan sebagai komponen murni dan membuat kesetimbangan dari sistem biner semu dengan Al, yang berasal dari kelarutan yang menurun dari Mg_2Si terhadap larutan pada Al dari temperatur tinggi ke temperatur yang lebih rendah. Sebagai paduan praktis dapat diperoleh paduan 6053, 6063 dan 6061. Paduan dalam sistem ini mempunyai kekuatan yang kurang sebagai bahan tempaan dibandingkan dengan paduan yang lainnya, tetapi sangat liat, sangat baik mampu bentuknya untuk temperatur yang biasa. Mempunyai ketahanan korosi, dan dapat diperkuat dengan perlakuan panas setelah pengerjaan.

d. Paduan Al-Mg-Zn.

Paduan sistem ini dapat dibuat dengan keras sekali dengan penuaan setelah perlakuan pelarutan. Tetapi sejak lama tidak dapat dipakai karena memiliki sifat patah getas oleh retakan korosi tegangan. Aluminium menyebabkan kesetimbangan biner semu dengan senyawa antara logam $MgZn_2$ dan kelarutannya menurun apabila temperatur menurun.

Igarashi pada tahun 1940 berhasil mengembangkan suatu paduan dengan penambahan kira-kira 0,3 % Mn atau Cr, dimana butir kristal padat diperhalus dan mengubah bentuk presipitasi serta retakan korosi regangan tidak terjadi. Pada saat itu paduan tersebut dinamakan Duralumin Super Ekstra (ESD). Selama perang Dunia II di Amerika Serikat dengan maksud yang sama juga dikembangkan suatu paduan yang terdiri Al - 5,5% Zn - 2,5% Mg - 1,5% Cu - 0,3 % Cr – 0,2 % Mn. Yang pada saat ini dinamakan paduan 7075. Paduan ini mempunyai kekuatan tertinggi diantara paduan-paduan lainnya. Sifa-sifat mekanisnya ditunjukkan pada tabel 2.9 selain itu penggunaan yang lebih sering adalah untuk bahan konstruksi.⁵

³ *Ibid.* Hal: 138

⁴ *Ibid.* Hal: 138

⁵ *Ibid.* Hal: 141



Unsur-unsur Paduan dan Pengaruhnya.

Unsur paduan berpengaruh pada sifat-sifat paduan bersangkutan, bila ditambah pada jumlah tertentu, ada juga kotoran yang tidak diharapkan kehadirannya, tetapi sulit dihindarkan keberadaannya. Pengaruh unsur-unsur untuk bahan Al untuk piston adalah sebagai berikut:

a. Pengaruh unsur Si.

Unsur silikon memiliki pengaruh baik pada Al cair yaitu memperbaiki kekuatan coran, mempermudah proses pengecoran, mengurangi pemuaian panas yang terjadi, meningkatkan ketahanan terhadap korosi dan memperbaiki kemampuan untuk dimensi. Pengaruh buruknya adalah menurunkan ketangguhan bahan dan akan mengakibatkan bahan akan sangat jika kandungan Si terlalu tinggi. Silikon ini berasal dari kandungan Al dan dari sekrap balik.

b. Pengaruh Unsur Cu.

Penambahan unsur Cu pada Al memberikan sifat-sifat mekanis dan mampu mesin yang baik, meskipun mampu cornya agak buruk. Ini terjadi pada paduan Al-Cu dengan 4,5% Cu. Kandungan Cu yang lebih tinggi, 7-8%, mempunyai karakteristik mampu cor dan mampu permesinan yang lebih baik dari pada paduan dengan Si. Tetapi kadar Cu yang tinggi ini menyebabkan paduan Al bersangkutan tidak dapat diberi perlakuan panas.

c. Pengaruh Unsur Fe.

Proses peleburan Al untuk dituang biasanya dilakukan dalam bejana yang terbuat dari besi dengan lapisan kapur atau bahan sejenis keramik, untuk mencegah terambilnya besi dari logam cair. Dengan kata lain mencegah reaksi yang mungkin terjadi antara dinding besi dari bejana dengan logam cair dalam bejana tersebut. Meskipun demikian tetap saja terdapat *impurities* Fe. Meningkatnya kandungan kristal kasar Al-Fe-Si di daerah eutektik Fe-Si mempunyai butir-butir halus, dapat menyebabkan menurunnya sigat kekuatan dan keuletan paduan.

d. Pengaruh unsur Mg.

Kandungan Mg memberikan sifat-sifat yang baik dalam ketahanan terhadap korosi, mampu las, dan kekuatan yang cukup. Tetapi Mg menyebabkan mampu cor yang buruk sehingga harus hati-hati dalam melakukan pengecoran. Penambahan unsur Mg dalam paduan Al-Si juga akan meningkatkan sifat-sifat mekanis paduan. Kekerasan bertambah karena terjadinya pengerasan presipitasi oleh endapan Mg_2Si .

e. Pengaruh Unsur Zn.

Penambahan unsur Zn pada beberapa paduan Al memberikan pengaruh yang berbeda-beda pada paduan yang bersangkutan. Penambahan unsur Zn pada paduan Al yang juga mengandung Mg dan Cu, akan memberikan sifat-sifat kekuatan tarik yang baik.

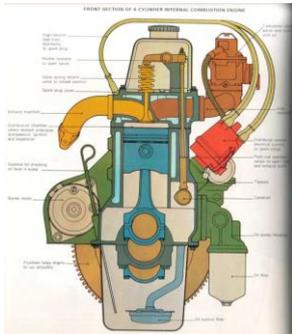
f. Pengaruh Unsur Ni.

Nikel mempunyai karakteristik dalam hal ketahanan terhadap korosi dan oksidasi. Demikian juga dengan sifat mampu bentuk dan sifat mekanis lainnya. Karakteristik tersebut mempengaruhi sifat paduan dengan Al.

Bagian-bagian Utama Motor Bakar Torak. Skema dan bagian-bagian utama motor bakar ditunjukkan pada gambar-gambar dibawah ini.

a. Piston.

Syarat bahan keras, mudah menyalurkan panas, ringan tahan temperatur dan tekanan tinggi, koefisien muai rendah. Biasanya aluminium tuang atau campuran Al+Si untuk motor bensin, besi tuang atau baja untuk motor diesel. Untuk mengurangi terjadinya *seizure* antara piston dan silinder terdapat celah piston dimana diameter piston (*bore*) dan langkah piston (*stroke*) berkisar 0,64~2,36 dimana umumnya ≈ 1 .



Gambar 2.3. Mesin Pembakaran Dalam



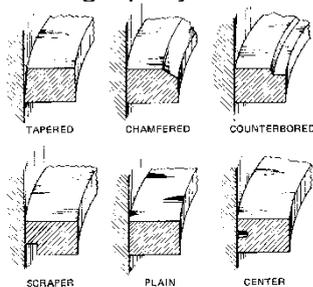
Gambar 2.4. Bentuk Piston.

- b. Badan piston memiliki fungsi :
 - 1) Meneruskan tekanan gas pembakaran ke engkol.
 - 2) Sebagai penyekat silinder dari ruang engkol.
 - 3) Mendisifasikan panas yang diserap dari gas pembakaran ke dinding silinder.
- c. Badan piston mempunyai bagian-bagian :
 - 1) Kepala Piston (*Piston head*).

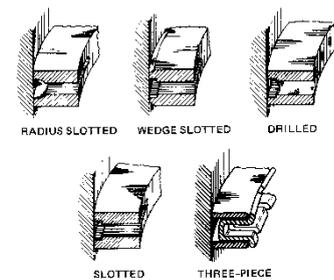
Bagian ini mengalami tekanan gas pembakaran dan panas yang tinggi. Untuk itu kepala piston harus tahan terhadap tekanan gas pembakaran dan *temperature stress*. Kepala piston diberi rusuk-rusuk penguat untuk menambah kekuatannya dan untuk pendinginan. Rusuk-rusuk tersebut dihubungkan langsung kebusing pena piston.

- 2) Bagian Ring.

Fungsi ring dalam langkah kompresi dan ekspansi mencegah terjadinya kebocoran gas ke *crankcase*, cincin kompresi membuat lapisan pelumas di dinding silinder sekaligus menyapu pelumas yang berlebihan, cincin pelumas menyalurkan panas yang diterima piston ke silinder. Untuk motor 4 langkah diperlukan 2 cincin kompresi dan 1 cincin pelumas, sedangkan untuk motor 2 langkah tidak diperlukan cincin pelumas. Motor diesel kecepatan rendah diperlukan 3~4 cincin kompresi karena kebocoran gas lebih mudah terjadi pada putaran mesin rendah. Cincin torak yang tipis bersifat sedikit gesekan dan kevakuman tinggi. Yang lebar bersifat mudah menyalurkan panas dan tidak mudah patah. Pada motor 4-langkah pistonnya mempunyai 3 buah alur cincin. Cincin pertama dan kedua sebagai penyekat kompresi, dan cincin ketiga sebagai penggaruk minyak pelumas. Sedangkan pada motor dua langkah hanya terdapat alur cincin dengan fungsi cincinnya hanya sebagai penyekat kompresi.



Gambar 2.7. Cincin Kompresi.



Gambar 2.8. Cincin Pelumas.



3) Pinggang Piston.

Pinggang piston biasanya dibuat tirus atau taper. Tirus tersebut mengecil ke bagian atas. Hal ini dimaksudkan untuk menyesuaikan dengan ekspansi panas yang berbeda dari bagian kepala piston. Pada bagian atas mengalami panas yang lebih tinggi, sehingga pemuaiannya lebih besar, maka clearance terdapat dinding silinder juga lebih besar dari bagian bawah piston. Tekanan maksimum terjadi pada sudut engkol 20° - 25° C.

4) Busing Pena Piston.

Busing ini berfungsi untuk menempatkan pena piston. Untuk mendapatkan distribusi tekanan merata antara piston dan silinder maka pena piston ditempatkan di tengah bagian piston untuk menahan beban. Posisi dari busing biasanya di tengah-tengah antara tepi dari cincin piston paling bawah dan bagian bawah piston.

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian dan penulisan ini adalah sebagai berikut :

a. Studi Literatur.

Sebagai dasar dan acuan dalam mengambil teori serta referensi penelitian agar nantinya tidak menyimpang dari permasalahan utama. Studi literatur ini dilakukan dengan mempelajari buku-buku acuan yang berhubungan dengan penelitian dan permasalahan-permasalahan dari pengujian dan penelitian tersebut.

b. Penelitian Laboratorium.

Penelitian laboratorium yang dilakukan disini meliputi pengujian kekerasan, struktur mikro dan komposisi bahan. Pengujian kekerasan dilakukan dengan *Micro Hardness tester* berdasarkan kekerasan *Vickers*. Untuk analisa struktur mikro digunakan alat mikroskop logam. Sedangkan pengujian komposisi digunakan Spektrometer (*FQS Foundry Spectrovac with HR-400*). Pengujian-pengujian tersebut dilakukan dilaboratorium Bahan Teknik UGM di Yogyakarta.

c. Konsultasi.

Untuk menghindari terjadinya kesalahan-kesalahan dan untuk mendapatkan hasil penelitian yang bisa dipertanggungjawabkan penulis melakukan konsultasi dengan dosen pembimbing.

d. Analisa Data dan Pembahasan

Data yang diperoleh dari penelitian selanjutnya dilakukan analisa dan pembahasan sesuai dengan teori-teori yang didapat dari literature sehingga tujuan dari penelitian dapat tercapai.

Prosedur

Untuk suatu elemen mesin tertentu, bahan yang digunakan harus disesuaikan dengan tuntutan kekuatan yang diperlukan oleh elemen tersebut. Oleh karena itu, pemilihan bahan dan komposisi yang digunakan harus mempertimbangkan faktor tersebut. Misalnya untuk piston bahan yang digunakan harus tahan aus, tahan panas, tahan kejutan dan tahan lelah. Di samping itu bahan piston harus bersifat ringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan sifat-sifat fisis dan mekanis pada piston motor produk China (Kanzen) dan piston motor produk Jepang (Honda GL). Penelitian dilakukan dengan pengujian terhadap piston pada motor produk China (Kanzen) dan piston motor produk Jepang (Honda GL) di laboratorium. Pengujian sifat fisis yang dilakukan adalah pengamatan struktur mikro logam dan pengujian komposisi, sedangkan pengujian sifat mekanis adalah pengujian kekerasan *Vickers*. Penulis yakin bahwa pengujian yang dilakukan belum dapat menunjukkan perbedaan yang menyeluruh dari kedua benda uji.

Agar penelitian ini lebih terarah, perlu dibuat terlebih dahulu diagram alir penelitian sebagai berikut :



Data, Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

a. Bahan Penelitian.

Benda uji diambil dari piston bekas yang sudah dipakai yaitu piston motor produk China (Kanzen) dan piston motor produk Jepang (Honda GL). Bahan ini diambil beberapa potong untuk masing-masing bagian, tujuan pengambilan bahan benda uji ini untuk mengetahui sifat-sifat bahan benda uji. Benda uji tersebut diusahakan memenuhi ketentuan standar pengujian untuk memperoleh data yang valid dengan penyimpangan yang tidak terlalu besar. Dengan demikian dapat dihasilkan analisis yang sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Benda uji yang digunakan untuk pengujian adalah piston bekas sejumlah 2 buah diambil dari bengkel resmi yang berbeda.

Data benda uji :

- 1) Bahan : Aluminium alloy (Al-Si)
- 2) Benda Uji :

Sampel	Tipe Mesin	Volume Silinder	Jumlah
Bekas	4 langkah	125 cc	1 buah
Bekas	4 langkah	125 cc	1 buah

b. Alat-alat Untuk Penelitian.

Pengujian dilakukan di laboratorium Bahan Teknik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UGM. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- 1) Gergaji tangan, digunakan untuk memotong piston motor Kanzen dan piston motor Honda GL.
- 2) Tanggem, untuk menjepit benda uji disaat kerja bangku.
- 3) Ampelas air, sebagai alat untuk menghaluskan benda uji.
- 4) Kikir tangan, untuk membentuk dan membuat model benda uji.
- 5) Mesin ampelas, digunakan untuk memutar ampelas.
- 6) Jangka sorong, untuk mengukur benda uji.
- 7) Mikroskop, digunakan untuk mengambil gambar struktur mikro benda uji.

- 8) Mesin uji kekerasan Vickers, digunakan untuk menguji kekerasan benda uji.

Pengujian Sifat Fisis.

- a. Pengujian struktur mikro.

Sebelum dilakukan pengamatan struktur mikro, benda uji harus dipersiapkan terlebih dahulu. Benda uji yang dipersiapkan untuk pengujian struktur mikro sama dengan benda uji untuk pengujian kekerasan. Sebelum dilakukan pengujian struktur mikro perlu dilakukan proses pemolesan dengan autosol dilanjutkan dengan dietsa dengan larutan NHO_3 , kemudian dilakukan pengujian struktur mikro.

Tujuan pengujian struktur mikro adalah untuk mengamati strukturnya di bawah mikroskop sehingga diketahui kualitas dari bahan tersebut, selain itu dapat pula diamati cacat dan ketidakseragaman permukaan akibat proses perlakuan panas. Mikroskop yang digunakan adalah mikroskop mikro untuk mendapatkan pembesaran yang tinggi. Adapun lokasi pengambilan foto pada spesimen dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.1 Lokasi pengambilan foto struktur mikro



Gambar 3.2. Alat uji struktur mikro

- b. Pengujian Komposisi Bahan.

Untuk memperoleh data mengenai komposisi bahan yang digunakan, dilakukan pengujian komposisi bahan. Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Teknik Jurusan Teknik Mesin UGM. Pengujian dilakukan dengan metode spektrometer. Spesimen yang diperlukan ialah lempengan dengan diameter minimal 2 cm dan tebal minimal 0,5 cm.

Hasil berupa data komposisi unsur-unsur yang terkandung dalam paduan aluminium diharapkan dapat menjadi dasar analisis terhadap perubahan sifat-sifat fisis dan mekanis piston akibat kondisi operasionalnya. Selain data pengujian ini, referensi lain yang dapat membantu dalam memperkirakan komposisi paduan aluminium ini adalah foto struktur mikro yang dapat dikomparasikan dengan foto-foto struktur mikro yang ada di buku-buku referensi.

Teknik Analisis Data

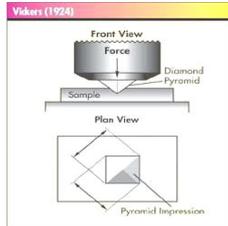
Pengujian Kekerasan.

Pengamatan yang dilakukan adalah pada bagian-bagian tertentu dari piston dengan melakukan potongan melintang pada piston. Hal ini dimaksudkan agar dapat diketahui distribusi kekerasan dari bagian tengah kepala piston menuju ke arah kaki, karena adanya distribusi panas pada piston bekas.

Pengujian kekerasan Vickers banyak dilakukan pada penelitian karena metode ini dapat memberikan hasil berupa skala kekerasan yang kontinyu untuk suatu beban tertentu. Selain itu pengujian ini dapat diterapkan pada logam yang sangat lunak sampai logam yang sangat keras.

Metode pengujian Vickers menggunakan penumbuk (indenter) piramida intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar. Besarnya sudut antara permukaan piramida yang saling berhadapan adalah 136° . Nilai kekerasan Vickers (VHN) didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan injakan. Beban yang digunakan pada pengujian Vickers berkisar antara 1 sampai dengan 120 kg, tergantung pada kekerasan logam yang akan diuji. Sedangkan luas

permukaan bekas injakan dapat dihitung berdasarkan pengukuran panjang diagonal bekas injakan tersebut.



Gambar 3.3. Uji Vickers



Gambar 3.4. Bentuk indenter Vickers (Callister, 2001)

Setelah dilakukan pengukuran panjang diagonal bekas injakan, nilai kekerasan Vickers dapat dihitung berdasarkan persamaan di bawah ini.

$$\text{VHN} = \frac{2P \cdot \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{D^2} \quad \text{Atau VHN} = \frac{1,854 \cdot P}{D^2} \quad (\text{Tata Surdia, 1985 : 188})$$

Dimana :

P = Beban yang bekerja pada penetrator intan (kg/mm)

D = Diagonal bekas penekanan penetrator intan (mm)

θ = sudut antara permukaan intan yang berlawanan
 = 136°

VHN = Harga kekerasan Vickers

Adapun bagian-bagian yang diuji terlihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Lokasi pengujian kekerasan

Mula-mula piston dipotong melintang pada dua bagian dengan ketebalan 5 mm dan kemudian bagian pena piston dipotong lagi. Kedua permukaan spesimen dibuat rata dan sejajar agar pengujian kekerasan valid dengan digosok menggunakan kikir tangan. Permukaan yang akan diuji dihaluskan menggunakan kertas ampelas no 120, 320, 500, 800 dan 1000.

1) Pelaksanaan pengujian.

Alat yang digunakan berupa Hardness Tester dengan beban 153,2 N (15,6 kg). Hasil penumbukan ini akan didapatkan bekas injakan. Bekas injakan ini diukur panjang diagonalnya (d) dengan mikroskop. Panjang diagonal ini dimasukkan dalam persamaan 3.1 sehingga akan didapatkan kekerasan Vickers.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Komposisi Bahan.

Berdasarkan hasil pengujian komposisi yang dilakukan terhadap bahan piston motor Kanzen dan motor Honda GL, diperoleh hasil Komposisi paduan aluminium dengan unsur-

unsur yang dominan Al, Si, Mg, Cu, Ni, dan Fe. Dan kandungan unsur-unsur lain yaitu Mn, Zn, Ti, Cr, Pb, dan Sn sehingga mencapai 100%. Dari komposisi ini dapat dianalisa sifat-sifat paduannya. Pengujian komposisi bahan ini di uji dilaboratorium UGM Yogyakarta, hasilnya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1.
Komposisi Bahan Piston motor produk China (Kanzen) dan Jepang (Honda GL)

**Komposisi Bahan
Piston Kanzen**

Unsur	%
Si	12,41
Fe	0,5168
Cu	1,4460
Mn	0,0188
Mg	0,6524
Ti	0,0327
Cr	0,0066
Pb	0,0099
Sn	0,0087
Ni	1,5613
Zn	0,0390
Al	83,30

**Komposisi Bahan
Piston Honda GL**

Unsur	%
Si	12,12
Fe	0,4081
Cu	1,3310
Mn	0,0506
Mg	0,7569
Ti	0,0509
Cr	0,0398
Pb	0,0132
Sn	0,0059
Ni	0,8968
Zn	0,1116
Al	84,22

Salah satu sifat yang paling menonjol dari kedua piston ini adalah akibat adanya kandungan silikon yang mencapai 12,41% dan 12,12%, ini menimbulkan sifat bahan yang sangat getas. Namun perlu diketahui penambahan silikon ini dimaksudkan untuk memperoleh sifat-sifat lain seperti koefisien muai yang kecil, kekerasan yang cukup tinggi, ketahanan aus, dan kecairan serta kemampuan untuk dicor. Silikon ini mempunyai koefisien muai yang relatif sangat kecil, sehingga penambahan unsur ini dalam suatu paduan akan menghasilkan bahan dengan koefisien muai yang lebih kecil dari pada unsur murninya. Selain itu silikon mempunyai ketahanan terhadap keausan yang cukup baik, sifat ini sangat diperlukan dalam piston karena piston mengalami gesekan baik dengan dinding silinder maupun dengan pena piston. Silikon (Si) mempunyai pengaruh yang baik terhadap sifat-sifat aluminium cair yaitu memperbaiki kekuatan coran, mempermudah proses pengecoran, mengurangi penyusutan saat pembekuan, dan meningkatkan ketahanan terhadap korosi. Kandungan Mg pada piston ini meskipun dibawah satu persen, diharapkan dapat memberikan sifat-sifat yang baik dalam ketahanan terhadap korosi, mampu las, dan kekuatan yang lebih baik. Namun kandungan Mg harus dibatasi karena akan memberikan pengaruh yang kurang baik yaitu menyebabkan mampu cor yang buruk sehingga pengecoran harus dilakukan dengan hati-hati. Sifat mampu cor untuk bahan piston ini harus baik karena piston memiliki bentuk yang cukup rumit dan ada beberapa bagian dengan ketebalan yang kecil. Jadi meskipun kandungan Mg pada piston ini sangat rendah tetapi sifat mampu cor ini masih cukup baik karena pengaruh silikon yang cukup tinggi. Dari kedua piston ini terdapat kandungan unsur tembaga (Cu) dalam jumlah yang kecil, diatas satu persen. Penambahan ini dimaksudkan untuk memperoleh sifat mekanis dan mampu mesin yang cukup. Kandungan tembaga juga membuat sifat mampu cor yang buruk pada paduan aluminium. Selain itu, kandungan tembaga juga mengurangi kemampuan paduan aluminium untuk diberi perlakuan panas. Paduan Al-Cu dapat membentuk fase intermediate dengan senyawa $CuAl_2$ yang bersifat rapuh sehingga pembentukannya harus dihentikan. Pembentukannya fase ini tidak dapat dihilangkan tetapi harus dihentikan agar sifat rapuh dari bahan dapat dikurangi. Nikel yang terkandung dalam paduan ini memberikan pengaruh yang baik dalam sifat mampu bentuk dan sifat mekanis lainnya. Unsur nikel sendiri mempunyai karakteristik yang baik dalam hal ketahanan terhadap korosi dan oksidasi. Oleh karena itu penambahan unsur ini dalam logam paduan dapat



memberikan pengaruh yang baik dalam sifat-sifat tersebut. Unsur besi (Fe) dalam logam aluminium paduan sebenarnya harus dihindari, hal ini disebabkan adanya kemungkinan pembentukan kristal kasar Al-Fe-Si di daerah eutektik Fe-Si yang mempunyai butir-butir halus. Adanya kristal kasar ini akan menurunkan kekuatan dan keuletan logam paduan ini sehingga kandungannya harus diusahakan seminimal mungkin untuk meminimalisasi pengaruh buruk unsur ini. selain unsur-unsur tersebut, terdapat juga unsur-unsur lain yaitu Mn, Zn, Ti, Cr, Pb, dan Sn. Unsur Zn dalam paduan aluminium yang juga mengandung tembaga dan magnesium sifat-sifat mekanis seperti ketahanan terhadap korosi dan mampu cor serta mampu mesin yang baik. Namun dalam bahan piston ini, kandungan Zn sangat rendah sehingga pengaruhnya terhadap penambahan kekuatan tarik tidak terlalu signifikan. Unsur lain yang baik pengaruhnya dalam paduan aluminium ini adalah Ti. Unsur ini memiliki pengaruh yang baik terhadap aluminium cair yaitu menaikkan kekuatan pada temperatur tinggi dan memperhalus kristal serta mempermudah proses penuangan.

Hasil Pengujian Kekerasan.

Pengujian kekerasan dilakukan pada 3 titik untuk setiap spesimen. Hasil yang di peroleh kemudian dihitung. Jenis pengujian yaitu menggunakan pengujian Vickers dengan bahan yang diuji adalah piston motor China (Kanzen) dan piston motor Jepang (Honda GL). Kemudian penetrator yang digunakan pyramide intan 136° dengan beban terpasang 294 Newton= 30 kg dan akan memperoleh hasil kemudian dihitung.

$$VHN = \frac{2P \cdot \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{D^2} \text{ Atau } VHN = \frac{1,854 \cdot P}{D^2}$$

1) Pada piston motor produk China (Kanzen).

Percobaan 1:

$$VHN = \frac{1,854 \cdot (30 \text{ kg})}{(1)^2} = 55,62 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Percobaan 2:

$$VHN = \frac{1,854 \cdot (30 \text{ kg})}{(1,03)^2} = 52,42 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Percobaan 3 :

$$VHN = \frac{1,854 \cdot (30 \text{ kg})}{(1,02)^2} = 53,46 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Pada piston motor produk Jepang (Honda GL).

Percobaan 1:

$$VHN = \frac{1,854 \cdot (30 \text{ kg})}{(1,13)^2} = 43,55 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Percobaan 2:

$$VHN = \frac{1,854 \cdot (30 \text{ kg})}{(1,15)^2} = 42,05 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Percobaan 3 :

$$VHN = \frac{1,854 \cdot (30 \text{ kg})}{(1,13)^2} = 43,55 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Dari 3 percobaan uji kekerasan diperoleh kekerasan rata-rata:

1) Piston buatan China

$$\frac{55,62 + 52,42 + 53,46}{3} = 53,83 \text{ kg/mm}^2$$

2) Piston buatan Jepang

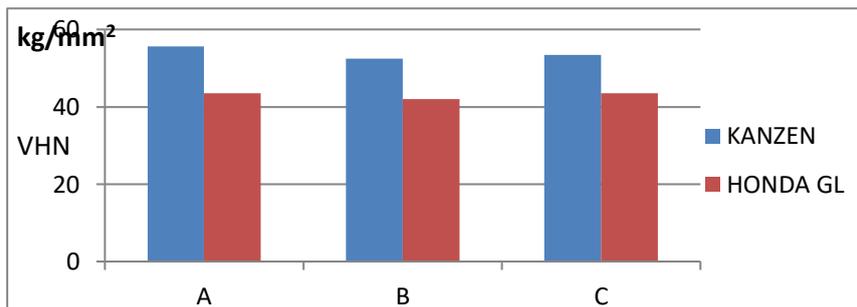
$$\frac{43,55 + 42,05 + 43,55}{3} = 43,05 \text{ kg/mm}^2$$

Tabel 4.2. Hasil percobaan kekerasan piston motor produk China (Kanzen)

No	Lokasi pengujian Piston Kanzen	Diameter (mm)	Kekerasan Vickers/HVN (kg/mm ²)
1	A	1 mm	55,62
2	B	1,03 mm	52,42
3	C	1,02 mm	53,46
Jumlah			161,5
Rata-rata			53,83

Tabel 4.3. Hasil percobaan kekerasan piston motor produk Jepang (Honda GL)

No	Lokasi pengujian Piston Honda GL	Diameter (mm)	Kekerasan Vickers/HVN (kg/mm ²)
1	A	1,13 mm	43,55
2	B	1,15 mm	42,05
3	C	1,13 mm	43,55
Jumlah			129,15
Rata-rata			43,05

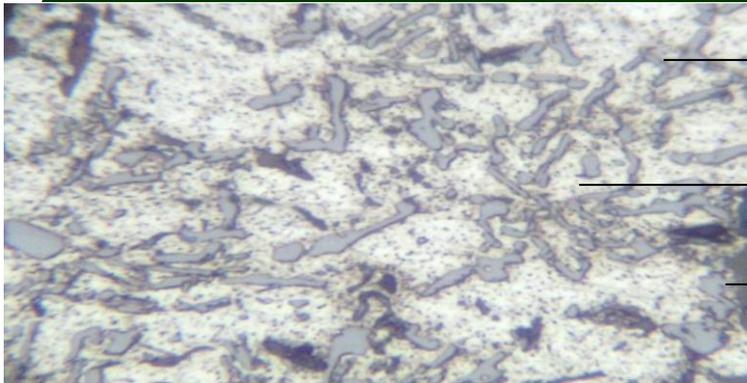


Gambar 4.2. Grafik perbandingan kekerasan piston motor produk China (Kanzen) dan piston motor produk Jepang (Honda GL)

Dari hasil pengujian terlihat bahwa untuk piston motor produk China (Kanzen) memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan piston motor produk Jepang (Honda GL) dengan nilai rata-rata = 53,83 kg/mm² sedangkan piston buatan Jepang (Honda GL) adalah dengan nilai rata-rata = 43,05 kg/mm² (Tabel 4.2 dan 4.3).

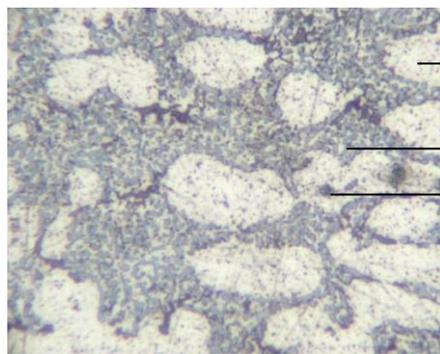
b. Hasil Pengujian Struktur Mikro.

Pengamatan dilakukan dengan melihat foto struktur mikro pada piston motor produk China (Kanzen) dan piston motor produk Jepang (Honda GL), pemotretan dilakukan dengan perbesaran mikroskop 40 kali dan 160 kali. Sehingga dapat diketahui sifat fisis dari bahan tersebut.



Gambar 4.4. Struktur mikro piston motor produk China(Kanzen) perbesaran 160 X.

- A. Si
- B. Aluminium
- C. Cu



Gambar 4.5. Struktur mikro piston motor produk Jepang(Honda GL) perbesaran 160 X.

- A. Si
- B. Aluminium
- C. Cu

Pada pengujian struktur mikro pada kedua piston ini, struktur mikro yang terbentuk tergantung dari proses pembekuannya. Dari foto struktur mikro yang terbentuk mempunyai komposisi unsur penyusunannya Al, Si, Cu. Paduan yang mempunyai kandungan Si yang tinggi akan memiliki ketahanan korosi yang baik, massa lebih ringan, koefisien muai kecil, dan merupakan penghantar panas yang baik. Apabila piston mengalami korosi bisa menyebabkan retakan dan kebocoran. Piston yang mempunyai koefisien muai kecil sangat menguntungkan karena menghindari gesekan berlebihan yang terjadi antara piston dan dinding dalam silinder. Unsur Cu pada kedua piston ini bisa mengurangi kemampuan paduan aluminium untuk diberi perlakuan panas. Paduan Al-Cu dapat membentuk fase intermediate dengan senyawa CuAl_2 yang bersifat rapuh sehingga pembentukannya harus dihentikan. Pembentukannya fase ini tidak dapat dihilangkan tetapi harus dihentikan agar sifat rapuh dari bahan dapat dikurangi.



SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil data dan pembahasan terdapat beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut:

- a. Dilihat dari komposisi bahan kedua piston ini memiliki kelebihan dan kekurangan, Diantaranya :
 - 1) Kandungan Mg-nya, piston Honda GL lebih tinggi dibandingkan piston Kanzen, kandungan ini akan memberikan sifat-sifat yang baik dalam ketahanan terhadap korosi, mampu las, dan kekuatan yang lebih baik.
 - 2) Kandungan Cu-nya, piston Honda GL lebih rendah dibandingkan dengan piston Kanzen, penambahan kandungan ini untuk memperoleh sifat mekanis dan mampu mesin yang cukup. Kandungan Cu ini juga akan membuat sifat mampu cor yang buruk pada paduan aluminium karena dapat membentuk fase *intermediate* dengan senyawa $AlCu_2$ yang bersifat rapuh, pembentukan fase ini tidak dapat dihilangkan tetapi bahannya dapat dikurangi.
 - 3) Kandungan Fe-nya, piston Honda GL lebih rendah dibandingkan piston Kanzen, unsur ini dalam logam aluminium paduan sebenarnya harus dihindari, karena adanya pembentukan kristal kasar Al-Fe-Si yang nantinya akan menurunkan kekuatan dan keuletan logam paduan ini.
 - 4) Kandungan Ni-nya, piston Kanzen lebih tinggi dibandingkan piston Honda GL, kandungan ini memberikan pengaruh yang baik dalam sifat mampu bentuk dan sifat mekanis lainnya, serta mempunyai ketahanan terhadap korosi dan oksidasi.

Saran

Untuk mengetahui pemakaian piston yang lebih mendalam dan memperbaiki validitas penelitian sejenis yang akan dilaksanakan dimasa yang akan datang, ada beberapa hal yang dapat dilaksanakan yaitu :

- a. Mengambil piston dengan kondisi operasi yang seragam, yaitu :
 - 1) Usai pakai atau jarak tempuh.
 - 2) Perilaku pemakaian.
 - 3) Perawatan yang dilakukan.
 - 4) Medan yang ditempuh.

Sehingga dengan keseragaman ini maka dapat mengetahui perbandingan pada piston tersebut lebih akurat.

- b. Dalam pengadaan motor dinas di Akademi Militer lebih baik motor buatan Jepang karena kualitasnya sudah teruji.

DAFTAR PUSTAKA

- Tata Surdia dan Shinroku Saito, *Pengetahuan bahan teknik*, Pradnya Paramita. Jakarta. 1985.
- Wiranto Arismunandar, *Motor Bakar Torak*, ITB Bandung, 1994.
- Obert, E.F, *Internal Combustion Engines and Air Pollution*, Harper and Row Publishers, New York, 1973.
- DeRoss, A.B, *Aluminium Casting Tecnology*, The Joint American Society / Aluminium Association Committe.
- Hadi, I. K., Basuki, A., Adi, S. U., Silitonga, F., Kristiana, N., & Raindra, S. M. (2024). Respon Masyarakat Desa Ngadirejo Terhadap Kegiatan Pengabdian Yang Dilaksanakan Akademi Militer. *Jurnal Mahatvavirya*, 11(1), 1-10.
- Gruzleski, John E. *The Treatment of Liquid Aluminium Silicon Alloys*, American Foundrymens Society, 1990.
- Siswanto, D. J., M. Sigit Saksono, Jarwono, Silitonga, F., Titiek Herawati, Sopiin, Sermatutar Felix Leandro, & Sermatutar Muhamad Andre Nuralam R. (2024). Pengaruh Standarisasi Lapangan Spesifikasi Persenjataan Dalam Mendukung Pengelolaan Tugas Pokok Satuan Di Jajaran Tni





Ad. Jurnal Mahatvavirya, 11(1), 30–50. Retrieved from
<https://ojs.akmil.ac.id/index.php/mahatvavirya/article/view/189>
Van Vlack, L.H dan Sriatie Djaprie, *Ilmu dan Logam Bahan*, edisi kelima Erlangga, Jakarta, 1994.