

Studi Struktur mikro Silikon dalam Paduan Aluminium-Silikon pada Piston dari Berbagai Merek Sepeda Motor

Tjokorda Gde Tirta Nindhia

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana, Jimbaran, Bali, Indonesia

tirta.nindhia@me.unud.ac.id

nindhia@yahoo.com

Abstraksi

Penelitian ini menampilkan strukturmikro silikon dalam paduan aluminium-silikon pada berbagai merek sepeda motor yang terdapat di Indonesia. Sample penelitian diambil dari berbagai merek sepeda motor yang umum terdapat di Indonesia seperti Vespa, Suzuki, Kawasaki, Honda, dan Yamaha. Pengamatan struktur mikro dilakukan berdasarkan standar pengujian metalurgi untuk aluminium. Hasil pengamatan disajikan dalam bentuk metalografi selanjutnya dipelajari berdasarkan studi literatur untuk diperoleh keterangan mengenai proses yang dipergunakan dalam pembentukannya dan sifat sifat yang dimiliki sesuai dengan penggunaannya sebagai piston. Hasil penelitian menunjukkan strukturmikro silikon dari masing-masing merek sepeda motor ternyata berbeda-beda yang menunjukkan piston tersebut dibuat melalui proses dan komposisi yang berbeda. Perbedaan ditemukan khususnya dalam ukuran dan bentuk silikon. Perbedaan ini selanjutnya menentukan sifat-sifat dari masing-masing piston tersebut dihubungkan dengan ketahanan aus.

Kata kunci: strukturmikro, silikon, paduan, aluminium, metalografi

Abstract

This research introduce microstructure of silicon in aluminium-silicon alloys that were collected from variety manufacture company that available in Indonesia such as Vespa, Suzuki, Kawasaki, Honda, and Yamaha. The microstructure observation was conducted followed standard metallurgy test for aluminium. The result is presented in the form of metallographic from each specimen followed by literature study to obtain information regarding process and its properties related with application as a piston. It is revealed from this observation that the microstructure of silicon was found vary depend on which company it's coming from. The primarily differences were found from the silicon size and the texture. These differences make each piston having its own characteristic and properties that make it different one another related to wear resistance

Key words: microstructure, silicon, alloy, aluminium, metallography

1. PENDAHULUAN

Paduan aluminium-silikon (Al-Si) digunakan secara luas di bidang otomotif khususnya untuk piston karena memiliki ketahanan aus dan korosi yang baik, koefisien ekspansi termal yang rendah, dan memiliki rasio kekuatan dan berat yang tinggi [1, 2].

Paduan aluminium yang diperuntukkan untuk ketahanan aus merupakan paduan aluminium dengan dasar sistem paduan aluminium-silikon. Sistem biner ini merupakan sistem paduan eutektik sederhana dengan komposisi eutektik pada 12.4 % berat Si. Pada suhu kamar, paduan hipoeutektik mengandung fase aluminium primer yang lunak dan ulet serta mengandung fase silikon yang keras dan getas sesuai dengan reaksi eutektik. Fase silikon inilah yang memberikan kontribusi terhadap ketahanan aus yang baik bagi paduan ini. Silikon bersifat tidak larut dalam aluminium.

Paduan Al-Si Hipereutektik merupakan paduan yang paling banyak dipakai untuk keperluan ketahanan terhadap aus (*wear resistant*) mengandung partikel silikon primer berukuran besar (*coarse*) dan bersudut (*angular*) disamping juga mengandung eutektik silikon. Partikel silikon primer ini menghasilkan ketahanan aus yang amat baik bagi paduan ini.

Walaupun Paduan Al-Si dikenal sebagai paduan yang tahan aus sehingga dipakai untuk bahan piston, namun kegagalan karena aus tetap terjadi setelah pemakaian dalam jangka waktu tertentu. Gambar 1 adalah contoh piston yang terbuat dari paduan Al-Si dimana kegagalan karena aus terjadi.



Gambar 1. Bagian yang mengalami kegagalan akibat aus pada piston ditandai dengan garis putus-putus berwarna putih

Paduan standar Al-Si tentu saja mengandung sejumlah komposisi bahan lainnya seperti Fe, Ca, Mg, Mn, dan sejumlah kecil unsur lainnya [4], dimana tujuan utamanya untuk semakin meningkatkan ketahanan aus.

Usaha usaha untuk meningkatkan ketahanan aus dari paduan Al-Si dilakukan dengan penambahan unsur unsur logam lain kedalamnya, disamping memodifikasi proses pembuatan dan perlakuan panas. Kesemuanya ini akan berakibat pada perubahan strukturmikro. Dengan mengamati struktur mikro dari paduan yang digunakan untuk piston kita dapat menjelaskan proses dan unsur apa yang ditambahkan, serta perlakuan panas yang mengikutinya. Penelitian ini bertujuan memberikan informasi berdasarkan strukturmikro dari piston sepeda motor yang banyak digunakan di Indonesia. Selanjutnya berdasarkan studi literatur akan dijelaskan bagaimana proses pembuatan, sifat-sifat, baik yang menguntungkan dan merugikan untuk dapat digunakan oleh konsumen dalam menentukan pilihannya.

2. METODE PENELITIAN

Piston untuk penelitian ini diambil dari 5 merek sepeda motor yang terdapat di Indonesia yaitu Vespa, Suzuki, Kawasaki, Honda dan Yamaha. Khusus untuk Honda, (untuk kerahasiaan, maka jenis atau tipe dari masing masing merek tersebut tidak disebutkan dalam tulisan ini).

Pengamatan struktur micro dilakukan menurut standar pengujian metalografi untuk bahan aluminium. Piston dipotong dengan pendinginan untuk menghindari perubahan fase yang terjadi akibat pemanasan saat pemotongan. *Polishing* dilakukan dengan mesin poles. Mikrostruktur silikon dalam paduan Al-Si terlihat dengan jelas tanpa diperlukan

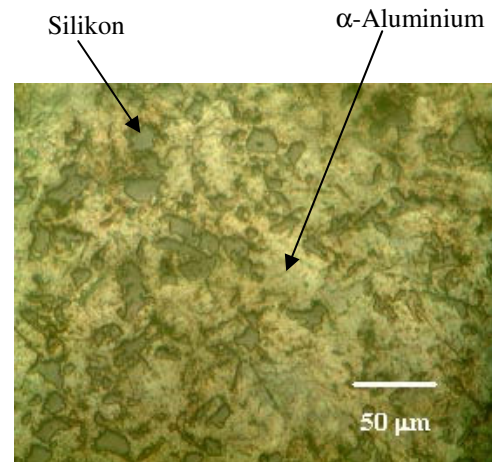
proses etsa. Untuk kualitas pengamatan strukturmikro yang lebih baik, maka mikroskop metalurgi dari jenis *inverted microscope* digunakan dalam penelitian ini.

Data strukturmikro disajikan dalam bentuk foto dan dianalisa berdasarkan studi pustaka.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1. Strukturmikro piston dari Vespa

Dari pengamatan strukturmikro untuk sample yang diambil dari merek Vespa (Gambar 3) diketahui bahwa paduan yang digunakan adalah paduan biner Al-Si dari jenis hipereutektik yang dihaluskan (*refined*), dengan dihaluskan maka butiran silikon primer memiliki perbedaan ukuran butir yang tidak terlalu besar sehingga memiliki sifat yang relatif homogen. Piston jenis ini mengandung lebih banyak silikon dibandingkan paduan hipoeutektik sehingga memiliki ketahanan aus dan kekuatan tarik yang lebih baik, namun ketangguhan retak menurun [3].



Gambar 2. Strukturmikro piston Vespa

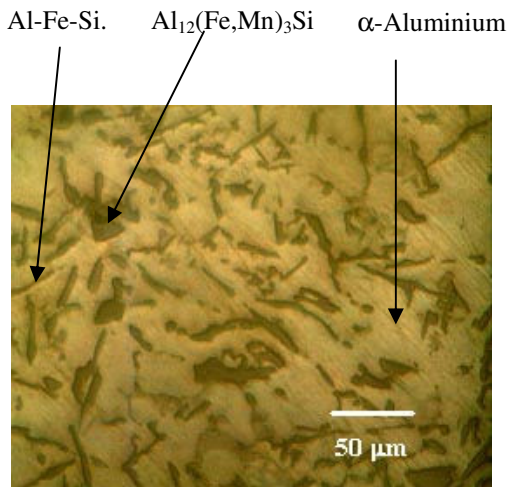
3.2. Strukturmikro piston dari Suzuki

Strukturmikro untuk sampel yang diambil dari sepeda motor dengan merek Suzuki seperti terlihat pada Gambar 3. Terlihat strukturmikro silikon berbentuk seperti jarum. Struktur ini bisa terbentuk karena ada tambahan unsur besi (Fe) ke dalam paduan membentuk fase Al-Fe-Si dari jenis Fase β . Unsur besi ditambahkan bertujuan untuk mengurangi sifat lengket coran pada cetakan. Penambahan unsur Fe juga meningkatkan kekerasan dibandingkan dengan paduan tanpa Fe yang berakibat pada perbaikan sifat ketahanan ausnya [5]. Penting untuk disampaikan disini bahwa struktur berbentuk jarum tersebut tidaklah berbentuk runcing, salah satu penyebab yang dapat dikemukakan disini adalah paduan tersebut dapat mengandung unsur mangan (Mn). Unsur mangan ditambahkan dengan tujuan untuk meningkatkan

ketahanan paduan terhadap suhu tinggi [3] yang berarti piston masih dapat berfungsi dengan baik pada saat kendaraan panas.

Table 1
Elevated temperature tensile strengths of five samples with different Mn contents

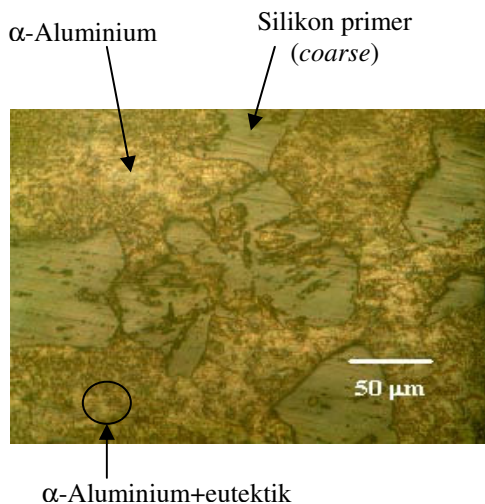
Mn content (wt.%)	Average UTS at 350 °C (MPa)	Standard deviation (MPa)
0.04	67.07	0.115
0.15	75.62	0.660
0.23	69.67	0.213
0.31	63.72	1.170
0.40	71.92	0.556



Gambar 3. Strukturmikro piston suzuki

3.3. Strukturmikro piston dari Kawasaki

Gambar 4 menyajikan strukturmikro dari piston yang diambil dari merek Kawasaki.

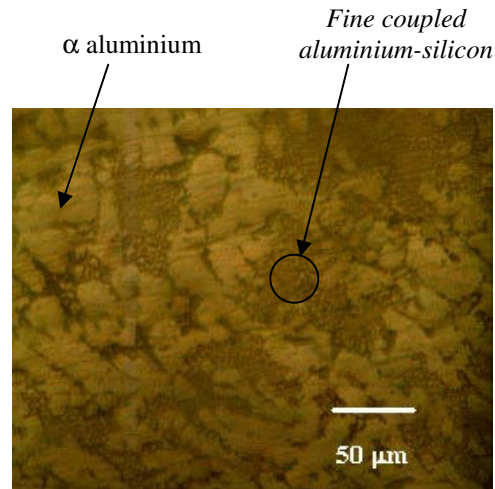


Gambar 4. Strukturmikro piston Kawasaki

Paduan ini merupakan paduan Al-Si hipereutektik, merupakan paduan yang paling banyak dipakai untuk keperluan terhadap ketahanan aus (*wear resistant*) mengandung partikel silikon primer berukuran besar (*coarse*) dan bersudut (*angular*) di samping juga mengandung silikon eutektik. Sayangnya paduan dengan strukturmikro bersudut seperti ini memiliki kecenderungan terbentuknya retak pada ujung silikon yang runcing. Untuk mengatasi hal ini dapat dilakukan proses *aging* pada suhu tinggi (480-540°C) untuk meningkatkan keuletan. Perlakuan panas dengan temperatur pada daerah ini memodifikasi silikon yang semula berbentuk sudut (*angular*) menjadi berbentuk membulat (*rounded shape*). Ini berguna untuk mengurangi kecenderungan terbentuknya retak pada ujung silikon yang berbentuk sudut yang runcing. Treatment ini efektif untuk paduan hipereutektik [3]

3.4 Strukturmikro piston dari Honda

Strukturmikro dari piston yang diambil dari merek Honda seperti tersaji pada Gambar 5.



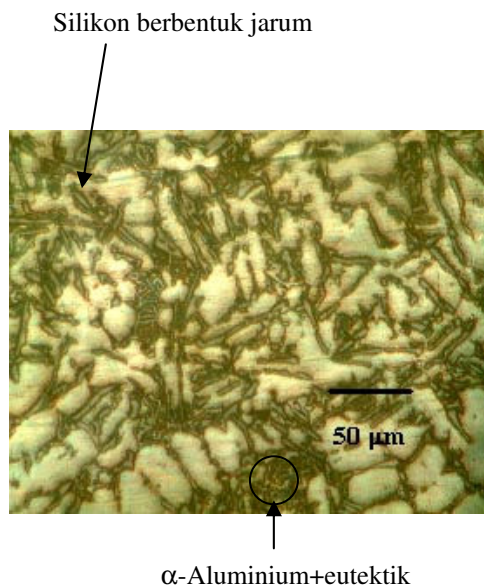
Gambar 5. Strukturmikro piston Honda

Strukturmikro seperti ini diperoleh melalui proses modifikasi dari morfologi dan jarak spasi dari silikon eutektik dengan penambahan sodium (Na) atau strontium (Sr). Dengan penambahan ini akan menyebabkan perubahan dari sebelumnya dimana silikon terpisah secara luas (*large divorced*) menjadi tersebar secara halus di antara fase aluminium (*fine coupled aluminium-silicon*)[3]. Sebagaimana kita ketahui penghalusan butir akan meningkatkan ketahanan aus [3] dan juga kekuatan tarik [6]. Usaha usaha untuk meningkatkan kehalusan ukuran butir dari

silikon adalah merupakan kunci keberhasilan untuk meningkatkan ketahanan aus.

3.5 Strukturmikro piston dari Yamaha

Jika kita perhatikan strukturmikro dari silikon yang terdapat pada paduan Al-Si dari sampel yang diambil dari sepeda motor merek Yamaha, seperti terlihat pada Gambar 6, terlihat bahwa partikel silikon berbentuk jarum dan juga terdapat partikel silikon eutektik



Gambar 6. Strukturmikro piston Yamaha

Strukturmikro silikon berbentuk jarum ini dihasilkan akibat penambahan unsur Fe. Seperti kita ketahui pada pembahasan sebelumnya penambahan unsur Fe dapat meningkatkan ketahanan aus [5] serta penghalusan butir dalam bentuk silikon eutektik mempunyai efek yang sama dalam meningkatkan keausan [1]. Untuk memperoleh penghalusan butir menjadi silikon eutektik dapat dilakukan melalui peningkatan laju pendinginan setelah pengecoran. Selain meningkatkan kekerasan, penghalusan butir juga dapat meningkatkan kekuatan tarik [6].

4. KESIMPULAN

Dari data yang telah ditampilkan dalam tulisan ini dapat dilihat bahwa masing-masing merek sepeda motor tersebut mengembangkan paduan Al-Si dengan morfologi silikon yang berbeda-beda. Pada tulisan ini telah disampaikan keuntungan dan kerugian dari masing-masing morfologi silikon tersebut untuk dapat dipakai dalam mengambil keputusan agar diperoleh

keputusan terbaik dalam menentukan pilihan sepeda motor berdasarkan kualitas piston.

5. UCAPAN TERIMAKASIH.

Metalografi dari penelitian ini merupakan hasil kolaborasi dengan Microphotolab, Bali, Indonesia. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih atas kerjasamanya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Zeren, M., 2007, *The effect of heat treatment on aluminium based piston alloys*, Material and Design, 28, 2511-2517.
- [2]. Haque, M.M. dan Sharif, A., 2001, *Study on wear properties of aluminium-silicon piston alloy*, Journal of Materials Processing Technology, 118, 69-73.
- [3]. ASTM International, 2009, *Casting design and performance*, ASTM International, material Park, OH, USA.
- [4]. Qian, Z., Liu, X., Zhao, D., dan Zhang, G., 2008, *Effect of trace Mn addition on the elevated temperature tensile strength and microstructure of Low- Iron Al-Si piston alloy*, Materials Letters 62, 2146-2149.
- [5]. Harun, M., Talib, I.A., dan Daud, A.R., 1996, *Effect of element addition on wear properties of eutectic aluminium-silicon alloys*, Wear 194, 54-59.
- [6]. Moflat, A.J., Barnes, S., Mellor, B.G., dan Reed, P.A.S., 2005, *The Effect of Silicon Content on Long Crack Fatigue Behaviour of Aluminium-Silicon Piston alloys at Elevated Temperature*, International Journal of Fatigue, 27, 1561-1