

STUDI PENGKAJIAN PEMANASAN PISTON SEPEDA MOTOR DENGAN MENGGUNAKAN AIR YANG DIBERI BATU GAMPING

Oleh :

Toto Triantoro ,Muhamad ,F

Jurusan Teknik Mesin UNJANI

Suku cadang sepeda motor biasanya ada dua pilihan yaitu produk original dan lokal sedangkan perbedaan yang utama adalah pada kualitas dan harga. Produk original kualitas baik tetapi harga sangat mahal sedangkan produk lokal kualitas dibawah original tetapi harga cukup murah. Biasanya pemakaian Piston lokal sering mengalami kemacetan saat dipakai pertama kali , yang sering dilakukan oleh montir adalah piston produk lokal tersebut pada saat akan digunakan direbus terlebih dahulu dengan air dan diberi batu gamping agar tidak terjadi kemacetan pada saat mesin dihidupkan pertama kali. Dari hasil pengkajian ini terjadi perubahan kekuatan pada piston tersebut dan akan menjadi peka terhadap panas sehingga piston tersebut cepat rusak.

Pendahuluan

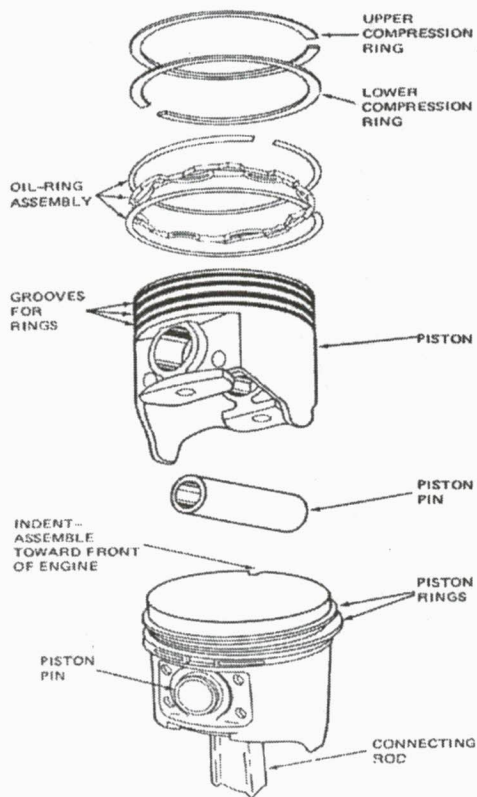
Piston produk lokal biasanya sering mengalami kemacetan pada saat pertama kali digunakan, penyebabnya adalah piston lokal besar pemuaiannya dibanding dengan dinding silindernya. Karena sebab itu maka para montir berusaha mengatasi dengan berbagai macam cara, salah satunya adalah dengan merebus piston menggunakan air yang diberi batu gamping dengan maksud agar molekul pada piston menjadi rapat sehingga tidak mudah memuai, tetapi akan mudah hancur bila bermasalah menurut salah satu artikel Tabloit Motor Plus no 197, Gramedia ,Jakarta ,5 Desember 2002

Pada kenyataannya bahan piston lokal terbuat dari bahan paduan Aluminium, menurut pendapat beberapa ahli bahan bahwa dengan berjalannya waktu pada umumnya Aluminium paduan mengalami penuaan baik secara alami maupun penuaan temper

Pada studi kajian ini kami mencoba menganalisa fenomena yang terjadi pada piston produk original sebagai referensi dan piston produk lokal yang direbus dengan batu gamping maupun yang tidak menggunakan batu gamping sebagai pembuktian kebenaran dari artikel Tabloit Motor Plus tersebut dengan mengamati perubahan struktur mikronya maupun kekerasannya

Dasar Teori

Piston dan silender pada *Spark Ignition Engine* adalah logam sumbat yang meluncur keatas dan kebawah didalam silender.karena ukuran piston yang lebih kecil dari dinding silender Pada saat terjadi pembakaran campuran bahan bakar dan udara piston berada pada batas bawah perjalanan . Pada perjalanan keatas , piston mendapat tekanan untuk menjerat campuran bahan bakar dan udara, busi membakar capuran tersebut sehingga terjadi tekanan yang sangat tinggi mengakibatkan terdorongnya piston turun , bergerakanya piston kebawah mengakibatkan sepanjang mesin bekerja



Gambar 1. Piston dan Ring Piston

Fungsi Dari Piston

Dalam silinder mesin, piston merupakan penerus gaya dan aksi yang diakibatkan oleh perubahan tekanan yang terjadi di kepala piston, di mana perubahan ini menyebabkan piston bergerak ke atas dan ke bawah didalam silinder, di mana hal ini dapat menimbulkan:

1. Menghasilkan vakum dalam silinder menyebabkan atmosfer menekan pada campuran udara dan bahan bakar dalam silinder. (langkah masuk)
2. Kompresi campuran bahan bakar dan udara (langkah kompresi)
3. Memindahkan tekanan pembakaran menggerakkan *Conecting road* ke *Chrank pin* (langkah kerja).
4. Membantu membersihkan gas hasil pembakaran pada silinder (langkah buang).

Piston memperlihatkan pentingnya *part* yang sederhana, tetapi piston sering dijadikan objek yang dipelajari secara intensif guna memperbaiki desain. Piston

harus tangguh saat menerima muatan inersia pada bearing saat minimum, tetapi harus kaku dan kuat saat mendapatkan tekanan tinggi dari hasil pembakaran.

Material Piston

Banyak panas yang dihasilkan pada jalur kerja piston, selama operasi panas menembus piston dan ring piston lalu diteruskan ke dinding silinder. Di mana pada mesin kecepatan tinggi menggunakan piston dari paduan besi kelabu yang beraneka ragam kelasnya, diantaranya ASTM A48 digunakan pada mesin besar dan A159 digunakan pada mesin kecil. Tidak lupa aluminium paduan antara lain paduan B 247, G121 A-T72 (paduan A132). Digunakan pada piston pesawat terbang. Seri permanen cetakan piston dibuat dari paduan 139 untuk Otomotif dan piston (132) untuk mesin kecil. Selama pembuatan, piston dilapisi oleh timah atau material lain. Hal ini memiliki tujuan pelapisan untuk membantu mencegah macet jika mesin pertama kali dihidupkan dan selama permulaan pemakaian. Dimana macet ini disebabkan oleh suhu kerja yang sangat tinggi sehingga piston, ring piston dan dinding silinder mengalami pemuaiian atau pengelasan sendiri tanpa disengaja.

Pada studi pengkajian ini kami melakukan penelitian dengan menggunakan piston dari sepeda motor Suzuki Tornado yang terbuat dari material AC8A yang merupakan paduan dari aluminium.

Dari beberapa reperensi maka diketahui bahwa material yang digunakan adalah paduan Al-Si. Dimana paduan tersebut termasuk pada paduan aluminium yang dinamakan silumin, dimana silumin ini sifat-sifatnya sangat diperbaiki oleh perlakuan panas dan sedikit diperbaiki oleh unsur paduan.

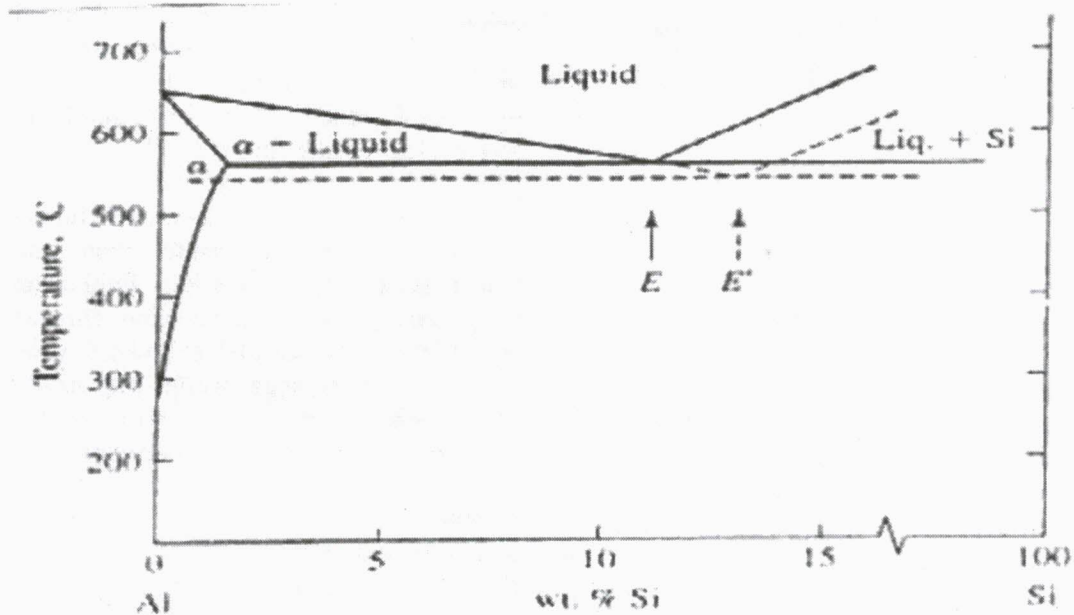
Silumin ini didapat dari paduan aluminium yang didinginkan pada cetakan logam, setelah cairan logam diberi natrium fluorida kira-kira 0,05%-1,1% kadar logam natrium, tampak temperatur eutektik meningkat kira-kira 15 °C, dan komposisi eutektik bergeser ke daerah kaya Si kira-kira 14%. Hal ini biasa terjadi pada paduan

hipereutektik seperti 11,7-14% Si, Si mengkristal sebagai kristal primer, tetapi karena perlakuan yang disebut diatas Al mengkristal sebagai kristal primer dan struktur eutektiknya menjadi sangat halus,. Ini dinamakan struktur yang dimodifikasi. Sifat-sifat mekaniknya sangat diperbaiki. Fenomena ini ditemukan oleh A. Pascz tahun 1921 dan paduan yang telah diadakan perlakuan tersebut dinamakan silumin.

Sifat-sifat silumin sangat diperbaiki oleh 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 dituakan dinamakan silumin γ , dan yang hanya ditemper saja dinamakan silumin β .

Gambar 2. menunjukkan diagram fasa dari paduan Al-Si. 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 sangat kecil maka pengerasan penuaan sukar diharapkan.



Gambar 2 Diagram fasa Al - Si

Batu Gamping dan Dolomit

Batu gamping tersebar luas di Indonesia. Secara kimia batu gamping terdiri atas kalsium karbonat (CaCO_3). Di alam tidak jarang batu gamping mengandung pula magnesium. Kadar magnesium yang tinggi batu gamping berubah menjadi batu gamping dolomit atau dolomit dengan komposisi kimia CaCO_3 dan MgCO_3 . Secara geologi terjadinya memang berkaitan. Hasil penyelidikan hingga kini menunjukkan,

bahwa kadar kalsium oksida batu gamping di Jawa pada umumnya tinggi.

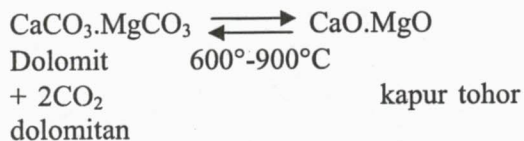
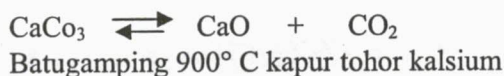
Selain sebagai bahan bangunan penggunaan batu gamping dewasa ini semakin luas, terutama bidang industri yang merupakan konsumen terbesar. Salah satu sebab diantaranya karena batu gamping merupakan sumber alkali yang murah, dipergunakan dalam bentuk kapur tohor (CaO) atau kapur padam Ca(OH)_2 . Tepung batugamping dalam bentuk kalsium karbonat murni (CaCO_3) dipergunakan dalam industri cat, obat-

obatan, pengolahan karet, komponen mercon dan bahan peledak, bahan dasar tapal gigi, pengisi kertas rokok, dan masih banyak lainnya.

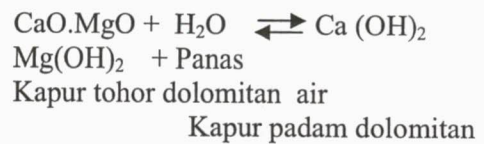
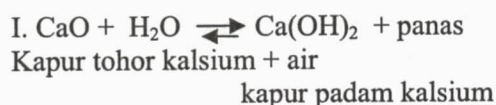
Selain magnesium batu gamping kerap kali tercampur dengan lempung atau pasir yang mengendap bersama-sama waktu pengendapan batu gamping itu. Berdasarkan persentasi zat yang mengotorinya di ketemukannya batu gamping dolomitan, jika yang mencampurinya unsur magnesium; batu gamping lempungan, jika komponen lempung menjadi penting; batu gamping pasiran, jika mengandung cukup banyak pasir; dan seterusnya.

Seperti telah dikemukakan, pemakaian batu gamping baik dalam bidang bangunan maupun industri pada umumnya adalah dalam bentuk kapur tohor (CaO) ataupun kapur padam (Ca(OH)₂). Dalam negara industri yang telah maju pemakaian kapur tohor atau padam ini menempati tempat kedua dalam jumlah banyaknya pemakaian, sedangkan tempat pertama diduduki oleh asam sulfat (H₂SO₄).

Kapur tohor (quicklime) dihasilkan dari batugamping yang dikalsinasikan, yaitu dipanaskan dalam dapur pada suhu antara 600 sampai dengan 900°C dengan reaksi sebagai berikut:



Kapur tohor ini bila disiram dengan air akan menghasilkan kapur padam (*hydrated/slaked quicklime*) dengan mengeluarkan panas dengan reaksi sebagai berikut:



Pelaksanaan penelitian

Pada penelitian ini di gunakan benda uji yaitu piston lokal dari sepeda motor Suzuki RC 110 dengan ukuran standar atau *oversize* nol dengan merek dagang *Izumi*, yang bila diperlukan akan dipotong-potong.

Batu gamping yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah batu gamping (*limestone*) yang telah di kalsinasikan menjadi kapur tohor (*quicklime*) dimana batu gamping tersebut mengandung kadar CaCO₃ sebesar 56% dan tanpa mengandung MgO sehingga dapat diklasifikasikan sebagai kapur tohor kalsium tetapi komposisi kimianya setelah mengalami kalsinasi tidak diketahui karena belum ada penyelidikan tentang hal tersebut di Indonesia

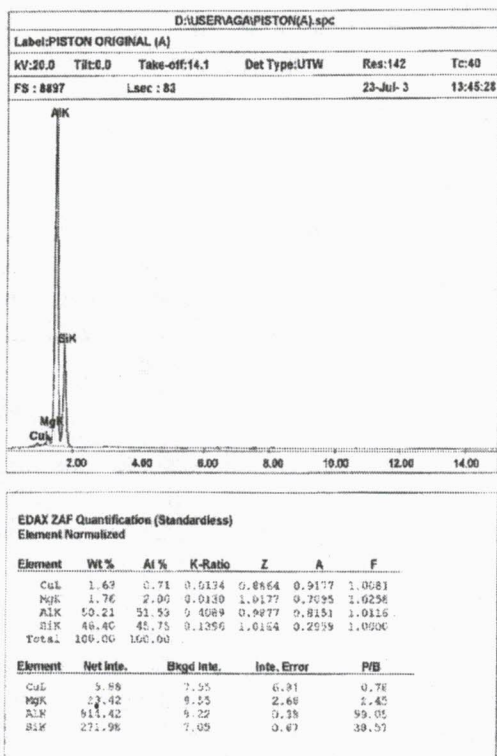
Batu gamping yang dipergunakan dalam penelitian ini berasal dari tagog apu padalarang.

Data penelitian

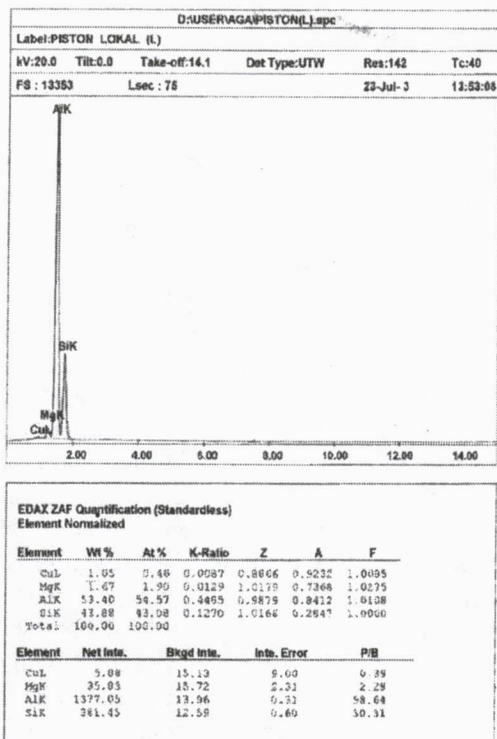
Dalam Penelitian ini dilakukan proses pengujian komposisi kimia pada piston original dan lokal sebelum dikenai proses pemanasan tambahan.

Pada saat pengujian kami menggunakan metoda SEM / EDAX dengan menggunakan alat uji SEM / EDAX Philips XL-20 dan berhasil mengetahui komposisi dari material produk piston original maupun produk piston lokal yang kami uji dengan hasil komposisi unsur aluminium piston lokal lebih besar dari pisto original sedangkan unsur lainnya yaitu : Cu, Mg, Si Piston original lebih besar kadarnya dibanding dengan Piston lokal seperti yang ditampilkan pada data pengujian SEM / EDAX seperti pada data dibawah berikut ini:

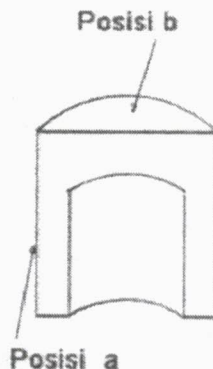
Data komposisi kimia piston original



Data komposisi kimia piston lokal



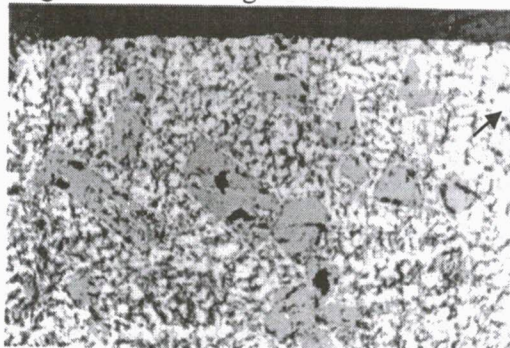
Pengujian ini dilakukan dengan cara memotong Piston menjadi dua bagian dan dilakukan pengujian *metallografi* pada bagian permukaan luar (b) dan permukaan dalam (a) seperti pada gambar :



Gambar3. Posisi pengujian *Metallografi*

Proses pemotongan pada piston sebelum dilihat struktur mikronya dilakukan dengan menggunakan *abrasife cutter "Samplemet" Buchler* dimana proses penghalusan permukaan menggunakan *Belt Surfacer "Duomet" Buchler*, proses polishing dengan menggunakan mesin *Ecomet "III" Buchler* dan proses pengamatan dan pengambilan gambar dengan perbesaran 200x pada benda kerja yang di etsa dengan *Keller's Reagent* menggunakan *Metaphot UFX II Nikon*.

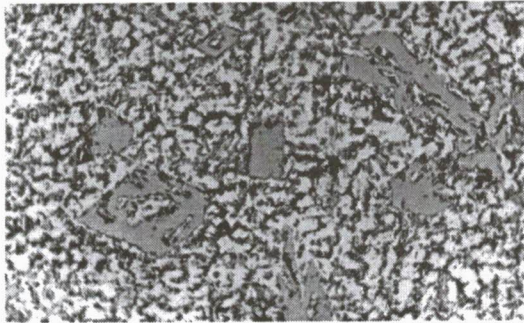
Adapun gambar struktur mikro dari piston original adalah sebagai berikut



Etsa kellers Reagent Pembesar 200X

Gambar 4.. Struktur mikro dari piston original dengan posisi a, dengan struktur terdiri dari silikon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan Mg_2Si (pemilihan

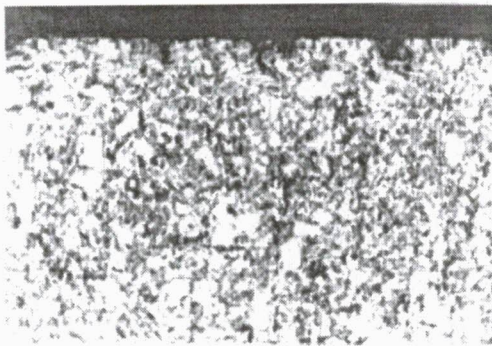
hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer.



Etsa Kellers Pembesaran 200X

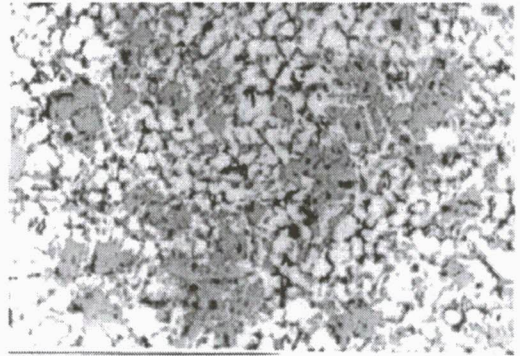
Gambar 5. Struktur mikro piston original pada posisi b dengan struktur terdiri dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan Mg_2Si (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer

Hasil uji struktur mikro yang dilakukan pada piston lokal yang belum dikenai proses pemanasan ulang dapat dilihat pada gambar berikut:



Etsa kellers Reagent Pembesar 200X

Gambar 6. Struktur mikro piston yang belum dikenai proses pemanasan ulang pada posisi a dengan struktur terdiri dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan Mg_2Si (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer.



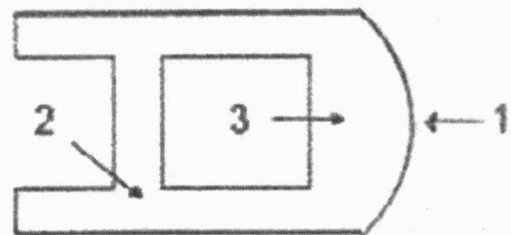
Etsa Kellers Reagent Pembesaran200X

Gambar 7. Struktur mikro piston lokal yang belum dikenai proses pemanasan ulang pada posisi b dengan struktur terdiri dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan Mg_2Si (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer

Kekerasan Piston Original dan Piston Lokal Yang Belum Dikenai Proses Pemanasan ulang

Proses pengujian kekerasan ini menggunakan cara pengujian Vickers pada permukaan luar (1) dan dalam (2 dan 3) dengan beban pengujian 200 gram dengan waktu pembebanan 15 detik, jarak tiap titik 0,5 mm dengan menggunakan alat

Digital Microhardness Tester "Micromet II" Buehler, posisi seperti pada gambar:dibawah



Gambar 8 posisi pengujian kekerasan

Adapun hasil pengujian kekerasan pada piston original dan lokal yang belum dikenai proses pemanasan ulang tampak pada tabel berikut ini:

Tabel 1 hasil kekerasan pada piston original dan piston lokal yang belum proses pemanasan ulang

Kekerasan Pada	Piston	
	Original	Lokal
Posisi	HV	HV
1	106,5	114,8
	109,7	116,6
	106,7	129,1
Rata-rata	107,6	120,2
2	118,1	154,8
	117,8	140,7
	120,2	139,3
Rata-rata	118,7	144,9
3	116,6	125,1
	110,2	123,3
	114,8	121,7
Rata-rata	113,9	123,4

Proses Pemanasan Piston dengan menggunakan air yang diberi batu gamping.

Proses pemanasan piston ini dilakukan pada :

Suhu ruangan : 25,5°C

Suhu awal air : 24°C

Volume air : 500cc

Berat gamping: 100 gram

Umur gamping: dikeluarkan dari tungku dan didinginkan diudara terbuka selama 18 jam dan disimpan dalam keadaan tertutup selama 88 jam.

Dimensi tempat pemanasan : D = 11.5 cm

T = 15,5 cm

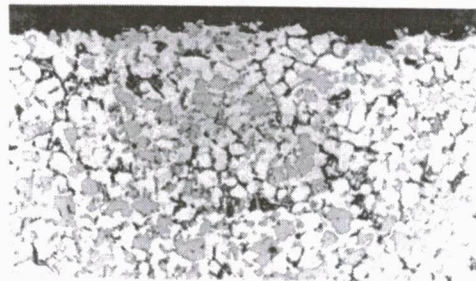
Waktu pemanasan :

Tabel 2 Rentang waktu pemanasan alami batu gamping

Suhu (°c)	Waktu (menit)
24	0
30	5,25
35	6,5
40	9,25
45	13,22
50	20,55
63	21,05

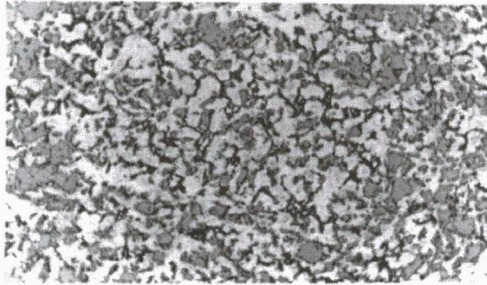
Tabel 3 rentang waktu pendinginan alami batu gamping

Suhu (o)	Waktu (menit)
63	19,9
55	29,5
50	37,92
45	50,58
40	75,33
35	98,06
30	136,25
24	315,83



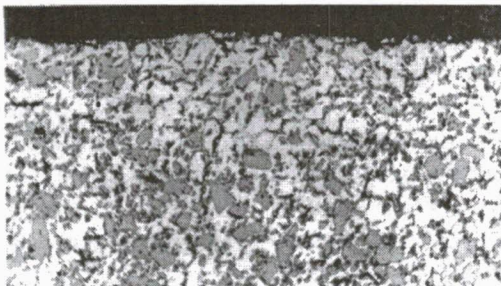
Etsa kellers Reagent Pembesaran 200X

Gambar 9 Struktur mikro piston lokal yang dipanaskan dengan menggunakan air yang diberi batu gamping pada posisi a dengan struktur terdiri dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan Mg₂Si (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi phospor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer



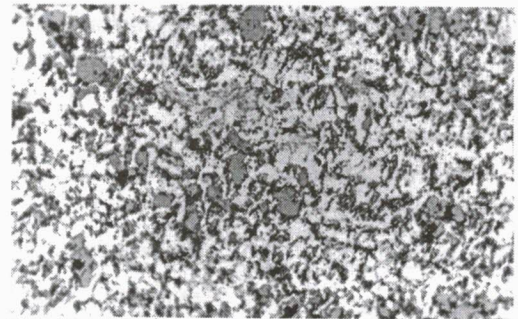
Etsa kellers Reagent Pembesaran 200X

Gambar10 Struktur mikro dari piston lokal yang dipanaskan dengan menggunakan air yang diberi batu gamping pada posisi b dengan struktur terdiri dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan Mg_2Si (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fospor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer



Etsa kellers Reagent Pembesaran 200X

Gambar .11. Struktur mikro dari piston lokal yang dipanaskan dengan menggunakan air tanpa gamping pada posisi a, dengan struktur terdiri dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan Mg_2Si (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fospor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer



Etsa Kellers Reagent pembesaran 200X

Gambar 12 Struktur mikro dari piston lokal yang dipanaskan dengan menggunakan air tanpa batu gamping pada posisi b dengan struktur terdiri dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan Mg_2Si (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fospor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer

Kekerasan Piston Lokal Yang Dikenai Proses Pemanasan Dengan Menggunakan Air Yang Diberi Batu Gamping Dan Tanpa Batu Gamping

Proses pengujian kekerasan ini menggunakan cara pengujian Vickers pada permukaan luar posisi 1 dan dalam posisi 2 dan 3 dengan beban pengujian 200 gram dengan waktu pembebanan 15 detik, jarak tiap titik 0,5 mm dengan menggunakan alat

Digital Microhardness Tester "Micromet II" Buehler, posisi seperti pada gambar:

Adapun hasil pengujian kekerasan pada piston ini tampak pada tabel berikut ini:

Tabel 4. Harga kekerasan pada piston lokal yang dipanaskan dengan menggunakan air yang diberi batugamping dan tanpa batu gamping

Kekerasan Piston Yang Mengalami Pemanasan	Yang Menggunakan	
	Gamping	Tanpa Gamping
Posisi	HV	HV
1	128,6	121,7
	129,3	116
	127,9	122,8
Rata-rata	128,6	120,2
2	145,4	114,2
	131,5	128,9
	134,6	140,7
Rata-rata	137,2	127,9
3	131,3	131
	141,2	121,9
	131,3	131
Rata-rata	134,6	128

Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan dua jenis pemanasan, yaitu pemanasan dengan menggunakan air yang diberi batu gamping dan pemanasan dengan cara memanaskan air yang menggunakan panas api.

Setelah dilakukan proses diatas maka diketahui bahwa waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu tertinggi yaitu dengan metoda air yang dipanaskan dengan panas api. Didapatkan pula bahwa lama air yang diberi batu gamping pada suhu tertinggi lebih lama dari pada air yang dipanaskan dengan menggunakan panas api dan laju pendinginan pemanasan piston dengan air yang diberi batu gamping lebih lambat dibandingkan pendinginan dengan menggunakan air saja.

Dari hasil uji *metallografi* terlihat adanya perbedaan-perbedaan yang terjadi seperti diatas

Pada material piston original pada posisi a (seperti pada gambar) logam pencampur sangat menyebar dengan ukuran butir kecil atau halus yang terdiri dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan Mg_2Si (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer dimana besar butir Silicon primernya lebih besar dari komponen lainnya, pada posisi b pun sangat menyebar dan butiran kecil atau halus dimana terdiri dari dimana silikon primer lebih besar butirnya dari butiran unsur lainnya.

Pada permukaan material piston lokal yang belum dikenai pemanasan tambahan pada posisi a tampak butir sangat halus tetapi sejumlah komponen pencampurnya menyebar tetapi kurang menyebar dibandingkan dengan komponen pencampur material piston original dimana material ini tersusun d dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan Mg_2Si (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer dengan silicon partikel primer lebih kecil ukurannya dari yang terdapat pada piston original, pada posisi b tampak butir agak besar tetapi menyebar komponen pencampur materialnya yang terdiri dari dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan Mg_2Si (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer dan komponen silicon butir primernya lebih kecil butirannya dibandingkan dengan yang terdapat pada piston original.

Pada material piston lokal yang dikenai proses pemanasan dengan air menggunakan panas api dan didinginkan alami didalamnya, tampak posisi a butiran agak kasar atau besar dibandingkan dengan atom piston lokal yang belum dikenai proses tambahan dengan posisi

tersebar serta tampak tersusun antara lain dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan Mg_2Si (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer butir atom sangat halus dan menyebar komponen pencampurnya yang tampak pada penyebaran Mg_2Si .

Pada material piston yang dipanaskan dengan air yang diberi batu gamping, pada posisi a butir sangat besar serta tidak menyebar dimana terdiri dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan Mg_2Si (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer

dan b butiran sangat kasar tetapi komponen pencampurnya kurang menyebar dari silicon (kecil, angular partikel kelabu dalam eutectic dan yang besar partikel primer) dan Mg_2Si (pemilihan hitam) dimana material ini telah dibubuhi fosfor saat cair guna menyempurnakan ukuran dari partikel silicon primer

Penyebaran dan pemusatan butir disebabkan oleh besar butir komponen yang dicampurkan pada logam paduan, dimana semakin tersebar nya butir tersebut akan memberikan efek semakin kecilnya efek pengerasan pada paduan tersebut saat dilakukan proses pengerasan lagi. Paduan aluminium yang telah dituakan peka terhadap panas dan akan mengalami pelunakan dan penurunan kekuatan saat dikenai panas yang besarnya $150^{\circ}C$ atau lebih.

Nilai kekerasan piston original dari tepi material ke arah tengah material pada posisi 1 semakin rendah dimana pada posisi 2 kekerasannya semakin dalam semakin tinggi nilai kekerasannya, sedang pada posisi 3 nilai kekerasan dari tepi ke tengah material semakin menurun dimana nilai kekerasan rata-ratanya lebih rendah yaitu posisi 1 107,6 HV posisi 2 118,7 HV posisi 3 113,9 HV dari piston lokal yang belum dikenai proses tambahan yaitu

posisi 1 120,2 HV posisi 2 144,9 HV posisi 3 123,4 HV dimana nilai kekerasannya dari tepi ketengah semakin naik pada posisi 1, sedangkan pada posisi 2 nilai kekerasan dari tepi ketengah material semakin menurun dan pada posisi 3 kekerasan materialnya dari tepi ketengah material semakin menurun.

Nilai kekerasan piston yang dipanaskan dengan air yang diberi panas api dari tepi ke tengah materialnya pada posisi 1 semakin keras, pada posisi 2 nilai kekerasan dari tepi ke tengah semakin keras, dan pada posisi 3 nilai kekerasan dari tepi ke tengah relatif tetap sama besar

Nilai kekerasan pada piston lokal yang dipanaskan dengan menggunakan air yang diberi batu gamping dari tepi ke tengah pada posisi 1 semakin lunak, pada posisi 2 dari tepi ketengah semakin melunak serta pada posisi 3 dari tepi ke tengah nilai kekerasannya relatif tetap, .

Nilai rata-rata kekerasan piston lokal yang telah dikenai proses pemanasan dengan air menggunakan panas api lebih keras dari piston lokal yang belum dikenai proses tambahan yaitu posisi 1 120,2 HV posisi 2 127,9 HV posisi 3 128 HV tetapi lebih lunak dari pada piston yang dipanasi dengan menggunakan air yang diberi batu gamping yaitu posisi 1 128,6HV posisi 2 137,2HV posisi 3 134,6 HV. Nilai kekerasan piston yang direbus dengan menggunakan batu gamping pada posisi 1 dan 3 nilai rata-ratanya naik sedangkan pada posisi 2 nilai rata-ratanya menjadi turun dibandingkan dengan piston lokal yang belum dikenai proses pemanasan.

Penutup :

Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa material piston yang digunakan baik pada piston original maupun piston lokal yang digunakan pada saat penelitian adalah aluminium silikon yang dibubuhi fosfor pada saat masih cair.

Butir atom pada piston lokal pada posisi a lebih halus dari piston original, piston lokal yang dikenai proses pemanasan dengan air menggunakan panas api dan didinginkan secara alami

didalamnya butiran atom lebih kasar, tetapi piston yang direbus dengan air yang diberi batu gamping butir atomnya paling kasar.

Pada posisi b butir atom piston yang dipanaskan dengan air menggunakan panas api lebih halus dari piston original, piston lokal dan piston lokal yang direbus dengan air yang diberi batu gamping.

Pengujian kekerasan

Nilai kekerasan rata-rata piston original lebih rendah dari piston lokal baik yang dipanaskan maupun yang tidak dipanaskan

Nilai kekerasan rata-rata piston lokal yang dipanaskan dengan menggunakan air yang diberi batu gamping lebih besar dari piston-piston lain dalam pengujian ini pada posisi 1 dan 3 sedangkan pada posisi 2 lebih rendah dari piston lokal yang belum dikenai proses.

Setelah dilakukan studi pengkajian penelitian ini maka disarankan pada saat melakukan penggantian piston produk lokal agar tidak menggunakan metode ini sebab pada produk piston lokal yang telah mengalami proses perebusan air dengan diberi batu gamping akan menjadi peka terhadap panas dan akan mengalami perubahan kekuatan dan kekerasan yang sangat besar. dan piston akan mengalami proses penuaan dan akan melunak pada suhu 150°C atau di atasnya, sehingga piston cepat rusak..

Daftar Pustaka

1. Course, William H and Anglin, Donald L, *Otomotiv Enggine, Seventh Edition*, Mc Graw-Hill Inc, Newyork, 1976.
2. Course, Wiliam H, *Automotive Mechanic, 8th Edition*, Tata-MC Graw-Hill, Newdelhi, 1981.
3. Gruber, Schometz, *Pengetahuan Bahan dan Pengerjaan Logam*, Angkasa, Bandung, 1972,
4. Henkel and Pense, *Structure and Properties of Engineering Material, Fifth edition*, Mc Graw-Hill, Singapura, 2002.
5. Mehl Robert F, Lyman, Taylor, *Metal Hand Book Atlas of Microstructures of Industrial Alloys Vol 7, 8th Edition*, American Society for Metal, Metal Park Ohio 44073, 1972.
6. Morgan, Oscar G, *ASME Metal Hand Book Metal Engineering Design, Secound Edition*, Mc Graw-Hill Book Company, Newyork.
7. Publikasi Teknik-Seri Geologi Ejonomi No. 8 Batu Gamping Dan Dolomit Di Indonesia, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum Departemen Pertambangan, 1977.
8. Surdia, Tata Prof. Ir. Met. E. dan Saito Shinroku Prof. DR., *Pengetahuan Bahan Teknik*, Cetakan ketiga, Pradnya Paramita, Jakarta, 1995.
9. Tabloid Motor Plus No. 197, Gramedia, Jakarta , 5 Desember 2002.
10. Frederick C Nash dalam bukunya *Otomotive Technology, Secound edition*, terbitan Mc Graw- Hill Ryeson Limited, Canada.