

**ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA *QUENCHING* DAN
PENAMBAHAN SILIKON PADA PADUAN Al-Si *REMELTING VELG*
SEPEDA MOTOR TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIS**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Oleh:

ANDI SEPTIADI
NIM. I 1413006

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2017

ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA QUENCHING DAN PENAMBAHAN SILIKON PADA PADUAN AI-SI REMELTING VELG SEPEDA MOTOR TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIS

Disusun Oleh

ANDI SEPTIADI
NIM : 11413006

Dosen Pembimbing 1



TEGUH TRIYONO, ST MEng
NIP. 197104301998021001

Dosen Pembimbing 2



DR. JOKO TRIYONO, ST, MT
NIP. 196906251997021001

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal **22-12-2016**, pukul **10:00:00**, bertempat di **M.101, gd.1 FT-UNS**.

1. Dr. TRIYONO, ST., MT.
197406251999031002
2. HERU SUKANTO, ST,MT
197207311997021001
3. DR. NURUL MUHAYAT, ST,MT
197003231998021001



Kepala Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Surakarta



DR ENG. SYAMSUL HADI, ST,MT
NIP. 197106151998021002

Koordinator Tugas Akhir



DR. NURUL MUHAYAT, ST,MT
NIP. 197003231998021001

ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA QUENCHING DAN PENAMBAHAN SILIKON PADA PADUAN AI-SI REMELTING VELG SEPEDA MOTOR TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIS

Disusun Oleh

ANDI SEPTIADI
NIM : **11413006**

Dosen Pembimbing 1



TEGUH TRIYONO, ST Meng
NIP. **197104301998021001**

Dosen Pembimbing 2



DR. JOKO TRIYONO, ST, MT
NIP. **196906251997021001**

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal **22-12-2016**, pukul **10:00:00**, bertempat di **M.101, gd.1 FT-UNS**.

1. Dr. TRIYONO, ST., MT.
197406251999031002
2. HERU SUKANTO, ST,MT
197207311997021001
3. DR. NURUL MUHAYAT, ST,MT
197003231998021001



Kepala Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Surakarta



DR ENG. SYAMSUL HADI, ST,MT
NIP. **197106151998021002**

Koordinator Tugas Akhir



DR. NURUL MUHAYAT, ST,MT
NIP. **197003231998021001**

**ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA *QUENCHING* DAN
PENAMBAHAN SILIKON PADA PADUAN AL-SI *RE MELTING VELG*
SEPEDA MOTOR TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIS**

Andi Septiadi

Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta

Email : andi_septiadi17@yahoo.co.id

Abstrak

Alumunium memiliki sifat yang ringan, ketahanan korosi yang tinggi, densitas yang rendah, dapat dibentuk dengan baik, dan memiliki daya konduktivitas yang tinggi baik konduktivitas panas maupun listrik. Proses *remelting* sering mengalami kecacatan (porositas) dan *remelting* juga mempunyai kelemahan yaitu kemampuan material menurun seiring dengan perlakuan *remelting* yang dilakukan. Penambahan silikon pada material *remelting* bertujuan untuk memperbaiki sifatnya. Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan silikon yang kemudian di *quenching* dengan variasi media pendingin. Bahan yang digunakan berupa Alumunium-Silikon (Al-Si) dari limbah velg sepeda motor. Proses pengecoran menggunakan metode *sand casting*. Komposisi *remelting* Al-Si ditambah silikon dengan penambahan silikon (Si) 2%, 4%, dan 6%. Spesimen dibentuk sesuai standar JIS Z 2202 untuk uji kekuatan tarik. Perlakuan panas dilakukan pada spesimen dengan temperatur 520°C selama 1 jam kemudian di *quenching* pada media pendingin air dan oli. Pengujian yang dilakukan yaitu uji komposisi, uji tarik, uji kekerasan dan struktur mikro. Pengujian struktur mikro pada material yang sudah mengalami *heat treatment* terlihat homogen dan unsur silikon menyebar merata pada aluminum. Hasil pengujian kekuatan tarik dan kekerasan menunjukkan nilai rata-ratanya meningkat seiring dengan penambahan silikon dan dengan perlakuan *quenching*. Pengujian kekuatan tarik dan kekerasan pada spesimen dengan media pendingin air mempunyai nilai lebih baik dibanding dengan media pendingin oli SAE 40.

Kata kunci : alumunium, *sand casting*, *quenching*, *mechanical properties*, kekuatan tarik, kekerasan, mikrostruktur

ANALYSIS OF INFLUENCED VARIANT OF QUENCHING MEDIA AND SILICON ADDITION ON REMELTING VELG AL-SI OF MOTORCYCLE TOWARD PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTIC

Andi Septiadi

Mechanical Engineering Sebelas Maret University Surakarta

E-mail : andi_septiadi17@yahoo.co.id

Abstract

The disposition of aluminum is lightweight, high corrosion resistance, low density, can be formed properly, and a high conductivity both thermal and electrical. Remelting process has a defect (porosity) however the weakness of remelting is ability of a material decreases along with the treatment. The additional silicon on the materials aim to improve the characteristics. This research was done to find out the effect of silicon variant and it had been quenched with a variant of cooling media. The material that had been used was Aluminum-Silicon (Al-Si) from velg motorcycle waste. Casting processing method that was done using sand casting. The ingredients of remelting Al-Si with silicon addition (Si) are 2%, 4% and 6%. The specimen was formed based on JIS Z 2202 for tensile strength. Heat treatment had been performed on the specimen with temperatur 520°C for 1 hour, and quenched on water and oil as a cooling media. Testings were performed; ingredient test, tensile test, hardness test, dan micro structure. Microstructure testing on materials which had already experienced heat treatment looks homogen, element of silicon spread evenly on the aluminum based. The result testing of tensile strength and hardness showed the average value increased with additional silicon and quenching treatment. Tensile strength and hardness specimen using a water as a cooling media have a better value than an oil SAE 40 as a cooling media.

Keyword : aluminum, sand Casting, quenching, mechanical properties, tensile strength, hardness, microstructure

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan kenikmatan kepada kita semua sehingga laporan tugas akhir ini dapat penulis selesaikan. Tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana teknik di Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Tugas akhir ini tentang analisa pengaruh variasi media *quenching* dan penambahan silikon pada paduan Al-Si *remelting* velg sepeda motor terhadap sifat fisik dan mekanis.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penulisan laporan tugas akhir ini, khususnya kepada:

1. Ayah, Ibu, dan Adik tercinta atas segala dukungan dan bimbingan serta do'a sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Teguh Triyono, ST, M.Eng dan Bapak DR. Joko Triyono, ST, MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan selama penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Eng. Syamsul Hadi, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UNS.
4. Bapak DR. Nurul Muhyat, ST, MT., Bapak Dr. Triyono, ST, MT dan Bapak Heru Sukanto, ST, MT selaku dosen penguji.
5. Seluruh dosen dan staf Teknik Mesin FT UNS yang telah membuka wacana keilmuan penulis.
6. Semua laboran Teknik Mesin UNS.
7. Teman-teman S1 Teknik Mesin UNS yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas bantuan dan dorongan semangat serta doanya. Terima kasih, semoga Allah SWT membalas budi baik kalian.

Penulis menyadari, bahwa dalam skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, bila ada saran, koreksi dan kritik demi kesempurnaan skripsi ini, penulis terima dengan ikhlas dan dengan ucapan terima kasih. Dengan segala keterbatasan yang ada, penulis berharap skripsi ini dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	10
2.2.1 Aluminium	10
2.2.2 Sifat Aluminium	14
2.2.3 Pengecoran dan Pencetakan	16
2.2.4 Pasir Cetak	16
2.2.5 Cetakan Pasir	17
2.2.6 Pola	17
2.2.7 Membuat Coran	19
2.2.8 Sifat Coran	20
2.2.9 Pembekuan Logam	20
2.2.10 <i>Quenching</i>	23
2.2.11 Pengecoran Ulang (<i>Remelting</i>)	26
2.2.12 Pengujian Komposisi Logam	27
2.2.13 Pengujian Tarik	27

2.2.14 Pengujian Kekerasan	28
2.2.15 Pengujian Strukturmikro	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Alat dan Bahan	31
3.1.1 Alat	31
3.1.2 Bahan	36
3.2 Proses Pembuatan Remelting Spesimen Al-Si	38
3.3 Perlakuan Panas Aluminium-Silikon (Al-Si)	39
3.4 Karakteristik Aluminium-Silikon (Al-Si)	40
3.4.1 Pengujian Tarik	40
3.4.2 Pengujian Kekerasan Brinell (BHN)	41
3.4.3 Pengujian Metalografi	42
3.5 Diagram Alir Penelitian	44
BAB IV DATA HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengamatan Struktur Mikro Aluminium-Silikon (Al-Si)	46
4.2 Kekerasan Brinell Aluminium Silikon (Al-Si) dengan Perlakuan <i>Quenching</i>	49
4.3 Kekuatan Tarik Alumunium-Silikon (Al-Si)	51
4.3.1 Pengaruh Fraksi Penambahan Massa Silikon dan Perlakuan <i>Quenching</i> Terhadap Kekuatan Tarik	51
4.3.2 Pengamatan Makro Terhadap Penampang Patahan Al-Si	53
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) Struktur mikro piston vespa; (b) Struktur mikro piston Suzuki; (c) Struktur mikro piston Kawasaki; (d) Struktur mikro piston Honda; (e) Struktur mikro piston Yamaha	7
Gambar 2.2 Pengaruh variasi microhardness pada material A, B, C, dan D <i>alloys</i> (<i>quenching in a: water medium, b: 35% PAG medium</i>) dengan <i>solid solution temperatures</i>	9
Gambar 2.3 (a) Hasil SSRT untuk AA7085 dengan laju pendinginan yang berbeda di udara, (b) Hasil SSRT untuk AA7085 dengan laju pendinginan yang berbeda dalam 3% NaCl + 0,5% larutan H ₂ O ₂	10
Gambar 2.4 Diagram fasa Al-Si	11
Gambar 2.5 Perbaikan sifat-sifat mekanik oleh modifikasi paduan Al-Si	12
Gambar 2.6 Aliran proses pada pembuatan coran	19
Gambar 2.7 Ilustrasi skematis dari pembekuan logam, (1) keadaan kristal, (2) inti baru timbul, (3) kristal tumbuh sekeliling inti, (4) kristal menyentuh tetangganya menghentikan pertumbuhannya, (5) pembekuan lengkap	21
Gambar 2.8 Koefisien perpindahan panas untuk pendinginan udara terhadap suhu permukaan	24
Gambar 2.9 Pengaruh suhu pada pendinginan sifat air	25
Gambar 2.10 Kurva suhu oli terhadap laju pendinginan	26
Gambar 2.11 Spesimen uji tarik	28
Gambar 2.12 Skema pengujian <i>Brinell</i>	29
Gambar 3.1 Tungku krusibel	31
Gambar 3.2 Cetakan pasir	32
Gambar 3.3 Pola	32
Gambar 3.4 Timbangan digital	33
Gambar 3.5 <i>Universal Testing Machine</i> (UTM)	33
Gambar 3.6 Alat uji kekerasan <i>Brinell</i>	34
Gambar 3.7 Mikroskop	34

Gambar 3.8 Mikroskop optik mikro Euromex	35
Gambar 3.9 Mikroskop Makro Olympus Stereo Microscope SZX 7	35
Gambar 3.10 <i>Heat Treat Furnice</i>	36
Gambar 3.11 Limbah velg racing sepeda motor	36
Gambar 3.12 Bongkahan Silikon	37
Gambar 3.13 Proses penuangan coran	38
Gambar 3.14 Spesimen benda uji tarik	38
Gambar 3.15 Penyusunan untuk proses heat treatment dan quenching	39
Gambar 3.16 Proses quenching (a) <i>Quenching</i> dan (b) Pengeringan spesimen .	40
Gambar 3.17 Ukuran standar uji tarik JIS 2202	41
Gambar 3.18 Hasil uji tarik pada spesimen yang telah di <i>quenching</i>	41
Gambar 3.19 Spesimen uji kekerasan Brinell	43
Gambar 3.20 Diagram alir penelitian	44
Gambar 4.1 Diagram fasa Al-Si	46
Gambar 4.2 Strukturmikro <i>quenching</i> media air {(A) 0% wt Si; (B) 2% wt Si; (C) 4% wt Si; (D) 6% wt Si} dan Strukturmikro <i>quenching</i> media oli {(a) 0% wt Si; (b) 2% wt Si; (c) 4% wt Si; (d) 6% wt Si}	47
Gambar 4.3 Diagram batang hasil uji kekerasan Brinell dengan media pendingin air dan oli	50
Gambar 4.4 Diagram batang hasil uji tarik dengan media pendingin air dan oli.	52
Gambar 4.5 Diagram batang hasil regangan dengan media pendingin air dan oli	54
Gambar 4.6 Penampang patahan tanpa penambahan dengan media <i>quenching</i> air : (a) Hasil makro dan (b) Patahan tampilan samping	55
Gambar 4.7 Penampang patahan tanpa penambahan dengan media <i>quenching</i> oli : (a) Hasil makro dan (b) Patahan tampilan samping	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kekuatan tarik panas paduan Al–Si–Ni–Mg	13
Tabel 2.2 Diameter bola baja untuk pengukuran kekerasan <i>Brinell</i> dan beban ..	29
Tabel 3.1 Komposisi material velg sepeda motor	37
Tabel 3.2 Jumlah spesimen benda uji	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Hasil Uji Komposisi <i>Remelting</i> Material	62
Lampiran B Data Uji Tarik	63
Lampiran C Hasil Data Regangan	65
Lampiran D Hitungan Regangan	67
Lampiran E Data Uji Kekerasan Brinell Media Pendingin Air	69
Lampiran F Data Uji Kekerasan Brinell Media Pendingin Oli	71
Lampiran G Hitungan Uji Kekerasan Brinell	73
Lampiran H Oli SAE40	83

DAFTAR NOTASI

ΔL	pertambahan panjang	(mm)
L	panjang spesimen	(mm)
p	panjang bagian paralel	(mm)
r	radius	(mm)
A	luas penampang	(mm ²)
D	diameter spesimen/indentor	(mm)
σ_m	tegangan (<i>Stress</i>)	(N/mm ²)
F	beban maksimum	(N)
P	besar beban	(Kgf)
d	diameter lubang	(mm)
π	phi	
ϵ	regangan	