

TUGAS AKHIR

PENGARUH WAKTU KECEPATAN PENDINGINAN PADA BESI COR *INOKULASI WHISKER* TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIS



Disusun Oleh:

PRASETYO JATI NUGROHO

NIM : D 200 080 096

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Oktober 2015

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

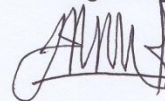
Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**“Pengaruh Waktu Kecepatan Pendinginan Pada Besi Cor Inokulasi
Whisker Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanis”**

Yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh mana penulis ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjana di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya penulis cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, Oktober 2015

Yang menyatakan



Prasetyo Jati Nugroho

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “**Pengaruh Waktu Kecepatan Pendinginan Pada Besi Cor *Inokulasi Whisker* Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanis**”, telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Prasetyo Jati Nugroho

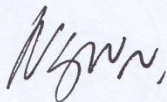
NIM : D 200.080.096

Disetujui pada :

Tanggal :

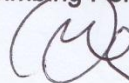
Hari :

Pembimbing Utama



Ir. Ngafwan, MT

Pembimbing Pendamping



Joko Sedyono, ST., M.Eng., Ph.D.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “**Pengaruh Waktu Kecepatan Pendinginan Pada Besi Cor Inokulasi Whisker Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanis**”, telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Prasetyo Jati Nugroho

NIM : D 200.080.096

Disetujui pada :

Tanggal : 3 Oktober 2015

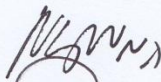
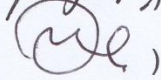
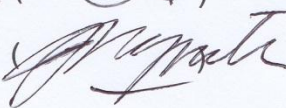
Hari : Sabtu

Tim Penguji :

Ketua : Ir. Ngafwan, MT

Anggota 1 : Joko Sedyono, ST., M.Eng., Ph.D.

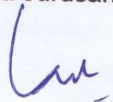
Anggota 2 : Ir. Bibit Sugito, MT

()
()
()

Dekan


Ir. Sri Sunarjono, M.T. Ph.D.

Ketua Jurusan


Tri Widodo B.R, S.T. M.Sc. Ph.D.

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
194/A.3-II/TM/TA/IX/2014. Nomor Tanggal 22 September 2014

dengan ini :

Nama : Ngafwan, Ir., MT.
Pangkat/Jabatan : Lektor
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua *)
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Prasetyo Jati Nugroho
Nomor Induk : D 200 080 096
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : PENGARUH WAKTU PERCEPATAN PENDINGINAN PADA KOMPOSIT BESI COR
Rincian Soal/Tugas : WHISKER TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIS.

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 22 September 2014...
Pembimbing



Ngafwan, Ir., MT.

Cc. : Joko Sedyono, ST., M.Eng., Ph.D.
Asisten Ahli.

Keterangan :

*) Coret salah satu

1. Warna biru untuk Kajur

2. Warna kuning untuk Pembimbing I

3. Warna merah untuk Pembimbing II

4. Warna putih untuk mahasiswa

MOTTO

“Dan bahwasannya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang diusahakannya. Dan bahwasannya usahanya itu kelak akan diperlihatkan (kepada-Nya):

(QS An-Najm : 39-40)

“Musuh yang paling berbahaya di atas dunia ini adalah penakut dan bimbang. Teman yang paling setia, hanyalah keberanian dan keyakinan yang teguh.”

(Andrew Jackson)

“Tidak ada satu obatpun yang dapat menyembuhkan sakit hati kecuali keikhlasan”

(Pepatah Arab)

Pengaruh Waktu Kecepatan Pendinginan Pada Besi Cor *Inokulasi Whisker* Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanis

Prasetyo Jati Nugroho, Ngafwan, Joko Sedyono
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartosuro
email : pleeroo_jatekz@ymail.com

ABSTRAKSI

Besi cor merupakan paduan Besi-Karbon dengan kandungan C diatas 2% (pada umumnya sampai dengan 4%). Unsur besi cor paling dominan adalah karbon (C) dan silika (Si). Besi cor pada umumnya mengandung unsur silika antara 1 sampai 3 %. Dengan kandungan ini, silika mampu meningkatkan kekuatan besi cor melalui fase cair. Untuk pengecoran besi cor ini dengan merekayasa penambahan whisker. Pada pelaksanaan penelitian dilakukan penambahan whisker saat proses penuangan besi cor. Pada temperatur 910 °C strukturnya adalah Austenite, ledeburite, Cementite sedangkan pada temperatur 710 °C struktur Austenit secara pendinginan normal mengalami perubahan struktur menjadi pearlite. Untuk merubah jumlah pearlite yang terbentuk pada saat pendinginan besi cor maka pendinginan dilakukan dengan metode pendinginan menggunakan media.

Metode pendinginan yang digunakan adalah dengan menggunakan media oli, udara, paslin. Proses perlakuan pendinginan besi cor dilakukan dengan cara besi cor dituang ke ledel kemudian dituang kedalam cetakan lalu didiamkan sampai ketitik jenuh (dari besi cor bewarna merah mengangah kewarna merah layu) lalu dibongkar dan dimasukkan kedalam oli, paslin dan didiamkan pada udara bebas (suhuruangan).

Uji yang dilakukan adalah pengujian komposisi kimia, pengujian strukturmikro, serta pengujian kekersan. Dari hasil penelitian diketahui kandungan unsur-unsur komposit besi cor whisker dengan kadar Fe (94,18%), C (3,33%), Si (1,34%). Hasil uji struktur mikro dapat diketahui dengan melihat hasil foto metalografi pada pendinginan terbentuk ledeburit dan cementite. Pada pendinginan udara ledeburite ke cementitnya prosentasenya lebih kecil, di pendinginan menggunakan paslin akan terbentuk cementite yang lebih banyak dibandingkan pada udara dan untuk oli cementite lebih banyak dibandingkan dengan udara maupun paslin serta kandungan ledeburit semakin sedikit dikarenakan pada waktu pendinginan cepat ledeburite yang ada sebagian besar akan berubah menjadi cementite untuk perlite pada pendinginan oli bergerombol besar tidak teratur sedangkan di pendinginan paslin perlite merata sedangkan di pendinginan udara perlite akan membentuk susunan yang rapi. Dari hasil pengujian kekerasan Brinnell diperoleh rata-rata kekerasan pada pendinginan oli 508,27 HBN, udara 455,34 HBN dan paslin 480,72 HBN.

Kata kunci : besi cor, media pendingin oli, media pendingin udara, media pendingin paslin.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan *Alhamdulillah*, segala puji kehadiran Allah SWT atas limpah rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam mudah-mudahan tetap pada junjungan kita Rosulullah Muhammad SAW, keluarga serta sahabat-sahabatnya.

Tugas Akhir berjudul “**Pengaruh Waktu Kecepatan Pendinginan Pada Besi Cor *Inokulasi Whisker* Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanis**”, dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Sri Sunarjono, M.T. Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Tri Widodo B.R, S.T. M.Sc. Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Ir. Subroto, MT., selaku Pembimbing Akademik.
4. Ir. Ngafwan, MT., selaku Pembimbing Utama Tugas Akhir ini.
5. Joko Sedyono, ST., M.Eng., Ph.D., selaku Pembimbing Pendamping Tugas Akhir ini.
6. Agus Yulianto, ST, MT. yang telah bersedia memberikan tempat untuk praktik Tugas Akhir.
7. Lutiyaatmi, ST., selaku Pembimbing lapangan di POLMAN Ceper selama dalam penelitian.
8. Ayah dan Ibu tercinta yang telah membesarkan, menjaga, membimbing dan selalu mendoakan serta memberikan motivasi dalam hidupku. Yang selalu berharap kelak aku bisa menjadi insan yang berbakti kepada orang tua, agama, bangsa dan Negara.

9. Kakak dan adikku tercinta yang selalu memberikan dukungan jadilah insan yang tegar, semoga sukses dan selalu berbakti kepada orang tua dan berguna untuk keluarga, agama, bangsa dan Negara.
10. Wahyu dan Bayu yang selalu memberikan masukan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
11. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin angkatan 2008.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, Oktober 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
Halaman Judul	i
Pernyataan Keaslian Skripsi	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pengesahan	iv
Lembar Soal Tugas Akhir	v
Motto	vi
Abstraksi	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xiv
Daftar Tabel	xvi
Daftar Simbol	xvii
Daftar Lampiran	xviii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1,2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3

1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Metode Penulisan	4
1.7. Sistematika Penulisan	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1.Kajian Pustaka	6
2.2. Landasan Teori	8
2.2.1. Besi Cor	8
2.2.2. Klasifikasi Besi Cor	8
a. Besi Cor Kelabu	8
b. Besi Cor Putih	8
c. Besi Cor Nodular	9
d. Besi Cor Mampu Tempa	9
e. Besi Cor Paduan	9
2.2.3. Pengaruh kandungan unsur pada struktur besi cor	10
a. Karbon dan Silikon	10
b. Mangan	10
c. Fosfor	11
d. Belerang	11
e. Unsur lain	11
f. Unsur lain	11
2.2.4. Diagram Fasa	11
2.2.5. Sifat fisis pada besi cor	12
a. Komposisi kimia	13

b. Struktur mikro	13
2.2.6. Sifat mekanis pada besi cor	14
a. <i>Hardness</i> (Kekerasan)	14
1) Metode <i>Rockwell</i>	15
2) Metode <i>Brinell</i>	15
3) Metode <i>Vickers</i>	16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram alir penelitian	18
3.2. Tahapan penelitian	19
3.3. Lokasi pengujian	20
3.4. Alat dan bahan penelitian	20
3.4.1. Alat	20
3.4.2. Bahan	25
3.5. Penyiapan spesimen	26
3.6. Pelaksanaan pengujian	27
3.6.1. Pengujian komposisi kimia	27
3.6.2. Pengujian struktur mikro	28
3.6.3. Pengujian kekerasan	29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian komposisi kimia	31
4.1.1. Data hasil uji komposisi dengan menggunakan CE meter	31

4.1.2. Data Hasi Uji Komposisi dengan menggunakan spektrometer	32
4.1.3. Pembahasan pengujian komposisi kimia	33
4.2. Pengujian struktur mikro	34
4.2.1. Variasi Pendinginan Dengan Media Oli	34
4.2.2. Variasi Pendinginan Dengan Media Udara	35
4.2.3. Variasi Pendinginan Dengan Media Paslin	36
4.2.4. Pembahasan Pengujian Struktur Mikro	37
4.3. Pengujian kekerasan <i>Rockwell</i>	38
4.3.1. Spesimen pendinginan Udara	38
4.3.2. Spesimen pendinginan Oli	38
4.3.3. Spesimen pendinginan Paslin	39
4.3.4. Pembahasan pengujian kekerasan	39

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	41
5.2. Saran	41

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1.1. Sekam padi dan Abu sekam padi	2
Gambar 2.1. Diagram Fe-C	12
Gambar 3.1. Diagram alir	18
Gambar 3.2. Gergaji kayu	20
Gambar 3.3. Amplas	21
Gambar 3.4. Dapur kupola di CV. Rekacipta Tehnindo Perkasa	21
Gambar 3.5. Ladel	21
Gambar 3.6. Rangka cetakan	22
Gambar 3.7. Pola cetakan	22
Gambar 3.8. Pemadat cetakan	22
Gambar 3.9. Spektrometer	23
Gambar 3.10. <i>Cill test</i>	24
Gambar 3.11. Timbangan digital	24
Gambar 3.12. Pasir cetak	25
Gambar 3.13. <i>Whisker</i>	25
Gambar 3.14. Oli	25
Gambar 3.15. Paslin (<i>grease</i>)	25
Gambar 3.16. Spesimen uji komposisi kimia	28
Gambar 3.17. Mikroskop metalografi	29

Gambar 3.18 . Spesimen uji struktur mikro	29
Gambar 3.19 . Alat uji kekerasan HRC digital	30
Gambar 3.20. Spesimen uji kekerasan	30
Gambar 4.1. Print out CE meter	31
Gambar 4.2. Histogram perbandingan Si dan C pada besi cor murni dengan besi cor inokulasi <i>whisker</i>	33
Gambar 4.3. Foto struktur mikro spesimen besi cor pendinginan oli pembesaran 100X	34
Gambar 4.4. Foto struktur mikro spesimen besi cor pendinginan oli pembesaran 200X	34
Gambar 4.5. Foto struktur mikro spesimen besi cor pendinginan oli pembesaran 500X	35
Gambar 4.6. Foto struktur mikro spesimen besi cor pendinginan udara pembesaran 100X.....	35
Gambar 4.7. Foto struktur mikro spesimen besi cor pendinginan udara pembesaran 200X.....	35
Gambar 4.8. Foto struktur mikro spesimen besi cor pendinginan udara pembesaran 500X	36
Gambar 4.9. Foto struktur mikro spesimen besi cor pendinginan paslin pembesaran 100X	36
Gambar 4.10. Foto struktur mikro spesimen besi cor pendinginan paslin pembesaran 200X	36
Gambar 4.11. Foto struktur mikro spesimen besi cor pendinginan paslin pembesaran 500X	37
Gambar 4.12. Histogram perbandingan harga kekerasan	39

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 1.1. Komposisi kimia abu sekam padi	2
Tabel 4.1. Hasil uji komposisi kimia	32
Tabel 4.2. Tabel perbandingan Si dan C pada besi cor murni dengan besi cor inokulasi <i>whisker</i>	32
Tabel 4.3. Data Hasil Uji Kekerasan Spesimen Pendinginan Udara ...	38
Tabel 4.4. Data Hasil Uji Kekerasan Spesimen Pendinginan Oli	38
Tabel 4.5. Data Hasil Uji Kekerasan Spesimen Pendinginan Paslin ...	39

DAFTAR SIMBOL

BHN = bilangan kekerasan *Brinell*

F = beban (Kg)

D = diameter indentor bola (mm)

D_i = diameter jejak indentasi (mm)

HV = bilangan kekerasan *Vickers*

Fe = besi

C = karbon

Si = silikon

Mn = mangan

P = fosfor

S = belerang

Cr = kromium

Mo = molibdenum

Ni = nikel

Al = alumunium

B = boron

Co = kobalt

Cu = tembaga

Mg = magnesium

Nb = niobium

Pb = timbal

Sn = timah

Ti = titanium

V = vanadium

W = wolfram

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Hasil Uji Komposisi Kimia

Lampiran 2. Tabel Hasil Uji Kekerasan Pendinginan Oli

Lampiran 3. Tabel Hasil Uji Kekerasan Pendinginan Udara

Lampiran 4. Tabel Hasil Uji Kekerasan Pendinginan Paslin