



**OPTIMASI PENAMBAHAN PROSENTASE TIMAH PUTIH (Sn)
TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO BESI
COR KELABU FC 25 PADA PT.BOMA BISMA INDRA
(PERSERO) PASURUAN**

SKRIPSI

Oleh

**Narulita Budi Saputri
NIM 1019101016**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



**OPTIMASI PENAMBAHAN PROSENTASE TIMAH PUTIH (Sn)
TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO BESI
COR KELABU FC 25 PADA PT.BBI (PERSERO)**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Narulita Budi Saputri
NIM 101910101016**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT. Dan tak luput sholawat serta salam tetap tercurahkan kepada nabi Muhammad SAW. Saya persembahkan skripsi ini kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang selalu penulis banggakan Alm.Drs. Budi Santoso dan Ibu Kanti yang telah memberikan *support*, doa yang tak pernah putus demi kelancaran study penulis;
2. PT. Boma Bisma Indra (persero) pasuruan yang telah menyediakan waktu, tempat dan bantuan sehingga skripsi ini dapat selesai;
3. Almater Teknik Mesin Universitas Jember yang penulis banggakan;
4. Bapak Dosen Teknik Mesin Universitas Jember yang telah tulus membimbing, mengajarkan, dan membekali ilmu pengetahuan dengan penuh kesabaran dan keikhlasan.

MOTTO

Rasa sakit di hati itu hanya ibarat kabut di pagi hari. Tunggulah matahari tiba, maka dia akan hilang bersama siraman lembut cahayanya.

Rasa sakit di hati itu hanyalah ibarat kabut pagi. Tidak pernah mengubah hakikat indahnyanya pagi. Bahkan bagi yang senantiasa bersyukur, dia akan menari (meski sambil menangis) di tengah kabut. Dan itu sungguh tarian indah.

Tarian penerimaan.*)

Tidak semua orang bisa mengerti apa yang kita lakukan, pilihan yang kita buat, atau keputusan yang kita ambil.

Tapi tidak mengapa. Jika kita yakin itu benar, jalani saja dengan yakin, besok lusa akan lebih banyak yang paham.**)

*) Tere Liye

**) Tere Liye

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Narulita Budi Saputri

NIM : 101910101016

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul : “OPTIMASI PENAMBAHAN PROSENTASE TIMAH PUTIH (Sn) TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO BESI COR KELABU FC 25 PADA PT.BOMA BISMA INDRA (PERSERO) PASURUAN” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 20 Mei 2014

Yang menyatakan,

Narulita Budi Saputri

101910101016

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Optimasi Penambahan Prosentase Timah Putih (Sn) terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Besi Cor Kelabu FC 25 pada PT. Boma Bisma Indra (Persero) Pasuruan” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : Selasa, 20 Mei 2014

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua

Sekretaris

Dedi Dwi Laksana, S.T.,M.T.
NIP. 19691201 199602 1 001

Hary Sutjahjono, S.T., M.T.
NIP. 19681205 199702 1 002

Mengetahui

Anggota I

Anggota II

Sumarji, S.T., M.T.
NIP. 19680202 199702 1 001

Ir Ahmad Syuhri, M.T.
NIP. 19670123 199702 1 001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi., MT.
NIP 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Optimasi Penambahan Persentase Timah Putih (Sn) Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Besi Cor Kelabu FC 25 pada PT.Boma Bisma Indra (Persero) Pasuruan; Narulita Budi Saputri; 101910101016 ; 2014 ; 67 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

PT. Boma Bisma Indra adalah salah satu pelopor peralatan industri berat atau pabrikasi permesinan di Indonesia. Selain bergerak di bidang *Project Management and Service* , *Industrial Plant Equipment*, PT Boma Bisma Indra (PERSERO) juga menggeluti bidang *Industrial General Services* yang meliputi industri pengecoran (Hermantinu,2010). Salah satu material coran yang umum diproduksi untuk memenuhi permintaan customer adalah besi cor. Struktur dasar besi cor terdiri dari dari grafit dan matriks. Matriks merupakan struktur utama selain grafit yang terdiri dari ferit sementit dan perlit.. Perlit itu ulet dan baik sekali ketahanan ausnya. Sehingga untuk besi cor kelas tinggi perlu mempunyai matriks perlit (Ir.Rosidi,1987). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki matrik besi cor kelabu menjadi perlit adalah dengan penambahan unsur paduan yang berfungsi sebagai *perlit promoteur* yakni *stannum*. Pada PT. Boma Bisma Indra sendiri, penambahan unsur paduan dilakukan secara subjektif, dimana penambahan paduan Sn dilakukan tanpa melihat batas pepaduan yang diperbolehkan. Tujuan penelitian ini, untuk memberikan data sifat mekanis yang optimal yakni kekerasan dan kekuatan tarik didasarkan pada struktur mikro yang dihasilkan.

Penelitian ini dilaksanakan di PT.Boma Bisma Indra, dengan melaksanakan pengecoran untuk mencetak spesimen uji menggunakan *induction furnace* berkapasitas 1000 kg dengan penambahan Sn pada proses *tapping*. Untuk mengetahui komposisi penambahan Sn pada peleburan FC 25 dilaksanakan uji komposisi menggunakan *vacum emission spectrometeer*. Apabila sesuai, dilaksanakan *pouring*

ke dalam cetakan pasir. Setelah spesimen uji membeku, dilaksanakan permesinan untuk membentuk spesimen uji sesuai dengan dimensi yang digunakan. Langkah selanjutnya yakni dilaksanakan uji tarik menggunakan TORSEE's Universal Testing Machine dan untuk uji kekerasan menggunakan Equotip impact device. Pengujian microstruktur dilaksanakan dengan *ZEISS microscope* untuk mengetahui bentuk dan sebaran grafit yang terjadi.

Berdasar hasil penelitian didapatkan kekuatan tarik tertinggi pada penambahan 0,08%Sn yakni sebesar 34,36 kgf/mm² namun seiring bertambahnya unsur Sn diikuti munculnya peristiwa *embrittlement sehingga* terjadi penurunan kekuatan tarik, hal ini dibuktikan dengan penambahn 0,16%Sn kekuatan tarik material mengalami penurunan menjadi 28,10 kgf/mm². Penurunan kekuatan tarik dikarenakan peristiwa *embrittlement* yang memicu porositas sebagai awal cracking saat uji tarik. Untuk nilai kekerasan, nilai kekerasan terbesar didapatkan dari penambahan 0,16%Sn 217,33 BHN. Hal tersebut didasari dengan bertambahnya persentase Sn, mendorong terbentuknya matriks perlit dan mengurangi pembentukan grafit yang bersifat rapuh. Dengan hasil demikian untuk meningkatkan sifat mekanik produk yang dihasilkan, penambahan unsur paduan menggunakan Sn sebaiknya di bawah 0,08% untuk mengurangi munculnya *embrittlement*.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. Atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimasi Penambahan Persentase Timah Putih (Sn) terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Besi Cor Kelabu FC 25 pada PT. Boma Bisma Indra (Persero) Pasuruan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dalam pelaksanaannya penulis tidak lepas dari kesulitan dan permasalahan dalam penyusunan skripsi ini, baik dari proses pembuatan proposal sampai penyusunan selesai, baik mengenai ilmu yang bermanfaat, moral, dan sikap serta tanggung jawab dalam menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Almamater tercinta Teknik Mesin Universitas Jember yang penulis banggakan;
2. P.T Boma Bisma Indra, sebagai tempat penelitian penulis yang telah banyak membantu kelancaran skripsi penulis
3. Kedua orang tua penulis, Alm. Drs. Budi Santoso dan Kanti serta adik penulis Rizky Dwi Cahyono yang penulis cintai yang selalu memberikan semangat, serta doa dalam menyelesaikan skripsi ini;
4. Keluarga besar divisi foundry PT.Boma Bisma Indra terutama Bapak Kris dan Bapak Sunaryo sebagai pembimbing lapangan dalam penyelesaian skripsi ini;
5. Bapak Dedy Dwilaksono,S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing Utama, serta bapak Bapak Hary Sutjahjono, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang memberikan arahan dan saran-saran yang sangat membantu dalam penyelesaian skripsi ini;

6. Bapak Sumarji ,S.T., M.T. selaku penguji pertama dan Bapak Ir.Ahmad Syuhri,M.T. selaku penguji kedua yang telah banyak memberikan saran, waktu, dan perhatiannya dalam penulisan skripsi;
7. Saudara Try Bayu Pamungkas yang telah membantu dan memberikan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini;
8. Saudari Faizatul Islamiyah sekeluarga, sahabat tercinta yang memberikan support serta dukungan mental untuk penyelesaian skripsi ini;
9. Teman- teman mesin S1 angkatan 2010 (*Mech-X*) dan seluruh teman-teman yang membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini;
10. Semua pihak baik langsung maupun tidak langsung yang telah berkenan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Jember, Mei 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
RINGKASAN	vi
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Klasifikasi Logam Cor	5
2.2 Besi Cor	5
2.3 Klasifikasi Besi Cor	6
2.3.1 Besi Cor Putih	6
2.3.2 Besi Cor <i>Malleable</i>	6
2.3.3 Besi Cor <i>Nodular</i>	7
2.3.4 Besi Cor Kelabu	8

2.4 Pengaruh Berbagai Unsur pada Besi Cor Kelabu	9
2.5 Peleburan Besi Cor	11
2.5.1 Pemuatan.....	12
2.5.2 Tapping.....	12
2.5.3 Penuangan.....	12
2.5.4 Bahan Baku Peleburan	13
2.6 Struktur Besi Cor Kelabu.....	14
2.7 Paduan Timah Dalam Besi Cor	16
2.8 Inspeksi Coran	18
2.8.1 Pemeriksaan Struktur Mikro	19
2.8.2 Uji Kekerasan	20
2.8.3 Uji Tarik	21
2.9 Hipotesis	22
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Waktu dan Tempat.....	23
3.2 Alat dan Bahan	23
3.2.1 Alat	23
3.2.2 Bahan	23
3.3 Identifikasi Variabel Penelitian	24
3.4 Proses Peleburan	24
3.5 Proses Penambahan Sn	26
3.6 Proses Pengujian dan Pengamatan <i>Sample</i>	27
3.6.1 Pengujian Tarik	29
3.6.2 Pengujian Kekerasan	30
3.6.3 Pengujian Mikrostruktur	32
3.7 Metode Pengujian Desain Experimen Satu Faktor	33
3.7.1 Konstruksi Hipotesa Model Tetap.....	36.
3.7.2 Kesimpulan.....	36
3.8 Diagram Alir	37

3.9 Jadwal Kegiatan	38
BAB 4. HASIL DAN ANALISA	39
4.1 Prosentase Material Coran	39
4.2 Data Percobaan Uji Komposisi	39
4.3 Data Percobaan Uji Tarik	40
4.4 Data Percobaan Uji Kekerasan	42
4.5 Uji Mikrostruktur	44
4.6 Uji ANAVA	46
4.5.1 ANAVA untuk Uji Kekuatan Tarik	46
4.5.2 ANAVA untuk Uji Kekerasan	47
4.7 Analisa dan Pembahasan	48
4.7.1 Uji Tarik	48
4.7.2 Uji Kekerasan	59
BAB 5. KESIMPULAN	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN – LAMPIRAN	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur mikro besi cor nodular	7
Gambar 2.2	Macam alat peleburan dan produk yang dihasilkan	11
Gambar 2.3	Grafit besi cor kelabu	15
Gambar 2.4	Ferit	15
Gambar 2.5	Perlit	16
Gambar 2.6	Grafik pengaruh penambahan Sn ke dalam besi cor	18
Gambar 3.1	Dapur induksi	25
Gambar 3.2	Termokopel	25
Gambar 3.3	<i>Ladle</i>	26
Gambar 3.4	<i>Vacum emission spectrometer</i>	28
Gambar 3.5	<i>Cup base</i>	28
Gambar 3.6 (a)	Alat uji tarik	29
Gambar 3.6 (b)	<i>Sample</i> uji tarik.....	29
Gambar 3.7	Alat uji kekerasan	30
Gambar 3.8	Bentuk dan ukuran spesimen	31
Gambar 3.9	Mesin <i>polishing</i>	32
Gambar 3.10	Mikroskop metalografy ZEISS	32
Gambar 4.1	Spesimen uji tarik	40
Gambar 4.2	Diagram batang prosentase Sn terhadap nilai kekuatan tarik.	42
Gambar 4.3	Pengambilan titik uji kekerasan	42
Gambar 4.4	Diagram batang prosentase Sn terhadap kekerasan	43
Gambar 4.5(a)	Rancangan uji mikrostruktur	44
Gambar 4.5(b)	Spesimen uji mikrostruktur	44
Gambar 4.6	Tipe sebaran grafit (ASTM A-247)	49
Gambar 4.7	Foto mikrostruktur 0,08% Sn (tanpa etsa,100x)	51
Gambar 4.8	Foto mikrostruktur 0,08% Sn (tanpa etsa,200x)	52

Gambar 4.9	Foto mikrostruktur 0,12% Sn (tanpa etsa,100x)	53
Gambar 4.10	Foto mikrostruktur 0,12% Sn (tanpa etsa,200x)	54
Gambar 4.11	Foto mikrostruktur 0,16% Sn (tanpa etsa,100x)	55
Gambar 4.12	Foto mikrostruktur 0,16% Sn (tanpa etsa,200x)	56
Gambar 4.13	Foto makro spesimen uji tarik penambahan 0,08% Sn.....	58
Gambar 4.14	Foto makro spesimen uji tarik penambahan 0,12% Sn	58
Gambar 4.15	Foto makro spesimen uji tarik penambahan 0,16% Sn	59
Gambar 4.16	Grafik pengaruh prosentase Sn terhadap kekuatan tarik	60
Gambar 4.17	Foto mikro penambahan 0,08% Sn (500x,etsa nital)	62
Gambar 4.18	Foto mikro penambahan 0,12% Sn (500x,etsa nital)	63
Gambar 4.19	Foto mikro penambahan 0,16% Sn (500x,etsa nital)	64
Gambar 4.20	Grafik prosentase Sn terhadap kekerasan.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi kimia besi cor kelabu	8
Tabel 2.2	Komposisi kimia <i>pig iron</i>	13
Tabel 2.3	Sifat fisis, mekanik, dan kimia.....	17
Tabel 3.1	Tabel uji tarik	30
Tabel 3.2	Hasil pengujian kekerasan.....	31
Tabel 3.3	Data pengamatan untuk desain acak sempurna	34
Tabel 3.4	Daftar anava model tetap untuk desain acak sempurna.....	35
Tabel 3.5	Jadwal pelaksanaan penelitian	38
Tabel 4.1	Kalkulasi bahan coran.....	39
Tabel 4.2	Komposisi kimia FC 25.....	40
Tabel 4.3	Komposisi kimia FC 25 dengan tambahan Sn.....	40
Tabel 4.4	Hasil kekuatan tarik spesimen uji.....	41
Tabel 4.5	Hasil uji kekerasan	43
Tabel 4.6	Struktur mikro penambahan prosentase Sn tanpa etsa.....	44
Tabel 4.7	Data hasil uji tarik.....	46
Tabel 4.8	Daftar anava data uji tarik	47
Tabel 4.9	Data hasil uji kekerasan.....	47
Tabel 4.10	Daftar anava uji kekerasan.....	48
Tabel 4.11	Hasil foto mikrostruktur penambahn Sn tanpa etsa	50
Tabel 4.12	Foto makro spesimen uji tarik.....	57
Tabel 4.13	Standart uji kekerasan JIS 5501.....	60
Tabel 4.14	Hasil foto mikrostruktur penambahn Sn dengan etsan nital....	61