

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi yang berjudul **“PENGARUH KECEPATAN PUTAR CETAKAN TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN CACAT POROSITAS SILINDER ALUMINIUM (Al-Si-Mg) HASIL PENGECORAN SENTRIFUGAL ”** ini dapat terselesaikan.

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga terselesaikannya skripsi ini, terutama kepada :

1. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST.,MT., selaku Ketua Jurusan Mesin.
2. Bapak Dr.Eng. Anindito, ST., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Mesin.
3. Bapak Ir. Tjuk Oerbandono, MSc. sebagai KKDK produksi.
4. Bapak Dr.Eng. Yudi Surya Irawan, ST.,M. Eng dan Bapak Purnami, ST.,MT., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan masukan serta meluangkan banyak waktu untuk berdiskusi selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak penguji skripsi Dr.Ir. Wahyono Suprpto, MT., MET , Bapak Dr. Eng. Mega Nur Sasongko, ST.,MT dan Ibu Francisca Gayuh Utami Dewi, ST.,MT. Trimakasih telah meluluskan dan memberi banyak kritik dan saran terhadap skripsi saya ini.
6. Bapak Ir.Handono Sasmito, M.Eng.Sc sebagai dosen wali.
7. Ibunda Tumiyem dan Ayahanda Tugiman yang selalu memberikan dukungan baik dari segi moril maupun materi.
8. Kakak saya yang pertama mbak mur dan keluarga yang juga turut memberikan dukungan hingga saya mampu menyelesaikan masa studi ini.
9. Kakak saya yang kedua Sugeng Santoso dan keluarga yang juga selalu mendukung adiknya terganteng dan tercinta ini untuk menyelesaikan skripsi saya ini.
10. Seluruh staf pengajar Mesin Brawijaya dan staf administrasi jurusan Mesin serta Fakultas Teknik.
11. Teman seperjuangan skripsi Adolf Sitinjak, trimakasih atas kerja samanya selama ini meskipun kadang terjadi perbedaan pendapat dan pemikiran. Semoga hubungan baik dan kerjasamanya selama ini terus berlanjut tanpa ada batas waktu.
12. Keluarga besar M-PEROR M08, Divisi Otomasi dan Robotika, dan KBMM. Terutama kepada teman-teman angkatan 2008 yang banyak memberi kenangan dan kebersamaan selama kehidupan perkuliahan, semoga M-PEROR terus bergaung hingga kita tua nanti.
13. Anak – anak kos KRD dan Sunan ampel : Febri, Roekaqo, Revy DC , mas Maike Mambrasar, mas Bahrudin, mas Rohman, mas Epris, mas Heru, mas Adit, mas Dani dll yang tak mungkin disebut satu-satu. Semoga kekeluargaan dan kebersamaan kita tetap terjaga, dan yang belum lulus segera menyusul.
14. Pak Gatot sebagai Laboran Pengecoran Logam yang banyak membantu selama proses penelitian ini, terutama pada saat penuangan logam.

15. Pak Hastomo sebagai Laboran Pengujian Bahan yang banyak membantu selama proses penelitian. Trimakasih atas kesabaran dan bantuannya dalam hal persiapan dan pengujian spesimen penelitian saya ini.
16. Teman-teman asisten Pengecoran Logam yang juga banyak memberikan bantuan selama proses penelitian ini. Terimakasih atas bantuan pemikiran dan tenaga selama penelitian.
17. Teman – teman NEO (Ngalam Reptil Evolution) yang banyak memberikan warna dalam kehidupan saya di malang, terutama kepada yogi ogel. Semoga NEO tetap jaya dan menyebarkan virus-virus *reptile lover*.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi terbentuknya penulisan skripsi yang baik. Tidak ada yang sempurna dalam setiap karya manusia, tapi justru itulah yang membuat manusia berpikir untuk menghasilkan karya yang lebih baik. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	x
RINGKASAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.2 Pengecoran logam.....	6
2.2.1 Metode Pengecoran Berdasarkan Cetakan.....	7
2.2.2 Metode Pengecoran Berdasarkan Proses.....	8
2.3 Pengecoran Sentrifugal.....	9
2.3.1 Macam Metode Pengecoran Sentrifugal.....	10
2.3.2 Aplikasi Pengecoran Sentrifugal.....	12
2.4 Proses Peleburan Dengan Menggunakan <i>Electric Arc Furnace</i>	13
2.5 Hasil dari proses peleburan dengan tanur busur listrik.....	14
2.6 Fluiditas.....	16
2.7 Pembekuan Logam.....	17
2.8 Sifat Fisis Bahan.....	20

2.9 Aluminium	21
2.9.1 Pengolahan Aluminium	21
2.9.2 Sifat-sifat Aluminium	21
2.9.3 Paduan Aluminium	23
2.9.4 Macam Aluminium Paduan	24
2.10 Pengujian Porositas	27
2.10.1 Porositas Pada Pengecoran Logam	27
2.10.2 Jenis - Jenis Porositas Pada Pengecoran Logam	27
2.11 Perhitungan Porositas	28
2.11.1 Densitas	29
2.11.2 Pengukuran Densitas Menggunakan Metode Piknometri	30
2.12 Pengujian Tarik	31
2.13 Hipotesa	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	35
3.2 Variabel Penelitian	35
3.3 Peralatan dan Bahan yang Digunakan	36
3.3.1 Peralatan yang digunakan	36
3.3.2 Bahan yang digunakan	36
3.4 Dimensi Spesimen	36
3.5 Dimensi Cetakan	37
3.6 Dimensi Benda Kerja	38
3.7 Instalasi Penelitian	39
3.8 Prosedur Penelitian	39
3.8.1 Urutan Penelitian	39
3.8.2 Prosedur pengambilan dan pengolahan data	40
3.9 Analisa Statistik	41
3.10 Analisa Varian Satu Arah	41
3.11 Rancangan Grafik	43
3.12 Diagram Alir Penelitian	45

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Data Dan Perhitungan Hasil Pengujian.....46

 4.1.1 Data dan Perhitungan Prosentase Porositas.....46

 4.1.1.1 Data Perhitungan *True Density*46

 4.1.1.2 Perhitungan *Apparent Density*.....47

 4.1.1.3 Perhitungan Prosentase Porositas49

 4.1.2 Data dan Perhitungan Kekuatan Tarik49

4.2 Analisa Statistik51

 4.2.1 Analisis Statistik Prosentase Porositas.....51

 4.2.2 Analisis Statistik Kekuatan Tarik52

4.3 Analisis Varian Satu Arah.....53

 4.3.1 Analisis Varian Satu Arah Porositas54

 4.3.2 Analisis Statistik Kekuatan Tarik56

4.4 Pembahasan58

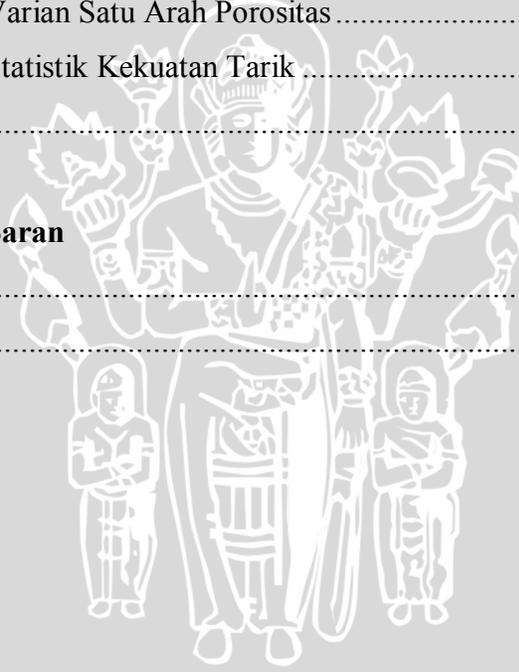
BAB V Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan.....64

5.2 Saran64

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



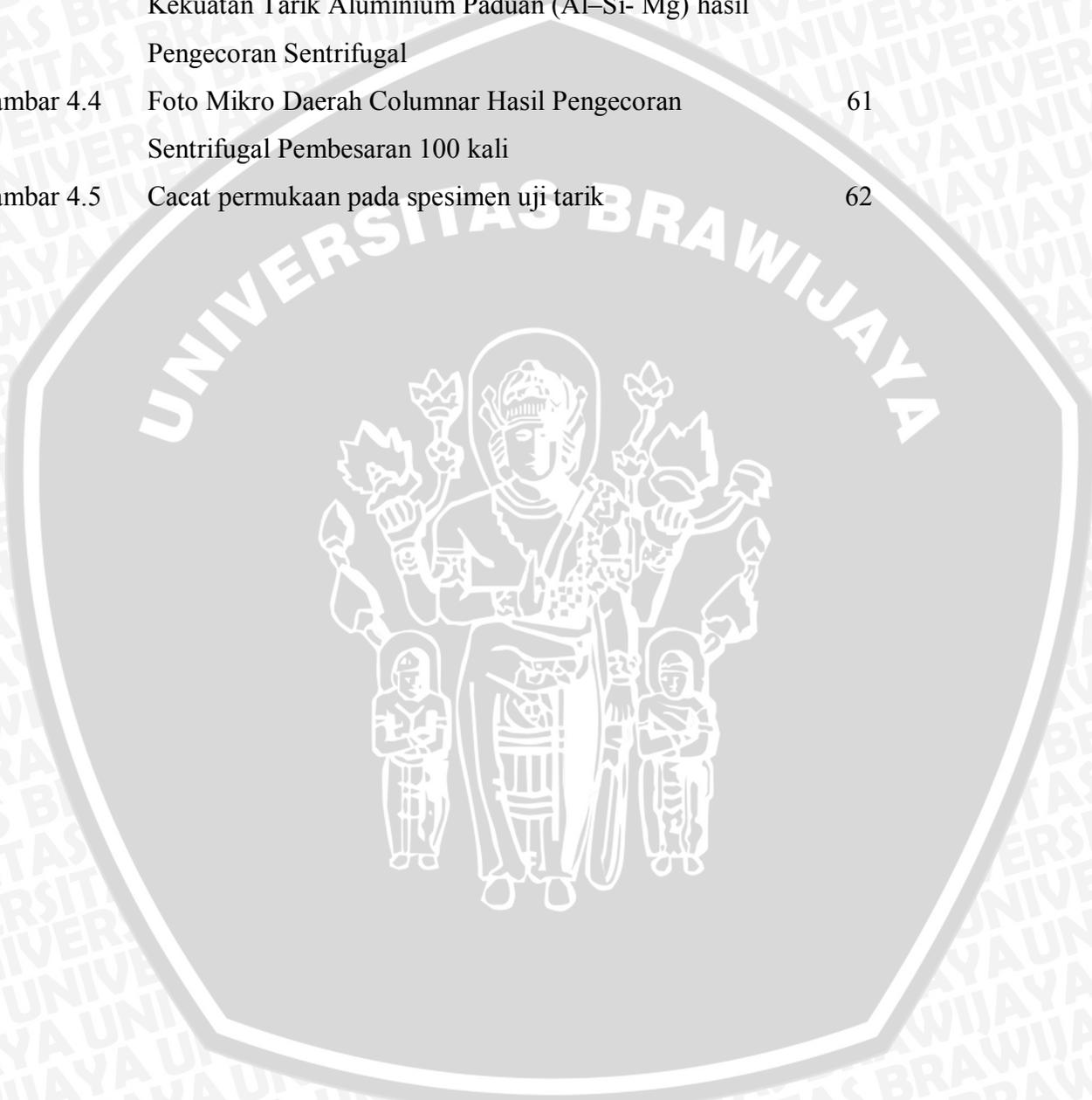
DAFTAR TABEL

No. Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Sifat-sifat fisik aluminium	12
Tabel 2.2	Sifat-sifat fisik aluminium	22
Tabel 2.3	Klasifikasi paduan aluminium tempa	24
Tabel 2.4	Klasifikasi paduan aluminium coran	24
Tabel 3.1	Tabel Pengamatan Data	42
Tabel 3.2	Tabel analisa varian satu arah	43
Tabel 4.1	Perhitungan densitas unsur dan prosentase berat	46
Tabel 4.2	Data penimbangan sampel dan keranjang	48
Tabel 4.3	Data perhitungan <i>Apparent Density</i>	48
Tabel 4.4	Data Prosentase Porositas (%)	49
Tabel 4.5	Data beban tarik maksimum (N) pada pengujian tarik	50
Tabel 4.6	Data kekuatan tarik (N/mm ²)	50
Tabel 4.7	Interval penduga prosentase porositas hasil pengecoran sentrifugal aluminium paduan Al-Si-Mg	52
Tabel 4.8	Interval penduga kekuatan tarik hasil pengecoran sentrifugal aluminium paduan Al-Si-Mg	53
Tabel 4.9	Analisis Ragam Klasifikasi Satu-Arah Data Prosentase Porositas	56
Tabel 4.10	Analisis Ragam Klasifikasi Satu-Arah Data Kekuatan Tarik	58

DAFTAR GAMBAR

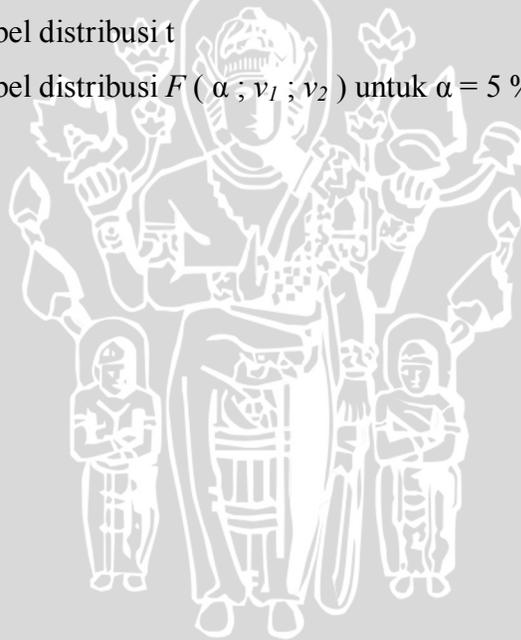
No. Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Grafik Variasi temperatu pada berbagai interval waktu	4
Gambar 2.2	Microstruktur pada Al-Si-Mg dengan variasi kecepatan yang berbeda.	5
Gambar 2.3	Grafik Rata-rata Angka Kekerasan Untuk Setiap Variasi Putaran	6
Gambar 2.4	Pengecoran Sentrifugal Sejati	10
Gambar 2.5	Pengecoran Semi Sentrifugal	11
Gambar 2.6	Pengecoran Sentrifuging	11
Gambar 2.7	Potongan Tanur Busur Listrik	14
Gambar 2.8	Ilustrasi skematis dari pembekuan logam	19
Gambar 2.9	Struktur <i>Chill</i> , <i>Columnar</i> , dan <i>Equaxed Zone</i>	20
Gambar 2.10	Struktur yang dihasilkan Dengan <i>Centrifugal Casting</i>	20
Gambar 2.11	Diagram Fase Al-Cu	25
Gambar 2.12	Diagram Fasa Paduan Al-Mg ₂ Si	26
Gambar 2.13	Skema Piknometri	30
Gambar 2.14	Benda kerja bertambah panjang ΔL ketika diberi beban	31
Gambar 2.15	Diagram Tegangan-Regangan	32
Gambar 2.16	Standart spesimen uji tarik	34
Gambar 3.1	Spesimen Uji tarik	37
Gambar 3.2	Spesimen Uji Porositas	37
Gambar 3.3	Cetakan <i>centrifugal casting</i>	38
Gambar 3.4	Dimensi Produk	38
Gambar 3.5	Instalasi penelitian	39
Gambar 3.6	Rancangan grafik pengaruh kecepatan putar cetakan terhadap porositas hasil pengecoran sentrifugal	44
Gambar 3.7	Rancangan grafik pengaruh kecepatan putar cetakan terhadap kekuatan tarik hasil pengecoran sentrifugal	44
Gambar 4.1	Grafik Hubungan Kecepatan Putar Cetakan (rpm) dan	59

	Porositas Aluminium Paduan (Al-Mg-Si) hasil Pengecoran Sentrifugal	
Gambar 4.2	Foto Mikro Hasil Penelitian	60
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Kecepatan Putar Cetakan (rpm) dan Kekuatan Tarik Aluminium Paduan (Al-Si- Mg) hasil Pengecoran Sentrifugal	60
Gambar 4.4	Foto Mikro Daerah Columnar Hasil Pengecoran Sentrifugal Pembesaran 100 kali	61
Gambar 4.5	Cacat permukaan pada spesimen uji tarik	62



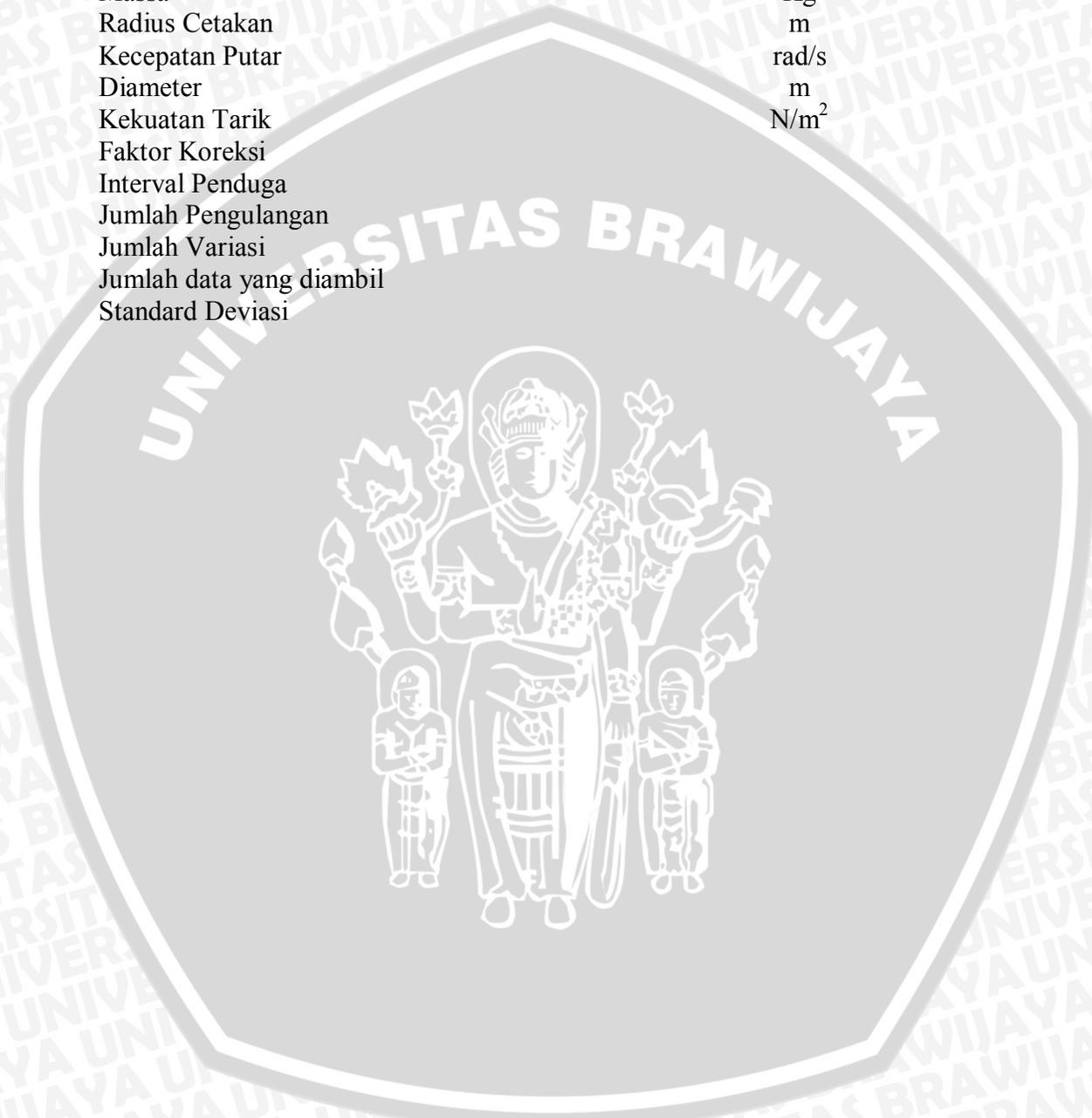
DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul
Lampiran 1	Unsur Aluminium Paduan (Al-Si-Mg)
Lampiran 2	Alat yang digunakan dalam Penelitian
Lampiran 3	Dokumnetasi Penelitian
Lampiran 4	Foto Spesimen Hasil Coran
Lampiran 5	Foto mikro spesimen
Lampiran 6	Perhitungan kecepatan putar cetakan
Lampiran 7	Desain cetakan pengecoran sentrifugal
Lampiran 8	Desain instalasi mesin pengecoran sentrifugal
Lampiran 9	Tabel distribusi t
Lampiran 10	Tabel distribusi $F(\alpha; \nu_1; \nu_2)$ untuk $\alpha = 5\%$



DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

Simbol	Besaran dasar	Satuan
F_c	Gaya Sentrifugal	N
m	Massa	Kg
r	Radius Cetakan	m
ω	Kecepatan Putar	rad/s
d	Diameter	m
σ_B	Kekuatan Tarik	N/m ²
f_k	Faktor Koreksi	
μ	Interval Penduga	
n	Jumlah Pengulangan	
k	Jumlah Variasi	
N	Jumlah data yang diambil	
σ	Standard Deviasi	



RINGKASAN

Hernowo, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2012, *Pengaruh Kecepatan Putar Cetakan terhadap Kekuatan Tarik dan Cacat Porositas Silinder Aluminium (Al-Si-Mg) Hasil Pengecoran Sentrifugal*, Dosen pembimbing :Dr.Eng. Yudy Surya Irawan, ST.,M. Eng dan Purnami, ST.,MT

Berbagai metode dikembangkan untuk mendapatkan produk pengecoran yang lebih baik dari yang sudah ada salah satunya pengecoran sentrifugal. Pengecoran sentrifugal adalah suatu proses pengecoran yang mana cetakan diputar dan logam cair dituangkan ke dalamnya, sehingga didapatkan gaya sentrifugal akibat pemutaran cetakan hingga logam tersebut mengisi cetakan sampai membeku. Dalam penelitian ini akan memanfaatkan gaya sentrifugal untuk menghasilkan dua produk silinder pejal/poros dalam sekali pengecoran.

Pada penelitian ini menggunakan bahan aluminium paduan (Al-Si-Mg) dengan menggunakan kecepatan putar 500 rpm, 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm. Pengujian kekuatan tarik menggunakan mesin uji tarik (*Universal Tensile Machine*) yang dilakukan di laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin Universitas Brawijaya dan pengujian porositas dilakukan dengan metode piknometri yang dilakukan di laboratorium Pengecoran Logam Teknik Mesin Universitas Brawijaya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa prosentase porositas terus mengalami penurunan seiring bertambahnya kecepatan putar. Nilai porositas tertinggi didapatkan pada kecepatan putar 500 rpm dengan nilai porositas yaitu 5,75% dan untuk nilai porositas yang terendah didapat pada kecepatan putar 2500 rpm yaitu sebesar 1,33%. Penurunan besarnya prosentase porositas tersebut disebabkan karena semakin tingginya kecepatan putar, maka semakin besar gaya dorong yang diberikan pada butiran logam untuk menjauhi sumbu putarnya. Butiran logam yang menerima gaya dorong akan menekan ke dinding cetakan sehingga butiran logam selanjutnya akan menekan masuk butiran sebelumnya sehingga gas yang ada didalam logam cair akan terdorong keluar dari logam cair. Peningkatan kecepatan putar cetakan juga diiringi dengan semakin bertambahnya kekuatan tarik (500 -1500 rpm), namun akan turun pada kecepatan putar yang terlalu tinggi (2000 rpm - 2500 rpm). Peningkatan kekuatan tarik diakibatkan adanya gaya sentrifugal, logam cair terlempar keluar dan tertekan pada permukaan cetakan yang menyebabkan logam cair memiliki butiran yang lebih padat, seakan-akan diperlakukan seperti pada proses tempa, sehingga sifat mekanis dari benda kerja semakin meningkat. Penurunan kekuatan tarik disebabkan tingginya kecepatan putar (2000 rpm) sehingga aliran logam cair yang melewati celah dari cetakan sangat cepat mengenai permukaan cetakan, sehingga butiran logam pada permukaan kecil dan padat tetapi butiran selanjutnya akan langsung membeku begitu batas butir mengenai butiran sebelumnya, sehingga tidak ada cukup waktu bagi udara untuk keluar. Hal ini menyebabkan bagian tengah (*columnar zone*) terdapat rongga-rongga antar butir yang disebabkan adanya udara terjebak pada bagian dalam spesimen. Adanya udara terjebak di bagian dalam spesimen menimbulkan cacat hasil coran dan menyebabkan sifat mekanik (kekuatan tarik) menurun. Pada kecepatan 2500 rpm aliran logam cair yang melewati celah pada cetakan sangat cepat, sehingga ketika mengenai permukaan cetakan logam cair menumbuk sangat keras pada permukaan cetakan. Hal ini mengakibatkan aliran logam cair di dalam cetakan menjadi acak. Dengan acaknya aliran logam cair ini mengakibatkan struktur butiran menjadi tidak homogen.

Kata kunci: aluminium Al-Si-Mg, kecepatan putar, prosentase cacat porositas, silinder pejal dan pengecoran sentrifugal.