

TUGAS AKHIR
ANALISA SIFAT FISIK DAN MEKANIK HASIL PENGECORAN POROS
BERULIR (SCREW) DENGAN VARIABEL PENAMBAHAN 0.1%, 0.25%
TITANIUM –BORON (Ti-B) DAN 0.1%, 0.3% MAGNESIUM (Mg)

Diajukan kepada Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Untuk Memenuhi Salah
Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md)
Program Studi D3 Teknik Mesin



Oleh:

AZHAR HUDIATMA

20143020058

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
PROGRAM VOKASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2018

LEMBAR PESETUJUAN

TUGAS AKHIR

**ANALISA SIFAT FISIK DAN MEKANIK HASIL PENGECORAN POROS
BERULIR (*SCREW*) DENGAN VARIABEL PENAMBAHAN 0.1%, 0.25%
TITANIUM –BORON (Ti-B) DAN 0.1%, 0.3% MAGNESIUM (Mg)**

Disusun Oleh :

**Azhar Hudiatma
20143020058**

Telah disetujui dan disahkan pada tanggal 27 Desember 2018 untuk dipertahankan
didepan Dewan Penguji Tugas Akhir
Program Studi Tugas Akhir D3 Teknik Mesin Program Vokasi
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Dosen Pembimbing

**Andika Wisnujati, S.T., M.Eng.
NIK: 19830812201210183001**

Mengetahui,
Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin

**M. Abdus Shomad, S.T., M.Eng.
NIK: 19800309201210183004**

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISA SIFAT FISIK DAN MEKANIK HASIL PENGECORAN POROS
BERULIR (SCREW) DENGAN VARIABEL PENAMBAHAN 0.1%, 0.25%
TITANIUM –BORON (Ti-B) DAN 0.1%, 0.3% MAGNESIUM (Mg)**

Disusun Oleh

Azhar Hudiatma
20143020058




Telah dipertahankan dan disahkan didepan tim penguji tugas akhir
Program Studi D3 Teknik Mesin, Program Vokasi
Univesitas Muhammadiyah Yogyakarta

Pada Tanggal, 27 Desember 2018 dan Dinyatakan Telah Memenuhihi Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Ahli Madya

DEWAN PENGUJI

Nama Lengkap dan Gelar

Tanda Tangan

- | | | |
|---------------|---|---|
| 1. Ketua | : Andika Wisnujati, S.T., M.Eng. |  |
| 2. Penguji I | : M. Abdus Shomad, S.Sos., S.T., M.Eng. |  |
| 3. Penguji II | : Zuhri Nurisna, S.T., M.T. |  |

Yogyakarta, 27 Desember 2018

Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Direktur



Dr. Bambang Jatmiko, S.E, M.Si.
NIK. 19650601201210143092

LEMBAR KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Azhar Hudiatma

Nim : 20143020058

Jurusan : D3 Teknik Mesin

Fakultas : Program Vokasi

Judul : Analisa Sifat Fisik dan Mekanik Hasil Pengecoran Poros Berulir (Screw)

Variabel Penambahan 0.1%, 0.25% Titanium-Boron (Ti-B) dan 0.1 %, 0.3%

Magnesium (Mg)

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya disuatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah disebutkan dalam Daftar Pustaka

Yogyakarta, 27 Desember 2018

Yang menyatakan



Azhar Hudiatma
20143020058

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada kehadiran ALLAH SWT, karena dengan Ridhonya laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dengan judul “ANALISA SIFAT FISIK DAN MEKANIK HASIL PENGECORAN POROS BERULIR (SCREW) DENGAN VARIABLE PENAMBAHAN 0.1%, 0.25% TITANIUM – BORON (Ti-B) DAN 0.1%, 0.3% MAGNESIUM (Mg) “. Tugas akhir ini dilakukan untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Ahli Madya dan menyelesaikan Program Studi D3 Teknik Mesin Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam penyusunan laporan ini penulis banyak mendapat bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Gunawan Budiyo, M.P., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY).
2. Terima kasih kepada Bapak Dr. Bambang Jatmiko, S.E., M.Si., selaku Direktur Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
3. Terima kasih kepada Bapak M. Abdus Shomad, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan D3 Teknik Mesin Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Terima kasih kepada Bapak Andika Wisnujati, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
5. Terima kasih kepada Dosen-dosen D3 Teknik Mesin Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

6. Terima kasih kami sampaikan kepada keluarga tercinta yang selalu sabar dalam menghadapi masalah, tetap sabar adalah langkah terbaik dalam menjalani suatu ujian hidup.

Penyusun menyadari akan keterbatasan, kelemahan, dalam ilmu dan pengalaman sehingga Laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat motivasi dan membangun selalu saya harapkan demi kesempurnaan Laporan ini.

Akhir kata, sekali lagi saya berterima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penyusunan Laporan ini dari awal sampai akhir, Semoga laporan ini dapat dengan segala kekurangan dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca dan semoga Allah SWT senantiasa meridhoi segala usaha kita. Amin

Yogyakarta, Desember 2018

Penulis

PERSEMBAHAN

Dengan Rahmat Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Dengan ini saya persembahkan karya tulis ini untuk:

1. Bapak, Ibu, adik-adik dan saudara-saudara saya yang selalu memberikan saya semangat serta doa untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini
2. Bapak Dosen Pembimbing yang sudah membantu dan mempercayakan saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini
3. Chirtian Sepriansyah dan teman-teman D3 Teknik Mesin Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
4. Junicha Peniarsih selaku calon pendamping hidup saya yang juga telah membantu memberikan doa dan menyemangati saya untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini

Terimakasih atas doa dan semangat kalian sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.

ANALISA SIFAT FISIS DAN MEKANIS HASIL PENGECORAN POROS
BERULIR (SCREW) DENGAN VARIABEL PENAMBAHAN 0.1%, 0.25%
TITANIUM –BORON (Ti-B) DAN 0.1%, 0.3% MAGNESIUM (Mg)

Azhar Hudiatma
Program Studi D3 Teknik Mesin
Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Email: Azzhar.hudiatma@gmail.com

ABSTRAK

Alumunium merupakan salah satu bahan *non-ferro* yang sangat banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, baik pada kalangan industri besar dan kecil maupun pada kalangan rumah tangga. Pada penelitian ini menggunakan piston bekas motor diesel yang memberikan unsur Si yang cukup tinggi, unsur Titanium-Boron sebagai penghaus butir dan unsur Magnesium untuk meningkatkan pengerjaan mesin. Penambahan 0.1%, 0.25% Titanium-Boron (Ti-B) dan 0.1%, 0.3% Magnesium (Mg) untuk pembuatan poros berulir pada saat peleburan diharapkan mampu memperbaiki sifat fisis dan mekanis. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis pada poros berulir yaitu pengujian keausan dan pengujian struktur mikro dengan menggunakan mikroskop optik

Analisis dari hasil pengujian keausan ini bahwa paduan aluminium untuk pembuatan poros berulir (*screw*) dengan penambahan 0.1% Ti-B dan 0.1% Mg memiliki daya tahan aus yang lebih baik yaitu sebesar 1.154 mm²/kg dibandingkan dengan dengan penambahan unsur 0.25% Titanium-Boron (Ti-B) dan 0.3% Magnesium (Mg) dan tanpa penambahan unsur apapun yang masing-masing memiliki nilai daya tahan aus sebesar 1.252 mm²/kg dan 1.596 mm²/kg.

Pengujian struktur mikro menunjukkan struktur butiran pada aluminium paduan dari hasil pengecoran dengan penambahan unsur Ti-B dan Mg semakin kecil dan semakin rapat. Hal ini membuktikan bahwa semakin banyak unsur Ti-B dan Mg yang ditambahkan pada hasil pengecoran aluminium paduan maka akan semakin kecil struktur butirannya dan akan berpengaruh pada sifat mekanis poros berulir.

Kata Kunci: Aluminium Paduan, Poros Berulir, Titanium-Boron, Magnesium

ANALYSIS OF PHYSICAL AND MECHANICAL THREADED SHAFT
CASTING WITH ADDITIONAL VARIABLE 0.1%, 0.25% TITANIUM-BORON
(Ti-B) AND 0.1%, 0.3% MAGNESIUM (Mg)

Azhar Hudiatma
Program Studi D3 Teknik Mesin
Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Email: Azzhar.hudiatma@gmail.com

ABSTRACT

Aluminum is one of the non-ferro materials which is very widely used in daily life, both in large and small industries and in the household. In this study using piston diesel motor former which gives a fairly high Si element, Titanium-Boron element as a buffer for the elements and elements of Magnesium to improve machining. Addition of 0.1%, 0.25% Titanium-Boron (Ti-B) and 0.1%, 0.3% Magnesium (Mg) for the manufacture of threaded shafts at the time of smelting is expected to improve physical and mechanical properties. Tests conducted to determine the physical and mechanical properties of the threaded shaft are testing wear and testing of microstructure using an optical microscope

Analysis of the results of this wear test that aluminum alloys for making threaded shafts with the addition of 0.1% Ti-B and 0.1% Mg have better wear resistance which is equal to 1,154 mm² / kg compared to the addition of 0.25% Titanium-Boron (Ti-B) and 0.3% Magnesium (Mg) and without the addition of any element, each of which has a value of wear resistance of 1.252 mm² / kg and 1,596 mm² / kg.

Microstructure testing shows the grain structure in aluminum alloy from casting results with the addition of Ti-B and Mg elements getting smaller and denser. This proves that the more elements of Ti-B and Mg added to the casting of aluminum alloys, the smaller the structure of the grain will be and will affect the mechanical properties of the threaded shaft.

Keywords: Aluminum Alloy, Threaded Shaft, Titanium-Boron, Magnesium

Daftar Isi

	Halaman
Halaman Judul	i
Lembar Persetujuan	ii
Halaman Pengesahan	iii
Lembar Keaslian	iv
Kata Pengantar	v
Halaman Persembahan	vii
Abstrak	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel	xiv
Bab I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
Bab II Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	8

2.2.1 Aluminium.....	8
2.2.2 Aluminium Paduan.....	9
2.2.3 Titanium-Boron	12
2.2.4 Magnesium	14
2.2.5 Pengecoran Logam	16
2.2.6 Sand Casting	17
2.2.7 Die Casting	20
2.2.8 Centrifugal Casting	23
2.2.9 Pasir Cetak	24
2.2.10 Pengujian Struktur Mikro	27
2.2.11 Pengujian Keausan	33
Bab III Metode Penelitian	38
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	38
3.1.1 Waktu Penelitian	38
3.1.2 Tempat Penelitian	38
3.2 Bahan Penelitian	38
3.3 Alat Penelitian	39
3.4 Diagram Alir	41
3.5 Metode	42
3.6 Urutan Langkah Pembuatan Spesimen	42
3.7 Pengujian Struktur Mikro	43
3.8 Pengujian Keausan	45

Bab IV Pembahasan	46
4.1 Proses Pembuatan	47
4.1.2 Proses Pengecoran dengan Sand Casting	47
4.2 Peleburan dan Penuangan	48
4.2.1 Bahan Baku Peleburan	48
4.2.2 Tungku Peleburan	48
4.2.3 Proses Peleburan Logam	49
4.3 Proses Finishing	51
4.4 Hasil dan Pembahasan	52
4.4.1 Data Hasil Pengujian Struktur Mikro	52
4.4.2 Data Hasil Pengujian Keausan	55
BAB V Kesimpulan dan Saran	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	61

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Hot Chamber Die Casting	21
Gambar 2 Cold Chamber Die Casting	22
Gambar 3 Proses Penuangan.....	23
Gambar 4 Pengujian Keausan dengan metode Ogoshi	34
Gambar 5 Piston Mobil Bekas	38
Gambar 6 Unsur Titanium-Boron	38
Gambar 7 Unsur Magnesium	39
Gambar 8 Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 9 Cetakan Atas dan Cetakan Bawah (<i>kup and drag</i>)	47
Gambar 10 Cetakan yang sudah disatukan	48
Gambar 11 Piston Bekas Motor Diesel.....	48
Gambar 12 Tungku Peleburan	49
Gambar 13 Poros Berulir	51
Gambar 14 Mikroskop Optik tipe <i>metallurgical microscop invertigo</i>	52
Gambar 15 Struktur Mikro Spesimen Al-Si + 0.1% Ti-B + 0.1% Mg	53
Gambar 16 Struktur Mikro Spesimen Al-Si + 0.25% Ti-B + 0.3% Mg	54
Gambar 17 Struktur Mikro Spesimen Alumunium-Silikon (Al-Si).....	54
Gambar 18 Alat pengujian keausan metode ogoshi	55
Gambar 19 Nilai rata-rata pengujian keausan.....	58

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Daftar Seri Alumunium Tempa.....	11
Tabel 2 Daftar Seri Alumunium Tuang	12
Tabel 3 Temperatur Penuangan	19
Tabel 4 Penyusutan yang terjadi pada suatu material	26
Tabel 5 Komposisi Bahan Pembuat	50
Tabel 6 Hasil Pengujian Keausan	57
Tabel 7 Nilai Rata-rata Pengujian Keausan	57

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai sifat ketahanan korosi dan mempunyai alir yang baik sehingga banyak digunakan dalam aplikasi alat-alat rumah tangga, otomotif maupun industri saat ini. Pada dunia otomotif sendiri aluminium digunakan sebagai bahan utama pembuatan block mesin, piston, dan lain-lain. Aluminium memiliki tingkat konduktivitas listrik dan panas yang tinggi dan tahan terhadap serangan korosi di berbagai lingkungan, termasuk pada temperatur ruang, memiliki struktur FCC (*Face Centered Cubic*), tetapi memiliki keuletan di kondisi temperature rendah serta memiliki temperatur lebur 660°C. Aluminium adalah suatu logam yang secara termodinamika adalah logam yang reaktif

Akhir-akhir ini paduan Al-Si banyak dipakai terutama pada komponen otomotif karena mempunyai beberapa kelebihan bila dibanding dengan aluminium paduan lainnya (Surdia, T. dan Saito, S., 1992). Kelebihan paduan ini antara lain lebih ringan dibanding dengan besi dan baja, ketahanan korosi yang baik, tahan terhadap retak panas (*hot tearing*), mampu mesin dan las yang baik (Surdia T. dan Saito S., 1992) dan (Smith, W.F, 1993).

Komposisi paduan dan pemilihan proses pengecoran dapat mempengaruhi struktur mikro dari aluminium paduan. Struktur mikro dapat dirubah dengan penambahan elemen tertentu pada paduan Al-Si yang mana dapat memperbaiki mampu cor (*castability*), sifat mekanis dan mampu mesin yang baik (*machinability*) (Brown, J.R., 1999).

Ukuran butir dari aluminium paduan tergantung pada jumlah inti yang terbentuk dalam logam cair sebelum dimulainya solidifikasi. Penambahan beberapa unsur ke dalam logam cair dapat memberikan awal pembentukan inti dan akan

berkembang menjadi butir. Titanium pada umumnya ditambahkan ke dalam logam cair sebesar 0,02 sampai 0,15%. Ti-B ini berfungsi sebagai penghalus butir (*Grain refiner*). Ti-B sangat penting sekali dalam memperbaiki sifat dari aluminium paduan seperti sifat mekanis, mengurangi porositas, lebih tahan terhadap retak panas (*hot cracking*), merubah struktur dan memperbaiki hasil akhir pada permukaannya (Brown, J.R., 1999).

Umumnya pada paduan Al-Si ditambahkan penghalus butir Ti-B sebagai inokulan, ada beberapa jenis penghalus butir baru yang diperkenalkan seperti ,Ti-B ataupun Ti-C yang setiap penghalus butir tersebut mempunyai ciri dan manfaat yang spesifik (ASM Speciality Handbook, 1993).

Pengecoran atau penuangan (*casting*) merupakan salah satu proses pembentukan bahan baku atau bahan benda kerja yang relatif mahal dimana pengendalian kualitas benda kerja dimulai sejak bahan masih dalam keadaan mentah. Komposisi unsur serta kadarnya dianalisis agar diperoleh suatu sifat bahan sesuai dengan kebutuhan sifat produk yang direncanakan namun dengan komposisi yang homogen serta larut dalam keadaan padat.

Dalam perkembangannya pembentukan benda kerja melalui penuangan ini tidak hanya pada lingkup seni dan konsumsi kalangan aristocrat semata, namun juga pada pengembangan teknologi penuangan itu sendiri termasuk pengembangan peralatan dan mesin-mesin perkakas moderen sebagaimana yang kita gunakan pada saat ini, sehingga metoda penuangan dengan cetakan pasir (*sand casting*) menjadi salah satu metoda penuangan dimana berbagai metoda penuangan tersebut antara lain meliputi :

- a. *Sand casting*
- b. *Die casting*
- c. *Centrifugal casting*
- d. *Continuous casting*

e. *Shell moulding*

f. *Investment casting*

Penelitian ini menggunakan bahan dasar piston bekas motor diesel. Piston bekas motor diesel ini digunakan untuk mendapatkan unsur Aluminium-Silikon (Al-Si) yang cukup tinggi guna memperbaiki kekerasannya. dengan menggunakan metode cetakan pasir (*sand casting*) dengan variasi penambahan 0.1%, 0.25% Titanium-Boron (Ti-B) dan 0.1%, 0.3% Magnesium (Mg) dari 10000 gram piston bekas motor diesel, yang diharapkan mampu memperbaiki sifat fisis dan mekanis sehingga diharapkan aluminium paduan ini memiliki kekuatan yang lebih baik dibanding dengan tanpa penambahan unsur sama sekali.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana proses pengecoran logam dengan menggunakan metode *sand casting* untuk pembuatan poros berulir dari aluminium bekas?
2. Bagaimana pengaruh hasil akhir pada pembuatan poros berulir terhadap sifat fisis dan sifat mekanis dengan variable penambahan 0.1%, 0.25% Ti-B dan 0.1%, 0.3% Mg?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Penggunaan piston bekas motor diesel untuk pembuatan spesimen poros berulir dengan variabel penambahan 0.1%, 0.25% Titanium-Boron (Ti-B) dan 0.1%, 0.3% Magnesium (Mg)
2. Proses pembuatan poros berulir dengan menggunakan metode *Sand Casting*
3. Melakukan pengujian material yaitu dengan pengujian struktur mikro dan pengujian keausan

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian, sebagai berikut:

1. Mengetahui proses pembuatan poros berulir dari aluminium bekas dengan menggunakan metode *Sand Casting*
2. Mengetahui sifat fisis dan mekanis dari hasil pengecoran piston bekas motor diesel untuk pembuatan poros berulir (*Screw*) dengan variable penambahan 0.1%, 0.25% Titanium-Boron (Ti-B) dan 0.1%, 0.3% Magnesium (Mg)

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian penulis, sebagai berikut:

1. Dapat menambah pengetahuan dan pengalaman tentang pembuatan poros berulir dari aluminium bekas dengan penambahan 0.1%, 0.25% Titanium-Boron (Ti-B) dan 0.1%, 0.3% Magnesium (Mg)
2. Dapat menjadi acuan pada penelitian selanjutnya sehingga dapat menjadikan hasil yang lebih baik lagi pada pembuatan poros berulir.
3. Guna memenuhi mata kuliah tugas akhir yang wajib ditempuh untuk mendapatkan gelas ahli madya D3 Teknik Mesin

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar penulisan laporan tugas akhir ini disusun menjadi 5 bab sebagai berikut :

1. PENDAHULUAN

Pendahuluan ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

2. TIJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Dasar teori berisi tentang peninjauan pustaka-pustaka yang terkait dan uraian umum teori yang berkaitan langsung dari sistem yang dikaji.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Berisi metode penelitian yang akan dilakukan yang meliputi studi literatur, pengambilan data, alat dan bahan penelitian, analisis terhadap data yang diperoleh serta diagram alir metode penelitian.

4. PENGUJIAN DAN ANALISA

Bagian ini berisi tentang pengujian dan analisa sistem yang dikerjakan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dari semua yang dibahas serta saran guna memperbaiki kinerja sistem yang dibuat agar menjadi lebih baik dari sebelumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Suherman, (2009) dalam penelitiannya yang menambahkan Sr atau TiB terhadap struktur mikro dan fluiditas pada paduan Al-6%Si-0,7%Fe didapatkan hasil bahwa penambahan elemen paduan seperti Sr atau TiB sangat signifikan mempengaruhi sifat fluiditas logam cair pada paduan Al-6%Si-0,7%Fe, terutama pada rongga cetakan yang sangat tipis. Penambahan Sr kedalam paduan Al-6%Si-0,7%Fe cenderung menurunkan sifat fluiditas logam cair. Begitu juga dengan penambahan TiB pada paduan Al-6%Si-0,7%Fe sifat fluiditas logam cair menjadi berkurang

Supriyadi, A., dkk., (2011) menganalisa pengaruh variasi penambahan Ti-B pada bahan ADC 12 menggunakan proses pengecoran High Pressure Die Casting (HPDC) terhadap peningkatan kualitas bahan hasil coran sebagai bahan sepatu rem sepeda motor. Tahapan yang peneliti lakukan adalah pembuatan cetakan logam, merakit cetakan logam pada mesin HPDC, penyiapan material, peleburan, variasi penambahan Grain refiner Ti-B, 0,04%, 0,08%, 0,12%, 0,16%, 0,2%, 0,24%, penuangan pada temperatur cetakan 200°C, temperatur tuang 700°C dan tekan injeksi 7MPa, pemeriksaan coran, analisa kekuatan coran dengan uji tarik dan kekerasan. Dari hasil pengamatan dan analisa pengujian didapatkan bahwa pada penambahan Ti-B 0,08% dihasilkan kekuatan tarik sebesar 300 N/mm² dan kekerasan 78,5 HRB hasil ini merupakan sifat mekanik

yang paling baik dibandingkan apabila tidak mendapatkan penambahan inoculan

Lalu Alpan Hafiz (2017) Menganalisa sifat fisik dan mekanik poros berulir (screw) untuk pengupas kulit ari kedelai berbahan dasar 50% aluminium bekas dan 50% piston bekas. Penambahan unsur TiB (Titanium – Boron) sebanyak 0,02%. Pengecoran dilakukan menggunakan cetakan pasir dengan pemanasan suhu cetakan 200°C dan 300°C, dengan pengujian tarik, kekerasan, dan mikroskop optic. Hasil pengujian maksimum paduan Al-Si dengan penambahan TiB 0,02% dan pemanasan suhu cetakan 400°C menghasilkan tegangan tarik maksimum 628,86 N/mm², pada pengujian kekerasan Vickers Hardness Number (VHN) menghasilkan kekerasan 114 kg/mm², sedangkan hasil metalografi diperoleh data struktur yang terbentuk fasa *hypereutectic* silikon yang membentuk fasa primer. Fasa tersebut memberikan ketahanan aus yang tinggi

Andrianto., Novi, dan Sri Nugroho (2014) menganalisa karakterisasi sifat keausan dan ketahanan korsi material *disc refiner white cast iron* dan *stainless steel*. Material *disc refiner* dilakukan pengujian laju korosi dengan metode *weight lost test* dan melakukan uji keausan dengan *metode reiken ogoshi*. Kemudian untuk pengujian dengan metode *weight lost test* diberikan variasi fluida berupa HCl dengan kadar molaritasnya dari 1M, 2M, dan 3M selama 120 jam. Dan pengujian keausan yang dilakukan dengan metode *ogoshi* diberikan pembebanan sebesar 2,12 kg sejauh 100 m untuk kemudian dilakukan variasi pengukuran lebar keausan material. Dari hasil pengujian keausan pada

stainless steel dan *white cast iron* dapat disimpulkan bahwa ketahanan aus pada *white cast iron* lebih baik dibandingkan dengan *stainless steel* yang masing-masing memiliki nilai $2.4754 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$ dan $1.9946 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$. Dan laju korosi pada *stainless steel* mengalami peningkatan apabila konsentrasi HCl dinaikkan. Akan tetapi hal ini berbanding terbalik pada hasil percobaan yang dilakukan pada material *white cast iron*, dimana laju korosi *white cast iron* mengalami penurunan apabila konsentrasi HCl dinaikkan.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Alumunium

Aluminium adalah unsur logam paling umum yang ketiga dalam klasifikasi logam. Dalam bentuk murni, aluminium berwarna keperakan putih dan mempunyai bobot yang sangat ringan.

Unsur aluminium mempunyai bobot yang sangat ringan tapi sangat kuat dan tahan lama, dan mempunyai kemampuan penghantar listrik yang sangat baik. Selain itu aluminium juga mempunyai sifat *non-magnetik*, sehingga dapat di aplikasikan menjadi properti yang sangat berguna. Termasuk dalam pembuatan beberapa bagian part pada mobil dan motor, konstruksi bangunan, peralatan masak, DLL.

Aluminium ditemukan pada tahun 1825 oleh *Hans Christian Oersted*. Baru diakui secara pasti oleh *F. Wohler* pada tahun 1827. Sumber unsur ini tidak terdapat bebas, bijih utamanya adalah Bauksit. Penggunaan Aluminium antara lain untuk pembuatan kabel, kerangka kapal terbang, mobil dan berbagai produk peralatan

rumah tangga. Senyawanya dapat digunakan sebagai obat, penjernih air, fotografi serta sebagai ramuan cat, bahan pewarna, ampelas dan permata sintesis (Surdia, T. dan Saito, S.,1992).

Terdapat beberapa sifat penting yang dimiliki Aluminium sehingga banyak digunakan sebagai Material Teknik, diantaranya:

1. Penghantar listrik dan panas yang baik (konduktor).
2. Mudah difabrikasi
3. Ringan
4. Tahan korosi dan tidak beracun
5. Kekuatannya rendah, tetapi paduan (*alloy*) dari Aluminium bisa meningkatkan sifat mekanisnya.

2.2.2 Aluminium Paduan

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai sifat ketahanan korosi yang baik. Material ini digunakan dalam bidang yang luas bukan hanya untuk peralatan rumah tangga saja tetapi juga dipakai untuk kepentingan industri, misalnya untuk industri pesawat terbang, komponen-komponen mobil, komponen regulator dan konstruksi-konstruksi yang lain.

Menurut Aluminum Association (AA) dapat diidentifikasi dengan sistem empat digit berdasarkan komposisi paduan seperti xxx.1 dan xxx.2 untuk ingot yang dilebur kembali. Sedangkan simbol xxx.0 untuk menentukan batas komposisi pengecoran dan simbol A356, B356 dan C356 untuk paduan cor gravitasi. Masing-masing paduan

ini identik dengan kandungan yang mendominasi tetapi berkurang batas penggunaan karena impuritanya, khususnya kandungan besi. (Hafiz, Lalu Alpan., 2016)

Paduan aluminium diklasifikasikan dalam berbagai standar oleh berbagai Negara. Paduan ini diklasifikasikan menjadi dua kelompok umum yaitu paduan aluminium tuang/cor (*cast aluminum alloys*) dan paduan aluminium tempa (*wrought aluminium alloys*).

Elemen paduan yang umum digunakan pada aluminium adalah silikon, magnesium, tembaga, seng, mangan, dan juga lithium sebelum tahun 1970. Secara umum, penambahan logam paduan hingga konsentrasi tertentu akan meningkatkan kekuatan tensil dan kekerasan, serta menurunkan titik lebur. Jika melebihi konsentrasi tersebut, umumnya titik lebur akan naik disertai meningkatnya kerapuhan akibat terbentuknya senyawa, kristal, atau granula dalam logam.

Namun, kekuatan bahan paduan aluminium tidak hanya bergantung pada konsentrasi logam paduannya saja, tetapi juga bagaimana proses perlakuannya hingga aluminium siap digunakan, apakah dengan penempaan, perlakuan panas, penyimpanan, dan sebagainya.

Tabel 2.1 Daftar Seri Alumunium Tempa (Hafiz, Lalu Alpan., 2016)

No. Seri	Komposisi Paduan
1xxx	Alumunium Murni
2xxx	Paduan Alumunium-Tembaga
3xxx	Paduan Alumunium-Magan
4xxx	Paduan Alumunium-Silikon
5xxx	Paduan Alumunium-Magnesium
6xxx	Paduan Alumunium-Magnesium-Silikon
7xxx	Paduan Alumunium-Seng
8xxx	Paduan Alumunium-Timah-Lithium
9xxx	Seri ini tidak digunakan untuk saat ini

Digit kedua menunjukkan modifikasi dari unsur paduannya, jika digit kedua bernilai 0 maka paduan tersebut murni terdiri dari aluminium dan unsur paduan. Jika nilainya 1 – 9, maka paduan tersebut memiliki modifikasi dengan unsure lainnya. Dua angka terakhir untuk seri 2xxx – 8xxx tidak memiliki arti khusus, hanya untuk membedakan paduan aluminium tersebut dalam kelompoknya. (Hafiz, Lalu Alpan., 2016)

Paduan aluminium tuang penamaannya memakai sistem tiga digit diikuti dengan satu bilangan desimal. Tabel 2.2 menunjukkan seri paduan aluminium tuang berdasarkan unsur paduannya.

Tabel 2.2 Daftar Seri Alumunium Tuang (Hafiz, Lalu Alpan., 2016)

No. Seri	Komposisi Paduan
1xx.x	Alumunium Murni
2xx.x	Paduan Alumunium-Tembaga
3xx.x	Paduan Alumunium-Magan
4xx.x	Paduan Alumunium-Silikon
5xx.x	Paduan Alumunium-Magnesium
6xx.x	Paduan Alumunium-Magnesium-Silikon
7xx.x	Paduan Alumunium-Seng
8xx.x	Paduan Alumunium-Timah-Lithium
9xx.x	Seri ini tidak digunakan untuk saat ini

Dalam standar AA, angka pertama menunjukkan kelompok paduan, angka kedua dan ketiga menunjukkan kemurnian minimum untuk aluminium tanpa paduan dan sebagai nomor identifikasi untuk paduan tersebut, angka keempat menandakan bentuk produk (.0 = spesifikasi coran, .1 = spesifikasi ingot, .2 = spesifikasi ingot yang lebih spesifik). (Hafiz, Lalu Alpan, 2016)

2.2.3 Titanium-Boron (Ti-B)

Titanium adalah sebuah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki simbol Ti dan nomor atom 22. Unsur ini merupakan logam transisi yang ringan, kuat, berkilau, tahan korosi (termasuk tahan terhadap air laut, aqua regia, dan klorin) dengan warna putih-metalik-keperakan.

Titanium ditemukan di Cornwall, Kerajaan Britania Raya pada tahun 1791 oleh William Gregor dan dinamai oleh Martin Heinrich Klaproth dari mitologi Yunani Titan. Elemen ini ada di antara deposit-deposit berbagai mineral, diantaranya rutil dan ilmenit, yang banyak terdapat pada kerak bumi dan litosfer, serta pada hampir semua makhluk hidup, batuan, air, dan tanah. Logam ini diekstrak dari bijih mineralnya melalui proses Kroll atau proses Hunter. Senyawanya yang paling umum, titanium dioksida, adalah fotokatalisator umum dan digunakan dalam pembuatan pigmen putih. Senyawa lainnya adalah titanium tetraklorida (TiCl_4), komponen layar asap dan katalis; dan titanium triklorida (TiCl_3), digunakan sebagai katalis dalam produksi polipropilena. Titanium dapat digunakan sebagai alloy dengan besi, aluminium, vanadium, dan molybdenum, untuk memproduksi alloy yang kuat namun ringan untuk penerbangan (mesin jet, misil, dan wahana antariksa), militer, proses industri (kimia dan petrokimia, pabrik desalinasi, pulp, dan kertas), otomotif, agro industri, alat kedokteran, implan ortopedi, peralatan dan instrumen dokter gigi, implan gigi, alat olahraga, perhiasan, telepon genggam, dan masih banyak aplikasi lainnya.

Dua sifat yang paling berguna pada titanium adalah ketahanan korosi dan rasio kekuatan terhadap densitasnya yang paling tinggi di antara semua logam lain. Pada kondisi murni, titanium sama kuat dengan beberapa baja, namun lebih ringan. Ada dua bentuk alotropi dan lima isotop alami dari unsur ini, ^{46}Ti sampai ^{50}Ti , dengan

^{48}Ti adalah yang paling banyak terdapat di alam (73,8%). Meski memiliki jumlah elektron valensi dan berada pada golongan tabel periodik yang sama dengan zirkonium, keduanya memiliki banyak perbedaan pada sifat kimia dan fisika.

Boron adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang B dan nomor atom 5. Elemen metaloid trivalen, boron banyak terdapat di batu borax. Ada dua alotrop boron; boron amorfus adalah serbuk coklat, tetapi boron metalik berwarna hitam. Bentuk metaliknya keras (9,3 dalam skala Moh) dan konduktor yang buruk dalam suhu ruang. Tidak pernah ditemukan bebas dalam alam. (Hafiz, Lalu Alpan, 2016)

2.2.4 Magnesium

Magnesium ialah logam yang berwarna putih perak dan sangat mengkilap dengan titik cair 651°C yang dapat digunakan sebagai bahan paduan ringan, sifat dan karakteristiknya sama dengan Aluminium. Perbedaan titik cairnya sangat kecil tetapi sedikit berbeda dengan Aluminium terutama pada permukaannya yang mudah keropos bila terjadi oksidasi dengan udara. Oxid film yang melapisi permukaan Magnesium hanya cukup melindunginya dari pengaruh udara kering, sedangkan udara lembab dengan kandungan unsur garam kekuatan oksid dari Magnesium akan menurun, oleh karena itu perlindungan dengan cat atau lac (pernis) merupakan metoda dalam melindungi Magnesium dari pengaruh korosi kelembaban udara. (Sudjana, Hardi., 2008)

Magnesium adalah unsur kedelapan yang paling berlimpah dan merupakan sekitar 2% dari berat kerak bumi dan merupakan unsur yang paling banyak ketiga terlarut dalam air laut. Magnesium sangat melimpah di alam dan ditemukan dalam bentuk mineral penting didalam bebatuan , seperti dolomit, magnetit, dan olivin. Ini juga ditemukan dalam air laut, air asin bawah tanah dan lapisan asin. Ini adalah logam struktural ketiga yang paling melimpah di kerak bumi, hanya dilampaui oleh aluminium dan besi. Amerika Serikat secara umum menjadi pemasok utama dunia logam ini. Amerika Serikat memasok 45% dari produksi dunia, bahkan pada tahun 1995 Dolomit dan magnesit ditambang sampai sebatas 10 juta ton per tahun, di negara-negara seperti Cina, Turki, Korea Utara, Slowakia, Austria, Rusia dan Yunani. Aplikasi senyawa Magnesium digunakan sebagai bahan tahan api dalam lapisan dapur api untuk menghasilkan logam (besi dan baja, logam nonferrous), kaca, dan semen.

Magnesium merupakan unsur kimia yang dalam tabel periodik memiliki simbol Mg dan nomor atom 12 serta berat atom 24,31. Magnesium adalah elemen terbanyak kedelapan yang membentuk 2% berat kulit bumi, serta merupakan unsur terlarut ketiga terbanyak pada air laut. Logam alkali tanah ini terutama digunakan sebagai zat campuran (alloy) untuk membuat campuran aluminium-magnesium yang sering disebut "magnalium" atau "magnelium". Magnesium merupakan salah satu jenis logam ringan dengan karakteristik sama dengan aluminium tetapi magnesium

memiliki titik cair yang lebih rendah dari pada aluminium. Seperti pada aluminium, magnesium juga sangat mudah bersenyawa dengan udara (Oksigen). Perbedaannya dengan aluminium ialah dimana magnesium memiliki permukaan yang keropos yang disebabkan oleh serangan kelembaban udara karena oxid film yang terbentuk pada permukaan magnesium ini hanya mampu melindunginya dari udara yang kering. Unsur air dan garam pada kelembaban udara sangat mempengaruhi ketahanan lapisan oxid pada magnesium dalam melindunginya dari gangguan korosi. Untuk itu benda kerja yang menggunakan bahan magnesium ini diperlukan lapisan tambahan perlindungan seperti cat atau meni. (Kausar, Andriyansyah, 2014)

2.2.5 Pengecoran Logam

Pengecoran logam adalah proses pembuatan benda dengan mencairkan logam dan menuangkan cairan logam tersebut ke dalam rongga cetakan. Proses ini dapat digunakan untuk membuat benda-benda dengan bentuk rumit. Benda berlubang yang sangat besar dan sangat sulit atau sangat mahal jika dibuat dengan metode lain, dapat diproduksi masal secara ekonomis menggunakan teknik pengecoran yang tepat.

Pengecoran logam dapat dilakukan untuk bermacam-macam logam seperti, besi, baja paduan tembaga (perunggu, kuningan, perunggu aluminium dan lain sebagainya), paduan ringan (paduan aluminium, paduan magnesium, dan sebagainya), serta paduan lain, semisal paduan seng, monel (paduan nikel dengan

sedikit tembaga), hasteloy (paduan yang mengandung molibdenum, chrom, dan silikon), dan sebagainya.

Pada pengecoran logam, dibutuhkan pola yang merupakan tiruan dari benda yang hendak dibuat dengan pengecoran. Pola dapat terbuat dari logam, kayu, stereofoam, lilin, dan sebagainya. Pola mempunyai ukuran sedikit lebih besar dari ukuran benda yang akan dibuat dengan maksud untuk 7 mengantisipasi penyusutan selama pendinginan dan pengerjaan finishing setelah pengecoran. Selain itu, pada pola juga dibuat kemiringan pada sisinya supaya memudahkan pengangkatan pola dari pasir cetak. (Susandri, Debby., 2015)

Proses pengecoran logam sendiri dibedakan menjadi dua macam, yaitu *traditional casting* dan *non-traditional/contemporary casting*. Perbedaan secara mendasar di antara keduanya adalah bahwa *contemporary casting* tidak bergantung pada pasir dalam pembuatan cetaknya. Perbedaan lainnya adalah bahwa *contemporary casting* biasanya digunakan untuk menghasilkan produk dengan geometri yang kecil relatif dibandingkan bila menggunakan *traditional casting*.

2.2.6 Sand Casting

Sand Casting adalah proses pengecoran logam dengan menggunakan pasir sebagai bahan cetakan. Proses pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir adalah yang tertua dari segala macam metode pengecoran. Cetakan pasir merupakan cetakan

yang paling banyak digunakan, karena memiliki beberapa keunggulan diantaranya:
(Surdia, T. dan Chijiwa, K., 1976)

1. Dapat mencetak logam dengan titik lebur yang tinggi, seperti baja, nikel, dan titanium
2. Dapat mencetak benda cor dengan berbagai macam ukuran
3. Jumlah produksi dari satu sampai jutaan.

Proses pembentukan benda kerja dengan metoda penuangan logam cair kedalam cetakan pasir (sand casting), secara sederhana cetakan pasir ini dapat diartikan sebagai rongga hasil pembentukan dengan cara mengikis berbagai bentuk benda pada bongkahan dari pasir yang kemudian rongga tersebut diisi dengan logam yang telah dicairkan melalui pemanasan (molten metals).

Cetakan pasir untuk pembentukan benda tuangan melalui pengecoran harus dibuat dan dikerjakan sedemikian rupa dengan bagian- bagian yang lengkap sesuai dengan bentuk benda kerja sehingga diperoleh bentuk yang sempurna sesuai dengan yang kita kehendaki. (Sudjana, Hardi., 2008)

Ada beberapa macam pasir yang dipakai dalam pengecoran *sand casting*. Tetapi ada beberapa syarat yang harus dipenuhi agar hasil cetakan tersebut sempurna. Syarat bagi pasir cetak antara lain: (Surdia, T. dan Chijiwa, K., 1976)

1. Mempunyai sifat mampu bentuk sehingga mudah dalam pembuatan cetakan dengan kekuatan cocok. Cetakan yang dihasilkan harus kuat dan dapat

menahan temperatur logam cair yang tinggi sewaktu dituang kedalam cetakan.

2. Permeabilitas yang cocok. Agar udara yang terjebak didalam cetakan dapat keluar melalui sela-sela butir pasir untuk mencegah terjadinya cacat coran seperti gelembung gas, rongga penyusutan dan lain-lain.
3. Distribusi besar butir yang cocok.
4. Mampu dipakai lagi supaya ekonomis
5. Pasir harus murah.
6. Tahan panas terhadap temperatur logam pada saat dituang ke cetakan.

Temperatur penuangan logam cair yang biasa digunakan untuk bermacam-macam coran dinyatakan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 2.2 Temperatur Penuangan (Surdia, T. dan Chijiwa, K., 1976)

Coran	Temperatur Penuangan °C
Paduan Ringan	600-750
Brons	1100-1250
Kuningan	950-1100
Besi Cor	1250-1450
Baja Cor	1500-1550

2.2.7 Die Casting

Proses pengecoran dengan cetakan logam prinsip penuangannya tidak jauh beda dengan penuangan pada cetakan pasir, yang berbeda pada system ini ialah bahan cetakan itu sendiri yakni cetakan dibuat dari bahan logam, tentu saja salah satu syarat dari cetakan logam ini adalah logam bahan cetakan harus tahan terhadap temperatur tinggi sehingga apabila bahan logam cair dituangkan kedalam cetakan tersebut tidak mengakibatkan perubahan bentuk pada cetakan tersebut yang akan mengakibatkan berubahnya bentuk produk hasil cetakan itu sendiri. (Hardi Sudjana, 2008)

Pada dies casting ini dibedakan menjadi dua metode, antara lain : (Hardi Sudjana, 2008)

1. Pressure die casting
2. Gravity die casting
- a. *Pressure Die Casting*

Pressure die casting merupakan salah satu proses pengecoran yang cepat, dimana proses pengecoran dilakukan pada mesin penekan yang akan menekan logam cair kedalam cetakan, mesin ini juga dilengkapi dengan bagian yang dapat membuka dan menutup cetakan untuk memudahkan dalam melepaskan hasil cetakan dari benda tuangan

b. *Gravity Die Casting*

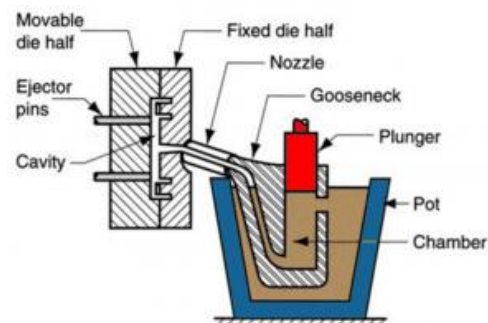
Gravity die Casting (penuangan curah) ialah proses penuangan logam cair kedalam cetakan dengan cara dicurahkan melalui saluran-saluran cetakan yang telah disediakan pada cetakan dengan menggunakan panci tuang (*ladle*).

Berdasarkan prosesnya, Die Casting dapat dikelompokkan 2 jenis: (Anonim., 2016)

a. *Hot Chamber Die Casting*

Hot Chamber Die Casting Ini adalah proses dimana plunger berada dalam posisi "naik". *Hot Chamber die casting* adalah jenis die casting yang menggunakan paduan dengan suhu leleh rendah (yaitu Zinc, beberapa paduan Magnesium). Menggunakan paduan dengan suhu leleh yang tinggi akan menghasilkan kerusakan pada gooseneck, nozzle dan komponen lainnya.

Pada proses ini, tungku pencair logam jadi satu dengan mesin cetak dan silinder injeksi terendam dalam logam cair. Silinder injeksi digerakkan secara pneumatik atau hidrolis. Pada umumnya Die Casting jenis ini hanya cocok untuk seng, timah putih,

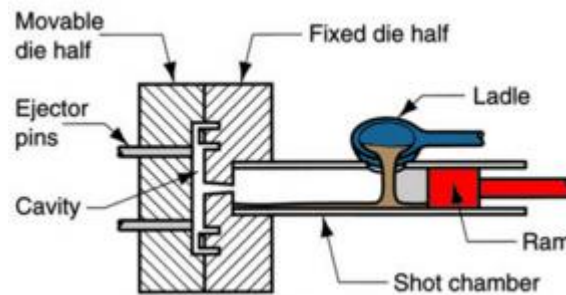


Gambar 2.1 Hot Chamber Die Casting (Sumber: Anonim, 2016.)

timbang dan paduannya. Logam cair ditekan ke dalam rongga cetakan dengan tekanan tetap dipertahankan selama pembekuan terjadi. leher angsa yang terendam logam cair sewaktu plunger pada kedudukan teratas. Kemudian logam cair diinjeksikan ke rongga cetakan dengan amat cepat.

b. Cold Chamber Die Casting

Cold chamber die casting adalah jenis die casting yang digunakan untuk paduan dengan suhu leleh tinggi



Gambar 2.2 Cold Chamber Die Casting (Sumber: Anonim, 2016)

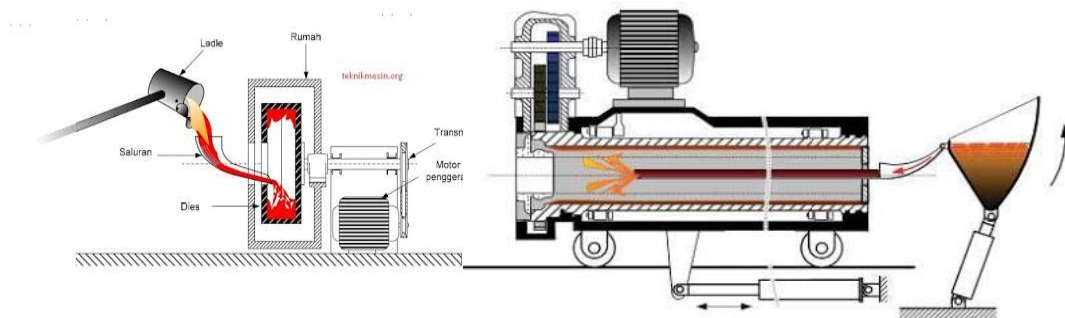
Sebagai perbandingan dari die casting ruang panas (memompa logam cair ke dalam mesin), logam cair dimasukkan dari tungku ke ruang tembakan melalui lubang tuang. Sementara fungsi umum mesin ruang dingin mirip dengan ruang panas, ruang dingin bekerja dengan orientasi horisontal dan tidak memiliki gooseneck

Cara kerja mesin ini, dimulai dari pencairan logam cair kemudian dituangkan ke dalam plunger yang berdekatan dengan cetakan, baru dilakukan penekanan

secara hidrolis . Proses ini biasanya cocok untuk logam-logam yang memiliki temperatur leleh tinggi, misalnya aluminium dan magnesium.

2.2.8 Centrifugal Casting

Proses penuangan dengan metoda sentrifugal dilakukan pada pengecoran dengan menggunakan cetakan logam (die casting), tidak semua bentuk benda tuangan dapat dilakukan dengan metoda ini, benda-benda bulat silinder dan simetris sesuai dengan konstruksinya dapat di cor dengan metoda sentrifugal ini. Secara prinsip proses pengecoran dengan sentrifugal ini dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 2.3 Proses Penuangan (Sumber: Hardi Sudjana, 2008)

Penuangan (pengecoran) dengan cara centrifugal ini ialah menggunakan putaran yang tinggi dari dies dengan demikian logam cair yang cukup berat akan terlempar keluar dari posisi penuangan yakni ke posisi bentuk dies sebagai bentuk benda kerja yang kita kehendaki. (Sudjana,Hardi., 2008)

2.2.9 Pasir Cetakan

Cetakan merupakan bagian yang akan bekerja menerima panas dan tekanan dari logam cair yang dituang sebagai bahan produk, oleh karena itu pasir sebagai bahan cetakan harus dipilih sesuai dengan kualifikasi kebutuhan bahan yang akan dicetak baik sifat penuangannya maupun ukuran benda yang akan dibentuk dalam penuangan ini dimana semakin besar benda tuangan maka tekanan yang disebut tekanan metallostatic akan semakin besar dimana cetakan maupun teras harus memiliki kestabilan mekanis yang terandalkan. Beberapa jenis pasir cetakan yang sering digunakan antara lain : (Sudjana, Hardi., 2008)

1. Pasir tanah liat

Pasir tanah liat ialah pasir yang komposisinya terdiri atas campuran pasir-kwarsa dengan tanah liat yang berfungsi sebagai pengikat. Pasir tanah liat ini dapat dibedakan menjadi dua macam menurut cara pemakaiannya yaitu :

- a. Pasir kering yaitu jenis pasir tanah liat dimana setelah dibentuk menjadi cetakan harus dikeringkan terlebih dahulu. Pasir ini sangat cocok digunakan untuk pengecoran benda-benda yang kecil maupun yang besar.
- b. Pasir basah ialah jenis pasir tanah liat yang telah dibentuk menjadi cetakan tidak perlu dilakukan pengeringan atau. Pasir ini hanya digunakan untuk pengecoran benda-benda yang kecil.

2. Pasir minyak

Pasir minyak ialah pasir kwarsa yang dalam pemakaiannya dicampur dengan minyak sebagai bahan pengikatnya, sifatnya yang sangat baik dan cocok digunakan dalam pembuatan teras baik ukuran kecil maupun besar, setelah pembentukan, teras dikeringkan dan dipoles dengan cairan serbuk batu bara. Teras dengan bahan pasir minyak ini dimana pengikatnya adalah minyak setelah penuangan minyak akan terbakar sehingga teras mudah untuk dikeluarkan.

3. Pasir dammar buatan (*Resinoid*)

Pasir dammar buatan ialah pasir cetak dengan komposisi yang terdiri dari pasir kwarsa dengan 2% dammar buatan. Pasir jenis ini hampir tidak perlu ditumbuk dalam pematatannya. Pasir ini juga memiliki sifat yang baik setelah mengeras dan pengerasannya dapat diatur dengan sempurna serta cocok digunakan untuk membentuk benda-benda dengan ukuran yang cukup besar. Proses penghitaman masih harus dilakukan seperti penggunaan pasir-pasir yang lainnya.

4. Pasir kaca air

Pasir kaca air merupakan komposisi dari pasir kwarsa dengan kurang lebih 4% kaca air. Pematatannya hampir tidak perlu ditumbuk dan sifatnya sangat

baik setelah dikeraskan melalui pemasukan gas CO dan dihitamkan Pasir kaca ini digunakan sebagai bahan cetakan atau teras dengan ukuran sedang.

5. Pasir semen

Pasir semen merupakan campuran pasir kwarsa dengan kurang lebih 9% semen serta air kurang lebih 6 %. Pematatannya tidak perlu ditumbuk dan sifatnya sangat baik setelah mengeras walupun proses pengerasannya lambat. Setelah kering juga dihitamkan. Pasir ini digunakan sebagai bahan teras dan cetakan yang berat.

Didalam suatu proses pengecoran, proses pembekuan logam cair setelah logam cair dituang kedalam cetakan akan mengalami penyusutan. Penyusutan pada rongga cetakan akan mengakibatkan berubahnya dimensi benda coran. Pada tabel dibawah ini diketahui penyusutan yang terjadi pada suatu logam

Tabel 2.2 Penyusutan yang terjadi Pada Suatu Material (ASM Handbook Casting, 1992)

Material	Penyusutan (%)
Baja Karbon	2
Besi Tuang Kelabu	1
Besi Tuang Putih	1.5
Aluminium	6

2.2.10 Pengujian Struktur Mikro

Pengujian Struktur Mikro atau metallography ialah suatu cara pemeriksaan pada microstructur dari bahan logam untuk mengetahui keadaan struktur bahan tersebut dalam hubungannya dengan sifat bahan tersebut sebelum atau sesudah proses perlakuan panas. Sebagaimana telah kita pelajari bahwa sifat bahan khususnya bahan logam sangat dipengaruhi oleh struktur serta komposisi unsur dari logam tersebut, oleh karena itu dalam proses perbaikan sifat bahan sering dilakukan dengan cara merubah struktur bahan tersebut melalui proses perlakuan panas. (Sudjana, Hardi, 2008)

Untuk mengetahui struktur mikro dari suatu logam pada umumnya pengujian dilakukan dengan reflek pemendaran (sinar), pada pemolesan atau etsa, tergantung pada permukaan logam uji polis, dan diperiksa langsung di bawah mikroskop atau dietsa lebih dulu, baru diperiksa di bawah mikroskop. Manfaat dari pengamatan struktur mikro ini adalah:

- a. Mempelajari hubungan antara sifat-sifat bahan dengan struktur dan cacat pada bahan.
- b. Memperkirakan sifat bahan jika hubungan tersebut sudah diketahui.

Adapun beberapa tahap yang perlu dilakukan sebelum melakukan pengujian struktur mikro, yaitu: (Hafiz, Lalu Alpan., 2016)

1. Pemotongan (*sectioning*)

Pemilihan sampel yang tepat dari suatu benda uji studi mikroskopik merupakan hal yang sangat penting. Pemilihan sampel tersebut didasarkan pada tujuan pengamatan yang hendak dilakukan. Pada umumnya bahan komersil tidak homogen, sehingga satu sampel yang diambil dari suatu volume besar tidak dapat dianggap representatif. Pengambilan sampel harus direncanakan sedemikian sehingga menghasilkan sampel yang sesuai dengan kondisi rata-rata bahan atau kondisi di tempat-tempat tertentu (kritis), dengan memperhatikan kemudahan pemotongan pula.

Secara garis besar, pengambilan sampel dilakukan pada daerah yang akan diamati mikrostruktur maupun makrostrukturnya. Sebagai contoh, untuk pengamatan mikrostruktur material yang mengalami kegagalan, maka sampel diambil sedekat mungkin pada daerah kegagalan (pada daerah kritis dengan kondisi terparah), untuk kemudian dibandingkan dengan sampel yang diambil dari daerah yang jauh dari daerah gagal. Perlu diperhatikan juga bahwa dalam proses memotong, harus dicegah kemungkinan deformasi dan panas yang berlebihan. Oleh karena itu, setiap proses pemotongan harus diberi pendinginan yang memadai.

2. Pemegangan (*mounting*)

Spesimen yang berukuran kecil atau memiliki bentuk yang tidak beraturan akan sulit untuk ditangani khususnya ketika dilakukan pengamplasan dan pemolesan akhir. Sebagai contoh adalah spesimen yang berupa kawat, spesimen lembaran metal tipis, potongan yang tipis, dll. Untuk memudahkan penanganannya, maka spesimen-spesimen tersebut harus ditempatkan pada suatu media (*media mounting*). Secara umum syarat-syarat yang harus dimiliki bahan *mounting* adalah:

- a. Bersifat inert (tidak bereaksi dengan material maupun zat etsa)
- b. Sifat eksoterimis rendah
- c. Viskositas rendah
- d. Penyusutan linier rendah
- e. Sifat adhesi baik
- f. Memiliki kekerasan yang sama dengan sampel
- g. Flowabilitas baik, dapat menembus pori, celah dan bentuk ketidak teraturan yang terdapat pada sampel
- h. Khusus untuk etsa elektrolitik dan pengujian SEM, bahan *mounting* harus konduktif.

Media *mounting* yang dipilih haruslah sesuai dengan material dan jenis reagen etsa yang akan digunakan. Pada umumnya *mounting* menggunakan material

plastik sintetik. Materialnya dapat berupa resin (*castable resin*) yang dicampur dengan *hardener*, atau *bakelit*. Penggunaan *castable resin* lebih mudah dan alat yang digunakan lebih sederhana dibandingkan bakelit, karena tidak diperlukan aplikasi panas dan tekanan. Namun bahan *castable resin* ini tidak memiliki sifat mekanis yang baik (lunak) sehingga kurang cocok untuk material-material yang keras.

3. Pengamplasan kasar (*grinding*)

Grinding dilakukan dengan menggunakan *disc* pengamplasan yang ditutup dengan *Silicon carbide* kertas dan air. Ada sejumlah ukuran amplas, yaitu 180, 240, 400, 1200, butir *Silicon carbide* per inci persegi. Ukuran 180, menunjukkan kekasaran dan partikel ini adalah ukuran untuk memulai operasi pengamplasan. Selalu menggunakan tekanan langsung di pusat sampel. Lanjutkan pengamplasan hingga semua noda kasar telah dihapus, permukaan sampel rata, dan semua goresan yang pada satu posisi. Hal ini membuat mudah untuk dilihat ketika goresan semuanya telah dihapus. Setelah operasi pengamplasan selesai pada ukuran amplas 1200, cuci sampel dengan air diikuti oleh alkohol dan keringkan sebelum dipindah ke *polish*. Atau juga dapat tahap ini ukurannya 240, 800, 1000, 1500. Berikut adalah beberapa tahap dalam pengampelasan, yaitu:

1. Persiapan

Tahap ini adalah tahap dimana melakukan pemilihan amplas yang dimulai dengan menggunakan amplas dengan nomor yang paling rendah (kasar) dan

juga ditambah dengan penggunaan air dengan tujuan supaya tidak terjadi gesekan antara permukaan spesimen dengan amplas yang dapat mengakibatkan percikan bunga api.

2. *Abrasion damage*,

Adalah tahap menghaluskan permukaan dari spesimen dengan menggunakan amplas dari nomor rendah (nomor 360) ke nomor yang paling tinggi (nomor 2000) sampai permukaan dari spesimen yang diuji rata dan tidak ada lagi *scratch* pada material bila dilihat di mikroskop.

3. Pemolesan (*polishing*)

Tahap polishing bertujuan untuk menghasilkan permukaan spesimen yang rata dan mengkilap, tidak boleh ada goresan yang merintang selama pengujian. *finish lap* merupakan tahap penghalusan akhir material dengan menggunakan kain yang telah diolesi *polisher* agar permukaan mengkilap dan rata atau bias disebut juga dengan polishing.

Polish yang terdiri dari *disc* pengamplasan ditutup dengan kain lembut penuh dengan partikel berlian (ukuran 6 dan 1 mikron) dan minyak pelumas yang berminyak. Mulai dengan ukuran 6 mikron dan terus menggosok sampai goresan hilang.

4. Etsa (*etching*).

Etching digunakan dalam *metallography* untuk memperlihatkan mikrostruktur dari specimen dengan menggunakan mikroskop. Specimen yang

akan *etching* harus *polish* secara teliti dan rata serta bebas dari perubahan yang disebabkan deformasi pada permukaan spesimen, alur material, *pullout*, dan goresan.

Meskipun dalam mikrography beberapa informasi sudah dapat diketahui tanpa proses *etching*, tetapi mikrostruktur suatu material biasanya baru dapat terlihat setelah dilakukan pengetsaan. Hanya sekitar 10% informasi yang dapat terlihat tanpa proses *etching*. Hanya reaktan, pori, celah, dan unsur non-metalik lainnya yang dapat diamati hanya dengan *polishing*, selebihnya diperlukan *etching*. Secara umum tujuan dari *etching* adalah:

- a. Memberi warna pada permukaan benda uji sehingga tampak jelas ketika diamati dengan mikroskop (*color enhancement*)
- b. Menimbulkan korosi sehingga memperjelas batas butir
- c. Meningkatkan kontras antar butir dan batas butir (*optical enhancement of contrast*)
- d. Mengidentifikasi fasa pada suatu spesimen (*anodizing process*)

5. Pemotretan (*photo*)

Dimaksudkan untuk mendapatkan Gambar dari struktur kristal yang dimaksud. Untuk mendapatkan foto mikrografi yang tajam, variabel berikut harus terkontrol yaitu penghilangan getaran, pelurusan pencahayaan, penyesuaian warna cahaya terhadap korelasi objek, menjaga kejernihan objek, penyesuaian daerah pengamatan, dan lubang diagram serta kecepatan fokus.

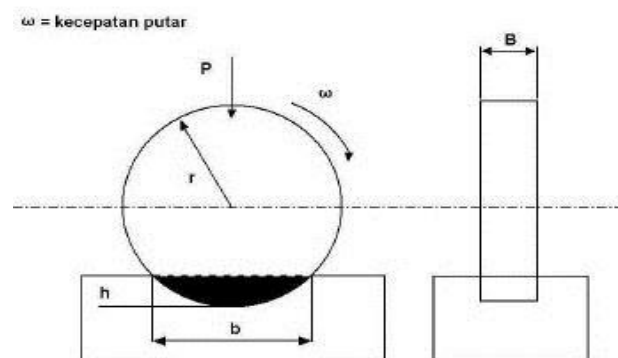
6. Mikroskop

Pada dasarnya, mikroskop terdiri dari dua buah lensa positif, yaitu lensa yang menerima sinar langsung dari bendanya atau lensa dekat dengan benda yang akan dilihat, yang disebut lensa obyektif, sedangkan lensa yang berada dekat dengan mata disebut lensa okuler. Perbesaran sebuah mikroskop biasanya berkisar 50, 100, 200, 400 dan 1000 kali lebih besar dari benda uji.

2.2.11 Pengujian Keausan

Suatu komponen struktur dan mesin agar berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya sangat tergantung pada sifat-sifat yang dimiliki material. Material yang tersedia dan dapat digunakan oleh para engineer sangat beraneka ragam, seperti logam, polimer, keramik, gelas, dan komposit. Sifat yang dimiliki oleh material terkadang membatasi kinerjanya. Namun demikian, jarang sekali kinerja suatu material hanya ditentukan oleh satu sifat, tetapi lebih kepada kombinasi dari beberapa sifat. Salah satu contohnya adalah ketahanan-*aus* (*wear resistance*) merupakan fungsi dari beberapa sifat material (kekerasan, kekuatan, dll), friksi serta pelumasan. Oleh sebab itu penelaahan subyek ini yang dikenal dengan nama ilmu Tribologi. Keausan dapat didefinisikan sebagai rusaknya permukaan padatan, umumnya melibatkan kehilangan material yang progresif akibat adanya gesekan (friksi) antar permukaan padatan. Keausan bukan merupakan sifat dasar material, melainkan respon material terhadap sistem luar (kontak permukaan). Keausan merupakan hal yang biasa terjadi

pada setiap material yang mengalami gesekan dengan material lain. Keausan bukan merupakan sifat dasar material, melainkan response material terhadap sistem luar (kontak permukaan). Material apapun dapat mengalami keausan disebabkan oleh mekanisme yang beragam. Pengujian keausan dapat dilakukan dengan berbagai macam metode dan teknik, yang semuanya bertujuan untuk mensimulasikan kondisi keausan aktual. Salah satunya adalah metode Ogoshi dimana benda uji memperoleh beban gesek dari cincin yang berputar (revolving disc). Pembebanan gesek ini akan menghasilkan kontak antar permukaan yang berulang-ulang yang pada akhirnya akan mengambil sebagian material pada permukaan benda uji. Besarnya jejak permukaan dari material tergesek itulah yang dijadikan dasar penentuan tingkat keausan pada material, semakin besar dan dalam jejak keausan. Maka semakin tinggi volume material yang terkelupas dari benda uji. Ilustrasi skematis dari kontak permukaan antara revolving disc dan benda uji diberikan oleh gambar berikut ini.



Gambar 4.1. Pengujian keausan dengan metode Ogoshi

Gambar 2.3 Pengujian keausan dengan metode ogoshi (Torse,1963)

Dengan B adalah tebal revolving disc (mm), r jari-jari disc (mm), b lebar celah material yang terabrasi (mm) maka dapat diketahui besarnya volume material yang terabrasi dengan rumus sebagai berikut: (Torsee, 1963)

$$WS = \frac{B.bo^3}{8.r.lo.Po} \dots\dots\dots(1)$$

Laju keausan (V) dapat ditentukan sebagai perbandingan volume terabrasi dengan jarak luncur x (setting pada mesin uji) :

$$V = \frac{W}{X} + \frac{B.b^3}{12 r.X} \dots\dots\dots(2)$$

Sebagaimana telah disebutkan pada bagian pengantar, material jenis apapun akan mengalami keausan dengan mekanisme yang beragam , yaitu keausan adhesive, keausan abrasive, keausan fatik dan keausan oksidasi. Dibawah ini diberikan penjelasan ringkas dari mekanisme-mekanisme tersebut, yaitu : (Hafiz, Lalu Alpan., 2016)

1. Keausan adhesive (*Adhesive wear*)

Terjadi bila kontak permukaan dari dua material atau lebih mengakibatkan adanya perlekatan satu sama lainnya (*adhesive*) serta deformasi plastis dan pada akhirnya terjadi pelepasan / pengoyakan salah satu material.

Faktor yang menyebabkan adhesive wear :

- a. Kecenderungan dari material yang berbeda untuk membentuk larutan padat atau senyawa intermetalik.

- b. Kebersihan permukaan.

Jumlah wear debris akibat terjadinya aus melalui mekanisme adhesif ini dapat dikurangi dengan cara ,antara lain :

- a. Menggunakan material keras.
- b. Material dengan jenis yang berbeda, misal berbeda struktur kristalnya.

2. Keausan Abrasif (*Abrasive wear*)

Terjadi bila suatu partikel keras (*asperity*) dari material tertentu meluncur pada permukaan material lain yang lebih lunak sehingga terjadi penetrasi atau pemotongan material yang lebih lunak. Tingkat keausan pada mekanisme ini ditentukan oleh derajat kebebasan (*degree of freedom*) partikel keras atau *asperity* tersebut. Sebagai contoh partikel pasir silica akan menghasilkan keausan yang lebih tinggi ketika diikat pada suatu permukaan seperti pada kertas amplas, dibandingkan bila partikel tersebut berada di dalam sistem slurry. Pada kasus pertama, partikel tersebut kemungkinan akan tertarik sepanjang permukaan dan akhirnya mengakibatkan pengoyakan. Sementara pada kasus terakhir, partikel tersebut mungkin hanya berputar (*rolling*) tanpa efek abrasi.

3. Keausan Lelah (*Fatigue wear*)

Hanya satu interaksi, sementara pada keausan fatik dibutuhkan interaksi multi. Keausan ini terjadi akibat interaksi permukaan dimana permukaan yang mengalami beban berulang akan mengarah pada pembentukan retak-retak mikro. Retak-retak

mikro tersebut pada akhirnya menyatu dan menghasilkan pengelupasan material. Tingkat keausan sangat bergantung pada tingkat pembebanan.

4. Keausan Oksidasi/Korosif (*Corrosive wear*)

Proses kerusakan dimulai dengan adanya perubahan kimiawi material di permukaan oleh faktor lingkungan. Kontak dengan lingkungan ini menghasilkan pembentukan lapisan pada permukaan dengan sifat yang berbeda dengan material induk. Sebagai konsekuensinya, material akan mengarah kepada perpatahan interface antara lapisan permukaan dan material induk dan akhirnya seluruh lapisan permukaan itu akan tercabut.

5. Keausan Erosi (*Erosion wear*)

Proses erosi disebabkan oleh gas dan cairan yang membawa partikel padatan yang membentur permukaan material. Jika sudut benturannya kecil, keausan yang dihasilkan analog dengan abrasive. Namun, jika sudut benturannya membentuk sudut gaya normal (90 derajat), maka keausan yang terjadi akan mengakibatkan *brittle failure* pada permukaannya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Waktu yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah selama tujuh bulan, yang dilaksanakan pada bulan April sampai dengan bulan Oktober tahun 2018.

3.1.2 Tempat Penelitian

Dalam pelaksanaan serta pengujian tugas akhir ini, penulis melakukan penelitian di IKM Pengecoran Logam, Nitikan, Yogyakarta dan di Laboratorium Bahan teknik, Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

3.2 Bahan Penelitian

Pada pelaksanaan penelitian ini, bahan yang akan digunakan adalah piston mobil bekas dengan penambahan unsur Titanium-Boron (Ti-B) sebagai penghalus butir dan Magnesium (Mg) untuk meningkatkan kemampuan pengerjaan mesin.



Gambar 3.1 Piston Mobil Bekas



Gambar 3.2 Unsur Titanium-Boron (Ti-B)



Gambar 3.3 Unsur Magnesium (Mg)

Dalam proses peleburan ini unsur Ti-B dan Mg digunakan sebagai unsur tambahan pada saat peleburan piston bekas untuk mengetahui pengaruh keausan dan struktur mikro antara poros berulir (*screw*) dengan penambahan 0.1% Ti-B dan 0.1% Mg, poros berulir (*screw*) dengan penambahan unsur 0.25% Ti-B dan 0.3% Mg dan poros berulir (*screw*) dengan tidak ada penambahan unsur apapun.

3.3 Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan pada pengujian ini adalah

1. Timbangan

Digunakan untuk menimbang bahan yang digunakan untuk proses peleburan logam dan tambahan unsur Titanium-Boron (Ti-B) dan Magnesium (Mg) sebelum melakukan pengecoran logam

2. Mesin pengujian keausan

Digunakan untuk menguji keausan pada spesimen benda uji. Metode yang digunakan pada pengujian keausan ini adalah metode ogoshi

3. Mikroskop Optik

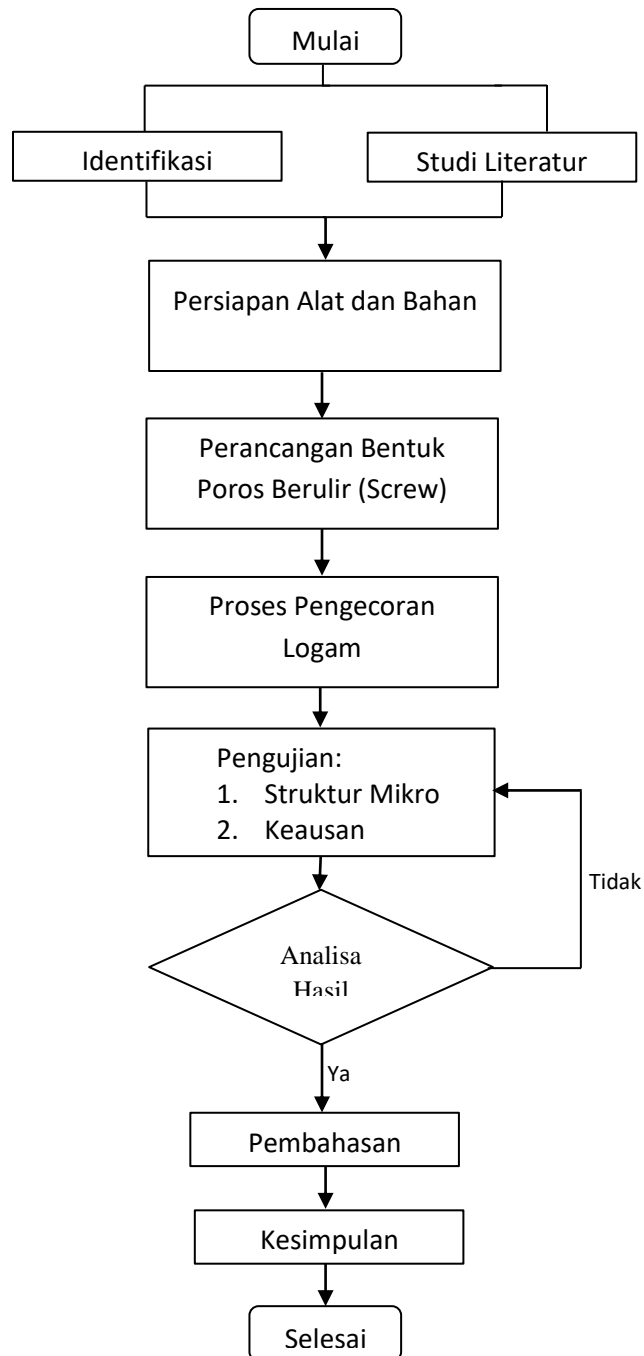
Digunakan untuk melihat struktur mikro spesimen benda uji dengan pembesaran 100x

4. Alat Pendukung

Digunakan untuk membantu pada saat proses pengecoran aluminium, pembuatan spesimen uji, yaitu:

- a. Gerinda Tangan
- b. Amplas
- c. Kamera
- d. Autosol
- e. Ladel
- f. Tungku Peleburan
- g. Gergaji Besi
- h. Cetakan Spesimen
- i. Sikat serabut besi

3.4 Diagram Alir



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian

3.5 Metode

Pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan unsur Titanium-Boron (Ti-B) dan Magnesium (Mg) dari hasil pengecoran aluminium untuk pembuatan spesimen poros berulir terhadap keausan dan struktur mikro dengan menggunakan pengujian keausan dan struktur mikro dengan skala pembesaran 100x

3.6 Urutan Langkah Pembuatan Spesimen

1. Menyiapkan bahan dasar utama terlebih dahulu yaitu piston bekas motor diesel. kemudian melakukan peleburan piston bekas terlebih dahulu tanpa pencampuran unsur apapun agar spesimen yang dihasilkan nanti dapat bercampur secara homogen. Setelah selesai melakukan pengecoran piston bekas motor diesel tanpa tambahan unsur apapun, maka selanjutnya melakukan penimbangan dengan menggunakan timbangan *digital* untuk menentukan bahan yang akan digunakan untuk melakukan peleburan kembali yaitu sebesar 10000 Gram.
2. Kemudian menyiapkan unsur tambahan Titanium-Boron (Ti-B) dan Magnesium (Mg), kemudian melakukan pemotongan unsur tambahan tersebut untuk menentukan ukuran yang sudah ditentukan di awal dengan cara ditimbang menggunakan timbangan *digital*.
3. Setelah semua bahan siap untuk melakukan peleburan, maka akan dibawa ke dapur peleburan untuk melakukan peleburan logam

4. Sebelum melakukan peleburan, buat cetakan terlebih dahulu dengan ukuran yang sudah ditentukan. Cetakan untuk pembuatan spesimen poros berulir ini terbuat dari pasir yang dapat menahan panas pada saat melakukan penuangan.
5. Kemudian melakukan proses peleburan material pada tungku peleburan
6. Melakukan penuangan logam cair yang sudah dibuat ke dalam cetakan pasir
7. Melakukan pembongkaran cetakan
8. Mengulangi langkah 6 sampai langkah 9 sebanyak dua kali dengan penambahan 0.1%, 0.25% Titanium-Boron (Ti-B) dan 0.1%, 0.3% Magnesium (Mg) pada setiap peleburan
9. Setelah selesai, bersihkan spesimen dari pasir cetak dan dinginkan spesimen secara normal
10. Setelah itu menyiapkan spesimen hasil dari cetakan tadi untuk dipotong sesuai ukuran untuk melakukan pengujian keausan dan stuktur mikro.
11. Tahap yang terakhir adalah melakukan pengujian spesimen yang telah selesai dibuat tadi, dengan menggunakan beberapa pengujian yaitu uji struktur mikro, uji keausan. Setelah selesai melakukan pengujian maka barulah dilakukan pengolahan data.

3.7 Pengujian Struktur Mikro

Pengujian stuktur mikro ini bertujuan untuk mengamati stuktur mikro pada spesimen hasil pengecoran logam dengan tanpa penambahan unsur apapun dan spesimen hasil pengecoran dengan penambahan 0.1%, 0.25% Ti-B dan 0.1%, 0.3% Mg. pada pengujian struktur mikro ini menggunakan alat *Metallurgical Microscop*

Invertigo. Ada pun hal yang harus dilakukan sebelum melakukan pengamatan struktur pada masing-masing spesimen, yaitu

1. Memilih material yang akan diamati mikronya.
2. Memilih bagian yang akan diamati, usahakan bagian tersebut adalah bagian yang paling utama (penting) yang hubungannya dengan gaya/beban yang bekerja.
3. Membuat pegangan dengan resin sehingga mudah untuk diampelas.
4. Melakukan pengamplasan dari no 200, 400, 600, 1000, dan 2000 (harusurut).
5. Melakukan pemolesan dengan autosol.
6. Melakukan proses etsa dengan larutan kimia yang sesuai dengan bahan (logam alumunium) yaitu NaOH.
7. Proses etsa dilakukan dengan meneteskan atau mencelupkan spesimen ke dalam larutan etsa yang sesuai, dengan waktu yang relatif singkat 1-5 detik karena jika terlalu lama bisa berakibat gosong sehingga struktur mikro tidak terlihat jelas.
8. Melakukan pencuci dengan air sabun atau bilas (jangan digosok) spesimen kemudian dikeringkan dengan bantuan *hairdryer* sehingga dipastikan bersih serta kering.
9. Melihat dan mengamati struktur mikro dibawah mikroskop, jika struktur belum terlihat jelas maka harus diulangi proses dari pemberian autosol.
10. Mencetak atau memotret struktur mikro jika sudah terlihat jelas.

3.8 Pengujian Keausan

Pengujian keausan ini bertujuan untuk mengetahui angka keausan yang didapat pada spesimen poros berulir. Nilai keausan spesimen poros berulir diukur dengan menggunakan metode ogoshi, terdapat satu spesimen hasil pengecoran logam dengan tanpa penambahan apapun dan dua spesimen hasil pengecoran dengan penambahan 0.1%, 0.25% Ti-B dan 0.15, 0.3% Mg. Adapun langkah yang harus dilakukan sebelum melakukan pengujian keausan dengan menggunakan metode ogoshi, yaitu:

1. Memilih material yang akan diuji keausannya
2. Memilih bagian yang halus dan rata.
3. Memilih bagian yang akan digores, usahakan bagian tersebut adalah bagian yang paling utama (penting) yang dapat dilihat oleh kasat mata.
4. Melakukan pengamplasan dari no 200, 400, 600, 1000, dan 2000 (harusurut).
5. Melakukan pemolesan dengan autosol
6. Memasang spesimen pada alat pengujian dengan memasang benda uji pada garis atau titik yang sudah ditentukan.
7. Melakukan pengaturan beban 4-5 mm
8. Melakukan proses pengujian penggoresan selama 60 detik.
9. Melihat jumlah goresan yang ada pada spesimen setelah pengujian keausan menggunakan mikroskop.
10. Melakukan perhitungan dengan menggunakan rumus pengujian keausan.

BAB IV

PEMBAHASAN

Pengujian dan pengambilan data ini dilakukan di Laboratorium, Bahan teknik, Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Data yang diambil merupakan data hasil pengujian struktur mikro dan pengujian keausan yang didapat pada spesimen alumunium dengan penambahan 0.1%, 0.25% Titanium-Boron (Ti-B) dan 0.1%, 0.3% Magnesium (Mg) untuk pembuatan spesimen poros berulir (*screw*) dan akan dibandingkan dengan spesimen poros berulir (*screw*) tanpa ada pencampuran unsur sama sekali (*Raw Material*)

Data-data yang didapat dalam penelitian tugas akhir ini selanjutnya diolah dan dianalisa. Adapun langkah-langkah dalam pengolahan dan analisa data yaitu sebagai berikut:

1. Data dari proses pembuatan poros berulir (*screw*) yang diperoleh kemudian disusun menjadi rangkaian-rangkaian proses pembuatan poros berulir (*screw*) tersebut.
2. Data dan grafik yang didapat dari hasil pengujian kemudian dilakukan penghitungan untuk menganalisa hasil dari uji mikro struktur dan uji keausan.
3. Menyimpulkan hasil penelitian.

4.1 Proses Pembuatan

Berikut ini adalah tahap-tahap proses pembuatan piston honda dengan metode sand casting mulai dari pembuatan cetakan pola hingga proses finishing

4.1.1 Proses pengecoran logam dengan metode *sand casting*

- a. Isi dan padatkan drag atau cetakan bawah dengan menggunakan campuran pasir dan tanah khusus untuk membuat inti pada cetakan tersebut
- b. Kemudian pasang pola cetakan pada drag yang sudah dipadatkan dan taburkan bubuk khusus agar mudah dibuka pada saat cetakan atas dilepas
- c. Setelah pola cetakan sudah terpasang pada drag, pasang kup atau cetakan atas dan masukan pipa untuk membuat saluran tuang, kemudian isi dan padatkan kembali campuran pasir dan tanah khusus pada kup atau cetakan atas
- d. Kemudian lepaskan pipa dan kup atau cetakan atas dari drag atau cetakan bawah untuk mengeluarkan pola cetakan pasir yang sudah terbentuk, pada proses ini dilakukan secara hati-hati agar pada saat mengeluarkan pola cetakan tidak berantakan



Gambar 4.1 Cetakan atas dan Cetakan Bawah (*kup and drag*)

- e. Setelah kup atau cetakan atas tadi dilepas untuk mengeluarkan pola cetakan, pasang kembali kup atau cetakan atas untuk dilakukan proses persiapan penuangan cairan logam kedalam cetakan yang sudah dibentuk sebelumnya



Gambar 4.2 Cetakan yang sudah disatukan

4.2. Peleburan dan Penuangan

4.2.1 Bahan Baku Peleburan

Bahan baku yang digunakan pada proses pengecoran logam kali ini menggunakan piston bekas motor diesel



Gambar 4.3 Piston Bekas Motor Diesel

4.2.2 Tungku Peleburan

Dalam proses peleburan logam aluminium kali ini penulis menggunakan tungku peleburan dengan bahan bakar solar. Selama proses pengecoran logam yang paling penting adalah tungku yang digunakan dalam proses peleburan ini

harus benar-benar tahan terhadap temperatur tinggi yaitu antara 650°C - 850°C sebagai syarat titik cair aluminium. Pada bagian atas dari tungku ini terbuka lebar, sehingga akan lebih memudahkan pengisian komponen-komponen logam yang akan di lebur ke dalam tungku.

4.2.3 Proses Peleburan Logam

Jika tungku telah siap dan bahan aluminium telah dimasukkan kedalam tungku maka dapur lebur siap untuk dinyalakan. Tutup tungku peleburan agar panas yang dihasilkan lebih efisien. Setelah aluminium mulai dilebur dan mencapai temperatur yang sudah diharapkan dengan lama waktu sekitar 20-30 menit, maka proses selanjutnya adalah masukan komposisi bahan Ti-B dan Mg ke dalam tungku peleburan. Apabila seluruh komposisi bahan tadi telah mencair secara homogen maka logam cair siap untuk dituang kedalam wadah cetakan yang sudah disiapkan tadi. Adapun proses peleburan yang dilakukan sebagai berikut:

- a. Siapkan material yang akan dilebur, kemudian masukkan piston bekas kedalam tungku yang sudah siap untuk melebur piston tersebut
- b. Kemudian masukan komposisi bahan Ti-B dan Mg kedalam tungku peleburan

Tabel 4.1 Komposisi Bahan Pembuat

Keterangan	Komposisi Bahan Pembuat <i>Screw</i>				
	Piston Bekas Motor Diesel	Ti-B		Mg	
%	100	0.1	0.25	0.1	0.3
Gram	10000	10	25	10	30

- c. Setelah semua komposisi bahan tadi mencair secara merata, tuang logam cair kedalam wadah cetakan. Pada saat penuangan logam cair kedalam cetakan lakukan secara hati-hati dan stabil, jika logam cair terlalu lama dituang kedalam wadah cetakan maka udara akan masuk ke dalam logam cair dan membuat logam cair lebih cepat mengeras
- d. Setelah logam cair dituangkan kedalam wadah cetakan tunggu sekitar kurang lebih 3 menit untuk proses pengerasan logam tersebut. Selanjutnya melakukan pembongkaran cetakan untuk melihat hasil akhir pengecoran yang sudah dilakukan
- e. Bersihkan hasil coran dari pasir cetak yang digunakan dalam proses pengecoran logam untuk mempermudah melihat hasil cor yang sudah dilakukan, pembersihan ini dilakukan menggunakan sikat serabut besi untuk menghilangkan bercak-bercak campuran pasir dan tanah khusus akibat pengecoran logam.

4.3 Proses Finishing

Pada proses *finishing* ini penulis melakukan proses pemesinan untuk memotong saluran masuk dan keluar serta meratakan permukaan spesimen benda kerja dengan menggunakan amplas kasar sampai amplas halus. Berikut langkah proses finishing :

- a. Pemotongan saluran masuk dan keluar dengan menggunakan gerinda potong, untuk membuat spesimen benda kerja yang akan diuji.
- b. Amplas bagian spesimen yang akan di uji mulai dari amplas yang paling kasar sampai amplas yang paling halus



Gambar 4.4 Poros Berulir

4.4 Hasil dan Pembahasan

Dalam melakukan penelitian dilaboratorium bahan teknik Universitas Gajah Mada, penulis mendapatkan hasil-hasil yang terukur dari penelitian berbagai macam spesimen yaitu spesimen dengan penambahan unsur 10 gram Titanium-Boron (Ti-B) dan 10 gram Magnesium (Mg), spesimen dengan penambahan unsur 25 gram Titanium-Boron (Ti-B) dan 30 gram Magnesium (Mg), dan spesimen tanpa ada

penambahan unsur apapun. Adapun beberapa pengujian yang dilakukan penulis adalah pengujian mikro struktur dan pengujian keausan.

4.4.1 Data Hasil Pengujian Struktur Mikro

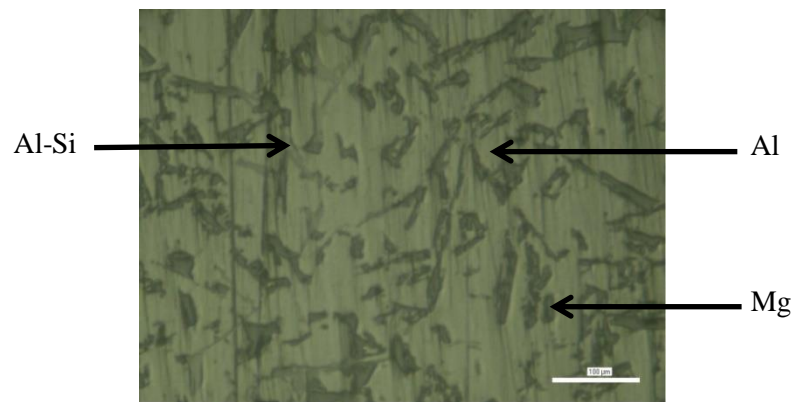
Pengamatan struktur mikro pada benda uji spesimen akibat variasi penambahan unsur Ti-B dan Mg dimaksudkan untuk melihat gambaran struktur mikro pada permukaan benda uji spesimen hasil pengecoran yang sudah dibuat. Pengujian mikrosuktur ini dilakukan dengan alat uji *metallurgical microscope invertigo tipe*.



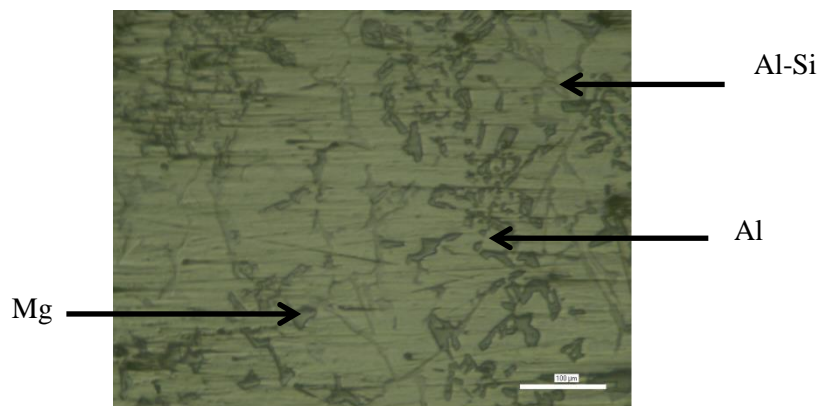
Gambar 4.4 Mikroskop Optik tipe *metallurgical microscop invertigo*

Pengamatan perubahan stuktur mikro dari hasil peleburan diamati dengan pengujian metalografi yang dilakukan pada daerah permukaan logam yang telah di haluskan dan mengkilap. Sebelum melakukan pengujian pada benda uji spesimen, potong benda uji spesimen sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan pada awal pengujian. Setelah spesimen benda uji sudah dipotong, kemudian langsung di amplas mulai dari amplas yang paling kasar sampai amplas yang paling halus dan

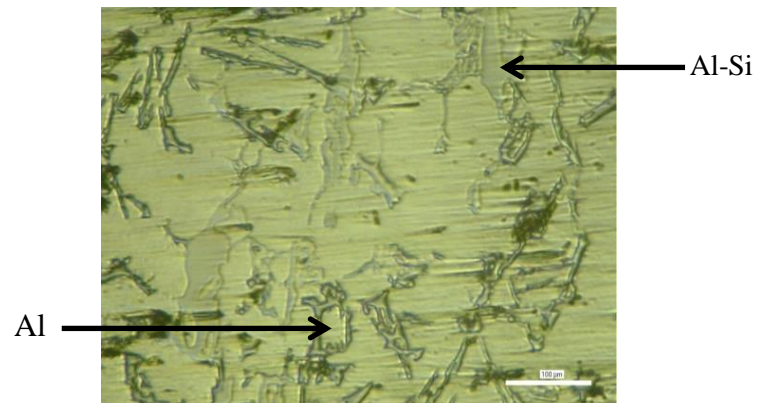
kemudian diberi autosol untuk mengkilapkan benda uji spesimen tersebut. Selanjutnya, ketika sampel telah siap baru diamati struktur mikronya dengan mikroskop optik dengan skala pembesaran 100x. Adapun data dan hasil pengamatan benda uji spesimen dengan menggunakan mikroskop optik dengan skala pembesaran 100x bisa dilihat sebagai berikut:



Gambar 4.5 Struktur Mikro Spesimen Al-Si + 0.1% Ti-B + 0.1% Mg



Gambar 4.6 Struktur Mikro Spesimen Al-Si + 0.25% Ti-B + 0.3% Mg



Gambar 4.7 Struktur Mikro Spesimen Aluminium-Silikon (Al-Si)

Jika diperhatikan dari hasil pengujian struktur mikro dengan variasi penambahan unsur Ti-B dan Mg dari sampel pengecoran logam dengan menggunakan cetakan pasir untuk pembuatan poros berulir (*Screw*) pada gambar 4.4, gambar 4.5 dan gambar 4.6 tersebut. Terdapat beberapa fasa, diantaranya fasa Al, fasa Al-Si dan fasa Mg. Adapun karakteristik dari fasa-fasa berikut, yaitu:

1. Fasa Al (berwarna terang) adalah larutan padat primer
2. Fasa Al-Si (berwarna kelabu terang), fasa ini terbentuk karena jumlah prosentase Si (silikon) lebih besar dari Mg (magnesium). Pada umumnya akan dapat meningkatkan tingkat kekerasan dan dapat menghambat laju korosi.
3. Fasa Mg (berwarna kelabu kehitam-hitaman). Dengan adanya fasa ini akan meningkatkan kekuatan aluminium dan mampu las yang baik

Hasil penelitian tentang perubahan struktur mikro akibat penambahan unsur Ti-B dan Mg ditunjukkan pada gambar diatas. Struktur mikro paduan aluminium

hasil pengamatan dengan mikroskop optik pada perbesaran 100 kali menunjukkan struktur butiran pada aluminium paduan dengan penambahan unsur Ti-B dan Mg semakin kecil dan semakin rapat. Hal ini membuktikan bahwa semakin banyak unsur Ti-B dan Mg yang ditambahkan pada hasil pengecoran aluminium paduan maka akan semakin kecil struktur butirannya dan akan berpengaruh pada sifat mekanis poros berulir.

4.4.2 Data Hasil Pengujian Keausan

Pengujian keausan ini dilakukan guna mengetahui rusaknya permukaan benda uji spesimen akibat adanya gesekan antar permukaan pada benda uji spesimen. Pengujian keausan dapat dilakukan dengan berbagai macam metode dan teknik, Salah satu metode yang digunakan oleh penulis untuk pengujian keausan ini adalah metode Ogoshi dimana benda uji memperoleh beban gesek dari cincin yang berputar (*revolving disc*).



Gambar 4.8 Alat pengujian keausan metode Ogoshi

Dari hasil pengujian keausan spesimen benda uji Aluminium untuk pembuatan poros berulir (*screw*) dengan menggunakan waktu 1 menit atau 60 detik, tebal pada revolving disk 3 mm, jari-jari revolving disk 14 mm, gaya tekan pada

proses keausan berlangsung 2,12 kg, dan jarak tempuh pada proses pengausan 66,6 m / 6660 mm. Rumus yang digunakan :

$$Ws = \frac{B \cdot bo^3}{8 \cdot r \cdot lo \cdot Po}$$

Keterangan

Ws : Wear Spesific (Ws/mm²)

B : Tebal Revolving Disk (mm)

r : Jari-jari Revolving Disk (mm)

lo : Jarak tempuh pada saat pengujian (mm)

Po : Gaya tekan pada saat pengujian (Kg)

bo³ : Garis/strip pada saat pengujian keausan (mm)

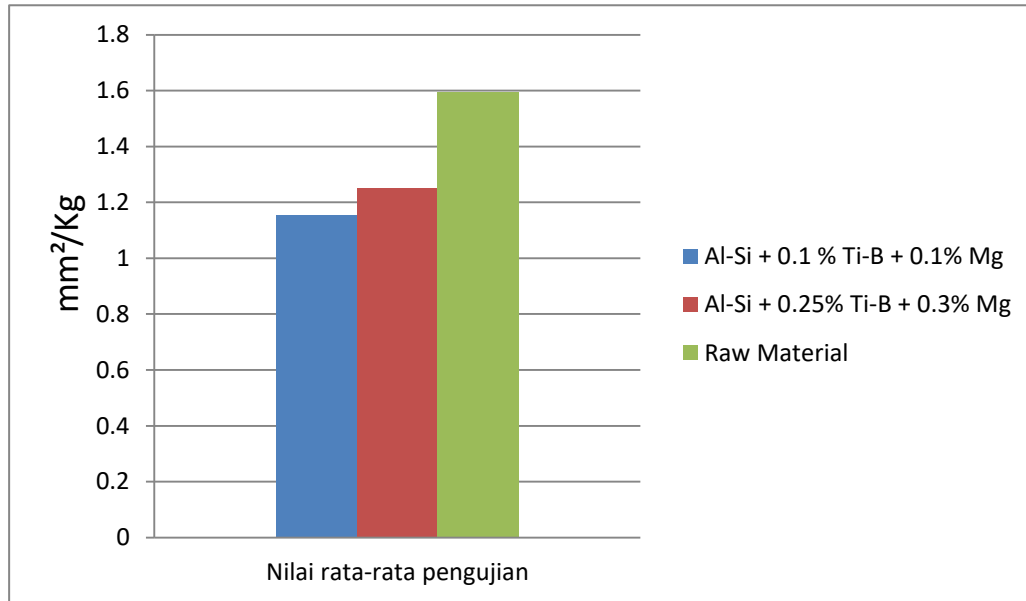
Tabel 4.2 Hasil pengujian keausan

Screw	bo (mm)	bo ³ (mm)	B (mm)	r (mm)	Po (Kg)	lo (mm)	Ws (mm ² /Kg)
Al-Si + 0.1% Ti-B + 0.1 % Mg	0.859	0.633	3	14	2.12	66.6	1.2
	0.868	0.653	3	14	2.12	66.6	1.238
	0.815	0.541	3	14	2.12	66.6	1.026
Al-Si + 0.25% Ti-B + 0.3% Mg	0.833	0.578	3	14	2.12	66.6	1.096
	0.807	0.825	3	14	2.12	66.6	1.565
	0.833	0.578	3	14	2.12	66.6	1.096
Raw Material	0.947	0.849	3	14	2.12	66.6	1.610
	1.008	1.024	3	14	2.12	66.6	1.942
	0.868	0.653	3	14	2.12	66.6	1.238

Dari hasil pengujian keausan diatas telah terdapat hasil pengujian pada screw dengan variable penambahan unsur Ti-B dan Mg sebanyak 2% dan 4% serta screw tanpa ada penambahan unsur Ti-B dan Mg dengan nila rata-rata pada setiap benda uji spesimen.

Tabel 4.3 Nilai rata-rata pengujian keausan

Screw	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3	Nilai rata-rata
Al-Si + 0.1% Ti-B + 0.1 % Mg	1.200	1.238	1.026	1.154
Al-Si + 0.25% Ti-B + 0.3% Mg	1.096	1.565	1.096	1.252
Raw Material	1.610	1.942	1.238	1.596



Gambar 4.9 Nilai rata-rata pengujian keausan

Dari tabel dan gambar grafik pengujian keausan diatas dapat dilihat bahwa nilai rata-rata keausan yang dihasilkan pada spesimen Aluminium dengan penambahan unsur 0.1% Titanium-Boron (Ti-B) dan 0.1% Magnesium (Mg) adalah 1.154 mm²/kg sedangkan pada spesimen Aluminium dengan penambahan unsur 0.25 % Titanium-Boron (Ti-B) dan 0.3% Magnesium (Mg) adalah 1.252 mm²/kg dan pada spesimen *Raw Material* adalah 1.596 mm²/kg. Dari hasil data pengujian tersebut menunjukkan ketahanan aus pada spesimen Aluminium dengan penambahan unsur 0.1% Ti-B dan 0.1% Mg untuk pembuatan poros berulir (*screw*) memiliki ketahanan aus yang lebih baik yaitu sebesar 1.154 mm²/Kg dibandingkan dengan dengan penambahan unsur 0.25% Ti-B dan 0.3% Mg dan tanpa penambahan unsur apapun yang masing-masing memiliki nilai daya tahan aus sebesar 1.252 mm²/kg dan 1.596 mm²/kg. Pengaruh penambahan unsur

Titanium Boron (Ti-B) dan Magnesium (Mg) terhadap material Aluminium-Silikon (Al-Si) untuk pembuatan poros berulir (*screw*) menyebabkan meningkatnya daya tahan terhadap korosi karena adanya perbedaan temperatur suhu pada saat proses penuangan logam cair. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lebar goresan yang didapat pada spesimen maka nilai keausan spesifik semakin bertambah besar. Yang artinya spesimen yang memiliki kekerasan tinggi memiliki ketahanan aus yang baik dan begitupun sebaliknya spesimen yang memiliki kekerasan rendah memiliki ketahanan aus yang kurang baik. (Andrianto, Novi dan Sri Nugroho, 2014)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil kesimpulan, analisa dan pembahasan data yang telah dilakukan pada pengaruh variasi penambahan 0.1%, 0.25% Titanium-Boron (Ti-B) dan 0.1%, 0.3% Magnesium (Mg) dari hasil pengecoran metode *sand casting* kemudian dilakukan pengujian keausan menggunakan alat uji keausan metode ogoshi serta pengujian mikro struktur, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan unsur Titanium-Boron (Ti-B) dan Magnesium (Mg) untuk pembuatan poros berulir ini dapat mempengaruhi daya tahan aus dari suatu bahan dan mikro strukturnya.
2. Pada pengujian struktur mikro terlihat semakin kecil dan semakin rapat struktur butir pada aluminium paduan hasil pengecoran akibat adanya penambahan unsur Ti-B dan Mg yang akan mempengaruhi sifat mekanis pada poros berulir.
3. Dari hasil pengujian keausan metode ogoshi menunjukkan bahwa pada spesimen aluminium dengan penambahan unsur 0.1% Titanium-Boron (Ti-B) dan 0.1% Magnesium (Mg) memiliki daya tahan aus yang lebih baik yaitu sebesar 1.154 mm²/kg dibandingkan dengan dengan penambahan unsur 0.25% Ti-B dan 0.3% Mg dan tanpa penambahan unsur apapun yang masing-masing memiliki nilai daya tahan aus sebesar 1.252 mm²/kg dan 1.596 mm²/kg.

5.2 Saran

Dalam penelitian tentang pembuatan poros berulir ini masih banyak sekali kekurangan, yang mana dapat diperbaiki atau dikembangkan lagi pada penelitian berikutnya. Berikut adalah beberapa saran yang harus diperhatikan yaitu :

1. Diperlukan adanya pengujian mekanis yang lainnya agar dapat mengetahui nilai kekuatan material yang spesifik pada aluminium paduan dari hasil pengecoran sand casting
2. Diperlukan adanya pengujian komposisi bahan untuk mengetahui spesifik bahan dari bahan pembuatan poros berulir
3. Pada saat melakukan peleburan diharapkan melakukan pengecekan temperatur suhu penuangan aluminium paduan

DAFTAR PUSAKA

- Andriyanto, Novi dan Sri Nugroho., 2014, “*Karakterisasi Sifat Keausan dan Ketahanan Korosi Material Disc Refiner White Cast Iron dan Stainless Steel*”
Jurnal Teknik Mesin S-1, Vol. 2, No. 4, Universitas Diponegoro, Semarang
- Anonim, 2016, “*Hot Chamber vs Cold Chamber Die Casting*” Chicago White Metal Casting Inc. <https://www.cmwdiecast.com/blog/2016/05/24/die-casting-101-hot-chamber-vs-cold-chamber> Diakses pada tanggal 23 april 2018 jam 18.05
- ASM Specialty Handbook, 1993, “*Aluminium and Aluminium Alloys*”, Ohio, USA.
- ASM Handbook Vol. 15, 1992, “*Casting*”, ASM International
- Brown, J.R., 1999, “*Foseco Non-Ferrous Foundryman’s Handbook*”, Butterworth Heinemann, Eleventh Edition, Oxford
- Hafiz, Lalu Alpan., 2016, “*Analisa Sifat Mekanik Poros Berulir (Screw) Berbahan Dasar 50% Alumunium dan 50% Piston Bekas dengan Penambahan 0,02% Ti-B*” Naskah Publikasi Univesitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Kausar, Andriyansyah., 2014, “*Pengaruh Parameter Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Dalam Pengefresian Magnesium Tersuplai Udara Dingin*” Fakultas Teknik, Universitas Lampung
- Suherman, 2009., “*Pengaruh Penambahan Sr atau TiB Terhadap Struktur Mikro dan Fluiditas Pada Paduan Al-6%Si0,7%Fe*”, Jurnal Dinamis Vol. II, No. 4, ISSN 0216 – 7492

- Supriyadi, A., dkk., 2011, "*Pengaruh Penambahan GrainRefiner Ti-B Terhadap Bahan ADC12 Pada Pengecoran HPDC Untuk Peningkatan Kualitas Sepatu Rem Sepeda Motor Produk IKM*", ORBITH Vol. 7 No. 3 November 2011: 393-400
- Surdia, T. dan Saito, S., 1992, "*Pengetahuan Bahan Teknik*", PT. Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Surdia, T. dan Chijiwa, K., 1976, "*Teknik Pengecoran Logam*", Edisi Ke-2, Cetakan Ke7, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Smith, W.F., 1993, "*Structure and Properties of Engineering Alloys*", McGraw-Hill inc, Second Edition.
- Sudjana, Hardi., 2008, "*Teknik Pengecoran Logam*", Jilid ke 2 dan jilid ke 3, Direktorat pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta
- Susandri, Debby., 2015, "*Desaiin Logo Cetakan Politeknik Negeri Sriwijaya Untuk Souvenir (Pengujian)*" Laporan Akhir Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang
- Torsee, 1963, "*Oghosi high Speed Universal Wear Testing Mechaine*", Tokyo: PT Testing Mechaine MFG.CO.,LTD

Lampiran



Mesin Pengujian Keausan Metode Ogoshi



Mikroskop Optik (*Metallurgical Microscope Invertigo Type*)



Proses Peleburan Aluminium



Cetakan Atas (*cop*), Cetakan Bawah (*drag*) dan Cetakan yang telah disatukan



Unsur Titanium-Boron (Ti-B) dan Unsur Magnesium (Mg)



Piston Mobil Bekas



Proses Penuangan Logam Cair



Poros Berulir