PENGARUH VARIASI MEDIA *QUENCHING* TERHADAP KEKUATAN *BENDING* HASIL *REMELTING* ALUMINIUM PADUAN BERBASIS LIMBAH PISTON

SKRIPSI

diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Oleh
Akhmad Taufik Nur Huda
NIM.5201412021

PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2019

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama	: Akhmad Taufik Nur Huda
NIM	: 5201412021
Program Studi	: Pendidikan Teknik Mesin
Judul	: PENGARUH VARIASI MEDIA *QUENCHING* TERHADAP KEKUATAN *BENDING* HASIL *REMELTING* ALUMINIUM PADUAN BERBASIS LIMBAH PISTON

Skripsi/TA ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke siding panitia ujian Skripsi/TA Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 19 Agustus 2019

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Dr. Muhammad Khumaedi M.Pd.	Drs. Sunyoto M.Si.
NIP. 196209131991021001	NIP.
196511051991021001	

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul PENGARUH VARIASI MEDIA *QUENCHING* TERHADAP KEKUATAN *BENDING* HASIL *REMELTING* ALUMINIUM PADUAN BERBASIS LIMBAH PISTON telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 22 Agustus 2019

Oleh:

Nama : Akhmad Taufik Nur Huda

NIM : 5201412021

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin, S1

Panitia :

Ketua panitia

Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Sekretaris

Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Penguji 1

Drs. Masugino, M.Pd.
NIP. 195207212017091256

Penguji 2/Pembimbing 1

Dr. M. Khumaedi, M.Pd.
NIP. 196209131991021001

Penguji 3/ Pembimbing 2

Drs. Sunyoto, M.Si.
NIP.196511051991021001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Nur Qudus, M.T., IPM.
NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor) baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun diperguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri dengan arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketiadak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku diperguruan tinggi ini.

Semarang, 22 Agustus 2019

Yang membuat pernyataan,

METERAI TEMPEL

TGL. 20

8BB48DAHF006380054

6000

ENAM RIBU RUPIAH

Akhmad Taufik Nur Huda
NIM.5201412021

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Bila kamu belum pernah terdampar dalam lembah yang rimbun,

kau belum pernah tau semegah apa,

bumi yang kau injak

“Saya belajar bahwa keberanian tidak akan pernah absen dari ketakutan,

tetapi mereka berhasil menang atas itu,

manusia berani bukan mereka yang tidak pernah merasa takut,

tapi mereka yang biasa menaklukan rasa takut itu.”

- Nelson Mandela

PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan untuk

1. Akhmad Khotim, dan Srimulyani, orang tua yang selalu memberikan kasih sayang dan doa yang tiada batas.
2. Sahabat dan teman-teman yang selalu memberikan motivasi dan pelajaran hidup selama saya mengejar pendidikan di Semaran

PRAKATA

Puji syukur kehadirat ALLAH SWT, yang telah melimpahkan karunia dan rahmatnya, dan atas petunjuk-Nya maka penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Pengaruh Variasi Media *Quenching* Terhadap Kekuatan *Bending* Hasil *Remelting* Aluminium Paduan Berbasis Limbah Piston". Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin S1 Universitas Negeri Semarang.

Skripsi ini dapat terselesaikan karena bantuan dan dukungan berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada;

1. Bapak Dr. Nur Qudus, M.T. Dekan Fakultas Teknik UNNES.
2. Bapak Rusiyanto, S.Pd., M.T. Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang, Ketua Prodi Pendidikan Teknik Mesin S1.
3. Dr. Muhammad Khumaedi M.Pd. selaku Dosen Pembimbing I dan Drs. Sunyoto, M.Si. Selaku dosen pembimbing II yang telah memberi saran dan masukan dalam memperbaiki skripsi ini.
4. Drs. Masugino M.Pd. Selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam memperbaiki skripsi ini.
5. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu-persatu sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tentu terdapat kesalahan-kesalahan dan kekhilafan. Oleh karena itu kritik dan saran sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekalian.

Semarang, 22 Agustus 2019

Akhmad Taufik Nur Huda

ABSTRAK

Huda, Akhmad Taufik Nur. 2019. Pengaruh Variasi Media *Quenching* terhadap Kekuatan *Bending* hasil *Remelting* Alumunium Paduan Berbasis Limbah Piston. Skripsi Jurusan Pendidikan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang. Dr. Muhammad Khumaedi M.Pd. dan Drs. Sunyoto M.Si

Kata Kunci. *Remelting*, Kekuatan *Bending*, Variasi Media *Quenching*

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi media *quenching* dengan menggunakan air, air kapur, minyak kelapa dan udara terhadap kekuatan *bending* hasil *remelting* alumunium paduan berbasis limbah piston.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan desain penelitian *posttest-only control design*, yaitu bertujuan untuk mngengetahui adanya pengaruh dengan memakai variasi media *quenching* yang digunakan. Analisis data yang digunakan ANOVA satu jalan dilanjutkan uji *post hoc* dengan bantuan *software* SPSS. Data yang diperoleh dari hasil pengujian berupa angka atau bilangan disajikan dalam bentuk tabel. Alat yang digunakan untuk mengetahui kekuatan bending yang dihasilkan pada pengujian ini adalah mesin uji *bending Torontech.*

Hasil penelitian ini mendapatkan bahwa kekuatan *bending* tertinggi terdapat pada spesimen dengan variasi media *quenching* minyak kelapa yaitu sebesar 98.55MPa dengan beban *bending* sebesar 1314 N dan kekuatan *bending* terendah terdapat pada spesimen dengan variasi media *quenching* udara yaitu sebesar 40,23MPa dengan beban *bending* sebesar 535,4 N.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh dari variasi media *quenching* terhadap kekuatan bending hasil *remelting* alumunium paduan berbasis limbah piston. Dengan rata-rata nilai kekuatan bending tertinggi menggunakan variasi media *quenching* minyak kelapa sebesar 98,55 MPa, variasi media *quenching* air sebesar 81,72MPa, variasi media *quenching* air kapur sebesar 57,45MPa dan kekuatan *bending* terendah pada media *quenching* udara sebesar 40,23MPa. Bardasarka uji lanjut variasi media *quenching* air, air kapur, minyak kelapa dan udara terhadap kekuatan *bending* memiliki hasil yang berpengaruh secara signifikan.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
PERSETUJUAN PEMBIMBING ii
PENGESAHAN iii
PERNYATAAN KEASLIAN iv
MOTO DAN PERSEMBAHAN v
PRAKATA vi
ABSTRAK vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
LAMPIRAN xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Identifikasi Masalah 3
1.3 Pembatasan Masalah 4
1.4 Rumusan Masalah 5
1.5 Tujuan Penelitian 5
1.6 Manfaat Penelitian 5
BAB II KAJIAN PUSTAKA 7
2.1 Kajian Teori 7
2.1.1 Aluminium 7
2.1.2 *Remelting* 12
2.1.3 *Heat Treatment* 14
2.1.4 *Hardening* 14
2.1.5 *Quencihng* 15
2.1.6 Piston 17
2.1.7 Pengujian *Bending* 18
2.2 Kajian Penelitian yang Relevan 21

2.3 Kerangka Pikir Penelitian 28
2.4 Hipotesis Penelitian 29
BAB III METODE PENELITIAN 30
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 30
3.1.1 Waktu Penelitian 30
3.1.2 Tempat Penelitian 30
3.2 Desain Penelitian 31
3.3 Alat dan Bahan Penelitian 32
3.3.1 Alat Penelitian 32
3.3.2 Bahan Penelitian 34
3.4 Parameter Penelitian 35
3.4.1 Variabel Bebas (*Independent)* 35
3.4.2 Variabel Terikat (*Dependent)* 35
3.4.3 Variabel Kontrol 35
3.5 Teknik Pengumpulan Data 35
3.5.1 Diagram Alir Penelitian 35
3.5.2 Kalibrasi Alat Uji 37
3.5.3 Proses Penelitian 38
3.5.4 Data Penelitian 41
3.6 Teknik Analisis Data 41
3.6.1 Teknik Analisis Data Awal 42
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 45
4.1 Hasil Penelitian 45
4.1.1 Hasil Uji Komposisi 45
4.1.2 Hasil Uji *Bending* 46
4.1.3 Uji Normalitas 47
4.1.4 Uji Homogenitas 48
4.1.5 Uji Anova Satu Jalan *(One Way Anova)* 49
4.1.6 Uji Lanjut Analisis *Multiple Comparisons* 51
4.3 Pembahasan 55
4.2.1 Uji Komposisi Bahan 55

4.2.2 Pengujian Kekuatan *Bending* 55
BAB V PENUTUP 59
5.1 Simpulan 59
5.2 Saran 59
DAFTAR PUSTAKA 61
LAMPIRAN 64

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Sifat-sifat fisik aluminium 8

Tabel 2.2 Sifat-sifat mekanis aluminium 8

Tabel 3.1 Desain Penelitian..... 31

Tabel 3.2 Kebutuhan Spesimen..... 39

Tabel 3.3 Data hasil pengujian *bending*..... 41

Tabel 4.1 Hasil Uji Komposisi Bahan..... 44

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Kekuatan *Bending* 46

Tabel 4.3 Hasil *test of normality layout from* program SPSS 48

Tabel 4.4 *Test of homogeneity of Variences* 49

Tabel 4.5 Anova Satu Jalan..... 50

Tabel 4.6 *Multiple Comparisons layout from* SPSS 52

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Diagram fasa Al – Cu 9
Gambar 2.2 Diagram fasa Al – Si 10
Gambar 2.3 Diagram fasa Al – Mg_2 – Si 11
Gambar 2.4 Diagram fasa Al – Mg – Zn_2 12
Gambar 2.5 Piston 17
Gambar 2.6 Pembebanan Lengkung *Three Point Bending* 19
Gambar 2.7 Pembebanan Lengkung *four Point Bending* 20
Gambar 3.1 Dapur peleburan 32
Gambar 3.2 *Ladle* 32
Gambar 3.3 *Stopwatch* 32
Gambar 3.4 Cetakan coran 33
Gambar 3.5 *Digital thermocouple* 33
Gambar 3.6 Arun *metal scan* 00203351 33
Gambar 3.7 *Bending Machine UTM Toron Tech* 34
Gambar 3.8 Piston bekas sepda motor 34
Gambar 3.9 Diagram alir penelitian 36
Gambar 3.11 Spesimen uji *bending* 40
Gambar 4.1 Grafik rata-rata kekuatan *bending* 47

LAMPIRAN

Halaman

1. Surat Tugas Pembimbing 65
2. Surat Tugas Seminar Skripsi 66
3. Surat Ijin Penelitian 67
4. Perhitungan Tegangan *Bending* 68
5. Dokumentasi Proses Pengecoran 70
6. Proses Pengujian Bending 72
7. Hasil Pengujian *Bending* 73
8. Hasil Uji Komposisi Bahan 93

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan aluminium sebagai logam untuk keperluan sebagai bahan material menempati urutan kedua setelah besi dan baja, dan yang tertinggi diantara logam *non ferro.* Aluminium memiliki sifat yang ringan, dapat dibentuk dengan baik dan memiliki ketahanan terhadap korosi yang sangat tinggi sehingga penggunaan material ini sangat besar peranannya pada bidang industri salah satunya yaitu industri pengecoran. Proses pengolahan biji logam menjadi aluminium murni memerlukan energi yang besar selain itu keterbatasan sumber biji aluminium murni juga semakin berkurang. Salah satu tindakan untuk mengatasi masalah ini adalah dengan melakukan proses daur ulang.

Banyak industri pengecoran menggunakan material sekrap aluminium sebagai bahan coran. Hal ini disebabkan persediaan sekrap aluminium semakin meningkat selain itu harga jual aluminium murni juga meningkat. Pengecoran aluminium di industri kecil seperti di Pasuruan, Sukabumi, Tegal, Ceper, Yogyakarta umumnya tidak menggunakan material aluminium murni tetapi memakai material *scrap* dan komponen yang rusak dari pengecoran sebelumnya, yang dalam hal ini dikenal dengan proses tuang ulang atau *remelting* (Budiyono, 2010: 13). Penggunaan material limbah aluminium maupun komponen yang rusak dari pengecoran sebelumnya sebagai bahan coran pada proses tuang ulang atau *remelting* menghasilkan produk-produk yang biasanya akan berbeda sifat fisis dan

mekanisnya dibandingkan dengan penggunaan material aluminium murni sebagai bahan coran.

Terkait dengan permasalahan di atas maka perlu suatu perlakuan terhadap produk sehingga dapat meningkatkan sifat fisis dan mekanis, salah satunya yaitu dengan memberikan perlakuan panas. Tujuan dari diberikannya suatu perlakuan panas yaitu untuk meningkatkan keuletan, kekerasan, tegangan tarik suatu logam dan sebagainya. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi sifat fisis dan mekanis suatu material coran yaitu media *quenching* yang digunakan.

Penelitian sebelumnya dalam upaya untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi sifat fisis dan mekanis hasil pengecoran logam telah dilakukan (Dinov,2013) berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa perlakuan panas *quenching* dengan pemberian variasi media pendingin air sumur, oli SAE 40 dan larutan garam mempengaruhi sifat fisis dan mekanis suatu produk hasil pengecoran. Supriyanto (2009: 117) dalam penelitiannya bahwa setiap logam akan mengalami perubahan fasa selama proses pengecoran, baik perubahan sifat fisis maupun mekanis yang disebabkan oleh proses pembekuan, perubahan sifat ini antara lain tergantung dari media *quenching* yang digunakan pada saat proses pendinginan. Banyak cara yang dapat digunakan untuk mengatasi perubahan sifat fisis dan mekanis dalam proses pengecoran yaitu dengan cara memberi perlakuan panas pada saat terjadinya proses pengecoran.

Salah satu alternatif yang digunakan untuk memperbaiki terjadinya perubahan sifat fisis dan sifat mekanis yang terjadi pada pengecoran aluminium

dengan cara melakukan perlakuan *quenching*. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan variasi media *quenching* dengan air, air kapur, dan minyak kelapa.

Pengujian kekuatan *bending* dilakukan untuk mengetahui tingkat kekuatan material tersebut, uji lengkung (*bending test*) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual (Widiyatno, 2014: 74). Hasil pengujian *bending* diharapkan dapat diaplikasikan dalam pembuatan suatu material yang memang membutuhkan tingkat kekuatan yang sangat tinggi, salah satu contohnya adalah *footstep* sepeda motor, seperti diketahui *footstep* sepeda motor sangat membutuhkan kekuatan tinggi karena harus menopang beban yang berat, maka dari itu diperlukan material dengan kualitas yang tinggi sehingga produk tersebut harus memiliki jaminan sifat fisis dan mekanis serta usia pakai (*life time*) yang lama. Fokus masalah yang ingin dipelajari dalam penelitian ini adalah seberapa pengaruh variasi media *quenching* terhadap kekuatan *bending* hasil *remelting* aluminium paduan berbasis limbah piston. Penelitian ini menggunakan media *quenching* air, air kapur dan minyak kelapa dengan pertimbangan kecepatan pendinginan antara air, air kapur dan minyak kelapa tidak terlalu tinggi perbedaannya dan murah serta mudah didapat.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diambil permasalahan yang muncul dalam penelitian ini, antara lain:

1. Banyak industri kecil pada bidang pengecoran menggunakan proses tuang ulang atau proses *remelting*.

2. Perubahan sifat fisis dan mekanis yang terjadi pada hasil pengecoran disebabkan menggunakan material *scrap* dan komponen yang rusak dari pengecoran sebelumnya.
3. Proses pengecoran akan mengalami perubahan fasa, baik perubahan sifat fisis maupun sifat mekanis yang disebabkan oleh proses pembekuan.
4. Waktu pendinginan hasil coran pada saat pengecoran harus ditentukan secara tepat dengan mempertimbangkan temperatur hasil coran untuk menghasilkan sifat fisis dan mekanis yang memadai.
5. Perubahan sifat fisis dan mekanis dapat diatasi dengan beberapa perlakuan, salah satunya yang penulis ambil dengan cara memberi variasi media *quenching* pada saat proses pengecoran.
6. Media *quenching* yang penulis gunakan diantaranya yaitu air, air kapur dan minyak kelapa dengan variasi tersebut nantinya akan diketahui seberapa besar kekuatan *bending* hasil *remelting* aluminium paduan berbasis limbah piston.

1.3 Pembatasan Masalah

Penelitian ini akan dibatasi dengan beberapa aspek antara lain sebagai berikut:

1. Limbah piston yang digunakan yaitu piston bekas sepeda motor .

2. Penelitian ini menggunakan perlakuan *quenching* untuk mengetahui pengaruh variasi media *quenching* terhadap kekuatan *bending* hasil *remelting* aluminium paduan berbasis limbah piston tersebut.
3. Media *quenching* yang digunakan yaitu air, air kapur dan minyak kelapa.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah variasi media *quenching* dengan menggunakan airi, air kapur dan minyak kelapa berpengaruh terhadap kekuatan *bending*?
2. Mana saja dari variasi media *quenching* air, air kapur, dan minyak kelapa yang berpengaruh terhadap kekuatan *bending*

1.5 Tujuan Penelitian

1. Menguji pengaruh variasi media *quenching* dengan menggunakan air, air kapur dan minyak kelap terhadap kekuatan *bending*.
2. Menguji mana saja dari variasi media *quenching* air, air kapur dan minyak kelapa yang berpengaruh terhadap kekuatan *bending*

1.6 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

a. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan kepada laboratorium pengecoran, utamanya sebagai bahan pertimbangan pada saat dilakukannya proses pengecoran khususnya proses *remelting*.
b. Sebagai bahan pertimbangan pada saat melakukan proses *quenching* khususnya menggunakan media *quenching* air, air kapur dan minyak kelapa.
c. Untuk mengkaji, mempelajari pengaruh variasi media *quenching* terhadap kekuatan *bending*.

2. Manfaat Praktis

Sebagai masukan bagi instansi atau perusahaan yang bergerak dibidang pengecoran logam dan sebagai pertimbangan untuk meningkatkan kualitas hasil *quenching* di industri pengecoran logam.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Aluminium

Aluminium, logam yang memiliki rumus kimia Al dikenal sebagai logam yang ringan dan memiliki ketahanan korosi tinggi terhadapudara, air, oli dan beberapa cairan kimia. Massa jenis sekitar 1/3 dari baja atau tembaga (Cu). Massa jenisnya sekitar 2,7 gr/cm^3. Karena keistimewaan sifatnya itu, paduan alumunium banyak digunakan sebagai struktur suatu kontruksi untuk mengurangi beban atau beratnya (Sonawan, 2006: 127).

Material aluminium dipergunakan dalam bidang yang luas karena kelimpahan dan kualitas dari material tersebut. Material ini sangat sering digunakan oleh banyak industri sebagai bahan pembuatan peralatan rumah tangga, komponen-komponen otomotif, bahan kontruksi bangunan dan lainnya. Kebanyakan logam aluminium yang digunakan dalam industri adalah paduan aluminium dimana dikombinasikan dengan unsur-unsur lain seperti tembaga, seng, silikon dan magnesium.

Adapun sifat-sifat fisik dan mekanis aluminium yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Sifat-sifat fisik aluminium

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)	
	99,996	>99,0
Masa jenis (20°C)	2,6989	2,71
Titik cair	660,2	653-657
Panas Jenis (cal/g ^{o}C)	0,2226	0,2297
Hantaran listrik (%)	64,94	59 (dianil)
Tahanan listrik koefisien temperatur (/^{o}C)	0,00429	0,0115
Koefisien pemuaian (20-100°C)	23,8 x 10 $^{-6}$	23,5 x 10 $^{-6}$
Jenis kristal, konstanta kisi	*fcc*, α=4,013 kX	*fcc*, α=4,04 Kx

(Surdia,1992: 134)

Tabel 2.2 Sifat-sifat mekanis aluminium

Sifat-sifat	Kemurnial Al (%)			
	99,996		>99,0	
	Dianil	75% dirol dingin	Dianil	H18
Kekuatan tarik (kg/mm^2)	4,9	11,6	9,3	16,9
Kekuatan mulur (0,2%) (kg/mm^2)	1,3	11,0	3,5	14,8
Perpanjangan (%)	48,8	5,5	35	5
Kekerasan Brinell	17	27	23	44

(Surdia,1992: 134)

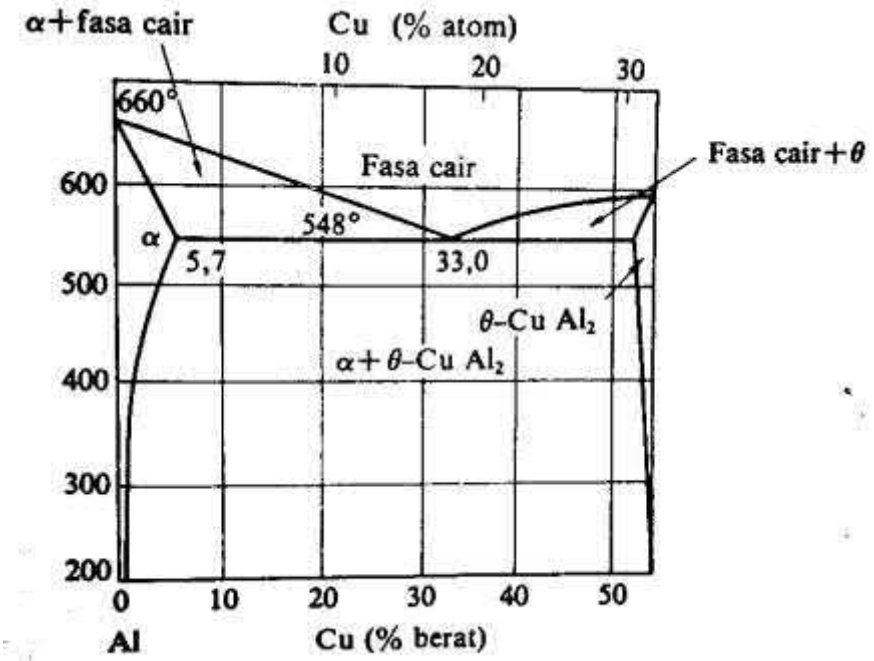
Menurut Surdia, dan Saito. (1992: 135-142) berdasarkan klasifikasinya aluminium dibagi dalam tujuh jenis yaitu:

1. Aluminium murni

   Jenis ini adalah aluminium dengan kemurnian antara 99% sampai 99,9%, aluminium murni ini mempunyai sifat baik dan tahan karat dan memiliki sifat konduksi panas dan konduksi listrik yang baik namun memiliki kelemahan dari segi kekuatannya yang rendah.

2. Paduan Al – Cu

Paduan Al – Cu merupakan jenis paduan aluminium yang dapat diberi perlakuan panas, dengan melalui pengelasan endap atau penyepuhan sifat mekanik. Paduan ini dapat menyamai sifat-sifat dari baja lunak, tetapi daya tahan korosi rendah bila dibandingkan dengan jenis paduan yang lainya dan sifat mampu lasnya kurang baik. Paduan ini biasa digunakan pada kontruksi pesawat terbang.



Gambar 2.1 Diagram fasa Al – Cu.
(Surdia, T1992: 129)

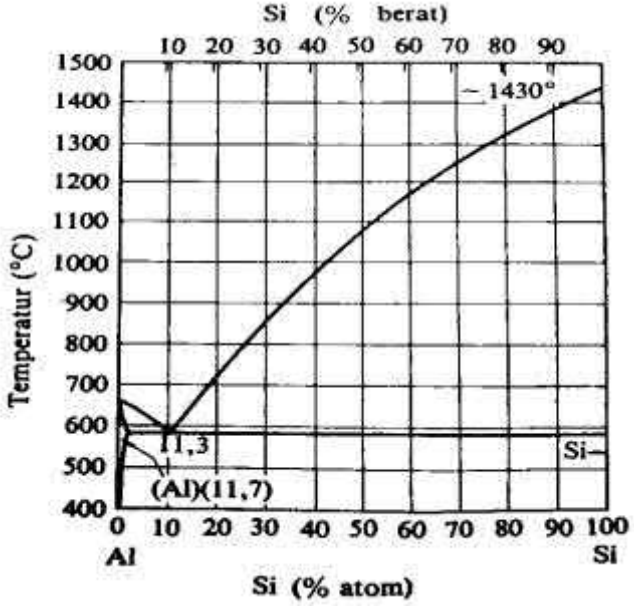
3. Paduan Al – Mn

Paduan Al – Mn merupakan jenis paduan aluminium yang tidak dapat diperlaku-panaskan sehingga untuk menaikan kekuatannya hanya dapat melalui perlakuan dingin proses pembuatannya, namun dari segi

kekuatan jenis paduan aluminium ini lebih baik dari pada jenis aluminium murni.

4. Paduan Al – Si

Paduan Al – Si merupakan jenis paduan aluminium yang sangat baik kecairannya, yang mempunyai permukaan bagus sekali, tanpa kegetasan panas, dan sangat baik untuk paduan coran. Sebagai tambahan paduan ini mempunyai ketahanan korosi yang baik, sangat ringan, koefisien pemuaian yang kecil dan sebagai penghantar yang baik untuk listrik dan panas.



Gambar 2.2 Diagram fasa Al – Si.
(Surdia, T 1992: 137)

5. Paduan Al – Mg

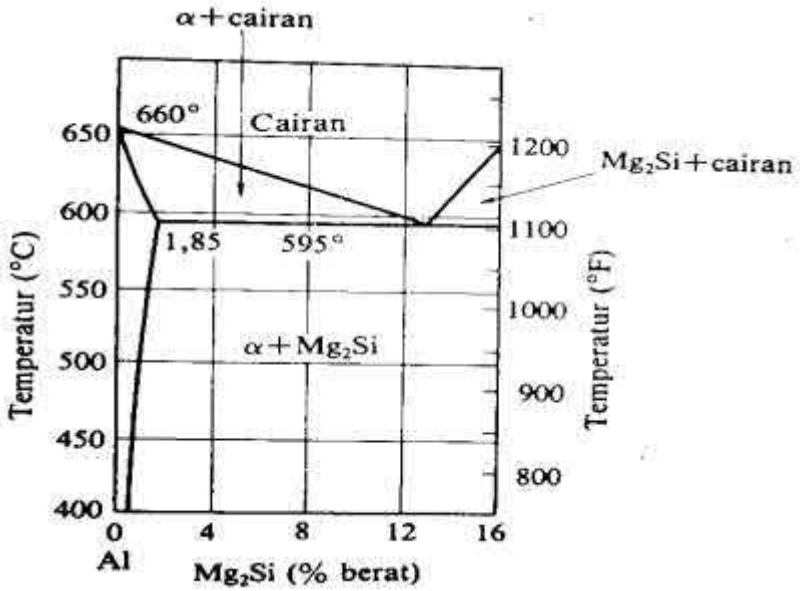
Paduan

Al – Mg merupakan jenis paduan aluminium yang mempunyai sifat ketahanan korosi yang baik, sejak lama disebut *hidronalium* dan

dikenal sebagai paduan yang tahan korosi. Paduan ini mudah ditempa, dirol dan diekstruksi dan mudah di las. Paduan ini banyak digunakan tidak hanya dalam kontruksi umum tetapi juga digunakan sebagai bahan untuk tangki.

6. Paduan Al – Mg – Si

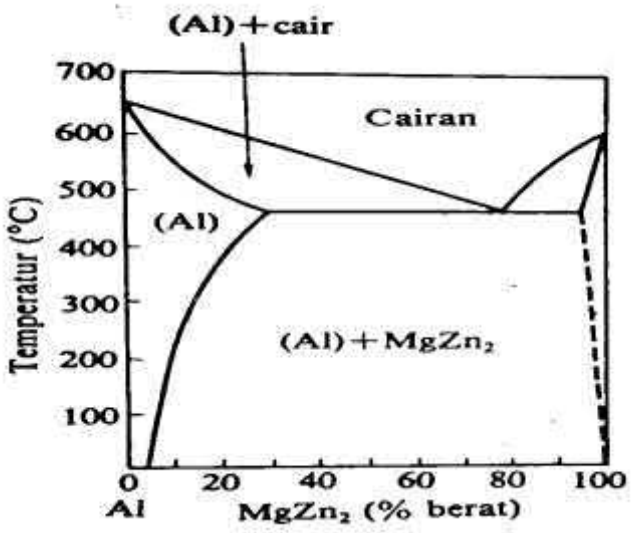
   Paduan aluminum ini merupakan paduan yang mempunyai kekuatan kurang sebagai bahan tempaan dibandingkan dengan paduan-paduan lainnya namun sangat liat, sangat baik mampu bentuknya untuk penempaan, ekstrusi memiliki daya tahan korosi yang cukup baik.Jenis paduan ini dipergunakan untuk rangka-rangka kontruksi karena paduan dalam sistem ini mempunyai kekuatan yang cukup baik tanpa mengurangi hantaran listrik, maka dipergunakan untuk kabel tenaga.



Gambar 2.3 Diagram fasa Al – Mg_2 – Si.
(Surdia, T 1992: 139)

7. Paduan Al – Mg – Zn

   Paduan aluminium jenis ini termasuk jenis yang paling besar digunakan untuk bahan kontruksi pesawat udara. Di samping itu penggunaanya menjadi lebih penting sebagai bahan kontruksi.



Gambar 2.4 Diagram fasa Al – Mg – Zn_2.
(Surdia, 1992: 141)

2.1.2 *Remelting*

Banyaknya penggunaan material aluminium pada industri maupun rumah tangga mengakibatkan penumpukan limbah aluminium semakin banyak. Hal tersebut tidak bisa didiamkan saja karena dapat mengakibatkan dampak yang buruk karena limbah aluminium dapat mencemari tanah dan air. Oleh sebab itu harus dilakukan daur ulang pada limbah aluminium yang nanti hasilnya bisa digunakan kembali untuk peralatan rumah tangga maupun dalam pembuatan material teknik. Perlu penanganan khusus terhadap masalah tersebut seperti proses *remelting*.

Remelting merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk memperoleh suatu material dengan sifat fisik dan mekanik yang diinginkan dengan merubah sifat yang dimiliki bahan dasarnya. Pada dasarnya proses *remelting* merupakan proses peleburan dan penuangan kembali material yang sebelumnya sudah mengalami peleburan (Surojo, 2009: 126). Dalam proses pengecoran di industri kecil khususnya, tidak semua menggunakan bahan murni (aluminium ingot), tetapi memanfaatkan aluminium sekrap ataupun *reject materials* dari peleburan sebelumnya untuk dituang ulang (*remelting*) (Budiyono, 2010: 26). Proses ini banyak sekali dilakukan umumnya pada industri kecil dikarenakan jumlah *reject materials* yang harganya relatif lebih murah dibandingkan dengan harga aluminium murni.

Proses *remelting* pada limbah aluminium tuang meliputi: pembuatan cetakan, persiapan dan peleburan limbah aluminium, penuangan logam cair kedalam cetakan dan pembersihan coran. Pada proses peleburan untuk mencairkan bahan coran diperlukan alat yang namanya dapur pemanas. Pada proses peleburan yang dilakukan di laboratorium pengecoran di Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang menggunakan alat tungku peleburan.

Menuang adalah memindahkan logam cair dari tungku peleburan ke dalam cetakan yang telah disiapkan menggunakan alat bantu yang disebut ladel. Saat penuangan diusahakan sedekat mungkin antara dapur pemanas dengan cetakan sehingga dapat menghindari logam coran yang membeku sebelum penuangan sampai pada cetakan.

Besarnya temperatur pada proses *remelting* tergantung dari jenis material yang akan dilebur. Untuk material aluminium umumnya memiliki titik lebur antara 650-660 ^{o}C. Pada proses peleburan menggunakan dapur peleburan sistem gerak dengan dua pengabut, waktu yang digunakan pada saat pengecoran yaitu selama 2 jam (Supriyanto, 2009: 120). Dengan menggunakan material aluminium skrap, proses peleburan hingga mencapai temperatur tuang 650 ^{o}C, waktu yang digunakan untuk peleburan hingga aluminium mencair lebih kurang selama 1 jam (Ali, 2012: 11). Lamanya waktu proses peleburan tergantung dari jenis dapur peleburan dan bahan bakar yang digunakan, pada umumnya lama waktu yang digunakan untuk proses *remelting* aluminium antara 1 sampai 2 jam.

2.1.3 *Heat treatment*

Untuk memperbaiki sifat-sifat mekanis logam, perlu adanya suatu perlakuan. Perlakuan yang dimaksud adalah perlakuan panas *(Heat Treatment).* Perlakuan panas adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan logam dalam keadaan padat untuk mengubah sifat-sifat fisis logam tersebut. Baja dapat dikeraskan seingga tahan aus dan kemampuan memotong meningkat dan dapat juga dilunakkan untuk memudahkan pemesinan lebih lanjut (Mamanal,2014: 3).

2.1.4 *Hardening*

Pengertian pengerasan ialah perlakuan panas terhadap baja dengan sasaran meningkatkan kekerasan alami baja. Perlakuan panas menuntut pemanasan benda kerja menuju suhu pengerasan dan pendinginan secara cepat dengan kecepatan pendinginan kritis faktor penting yang dapat mempengaruhi proses hardening terhadap kekerasan baja yaitu oksidasi oksigen udara. Selain berpengaruh

terhadap besi, oksigen udara berpengaruh terhadap karbon yang terikat sebagai sementit atau yang larut dalam austenit. Oleh karena itu pada benda kerja dapat berbentuk lapisan oksidasi selama proses *hardening*. Pencegahan kontak dengan udara selama pemanasan atau *hardening* dapat dilakukan dengan jalan menambah temperatur yang tinggi karena bahan yang terdapat dalam baja akan bertambah kuat terhadap oksigen. Jadi, semakin tinggi temperatur, semakin mudah untuk melindungi besi terhadap oksidasi (Haryadi,2006: 1).

2.1.5 *Quenching*

Proses *quenching* terdiri dari 2 (dua) tahap, yaitu proses pemanasan dan proses pendinginan. Proses pemanasan pada spesimen/logam menggunakan mesin blander dan proses pendinginan/pencelupan *(quenching)* dengan perlakuan yang berbeda-beda, yaitu menggunakan media cairan dari air dan oli. Dari proses *quenching* ini akan didapatkan 4 jenis perlakuan *quenching* pada spesimen uji, yaitu: spesimen dengan media *quenching* air, spesimen dengan media *quenching* oli dengan viskositas standar SAE 20, spesimen dengan media *quenching* oli dengan viskositas standar SAE 40, dan spesimen dengan media *quenching* oli dengan viskositas standar SAE 90 (Yunaidi, 2014: 60). Penelitian ini menggunakan media *quenching* air, air kapur dan *palm oil* dengan pertimbangan kecepatan pendinginan antara air dan minyak kelapa tidak terlalu tinggi perbedaannya dan murah serta mudah didapat.

Air merupakan senyawa yang dapat berwujud padat, cair dan gas. Air murni adalah suatu persenyawaan kimia yang paling sederhana, komposisi kimianya terdiri dari dua atom hidrogen (H) dan satu atom oksigen (O) yang

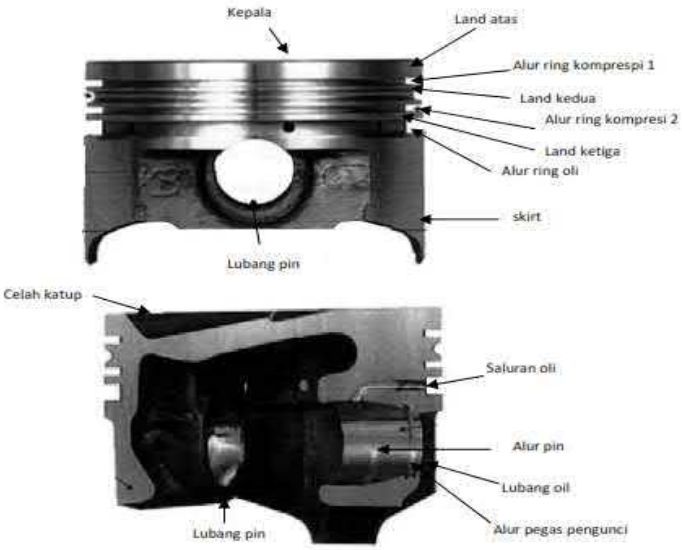
saling berikatan (Susana: 2003). Kedua unsur ini memiliki sifat yang berlawanan, hidrogen adalah unsur yang tidak dibutuhkan dalam pembakaran, sedangkan oksigen adalah unsur yang dibutuhkan dalam pembakaran. Dalam senyawanya kedua unsur ini memiliki sifat-sifat baru yaitu tidak bisa terbakar. Air memiliki laju pendingin yang cukup baik sehingga banyak digunakan untuk media pendingin dalam perlakuan panas.

Kalsium hidroksida adalah senyawa kimia dengan rumus kimia Ca(OH)2. Larutan Ca(OH)2 disebut air kapur dan merupakan basa dengan kekuatan sedang. Larutan tersebut bereaksi hebat dengan berbagai asam, dan bereaksi dengan banyak logam dengan adanya air (Masyhuri, 2013: 19). Pendinginan dengan menggunakan air kapur akan memberikan daya pendinginan yang cepat.

Minyak kelapa sawit adalah minyak nabati yang berasal dari buah kelapa sawit. Minyak sawit terdiri dari unsur-unsur C, H dan O. Minyak sawit terdiri dari fraksi padat dan fraksi cair dengan perbandingan yang seimbang (Aini, 2016: 2). Minyak sawit mengandung 41% lemak jenuh, minyak inti sawit 81%, dan minyak kelapa 86%. Berdasarkan parameter aliran panas, *palm oil* termasuk media pendingin yang lambat karena koefisien perpindahan panas dan laju pendinginannya yang lambat. Kemampuan suatu jenis media dalam mendinginkan spesimen berbeda sehingga akan disesuaikan dengan tujuan dari material yang dipakai.

2.1.6 Piston

Piston merupakan material paduan Al-Si yang mempunyai karekateristik kekuatan dan kekekerasan tinggi, tahan korosi dan ringan. Piston atau dalam bahasa Indonesia juga dikenal dengan istilah torak adalah suatu komponen dari mesin pembakaran dalam yang berfungsi sebagai penekan udara masuk dan penerima hentakan pembakaran pada ruang bakar silinder liner. Piston terhubung dengan poros engkol (*crankshaft*) melalui batang piston (*connecting rod*). Bentuk bagian-bagian piston dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Bagian-bagian piston

Piston bekerja tanpa henti selama mesin hidup. Komponen ini mengalami peningkatan temperatur dan tekanan tinggi sehingga mutlak harus memiliki daya tahan tinggi. Oleh karena itu, material yang dibutuhkan piston merupakan material dengan spesifikasi khusus, yaitu paduan Aluminium Silikon (Al-Si) (Majanasastra, 2015: 89). Aluminium dipakai sebagai paduan berbagai logam murni, sebab tidak kehilangan sifat ringan dan sifat – sifat mekanisnya dan

mampu cornya diperbaiki dengan menambah unsur–unsur lain. Unsur–unsur paduan itu adalah tembaga, silisium, magnesium, mangan, nikel, dan sebagainya yang dapat merubah sifat paduan aluminium. Logam ini mampu meradiasikan panas yang lebih efisien dibandingkan material lainnya. Pada penelitian ini peneliti menggunakan limbah piston motor 2 tak sebagai bahan proses *remelting*. Hasil uji komposisi kimia yang dilakukan (Purnomo, 2015) yang menyatakan kandungan unsur Al pada piston 2 tak sebesar 71,29 % dan unsur Si 27,10 %.

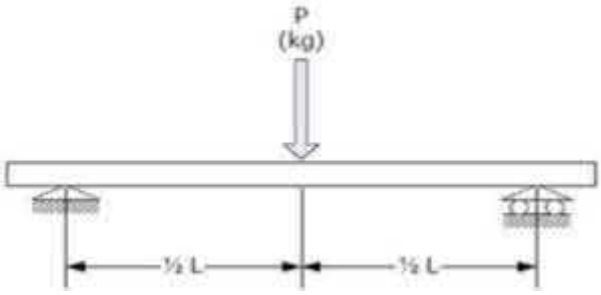
2.1.7 Pengujian *Bending*

Pengujian lengkung (*bending test*) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan kekuatan suatu material secara visual. Kekuatan *bending* adalah tegangan *bending* terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan (Wona, 2015: 41). Pengujian *bending* memiliki dua metode yaitu *three point bending* dan *four point bending*.

Pengujian *bending* dengan dimensi spesimen mengacu pada *ASTM* E23-02. Pengumpulan data pengujian *bending* dilakukan dengan mengukur dimensi spesimen kemudian memberi beban (P) pada bagian tengah spesimen yang ditumpu oleh dua tumpuan sesuai standar *three point bending*. Beban (P) yang terlihat pada jarum penunjuk beban akan meningkat secara berlahan hingga spesimen patah. Setelah spesimen patah mesin akan berhenti secara otomatis dan jarum akan menunjukkan beban maksimum ketika spesimen patah. Untuk mendapatkan kekuatan *bending* perlu dilakukan perhitungan sebagai berikut (Rofandi, 2018: 2):

1. Metode *Three Point Bending*

Pada metode ini spesimen uji dikenai beban satu titik yaitu tepat dibagian tengah spesimen uji ($\frac{1}{2}$ L). Pembebanan harus tepat berada $\frac{1}{2}$ L, agar mendapatkan momen maksimum yang tepat untuk keakuratan hasil nilai kekuatan *bending* pada bahan tersebut.



Gambar 2.6 Pembebanan Lengkung *Three Point Bending*

Kekuatan *bending* pada sisi bagian atas sama nilainya dengan kekuatan *bending* pada sisi bawah. Kekuatan *bending* dapat dinyatakan dengan rumus:

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \quad \text{.....(2.1)}$$

Keterangan:

σ_b = tegangan *bending* (MPa)

P = beban yang di berikan (N)

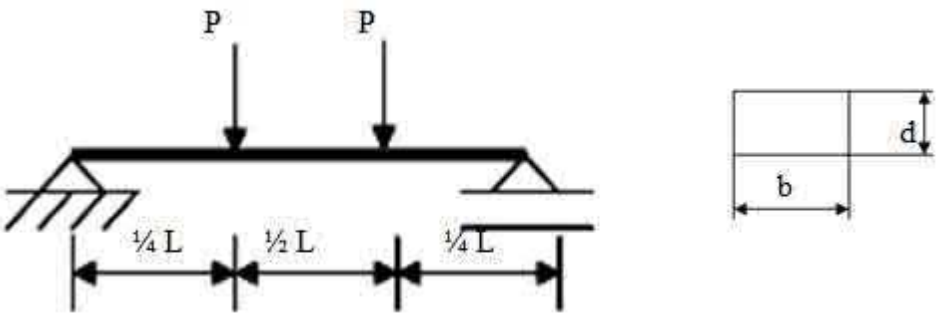
L = jarak antara titik tumpuan (mm)

b = lebar spesimen (mm)

d = tebal spesimen (mm)

2. Metode *Four Point Bending*

Four Point Bending adalah cara pengujian menggunakan 2 tumpuan dan 2 penekanan.



Gambar 2.7 Pembebanan Lengkung *Four Point Bending*

Perhitungan yang digunakan:

$$\sigma_b = \frac{3PL}{4bd^2} \quad \text{.....(2.3)}$$

σ_b = tegangan *bending* (MPa)

P = beban yang di berikan (N)

L = jarak antara titik tumpuan (mm)

b = lebar spesimen (mm)

d = tebal spesimen (mm)

Pada penelitian ini menggunakan *three point bending* karena pada metode *three point bending* momen maksimumnya terpusat pada satu titik pembebanan yang ditekan, dan metode ini cocok digunakan pada material logam, sedangkan metode *four point bending* yang umum digunakan untuk bahan kayu dan komposit.

2.2 Kajian Penelitian yang Relevan

Berbagai penelitian tentang pengaruh variasi media pendinginan terhadap sifat fisis dan mekanis telah dilakukan diantaranya adalah:

Zainon (2015) melakukan penelitian tentang pengaruh perlakuan panas pada struktur mikro, kekerasan dan keausan. Pada penelitiannya menggunakan material aluminium paduan 332, semua sampel mendapatkan perlakuan panas penuh seperti pelarutan, *quenching* dan penuaan. Prosedur ini dilakukan menurut standar ASTM *International* B917/B917M – 12 (standar praktik untuk *heat treatment* aluminium paduan coran dari semua proses). Penelitian ini menggunakan media pendingin air pada suhu ruangan selama satu jam. Pengujian kekerasan menggunakan metode uji *Vickers* (model FV-700e) standar ASTM E384 – 09 (standar metode uji untuk *microindentation* kekerasan bahan). Pada penelitian ini disimpulkan bahwa kekerasan dan katahanan aus dari paduan AA332 dengan 11% berat Si telah ditingkatkan dengan menggunakan metode perlakuan panas. Kekerasan dari penuaan meningkat 44,84%, partikel Si dan intermetalik keras seperti Mg_2Si memainkan peranan penting pada sifat mekanik. Tingkat keausan dan koefisien aus telah menurun lebih dari 50% karena proses perlakuan panas yang tepat.

Ceschini (2013) melakukan penelitian tentang pengaruh *quenching* dan penuaan terhadap nilai kekerasan dan tarik pada aluminium paduan A356. Pertama kali ingot paduan dileburkan dalam tungku gas kemudian leburannya dituangkan ke cawan bersuhu 730 ± 2 ^{o}C. Setelah tingkat hidrogen berkurang dengan menggunakan *rotary lance deggaser* selama 30 menit dengan segera

menambahkan gas tinggi argon murni sebelum dituangkan ke cetakan permanen kemudian spesimen mendapat perlakuan *quenching* dengan media pendingin air dan secara alami menyesuaikan suhu ruangan (20-22° C) selama 10, 20, 30, 45, 60 dan 120 menit. Pada penelitian ini menggunakan alat penguji kekerasan "Galileo" A200s standar ASTM E 10-08 dengan indentor bola berdiameter 2,5 mm dan pembebanan sebesar 62,5-kgf. Uji Tarik menggunakan mesin uji sekrup LBG TC10 standar UNI EN 10002-1: 2004. Pada penilitian ini disiimpulkan bahwa rangkaian endapan pada pengecoran paduan A356 selama T6 perlakuan panas sangat kompleks, dan hal tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa parameter, seperti kondisi *solutionizing*, dan kondisi *quenching*, temperatur dan durasi penuaan buatan.

Menurut Antro (2007) meneliti tentang studi pengaruh *quench* dan *quench aging* pada aluminium hasil pengecoran terhadap sifat fisis dan mekanis. Menyimpulkan bahwa dari pengujian komposisi kimia spesimen cor aluminium termasuk paduan Al-Si dengan unsur paduan yang dominan yaitu: aluminium (92,92 %) dan silikon (6,35 %). Berdasarkan pengamatan struktur mikro spesimen tanpa treatment, didapatkan struktur dengan butir-butir Si belum merata pada fasa α (matriks Al), spesimen *quench* didapatkan struktur dengan butir-butir Si merata pada fasa α (matriks Al) dan sedang mengalami pertumbuhan. Sedangkan spesimen *quench-aging* didapatkan struktur dengan butir-butir Si terdistribusi merata dan halus berupa *precipitate* pada fasa α (matriks Al). Dari pengujian kekerasan didapatkan harga kekerasan rata-rata spesimen *quench-aging* sebesar 85,5 HBN lebih tinggi daripada *quench* sebesar 62,7 HBN dan tanpa *treatment*

sebesar 48,2 HBN. Dari pengujian *impact* didapatkan harga *impact* rata-rata berturut-turut mulai dari tertinggi pada spesimen *quench* sebesar 0,142 J/mm^2, kemudian spesimen *quench-aging* sebesar 0,040 J/mm^{2}dan terendah pada spesimen tanpa treatment 0,039 J/mm2 .

Penelitian tentang pengaruh *remelting* terhadap struktur mikro dan kekerasan paduan cor Al-Si dilakukan oleh Surojo,dkk (2009), dari hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa *remelting* dapat mengubah struktur mikro paduan aluminium – silikon sedangkan harga kekerasan Brinell (BHN) rata–rata mengalami peningkatan dengan perlakuan tiga kali *remelting*. Peningkatan kekerasan ini disebabkan karena adanya peningkatan jumlah fasa Si eutektik.

Penelitian tentang pengaruh variasi media pendingin terhadap hasil pengecoran aluminium dilakukan oleh Supriyanto (2009), dalam peneltiannya menggunakan bahan limbah aluminium yang mengalami proses pengecoran selama 2 jam kemudian mendapatkan proses pendinginan tanpa melepas atau membongkar hasil coran dari cetakan sehingga proses pendinginannya bersama-sama dengan cetakannya. Media pendingin yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan media pendingin udara suhu kamar, air sumur dan oli SAE 40. Setelah itu spesimen diuji nilai ketangguhan, *impact* dan kekerasannya. Pengujian kekerasan menggunakan uji kekerasan *Rocwell* dengan beban 100 kg menggunakan penetrator bola dengan diameter 1/16 inchi. Dari hasil pengujian kekerasan benda uji dengan media pendingin air sumur lebih keras dibandingkan dengan hasil dari media pendingin oli SAE 40 dan media pendingin udara suhu

kamar. Laju dari pendingin air sumur lebih cepat dari laju pendingin oli SAE 40 dan udara suhu kamar. Pada penelitian ini disimpulkan bahwa setiap logam akan mengalami perubahan fasa selama proses pengecoran, baik perubahan sifat fisis maupun mekanis yang disebabkan oleh proses pembekuan, perubahan sifat fisis ini antara lain dipengaruhi media pendingin yang digunakan pada saat proses pendinginan.

Penelitian tetang pengaruh *quenching* media solar pada baja karbon rendah telah dilakukan oleh Purwanto (2011). Dalam penelitiannya baja ST 37 mendapat perlakuan panas pada suhu 700 ^{o}C, 800^{0}C, 900°C, lama pemanasan tiap suhu pemanasan adalah satu jam dan di *quenching* menggunakan media pendingin solar. Setelah itu diuji *impact* dan kekerasan *Rocwell*. Pengujian kekerasan baja ST 37 sebelum mengalami proses pemanasan adalah 63 HRC pada permukaan dan 60 HRC pada inti. Setelah mengalami proses pemanasan dengan variasi suhu pemanasan 700 ^{o}C, 800^{0}C, 900°C dan untuk tiap-tiap suhu ditahan selama 1 jam adalah 64 HRC dan 61,5 HRC; 64,6 dan 62,7 HRC; 68,5 dan 63,6 HRC. Pada penelitian ini disimpulkan bahwa baja ST 37 yang mengalami proses pemanasan dengan variasi suhu pemanasan 700 ^{o}C, 800^{0}C, 900°C di *holding time* selama satu jam kemudian di *quenching* menggunakan media solar tidak mengalami perubahan kekerasan yang signifikan, dimana kandungan karbon pada solar tidak bisa berpindah ke spesimen sehingga tidak dapat meningkatkan kekerasan.

Penelitian yang dilakukan oleh Raharjo,dkk (2011) meneliti tentang analisisa pengaruh pengecoran ulang terhadap sifat mekanik paduan aluminium ADC 12. Berdasarkan hasil penelitian pada proses pengecoran ulang pada

aluminium murni dengan menggunakan cetakan pasir dan temperatur tuang 700°C pada posisi *liquid* dapat ditarik kesimpulan sebagai bahwa *remelting* menyebabkan perubahan komposisi kimia material ADC 12 yang semula presentase Al 84.68% dan Si 11.0% menjadi 85.33% Al dan 10.5% Si pada temperatur penuangan 700°C. Pengecoran ulang menyebabkan penurunan kekerasan pada material ADC 12 dari *raw material*ke *remelting*, yang semula 95.4 BHN menjadi 73.0 BHN pada temperatur penuangan 700°C. Angka porositas semakin tinggi setelah dilakukan remelting yang semula 5,77% menjadi 34,97%. Proses penuangan, pembekuan dan cetakan yang digunakan, juga mempengaruhi sifat mekanik material tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh Ali,dkk (2012:14) meneliti tentang pengaruh media pendingin terhadap beban impak pada aluminium coran. Dalam penelitiannya proses peleburan menggunakan dapur krusibel dan bahan material aluminium bekas (skrap) yang dileburkan selama 1 jam dengan temperatur tuang 650 ^{o}C. Proses pendinginan menggunakan media pendingin air, oli dan udara dan diuji *impact.* Nilai impak atau ketangguhan aluminium skrap terhadap variasi media pendingin udara, air dan oli. Nilai ketangguhan aluminium skrap dengan media pendingin air sebesar 0,064 joule/mm^2, media pendingin oli sebeasr 0,063 joule/mm^2 dan media pendingin udara yaitu 0,043 joule/mm^2. Pada penelitian ini disimpulkan bahwa hasil penelitian menunjukan aluminium skrap yang dicor dengan menggunakan media pendingin oli memiliki laju pendingin yang lebih cepat dibanding menggunakan media pendingin air dan udara, ketangguhan

aluminium skrap tinggi dengan media pendingin air (0,064 joule/mm^2), oli (0,063 joule/mm^2) dan udara (0,043 joule/mm^2).

Penelitian yang dilakukan oleh Dinov,dkk (2013) meneliti tentang pengaruh variasi media pendingin terhadap kekerasan dan struktur mikro hasil *remelting* Al-Si berbasis limbah piston bekas dengan perlakuan *degassing*. Dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa perlakuan panas *quenching* dengan pemberian variasi media pendingin mempengaruhui tingkat kekerasan hasil *remelting* Al-Si sedangkan dari hasil pengamatan struktur mikro, dapat diketahui pembentukan dan penyebaran komposisi struktur Al dan struktur Si pada setiap spesiman perlakuan panas *quenching* disebabkan oleh perbedaan karakter media pendingin yang dikenai pada spesimen.

Penelitian yang dilakukan oleh Pamungkas, dkk (2016) meneliti tentang identifikasi tingkat kekerasan paduan Al-Si yang di-*quenching* dengan variasi media pendingin dan waktu pencelupan. Dalam penelitiannya menyimpukan bahwa Tingkat kekerasan Al-Si pada proses *quenching* menggunakan media pendingin campuran 90% oli Mesran SAE 40 dan perbandingan 10% air dengan lama pencelupan 5 menit, 10 menit, dan 15 menit, masing-masing 57,54 V, 58,01 HV, dan 58,15 HV, tingkat kekerasan Al-Si pada proses *quenching* menggunakan media penggunakan pendingin campuran 10% oli Mesran SAE 50 dan perbandingan 90% air dengan lama pencelupan 5 menit, 10 menit, dan 15 menit, masing-masing 57,61 HV, 58,03 HV, dan 58,25 HV, dan tingkat kekerasan Al-Si pada proses *quenching* menggunakan media penggunakan pendingin campuran 50% oli Mesran SAE 50 dan perbandingan 50% oli Mesran SAE 40 dengan lama

pencelupan 5 menit, 10 menit, dan 15 menit, masing-masing 57,71 HV, 58,18 HV, dan 58,28 HV.

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Marpaung (2016), meneliti tentang Pengaruh *Heat Teatment* terhadap kekerasan dan mikrostruktur *sprocket drive* dan *sprocket driven*, dapat diambil kesimpulan setelah dilakukan proses *Heat Teatment* dengan waktu holding 10 menit pada *sprocket drive* dan *sprocket driven* mengalami peningkatan nilai kekerasan dengan penggunaan media pendingin air. Pada Mikrostruktur material Sprocket Drive dan Driven Original mempunyai kandungan prosentasi perlit yang lebih besar dibandingkan dengan Sprocket Drive dan Driven KW 1 dan Second.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Bahtiar (2014) meneliti tentang pengaruh media pendingin minyak pelumas sae 40 pada proses *quenching* dan tempering terhadap ketangguhan baja karbon rendah, dari pengujian dan pembahasan pada proses perlakuan panas *holding time* 7 menit, 1 jam dan 2 jam kemudian *diquenching* dengan menggunakan media pendingin Oli Mesran *SAE 40* pada temperatur 925°C. Dan *tempering holding time* 14 menit, 1 jam dan 2 jam pada temperatur 450°C. Pada penelitian ini disimpulkan bahwa material yang mengalami perlakuan panas dengan *holding time* selama 7 menit kemudian diberikan perlakuan *quenching* dengan media pendingin oli Mesran SAE 40 mengakibatkan peningkatan nilai ketangguhan 209 % dibanding raw material.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Adawiyah (2014) meneliti tentang pengaruh perbedaan media pendingin terhadap struktur mikro dan kekerasan pegas daun dalam proses *hardening.* didapatkan hasil kekerasan

dari berbagai variasi media pendingin yaitu media oli HRC 97,2 kg/mm2, media air garam HRC 99,13 kg/mm2, media air biasa HRC 96,5 kg/mm2, dan pembanding HRC 94,7 kg/mm2 , jadi dapat disimpulkan bahwa media air garam lebih tinggi harga kekerasannya di bandingkan dengan media lainnya. Jadi dapat disimpulkan kekerasan baja tersebut bertambah setelah melalui proses perlakuan panas.

2.3 Kerangka Pikir Penelitian

Seiring meningkatnya harga jual material aluminium murni di pasaran mengakibatkan banyak industri pengecoran menggunakan bahan material limbah aluminium (sekrap) atau material *reject* dari pengecoran sebelumnya. Hal ini banyak dilakukan oleh kebanyakan industri kecil agar memperkecil pengeluaran biaya produksi. Proses pengecoran menggunakan bahan material limbah aluminium (sekrap) atau material *reject* dari pengecoran sebelumnya dapat juga disebut dengan proses tuang ulang atau *remelting*. Disamping untuk memperkecil pengeluaran biaya produksi, terdapat masalah dalam proses *remelting* yaitu menghasilkan produk yang memiliki sifat fisis dan sifat mekanis yang berbeda dari penggunaan material aluminium murni. Berdasarkan hal tersebut maka perlu adanya proses lanjutan setelah mendapatkan benda hasil coran dari material limbah tersebut, salah satu perlakuan yang dapat dilakukan yaitu dengan perlakuan *quenching*.

Proses hasil *remelting* aluminium paduan berbasis limbah piston dengan memberi perlakuan variasi media *quenching* dilakukan untuk mengetahui nilai

kekuatan *bending* pada setiap spesimen. Pada penelitian ini menggunakan variasi media *quenching* air destilasi, air kapurd an minyak kelapa. Dengan pemberian variasi media *quenching* yang berbeda ini akan menghasilkan sifat fisis dan sifat mekanis hasil *remelting* yang berbeda pula. Hal ini disebabkan pada saat logam didinginkan terjadi proses pembentukan fasa kristal/*grain* yang berbeda antara variasi media *quenching* yang memiliki laju pendinginan yang berbeda.

Melalui penelitian ini akan didapatkan pembahasan tentang seberapa besar pengaruh variasi media *quenching* terhadap nilai kekuatan *bending* hasil *remelting* aluminium paduan berbasis limbah piston dan hasil uji sifat fisis dan mekanis hasil *remelting* tersebut juga dapat digunakan sebagai pengembangan dalam perbandingan sifat fisis dan mekanis hasil pengecoran dengan media pendinginan yang berbeda.

2.4 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis kerja dari penelitian ini adalah:

1. Ada pengaruh variasi media *quenching* dengan menggunakan air, air kapur dan minyak kelapa terhadap kekuatan *bending* pada hasil *remelting* aluminium paduan berbasis limbah piston.

BAB V

PENUTUP

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada pengaruh variasi media *quenching* terhadap kekuatan *bending* hasil *remelting* alumunium paduan berbasis limbah piston, dapat disimpulkan bahwa:

5.1.1. Ada pengaruh variasi media *quenching* terhadap kekuatan *bending*. Dengan rata-rata nilai kekuatan *bending* tertinggi menggunakan variasi media *quenching* minyak kelapa sebesar 98,55 MPa, variasi media *quenching* air sebesar 81,72MPa, variasi media *quenching* air kapur sebesar 57,45MPa dan kekuatan *bending* terendah pada media *quenching* udara sebesar 40,23MPa.

5.1.2. Variasi media *quenching* yang berpengaruh terhadap kekuatan *bending* antara lain media *quenching* air dengan minyak kelapa dengan selisih rata-rata 16,830MPa, variasi media *quenching* air dengan air kapur dengan rata-rata 24,270MPa, variasi media *quenching* air dengan udara dengan selisih rata-rata 41,490MPa, dan variasi media *quenching* minyak kelapa dengan udara dengan selisih rata-rata 58,320MPa.

5.2.Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka saran yang direkomendasikan peneliti sebagai berikut:

5.2.1. Media *quenching* dapat divariasikan lagi untuk melihat hasil yang terjadi apakah terjadi peningkatan atau penurunan terhadap kekuatan *bending* hasli *remelting* alumunium.

5.2.2. Perlu dilakukan pengujian dengan jenis yang lain agar mendukung data-data yang ada terhadap variasi media *quenching* hasil *remelting* alumunium paduan berbasis limbah piston.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, M., Nurdin, M., Arskadius, A., dan Indra, M. 2012. Pengaruh Media Pendingin terhadap Beban Impak Material Aluminium Coran. *Jurnal Politeknik Lhokseumawe*. 9-14

Adawiyah, R., Murjani dan Hendrawan, A. 2014 Pengaruh Perbedaan Media Pendingin Terhadap Strukturmikro Dan Kekerasan Pegas Daun Dalam Proses Hardening. *Jurnal Poros Teknik.* 6 (2): 55-102

Antro, T. 2007. Studi Pengaruh Quench dan Quench Aging pada Aluminium Hasil Pengecoran terhadap Sifat Fisis dan Mekanis. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.*

Aini, N., Wardhani, O, P dan Iryani 2016. Desorpsi Karonten Minyak Kelapa Sawit (Crude Palm Oil) Dari Carbon Aktif Menggukanan Isopropanol. *Journal Teknik Kimia Univesitas Sumatera Utara.* 5 (4): 2

Bahtiar, M. Iqbal dan Supramono. 2014 Pengaruh Media Pendingin Minyak Pelumas Sae 40 Pada Proses Quenching Dan Tempering Terhadap Ketangguhan Baja Karbon Rendah. *Jurnal Mekanikal*. 5 (1): 455-463

Budiyono,A., Widayat, W., dan Rusiyanto. 2010. Peningkatan Sifat Mekanis Sekrap Aluminium dengan Degassing. *Jurnal Profesional*. 8 (1): 13.

Budiyono,A. dan Jamasri.2010. Pengaruh Remeltingterhadap Perambatan Retak Paduan Aluminium.*Jurnal Penelitian Saintek*. Volume 15 (2): 26.

Marpaung., H, Suriansyah, Nova dan R., Ismail 2014. Pengaruh *Heat Treatment* Terhadap Kekerasan Dan Mikrostruktur *Sprocket Drive* Dan *Sprocket Driven. Widya Teknika. 24 (1*)

Masyhuri, A, P, Ahmad, A, M dan Djojowasito, G. 2003 Rancang Bangun Sistem Penyerap Karbon dioksida (CO2) Pada Aliran Biogas Dengan Menggunakan Larutan Ca(OH)2. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem* 1 (1): 19-28

Purnomo D. 2015.*Studi Komparasi Karakteristik Piston Sepeda Motor 4 Tak dan 2 Tak. Skripsi*, Semarang: Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Surojo,E., Teguh, T. dan Kasminto, W. 2009. Pengaruh Remelting terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Paduan Cor Al-Si.*Jurnal Online Fakultas Teknik UNS*. 8(1): 126.

Zainon, F., Ahmad, K. R.,dan Daud, R. 2015. Effect of Heat Treatment on Microstructure, Hardness, and Wear of Aluminium Alloy 332. *Applied Mechanical and Materials*7 86: 18- 22.

Dinov,F. dkk. 2013. Pengaruh Variasi Media Pendingin terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil *Remelting* Al-Si Berbasis Limbah Piston Bekas dengan Perlakuan *Degassing*. *Jurnal Online FKIP UNS*. Volume 1 (3).

Purwanto,H. 2011. Analisa Quenchingpada Baja Karbon Rendah dengan Media Solar.*Jurnal Momentum.*Volume 7 (1): 40.

Ceshini,L., A. Morri, dan A. Morri. 2013. Effects of the Delay Between Quenching and Aging on Hardness and Tensile Properties of A536 Aluminium Alloy. *Journal of Materials Engineering and Performance*. (online) 22 (1): 205.

Raharjo.dkk. 2011. Analisa Pengaruh Pengecoran Ulang terhadap Sifat Mekanik Paduan Aluminium ADC 12.

Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.

Supriyanto. 2009. Analisis Hasil Pengecoran Aluminium dengan Variasi Media Pendinginan. *Jurnal Janateknika*. 11 (2): 117.

Surdia,T. dan Chijiwa. 2000. *Teknik Pengecoran Logam* (Cetakan 8). Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Surdia,T. dan Saito. 1992. *Pengetahuan Bahan Teknik* (Cetakan 2). Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Sonawan, H. dan Suratman, R. 2006. *Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam* (Cetakan 2). Bandung: Alfabeta

Susana, T. 2003 Air Sebagai Sumber Kehidupan. *Journal Oceana* 28 (3): 17-25

Pamungkas, Y. C, Wahono dan Trihutomo, P. 2016. Identifikas Tingkat Kekerasan Paduan Al-Si yang Di-*Quenching* dengan Variasi Media Pendingin dan Waktu Pencelupan. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Malang*. 24(2): 1-6.

Wona, H., Boimau, K., dan Maliwamu, E. 2015. Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat terhadap Kekuatan Bending dan Impak Komposit Polyester Berpenguat Serat Agave Cantula. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Nusa Cendana.*2(1): 39-50

Majanasastra,R. B. S.2015.Pengaruh Variable Waktu(*Aging Heat Treatment*) Terhanda Variodap Peningkatan Kekerasan Permukaan Dan Struktur Mikro Kepala Piston Sepeda Motor Honda Vario.*Jurnal Imiah Teknik Mesin* 3(2): 88.

Haryadi, G. D. 2006. Pengaruh Suhu Tempering Terhadap Kekerasan, Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Pada Baja K-460 8

Widiyatno. 2014.Analisi Perlakuan Panas Besi Tuang Kelabu Terhadap Pengujian Tekuk. *Jurnal Widya Teknika.* 22 (10): 74.