



**PENGARUH VARIASI JUMLAH *RISER* PADA
PENGECORAN ALUMINIUM DAUR ULANG
DENGAN CETAKAN PASIR TERHADAP CACAT
CORAN, KEKERASAN, DAN STRUKTUR MIKRO**

SKRIPSI

**Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

UNNES
oleh
Ovalia Widya Pangestika
5201413056

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2017**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Pengaruh Variasi Jumlah *River* pada Pengecoran Aluminium Daur Ulang dengan Cetakan Pasir Terhadap Cacat Coran, Kekerasan, dan Struktur Mikro telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal bulan Agustus tahun 2017.

Oleh

Nama : Ovalia Widya Pangestika
NIM : 5201413056
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Panitia:

Ketua

Sekretaris

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

Dr. Rahmat Doni Widodo, S.T, M.T
NIP. 197509272006041002

Penguji

Pembimbing 1

Pembimbing 2

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

Drs. Sunyoto, M.Si
NIP. 196511051991021001

Drs. Pramono, M.Pd
NIP. 195809101985031002

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik UNNES



Dr. Nur Qudus, M.T
NIP. 196911301994031001

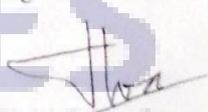


UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

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 di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak 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 di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran 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 di perguruan tinggi ini.

Semarang, 20 Juli 2017
Yang membuat pernyataan,

Ovalia widya pangestika
NIM. 5201413056

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Selalu berfikir positif dalam setiap kesulitan
2. Bertanggungjawab adalah dengan menghadapi dan menyelesaikan masalahnya.
3. Tidak ada yang mustahil selama kita berdoa dan berusaha

PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan untuk:

1. Ibu Yaya dan Bapak Eko, orang tua yang selalu mendoakan dan mengajarku untuk berjuang.
2. Sahabat dan teman-teman di lingkungan Universitas Negeri Semarang yang membantu dan mendukungku (Terhusus : Satrio, Riska, dan Intan).



UNNES

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ABSTRAK

Pangestika, ovalia widya. 2017. Pengaruh Variasi Jumlah *Riser* pada Pengecoran Aluminium Daur Ulang dengan Cetakan Pasir terhadap Cacat Coran, Kekerasan, dan Struktur Mikro. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Drs. Sunyoto, M.Si. Drs. Pramono, M.Pd.

Kata kunci: *Riser*, aluminium daur ulang, cetakan pasir, pengecoran

Penelitian bertujuan untuk mengetahui jumlah *riser* yang paling baik dan efektif untuk pengecoran aluminium daur ulang dengan cetakan pasir. Penelitian akan fokus pada hasil coran dengan menganalisis cacat coran, kekerasan, dan struktur mikro pada spesimen.

Desain penelitian yang digunakan yaitu Pre-eksperimen jenis *One-Shot Case Study* dengan melakukan *treatment*/perlakuan yang hasilnya akan langsung diobservasi dan dianalisis deskriptif. Perlakuan yang diberikan yaitu dengan penambahan jumlah *riser* pada pengecoran aluminium daur ulang. Variasi jumlah *riser* yang digunakan yaitu 1 *riser*, 2 *riser*, dan 3 *riser*. Masing-masing variasi ada 3 spesimen, sehingga terdapat 9 spesimen dalam penelitian. Hasil perlakuan tersebut, selanjutnya akan langsung dilakukan pengujian berupa kekerasan dan struktur mikro. Sebelum dilakukan pengujian, spesimen diobservasi dan dianalisis cacat coran dengan metode *visual inspection*. Hasil pengujian cacat coran, kekerasan, dan struktur mikro dilakukan analisis deskriptif berupa tabel dan grafik untuk hasil kekerasan, dan gambar untuk hasil cacat coran dan struktur mikro.

Setelah dilakukan pengujian, hasil yang didapatkan yaitu variasi 3 dengan jumlah *riser* 3 memiliki hasil coran yang paling baik. *Riser* 3 memiliki nilai kekerasan yang paling besar, struktur mikro yang paling baik, dan sedikit cacat coran di dalamnya. Semakin banyak jumlah *riser*, cacat yang terjadi akan semakin berkurang. Untuk hasil kekerasan pada *riser* 3 sebesar VHN. Semakin banyak jumlah *riser*, maka semakin tinggi nilai kekerasan, karena laju pembekuan pada spesimen dengan *riser* 3 lebih cepat membeku sehingga struktur yang terbentuk akan lebih rapat dan keras. Struktur paling baik terdapat pada variasi 3 yang dibuktikan dengan struktur Si yang lebih halus dan merata pada hasil coran.

Berdasarkan hasil yang didapatkan, perlu dilakukan kembali penelitian serupa dengan penambahan variasi temperatur penuangan cairan. Temperatur penuangan juga sangat mempengaruhi laju pembekuan coran. Penelitian variasi jumlah *riser* perlu dilakukan kembali dengan *riser* yang lebih banyak, yang bertujuan untuk mengetahui berapa jumlah *riser* yang paling efektif. Pengujian dalam penelitian perlu dilakukan dengan cara lain untuk mendapatkan data yang lebih banyak dan hasil penelitian dapat lebih akurat.

PRAKATA

Puji syukur penulis sampaikan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini disusun sebagai salah satu untuk menempuh gelar S1 pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Nur Qudus, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Rusiyanto, S.Pd., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Kepala Program Studi Pendidikan Teknik Mesin S1 Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Sunyoto M.Si selaku dosen pembimbing 1.
4. Drs. Pramono M.Pd selaku dosen pembimbing 2.
5. Seluruh dosen dan teknisi Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan pengetahuan yang sangat berharga.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan proposal skripsi.

Semoga senantiasa kebaikan mereka akan dibalas oleh Allah SWT. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat oleh semua pihak.



Semarang, 20 Juli 2017

Penulis,

Ovalia Widya Pangestika

NIM.5201413056

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.	5
D. Rumusan Masalah.....	6
E. Tujuan Penelitian.	6
F. Manfaat Penelitian.	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	8
A. Kajian Teori.	8
B. Penelitian yang Relevan.....	32
C. Kerangka Berfikir.	37
BAB III METODE PENELITIAN.....	39
A. Desain Penelitian.	39
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	40
C. Alat dan Bahan Penelitian.....	40
1. Alat Penelitian	40
2. Bahan Penelitian.....	44

D. Variabel Penelitian.....	44
1. Variabel Bebas	45
2. Variabel Terikat.....	45
3. Variabel Kontrol.....	45
E. Prosedur Penelitian.....	45
1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian.....	46
2. Proses Penelitian	46
3. Teknik Pengumpulan Data.....	49
4. Data Penelitian	50
5. Teknik Analisis Data.....	51
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	54
A. Hasil Penelitian	54
1. Hasil Uji Komposisi Bahan.....	54
2. Hasil Cacat Coran.....	55
a. Hasil <i>visual inspection</i> spesimen dengan 1 <i>riser</i>	55
b. Hasil <i>visual inspection</i> spesimen dengan 2 <i>riser</i>	57
c. Hasil <i>visual inspection</i> spesimen dengan 3 <i>riser</i>	58
3. Hasil Uji Kekerasan	60
4. Hasil Struktur Mikro	62
a. Struktur Mikro Spesimen 1 <i>riser</i>	62
b. Struktur Mikro Spesimen 2 <i>riser</i>	63
c. Struktur Mikro Spesimen 3 <i>riser</i>	64
B. Pembahasan.....	65
1. Komposisi Bahan	65
2. Cacat Coran	65
a. <i>Visual inspection</i> spesimen dengan 1 <i>riser</i>	66
b. <i>Visual inspection</i> spesimen dengan 2 <i>riser</i>	67
c. <i>Visual inspection</i> spesimen dengan 3 <i>riser</i>	67
3. Nilai Kekerasan	68
a. Kekerasan dengan 1 <i>riser</i>	69
b. Kekerasan dengan 2 <i>riser</i>	69

c. Kekerasan dengan 3 riser	70
4. Struktur Mikro.....	70
a. Struktur mikro 1 riser.....	70
b. Struktur mikro 2 riser.....	71
c. Struktur mikro 3 riser.....	71
BAB V PENUTUP.....	73
A. Simpulan	73
B. Saran	74
DAFTAR PUSTAKA.....	75
LAMPIRAN.....	78



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol

Arti

gf	Satuan massa (gram force)
s	Satuan waktu (second)
V	Volume
S	Luas penampang
P	Beban terpasang (kg)
d	diagonal bekas injakan penetrator (mm)
°	Derajat
C	Celcius

Singkatan

Arti

ADC12	Aluminium <i>Die Casting</i> dengan kadar Si maksimum 12%
VHN	<i>Vickers Hardness Number</i>
Al	Aluminium
Si	Silikon
Cu	Tembaga
mm	Millimeter
Mg	Magnesium
Zn	Zinc

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



UNNES

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Temperatur penuangan untuk berbagai coran	10
2.2. Komposisi kimia paduan aluminium ADC12 (JIS H5302)	18
2.3. Sifat-sifat fisik aluminium	18
2.4. Sifat-sifat mekanik aluminium	19
2.5 Massa jenis aluminium paduan	19
2.6. Karakteristik berbagai pengujian kekerasan	29
3.7. Desain Penelitian	40
3.8. Jumlah Spesimen Penelitian	48
3.9. Hasil Data Pengujian Kekerasan Metode Vickers	51
3.10. Data Penelitian	52
4.11 Komposisi kimia hasil pengecoran aluminium paduan berbasis limbah piston	54
4.12 Hasil Nilai Kekerasan Rata-rata	60



UNNES

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Pola Solid	13
2.2. Pola <i>Split</i>	14
2.3. Pola <i>match-plate</i>	14
2.4. <i>Cope</i> dan <i>drag</i>	15
2.6. Struktur mikro coran paduan Al-Si-Cu	21
2.7. Struktur mikro coran paduan Al-Si-Mg	22
2.8. Struktur mikro coran paduan Al-Mg	22
2.9. Skematis laju pembekuan coran: (a) laju pembekuan lama, (b) laju pembekuan cepat	23
2.10. Cacat rongga udara	24
2.11. Lubang jarum	25
2.12. Cacat penyusutan dalam	25
2.13. Cacat Penyusutan luar	26
2.14. Cacat rongga penyusutan	26
2.15. Cacat ekor tikus	27
2.16. Cacat rontok cetakan	27
2.17. Cacat penyinteran	27
2.18. Cacat retakan	28
2.19. Cacat salah alir dan sumbat dingin	28
2.20. cacat inklusi terak	29
2.21. Pembebanan dengan uji kekerasan Vickers	31
2.22. Lekukan kekerasan Vickers	31
2.23. Kerangka Berfikir	38
3.24 Dapur crucible	41
3.25 Rangka cetakan	42
3.26 Termokopel	42
3.27 Pola	42

3.28. Desain Pola Coran 2D	43
3.29. Desain Pola Coran 3D	43
3.30. Alat Uji Struktur Mikro	43
3.31. Alat Uji Kekerasan	44
3.32. Desain <i>riser</i> variasi 1 <i>riser</i>	44
3.33. Desain <i>riser</i> variasi 2 <i>riser</i>	44
3.34. Desain <i>riser</i> variasi 3 <i>riser</i>	45
3.35. Alat uji komposisi	45
3.36. Piston truk	45
3.37. Diagram Alir Penelitian	47
3.38. Letak 1 <i>riser</i>	49
3.39. Letak 2 <i>riser</i>	49
3.40. Letak 3 <i>riser</i>	49
4.41 <i>Visual inspection</i> permukaan atas dengan 1 <i>riser</i>	55
4.42 <i>Visual inspection</i> permukaan bawah dengan 1 <i>riser</i>	56
4.43 <i>Visual inspection</i> permukaan samping dengan 1 <i>riser</i>	56
4.44 <i>Visual inspection</i> bagian dalam dengan 1 <i>riser</i>	56
4.45 <i>Visual inspection</i> permukaan atas dengan 2 <i>riser</i>	57
4.46 <i>Visual inspection</i> permukaan bawah dengan 2 <i>riser</i>	57
4.47 <i>Visual inspection</i> pada permukaan samping dengan 2 <i>riser</i>	58
4.48 <i>Visual inspection</i> pada bagian dalam dengan 2 <i>riser</i>	58
4.49 <i>Visual inspection</i> pada permukaan atas dengan 3 <i>riser</i>	59
4.50 <i>Visual inspection</i> pada permukaan bawah dengan 3 <i>riser</i>	59
4.51 <i>Visual inspection</i> pada permukaan samping dengan 3 <i>riser</i>	59
4.52 <i>Visual inspection</i> pada bagian dalam dengan 3 <i>riser</i>	60
4.53 Grafik rata-rata nilai kekerasan hasil coran	61
4.54 Struktur mikro aluminium paduan Al-Si	62
4.55 Foto mikro spesimen dengan 1 <i>riser</i>	63
4.56 Foto mikro spesimen dengan 2 <i>riser</i>	64
4.57 Foto mikro spesimen dengan 2 <i>riser</i>	64



UNNES

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Formulir Usulan Topik	78
2. Persetujuan Proposal	79
3. Persetujuan Seminar Proposal	80
4. Berita Acara Seminar Proposal	81
5. Lembar Pernyataan Revisi Proposal	82
6. Hasil uji komposisi	83
7. Surat peminjaman	84
8. Surat ijin penelitian	85
9. Surat tugas pembimbing	86
10. Foto – foto penelitian	87
11. Lembar Laporan Pengujian	90
12. Surat keterangan pengujian	91



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Di dalam dunia teknik, pengecoran logam merupakan sebuah cara yang banyak digunakan untuk memproduksi peralatan atau benda-benda keteknikan maupun benda untuk kehidupan sehari-hari. Menurut Raharja (2011: 1), hampir semua peralatan atau benda keteknikan yang berbahan logam diolah melalui proses peleburan dan pengecoran, sehingga pengecoran logam mempunyai peranan penting dalam proses produksi peralatan atau benda yang berbahan logam. Pengecoran dapat membentuk benda logam yang berbentuk tidak simetris maupun benda yang memiliki banyak lekukan yang sulit dikerjakan dengan mesin.

Terdapat hal yang perlu diperhatikan dan direncanakan dalam proses pengecoran. Menurut Khoerur, dkk (2012: 33), untuk meningkatkan kualitas hasil coran beberapa hal yang harus direncanakan secara detail dan teliti yaitu, saluran turun, *riser* (saluran penambah), proses penuangan, dan keadaan penuangan. Perencanaan yang baik dan tepat akan menghasilkan coran yang baik dan tidak terdapat cacat di dalamnya. Masih banyak hasil coran yang tidak sesuai dan memiliki banyak cacat coran. Salah satu faktor penyebab cacat pada hasil coran adalah perencanaan sistem saluran yang kurang baik. Sistem saluran sangat penting dalam proses terbentuknya hasil coran, karena cairan masuk dan mengalir melalui sistem saluran.



UNNES

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Khoerur, dkk (2012), melakukan penelitian tentang model sistem saluran pada pengecoran, yaitu dengan 3 variasi model sistem saluran, dari hasil penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa cacat porositas banyak terjadi di bagian yang jauh dari sistem saluran. Adanya udara yang masih terjebak di dalam rongga cetakan menyebabkan semakin banyaknya cacat porositas. Bagian yang dekat dengan sistem saluran mempunyai sedikit cacat porositas karena udara yang terjebak dapat langsung keluar dari saluran tersebut. Udara dalam rongga cetakan dapat keluar melalui *riser* dan saluran masuk. Hasil coran yang memiliki kekerasan terendah yaitu coran dengan saluran pisah samping yang memiliki *riser*. Laju pembekuan terakhir terletak dibagian tengah coran yang jauh dari *riser* dan saluran masuk. Semakin lama laju pembekuannya, maka nilai kekerasan akan semakin rendah.

Krisnawan, dkk (2012), melakukan penelitian dengan memberikan variasi ukuran *riser* (saluran penambah) yaitu dengan tiga variasi ukuran diameter dan tinggi *riser*. Persentase penyusutan terbesar terjadi pada variasi 1 yaitu dengan ukuran diameter *riser* yang paling kecil dan tinggi *riser* yang paling besar. Sedangkan persentase penyusutan terkecil terjadi pada variasi 3 yaitu dengan ukuran diameter *riser* yang paling besar dan tinggi *riser* yang paling kecil. Memiliki diameter *riser* yang besar, maka jumlah cairan yang digunakan untuk menyuplai semakin banyak, sehingga *riser* dapat menyuplai logam cair ketika penyusutan. Memiliki tinggi *riser* yang kecil, maka jarak tempuh logam cair dari *riser* menuju rongga cetakan lebih pendek, sehingga *riser* mudah untuk menyuplai logam cair saat penyusutan. Pada variasi 1 persentase porositasnya paling kecil,

karena laju pembekuannya besar dan cepat membeku. Sehingga, jumlah gas hidrogen yang larut di dalam *riser* jumlahnya sedikit, karena kemampuan larut hidrogen pada kondisi cair lebih besar. Berdasarkan penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa fungsi dari sistem saluran itu sangat penting, tidak hanya mempengaruhi strukturnya saja, tetapi juga nilai kekerasan hasil coran tersebut.

Hasil pengecoran nantinya menghasilkan benda keteknikan yang akan digunakan dengan tingkat kekerasan yang tinggi dan struktur yang baik. Untuk itu, peneliti akan meneliti pengaruh jumlah *riser* pada proses pengecoran. Adanya *riser* lebih dari satu menyebabkan udara yang terjebak di dalam rongga cetakan akan mudah keluar melalui *riser* tersebut. Proses penyuplai cairan pada saat terjadi penyusutan akan lebih cepat, karena terdapat lebih dari satu tempat cadangan penyuplai cairan saat penyusutan.

Penggunaan aluminium daur ulang atau bahan aluminium bekas sebagai bahan pengecoran bertujuan untuk mengolah kembali barang bekas yang sudah tidak terpakai. Aluminium juga merupakan logam ringan yang banyak digunakan untuk bahan pembuatan peralatan keteknikan maupun rumah tangga. Aluminium memiliki sifat tahan korosi dan konduktor yang baik dan kuat. Sehingga penggunaan aluminium bekas sebagai bahan pengecoran sangat efektif untuk menghasilkan benda-benda yang baru dengan bahan yang lama, dan dapat mengurangi limbah aluminium yang tidak terpakai.

Menurut Suhardi dalam Khoirrudin, dkk (2014: 3), Pengecoran yang paling banyak digunakan pada industri pengecoran dalam skala kecil atau *home industri* yaitu pengecoran dengan cetakan pasir. Bahan baku pasir yang cukup

murah dan dapat digunakan berulang menjadi kelebihan pengecoran dengan cetakan pasir. Menurut S. Sulaiman dan Hamouda (2001: 245), keuntungan terbesar dengan cetakan pasir yaitu hampir semua logam dapat dituangkan dalam cetakan pasir dan tidak ada batasan pada ukuran, bentuk, atau berat bagian. Pengecoran dengan cetakan pasir lebih sering digunakan dalam industri rumahan karena bahan bakunya yang mudah ditemukan, harga yang murah, dan penggunaannya dapat berulang kali menjadikan kelebihan tersendiri bagi para pemilik industri rumahan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi masalah-masalah sebagai berikut:

1. Masih banyak hasil coran yang memiliki cacat coran.
2. Cacat penyusutan disebabkan oleh *riser* yang tidak dapat menyuplai cairan dengan baik.
3. Cacat porositas disebabkan karena adanya udara yang terjebak di dalam rongga cetakan.
4. Kualitas hasil coran dipengaruhi oleh saluran turun, *riser*, proses penuangan, dan keadaan penuangan.
5. Semakin lama laju pembekuan coran, maka nilai kekerasannya semakin rendah.

6. Pengaruh variasi jumlah *riser* terhadap cacat coran, kekerasan, dan struktur mikro, pada hasil pengecoran aluminium daur ulang menggunakan cetakan pasir.
7. Jumlah *riser* yang sesuai untuk pengecoran aluminium dengan cetakan pasir.

C. Batasan Masalah

Adanya keterbatasan penulis dalam hal waktu, dana, tenaga, dan pengetahuan, maka penelitian ini akan diberikan batasan masalah yaitu:

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah limbah piston truk yang sama yang sudah dilakukan uji komposisi.
2. Variasi jumlah *riser* yaitu 1 *riser*, 2 *riser*, dan 3 *riser*.
3. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian cacat coran dengan metode *visual inspection* yang ditunjukkan dengan foto spesimen bagian luar dan dalam.
4. Pengujian kekerasan dilakukan dengan mesin uji Vickers Microindentation merk *Future-Tech Corp* dengan pembebanan 50 gf selama 10 s di Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin UNNES.
5. Pengujian struktur mikro dilakukan dengan mesin Meiji Techno IM 7200 dengan perbesaran 500X yang ditunjukkan dengan foto mikro spesimen.
6. Cacat coran yang dibahas dalam penelitian ini adalah cacat penyusutan luar, cacat porositas, cacat lubang jarum, cacat retak, dan cacat ekor tikus.

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh jumlah *riser* pada pengecoran aluminium daur ulang terhadap cacat coran?
2. Bagaimana pengaruh jumlah *riser* pada pengecoran aluminium daur ulang terhadap kekerasan?
3. Bagaimana pengaruh jumlah *riser* pada pengecoran aluminium daur ulang terhadap struktur mikro?

E. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh jumlah *riser* pada pengecoran aluminium daur ulang terhadap cacat coran.
2. Untuk mengetahui pengaruh jumlah *riser* pada pengecoran aluminium daur ulang terhadap kekerasan.
3. Untuk mengetahui pengaruh jumlah *riser* pada pengecoran aluminium daur ulang terhadap struktur mikro.

F. Manfaat Penelitian

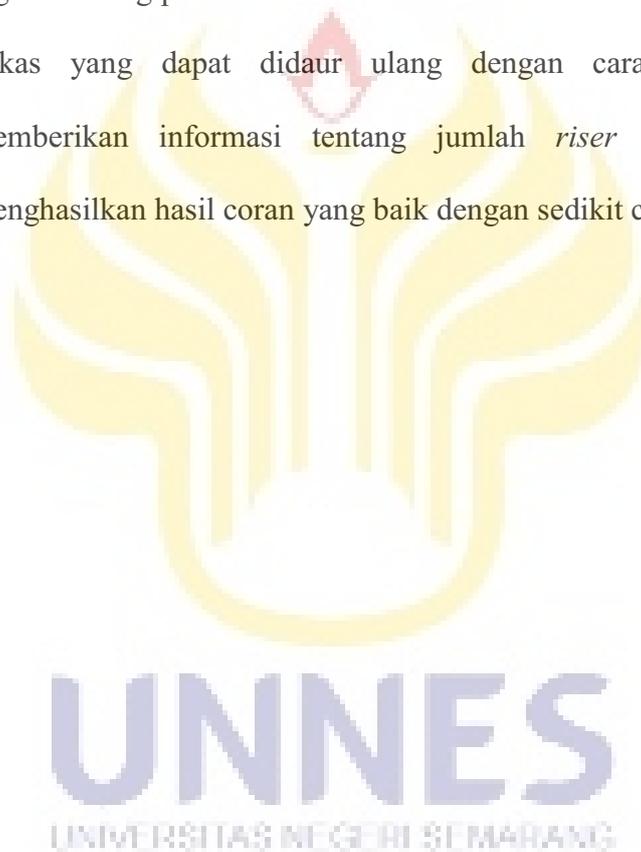
Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Secara Teoritis

Secara teoritis peneliti memberikan informasi dan referensi untuk peneliti yang akan melakukan penelitian sejenis.

2. Secara Praktis

- a. Sebagai masukan bagi masyarakat untuk mencoba mendaur ulang barang bekas yang berbahan aluminium untuk dijadikan benda yang lain atau komponen yang lain.
- b. Memberikan informasi kepada masyarakat dan industri pengecoran logam tentang pemanfaatan aluminium bekas dalam hal ini yaitu piston bekas yang dapat didaur ulang dengan cara pengecoran dan memberikan informasi tentang jumlah *riser* yang efektif dan menghasilkan hasil coran yang baik dengan sedikit cacat di dalamnya.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Pengecoran logam

Menurut Raharja (2011: 2-3) pengecoran merupakan sebuah proses untuk membuat komponen atau benda dengan cara menuangkan bahan yang dicairkan dalam *furnance* (dapur kupola) sampai titik cair bahan tersebut ke dalam cetakan. Adapun teknik pengecoran dapat dibedakan menjadi dua yaitu, teknik pengecoran tradisional dan teknik pengecoran non-tradisional. Teknik pengecoran tradisional merupakan teknik yang menggunakan cetakan tidak tetap, seperti: *sand casting* (cetakan pasir), *low pressure sand casting*, *shell-mold casting*, dan *full mold casting*. Sedangkan teknik pengecoran non-tradisional merupakan teknik yang biasa digunakan untuk produksi massal, yang menggunakan cetakan tetap, sehingga dapat digunakan berulang-ulang, seperti: *high-pressure die casting*, *low-pressure die casting*, *permanent-mold casting*, *centrifugal casting*, *plaster-mold casting*, dan *investment casting*.

Pengecoran merupakan suatu cara atau metode yang digunakan untuk membuat sebuah komponen atau benda dengan cara mencairkan bahan sampai titik didihnya, kemudian dituangkan ke dalam cetakan dan ditunggu sampai membeku. Terdapat beberapa cara atau metode yang dapat digunakan dalam pengecoran diantaranya, metode cetakan pasir, *investment casting*, *lost foam casting*, *high pressure die casting*, *low pressure die casting*, pengecoran sentrifugal, dan *gravity die casting*.

Beberapa hal yang mempengaruhi proses pengecoran, yaitu:

a. Kekentalan logam cair

Kekentalan logam cair dapat mempengaruhi aliran logam cair, sedangkan kekentalan logam cair tergantung pada temperturnya, pada temperatur yang tinggi kekentalan menjadi lebih rendah dan sebaliknya. Apabila logam cair mengalir dari rongga cetakan, cairan tidak mengikuti keadaan cair sempurna. Apabila logam cair memiliki temperatur jauh di atas titik cair, maka lapisan beku tidak akan cepat tumbuh pada permukaan dinding cetakan. Sebaliknya apabila logam cair memiliki temperatur lebih dekat dengan titik cairnya, maka lapisan beku akan lebih cepat tumbuh pada permukaan dinding cetakan. Kemudian jalan aliran akan lebih sempit dan aliran memisahkan kristal-kristal yang membeku kemudian bercampur dengannya. Dalam hal ini mampu alir akan menurun yang dapat menyebabkan berhentinya aliran (Surdia dan Chijjiwa, 2000:11-13).

b. Pembekuan logam

Menurut P.R.,Beeley dalam Tjitro (2001: 41), pada pembekuan logam saat pengecoran terjadi penyusutan, berikut adalah 3 jenis, yaitu: *liquid contraction*, *solidification contraction* dan *solid contraction*. *liquid contraction* terjadi pada logam cair jika didinginkan dari temperatur tuang menuju temperatur pembekuan. *Solidification contraction* penyusutan yang terjadi selama logam cair melalui fasa pembekuan (perubahan fasa cair menjadi fasa padat). *Solid contraction* penyusutan yang terjadi selama periode *solid metal* didinginkan dari temperatur pembekuan menuju

temperatur ruang. *Liquid contraction* dan *solidification contraction* dapat diatasi dengan perencanaan *riser* yang baik dan tepat, penyusutan coran yang disebabkan oleh dua jenis diatas dapat disuplai cairan dari *riser*. Sedangkan *Solid contraction* dapat diatasi dengan penambahan dimensi pola lebih besar dari dimensi benda coran.

Menurut Surdia dan Chijiiwa (2000: 15), pembekuan coran dimulai dari logam cair yang bersentuhan dengan cetakan, ketika panas dari logam cair diambil oleh cetakan sehingga bagian yang bersentuhan dengan cetakan akan mendingin sampai titik beku dan kemudian inti-inti kristal akan tumbuh. Coran pada bagian dalam membeku lebih lama dari pada bagian luar, sehingga kristal-kristal tumbuh dari inti asal yang mengarah ke bagian dalam coran dan butir-butir kristal tersebut berbentuk panjang-panjang seperti kolom, yang disebut struktur kolom. Pembekuan dari coran maju perlahan-lahan dari kulit ke tengah coran. Jumlah waktu pembekuan yang diperlukan yaitu sebanding lurus dengan V/S , yaitu perbandingan antara volume coran dan luas permukaan melalui mana panas dikeluarkan.

Tabel 2.1. Temperatur penuangan untuk berbagai coran

Macam Coran	Temperatur Penuangan ($^{\circ}\text{C}$)
Paduan Ringan	650-750
Brons	1100-1250
Kuningan	950-1100
Besi cor	1250-1450
Baja cor	1500-1550

(Surdia dan Chijiiwa, 2000:109)

2. Cetakan Pasir

Teknik pengecoran logam dengan cetakan pasir merupakan teknik yang paling banyak digunakan karena dapat membentuk bagian logam yang kompleks. Proses pengecoran pasir, membutuhkan penggunaan tungku, pola, dan cetakan pasir. Tebalnya pasir dalam rangka cetakan adalah 30 sampai 50 mm (Surdia dan Chijiiwa, 2000: 93). Dalam proses penuangan cairan logam, suhu cairan harus dijaga sesuai suhu tuang logam yang ditetapkan. Logam cair yang dituangkan harus cukup untuk mengisi seluruh rongga cetakan. Waktu penuangan cairan harus cepat untuk mencegah pembekuan awal salah satu bagian logam. Sedangkan waktu pendinginan dapat diperkirakan berdasarkan tebal dinding pengecoran dan suhu logam. Apabila beberapa logam cair dingin terlalu cepat, maka akan terdapat banyak penyusutan, retak, atau bagian yang tidak lengkap. Berikut adalah hal yang dibutuhkan pada saat pengecoran dengan cetakan pasir:

a. *Mold*

Merupakan cetakan yang berisi beberapa komponen dan dibagi dua yaitu, *cope* (bagian atas) dan *drag* (bagian bawah). Kedua bagian yang terkandung dalam kotak yang disebut *flask*. Rongga cetakan terbentuk oleh kemasam pasir sekitar pola dalam setiap setengah *flask*.

b. Pasir

Pasir merupakan salah satu bahan yang digunakan untuk membuat cetakan pasir. Biasanya menggunakan pasir silika (SiO_2) yang dicampur dengan bahan pengikat untuk membantu mempertahankan bentuk rongga cetakan.

Kelebihan menggunakan pasir cetak adalah pasir dapat digunakan kembali setelah proses pengecoran. Pasir dapat didapatkan dengan sangat murah dan memiliki ketahanan terhadap suhu yang tinggi. Menurut Kenji Chijiwa dalam S.Tirta Atmaja (2006: 42), Pasir cetak yang digunakan dalam pengecoran harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- 1) Mempunyai sifat mampu bentuk, sehingga mudah dalam pembuatan cetakan dengan kekuatan yang cocok.
- 2) Permeabilitas yang cocok. Menurut Rohman, dkk (2014: 267), permeabilitas adalah kemampuan pasir cetak untuk mengalirkan gas dan uap yang dilepaskan oleh logam panas saat proses penuangan.
- 3) Tahan terhadap temperatur logam yang dituang.
- 4) Distribusi besar butir yang cocok, permukaan coran yang halus dapat diperoleh jika dibuat dalam cetakan yang berbutir halus.
- 5) Komposisi dari pasir harus cocok. Pada temperatur yang tinggi sangat memungkinkan terjadinya reaksi kimia, sehingga adanya bahan-bahan lain yang dapat menghasilkan gas atau larut dalam logam harus dihindari.
- 6) Mampu untuk dipakai lagi/didaur ulang supaya lebih ekonomis.
- 7) Harganya murah.

Berikut adalah jenis-jenis cetakan pasir:

1) *Greensand Mold*

Menggunakan campuran pasir 90%, air 3%, tanah liat 7% atau bahan pengikat, yang paling banyak digunakan.

2) *Skin dried mold*

Pada cetakan pasir ini sama dengan *greensand mold*, tetapi pada cetakan ini dikeringkan dengan pemanas atau lampu pemanas untuk meningkatkan kekuatan cetakan.

3) *Dry sand mold*

Sebuah cetakan pasir kering, dimana pasir hanya dicampur dengan bahan pengikat organik dan dipanaskan dalam oven.

c. Pola

Pola merupakan perkakas utama yang digunakan untuk membuat rongga dalam cetakan. Material yang digunakan untuk membuat pola diantaranya, kayu, plastik, dan logam. Pola dengan bahan kayu lebih banyak digunakan karena murah dan mudah dibentuk. Adapun jenis-jenis pola dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1) Pola solid

Pola solid adalah pola padat dalam satu kesatuan. Biasanya digunakan untuk bagian geometris sederhana yang diproduksi dalam jumlah rendah.



Gambar 2.1. Pola Solid

(Raharja, 2011: 60)

2) Pola *split*

Pola *split* adalah pola padat yang mempunyai 2 bagian terpisah yang memenuhi sepanjang garis perpisahan dari cetakan. Biasa digunakan untuk bagian geometris yang kompleks.



Gambar 2.2. Pola *Split*

(Raharja, 2011: 60)

3) Pola *match-plate*

Pola ini hampir sama dengan pola *split*, tetapi pada pola ini terdapat piringan tunggal yang melekat di setiap setengah bagian pola.

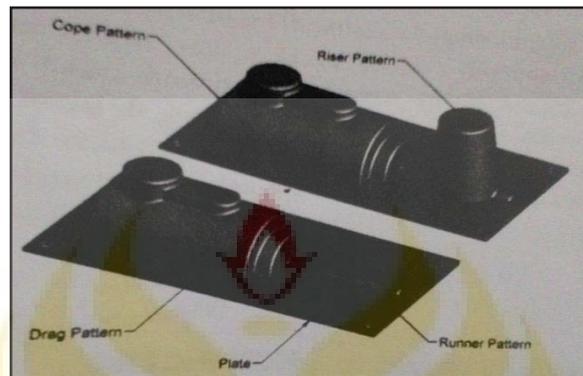


Gambar 2.3. Pola *match-plate*

(Raharja, 2011: 61)

4) *Cope* dan *drag*

Pola ini mirip dengan pola *match-plate*, tetapi pada pola ini piringannya terpisah dan belahan dibuat secara independen.



Gambar 2.4. *Cope* dan *drag*

(Raharja, 2011: 61)

3. Sistem Saluran

Sistem saluran merupakan saluran yang difungsikan sebagai jalan masuknya cairan logam yang dituangkan ke dalam rongga cetakan yang memiliki beberapa bagian diantaranya: cawan tuang, saluran turun, pengalir, dan saluran masuk (Surdia dan Kenji, 2000: 65). Kusharjanta, dkk (2011: 55) menyebutkan beberapa bagian dalam sistem saluran yaitu: cawan tuang, saluran turun (*sprue*), dam atau waduk, saluran pengalir (*runner*), *riser* (saluran penambah), dan saluran masuk (*ingate*).

Sistem saluran merupakan bagian terpenting dalam proses pengecoran, penyusunan sistem saluran yang baik akan menghasilkan hasil coran yang baik pula, dan sebaiknya, apabila sistem saluran tidak disusun atau direncanakan secara baik, maka akan mempengaruhi hasil coran yang bisa menyebabkan

cacat penyusutan dan cacat porositas. Raharja (2011: 96) menggolongkan sistem saluran menjadi dua yaitu:

a. Saluran Langsung

Saluran langsung merupakan saluran yang hanya mempunyai satu saluran yang digunakan sebagai saluran masuk, keluarnya angin, dan penambah.

b. Saluran Tak Langsung

Saluran tak langsung merupakan saluran yang mempunyai dua atau lebih saluran, pada saluran tak langsung dapat dipastikan tidak ada udara yang terjebak didalam rongga cetakan. Saluran tak langsung juga berfungsi untuk menambah cairan apabila ada coran yang menyusut.

Surdia dan Chijiiwa (2000: 69) menggolongkan sistem saluran yaitu: saluran pisah, saluran langsung, saluran bawah, saluran pensil, saluran bertingkat dan sebagainya. Saluran pisah yaitu saluran yang mempunyai saluran masuk pada permukaan pisah, dan tempat dijatuhkannya logam cair ke dalam cetakan. Saluran langsung merupakan saluran yang terbuka langsung di atas rongga.

Selain pentingnya bagian-bagian dari sistem saluran, pada sistem saluran juga ada beberapa penggolongan jenis saluran. Dari beberapa jenis saluran tersebut, sistem saluran yang sering digunakan adalah saluran pisah dan saluran langsung.

Saluran langsung hanya memiliki satu saluran yang digunakan sekaligus untuk saluran masuk dan lubang keluarnya udara, sehingga

kemungkinan banyak terjadi cacat penyusutan karena tidak ada cadangan cairan untuk mengisi apabila terjadi penyusutan. Sedangkan saluran pisah merupakan saluran yang memiliki *riser* yang berfungsi sebagai penyuplai cairan apabila terjadi penyusutan pada coran. Pada saluran pisah, tempat dituangkannya cairan yaitu di saluran masuk, jadi saluran pisah memiliki lebih dari satu lubang.

4. *Riser* (Saluran Penambah)

Menurut Tjitro dan Setyati (2004: 70) *riser* (saluran penambah) merupakan saluran yang berfungsi untuk menampung kelebihan logam cair yang digunakan sebagai cadangan dan pengumpan logam cair apabila terjadi penyusutan pada coran. Menurut Surdia dan Chijiwa (2000: 77-83) *riser* merupakan saluran yang mengimbangi proses penyusutan dalam pembekuan hasil coran, sehingga *riser* membekunya harus lebih lambat dari coran. Penambah harus memiliki ukuran yang cocok, karena apabila penambah terlalu besar maka persentase terpakai akan dikurangi dan apabila penambah terlalu kecil maka akan menimbulkan penyusutan pada coran.

Riser merupakan saluran yang berfungsi sebagai penyuplai cairan pada saat coran mengalami penyusutan dan juga sebagai lubang keluarnya udara-udara yang terjebak dalam rongga cetakan. Menurut Tjitro (2001: 43), *riser* yang efektif digunakan adalah *riser* berbentuk kerucut terpancung dengan diameter atas 25mm dan diameter bawah 10 mm, dengan panjang 60mm.

Untuk menentukan volume *riser* yang berbentuk kerucut terpancung, digunakan rumus volume kerucut terpancung sebagai berikut (MGMP Matematika SMK Kab Boyolali: 2013).

$$V = \frac{1}{3}\pi t(R^2 + R.r + r^2)$$

dimana:

V = volume

t = tinggi kerucut

R = Jari-jari besar

r = Jari-jari kecil

5. Aluminium Daur Ulang

Menurut L.H Ashar, dkk (2012: 49), aluminium merupakan salah satu logam non ferro yang memiliki banyak kelebihan, diantaranya memiliki ketahanan terhadap korosi, memiliki berat jenis yang ringan, mempunyai mampu bentuk yang baik, dan mempunyai sifat mampu cor yang baik. Tetapi memiliki sifat mekanik yang jelek. Salah satu produk yang terbuat dari aluminium adalah piston. Menurut Sidharta, dkk (2014: 15), komponen otomotif yaitu piston menggunakan bahan baku paduan aluminium ADC12 (Aluminium *Die Casting* dengan kadar Si maksimum 12%) yang merupakan paduan antara Al-Si-Cu-Mg-Zn serta unsur lainnya yang terdapat pada tabel. Paduan aluminium ADC12 akan memperbaiki ketahanan terhadap retak panas yaitu kekuatan pada temperatur tinggi.

Tabel 2.2. Komposisi kimia paduan aluminium ADC12 (JIS H5302)

Si	Cu	Mg Max.	Zn Max.	Mn Max.	Fe Max.	Ni Max.
9,6	1,5					
s/d	s/d	0,3	1	0,5	0,9	0,5
12,0	3,5					

(Sidharta, dkk, 2014: 15)

Tabel 2.3. Sifat-sifat fisik aluminium

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)	
	99,996	>99,0
Massa Jenis (20 ⁰ C)	2,6989	2,71
Titik Cair	660,2	653-657
Panas Jenis (Cal/g, ⁰ C)(100 ⁰ C)	0,2226	0,2297
Tahanan listrik koefisien temperature	0,00429	0,0115
Koefisien pemuaian(20-100 ⁰ C)	23,86x10 ⁻⁶	23,5x10 ⁻⁶
Jenis Kristal, konstanta kisi	fcc,a=4,013kX	fcc,a=4,04kX

(Surdia dan Saito, 2000: 134)

Tabel 2.4. Sifat-sifat mekanik aluminium

Sifat-sifat	Kemurnian 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 (%)	48,6	5,5	35	5
Kekerasan Brinell	17	27	23	44

(Surdia dan Saito, 2000: 134)

6. Visual inspection

Menurut S.Tirta Atmaja (2006: 44), *visual inspection* atau inspeksi visual dilakukan untuk melihat banyaknya kegagalan cor atau cacat cor yang terjadi, kemudian dari hasil inspeksi visual ini jenis-jenis kegagalan yang terjadi dikelompokkan untuk mengetahui jenis kegagalan apa yang sering ditemui pada tiap-tiap benda coran. Proses inspeksi visual dapat dilakukan dengan dua metode yaitu metode pengujian tanpa merusak dan metode

pengujian merusak. Metode pengujian tanpa merusak diantaranya, pemeriksaan visual, pengujian *dye penetrant*, *magnetic particle*, *ultra sonic*, dan *radiography*. Fungsi dari inspeksi visual adalah untuk mengetahui dan mendeteksi cacat yang tampak secara nyata pada permukaan. Inspeksi visual yang dilakukan adalah pengecekan terhadap bentuk, ukuran, cacat luar, dan kualitas permukaan. Prinsip dalam inspeksi visual sangat sederhana hanya dengan menggunakan mata telanjang tanpa alat bantu kecuali kaca pembesar.

7. Struktur Mikro

Menurut L.H Ashar, dkk (2012: 50), yang dimaksud dengan struktur mikro adalah suatu cara atau metode yang digunakan untuk mengetahui struktur kristal yang terdapat di dalam coran dengan cara di foto mikro dengan alat mikroskop optik metalurgi. Pengamatan struktur mikro dalam sebuah coran sangat penting, karena ukuran dan bentuk butir kristal akan sangat berpengaruh terhadap karakter sifat bahan seperti, kekuatan, kekerasan, dan ketangguhannya. Menurut L.E Smallman dan R.J Bishop dalam Sriati Djapri (2000: 138), dalam mikroskop cahaya menampilkan gambaran struktur dua-dimensional dengan perbesaran total dari 40x hingga 1250x. Proses pengamatan lebih baik dilakukan pada saat logam dalam kondisi terpoles karena dapat menampilkan ciri struktural seperti penyusutan, porositas gas, retak, dan inklusi materi asing.

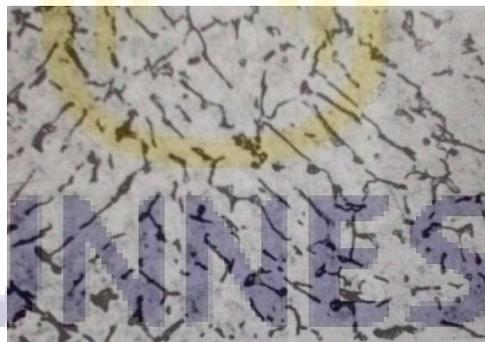
Menurut Geger kokok dalam Sinung Khoiruddin, dkk (2014: 5), struktur mikro yang terjadi pada aluminium coran, ditentukan oleh temperatur pemanasan saat pengecoran, laju pendinginan setelah pengecoran, laju

pembekuan, komposisi kimia, logam induk, logam pengisi, dan perlakuan yang diterapkan pada aluminium tersebut.

Menurut Surdia dan Chijiiwa (2000: 42-43), berikut adalah struktur yang terdapat pada aluminium paduan, yaitu:

a. Paduan Aluminium-Tembaga, Aluminium-Tembaga-silium

Paduan aluminium-tembaga merupakan paduan aluminium yang mengandung tembaga 4,5% yang memiliki sifat-sifat mekanik dan mampu mesin yang baik dan sifat coranya jelek. Paduan aluminium-tembaga-silium merupakan paduan aluminium-tembaga dengan menambah 4-5% silium. Berikut adalah gambar struktur mikro paduan Aluminium-Tembaga-Silium, pada bagian putih merupakan aluminium proeutentik, dan bagian hitam berbentuk jarum adalah CuAl_2 .



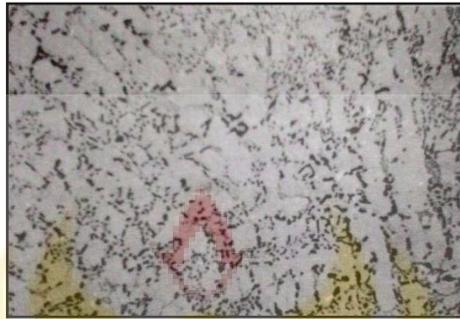
Gambar 2.6. Struktur mikro coran paduan Al-Si-Cu

(Surdia dan Chijiiwa, 200: 42)

b. Paduan Aluminium Tahan Panas

Paduan Y merupakan paduan Al-Cu-Ni-Mg yang kekuatannya tidak berubah sampai 200°C dan sangat tinggi meskipun pada temperatur 300°C , sehingga paduan ini digunakan untuk torak atau tutup silinder. Lo-Ex adalah paduan Al-Si-Cu-Ni-Mg yang mempunyai koefisien muai rendah dan

kekuatan panasnya tinggi. Berikut adalah struktur mikro coran paduan Al-Si-Mg, warna hitam adalah Mg_2Si , abu-abu adalah $CuAl_2$, dan eutektik Si bintik-bintik mengendap diantara matrik Al.



Gambar 2.7. Struktur mikro coran paduan Al-Si-Mg
(Surdia dan Chijiwa, 200: 43)

Struktur mikro coran paduan Al-Mg, yang mana matriksnya adalah Al, dan titik hitam adalah Mg_2Si .

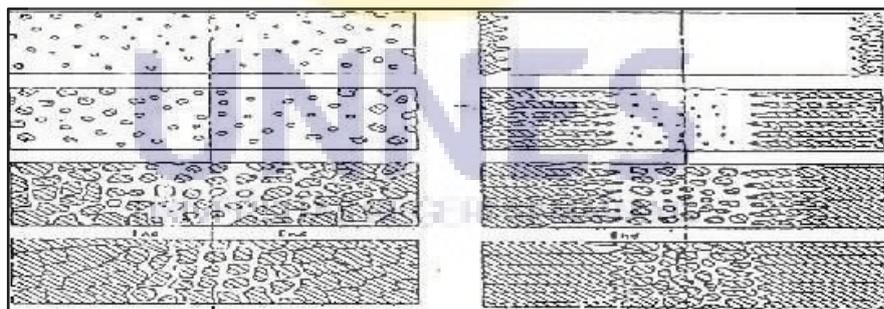


Gambar 2.8. Struktur mikro coran paduan Al-Mg
(Surdia dan Chijiwa, 200: 43)

Berdasarkan data ASM Internasional (2004) dalam Kirono, dkk (2008: 6), dalam paduan Al-Si terdapat 3 fasa yang terjadi yaitu:

- a. *Hipoeutektik* = terdapat kandungan silikon <12,2%.
- b. *Eutektik* = terdapat kandungan silikon sekitar 12,2% sampai 12,6%.
- c. *Hipereutektik* = terdapat kandungan silikon >12,6%.

Menurut John Lenny Jr dalam Kirono, dkk (2008: 1), hipereutektik Al-Si memiliki paduan unsur Si antara 12% sampai 20% atau lebih. Unsur Si dalam paduan Al-Si akan mengkristal selama proses pengecoran dan hasilnya akan meningkatkan ketahanan pakai material hasil coran. Menurut Nindhia (2010: 31), Paduan aluminium yang digunakan untuk ketahanan aus adalah paduan aluminium-silikon. Paduan hipoeutektik mengandung fase aluminium primer yang lunak dan ulet serta mengandung fase silikon yang keras dan getas sesuai dengan reaksi eutektik. Fase silikon inilah yang memberikan kontribusi terhadap ketahanan aus yang baik bagi paduan ini. Silikon bersifat tidak larut dalam aluminium. Paduan Al-Si Hipereutektik merupakan paduan yang paling banyak dipakai untuk keperluan ketahanan terhadap aus mengandung partikel silikon primer berukuran besar dan bersudut di samping juga mengandung eutektik silikon. Partikel silikon primer ini menghasilkan ketahanan aus yang baik bagi paduan ini.



Gambar 2.9. Skematis laju pembekuan coran: (a) laju pembekuan lama, (b) laju pembekuan cepat

(Kalpakijan dalam Rahardjo, dkk (2011: 111))

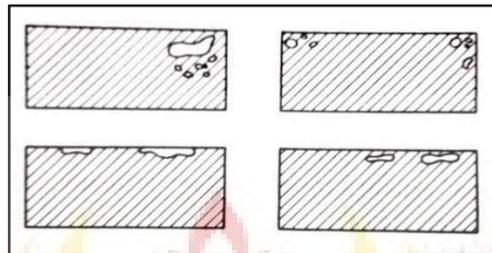
8. Cacat Coran

Menurut Surdia dan Chijiiwa (2000: 211), sesuai dengan komisi pengecoran internasional yang menggolongkan cacat coran dalam rupa menjadi sembilan kelas, yaitu: ekor tikus tak menentu, atau kekasaran yang meluas, lubang-lubang, retakan, permukaan kasar, salah alir, kesalahan ukuran, inklusi dan struktur yang tidak seragam, deformasi dan melintir, dan cacat yang tak nampak. Cacat coran tersebut disebabkan oleh perencanaan, bahan yang digunakan, proses atau perencanaan coran. Meskipun terdapat cacat yang sama pada coran, penyebab cacat tersebut berbeda-beda. Berikut adalah cacat yang terjadi pada coran, yaitu:

a. Rongga Udara

Merupakan cacat yang paling banyak terjadi, biasanya muncul sebagai lubang pada permukaan atau di dalam coran. Rongga udara bisa terjadi pada temperatur penuangan yang rendah dan waktu penuangan yang terlalu lama. Apabila waktu penuangan terlalu lama, maka banyak udara yang akan masuk ke dalam rongga cetakan. Pada pengeluaran gas yang tidak sempurna, maka rongga udara akan membentuk cacat di dalamnya. Hal tersebut dapat diatasi dengan membuat lubang angin atau mencampur sinder kokas. Tinggi penuangan cairan dapat menyebabkan timbulnya rongga udara. Apabila tinggi penuangan terlalu rendah, maka tekanan logam cair menjadi lebih kecil dari pada tekanan gas di dalam cetakan. Menurut Pratama dan Soeharto (2012: 129), porositas atau rongga udara merupakan cacat berupa lubang berpori pada bagian permukaan (surface) dan bagian

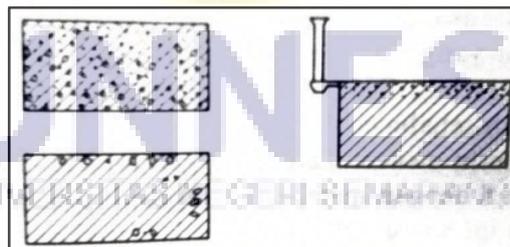
dalam (sub-surface). Porositas merupakan cacat berupa lubang berpori pada yang disebabkan oleh gelembung gas yang terjebak di dalam logam cair sampai proses solidifikasi selesai.



Gambar 2.10. Cacat rongga udara
(Sumber: Surdia, 2000: 212)

b. Lubang jarum

Lubang jarum merupakan cacat yang berbentuk bola dengan permukaan yang halus, cacat lubang jarum seperti bekas tusukan jarum. Ukurannya di bawah 1 sampai 2 mm, sehingga sangat kecil. Lubang jarum tersebar di permukaan coran, sedangkan permukaan dalamnya berwarna perak atau biru karena oksidasi.

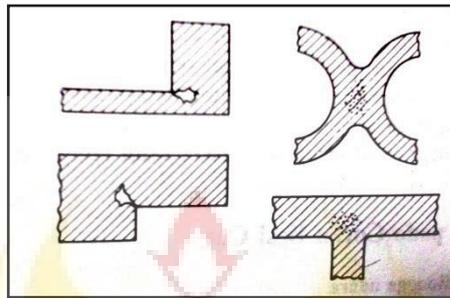


Gambar 2.11. Lubang jarum
(Sumber: Surdia, 2000: 212)

c. Penyusutan Dalam

Penyusutan dalam merupakan lubang cacat yang terjadi karena pengecilan ketika logam membeku. Penyusutan dalam tidak tampak di permukaan, tetapi bagian dalamnya dikelilingi kristal-kristal dendrit.

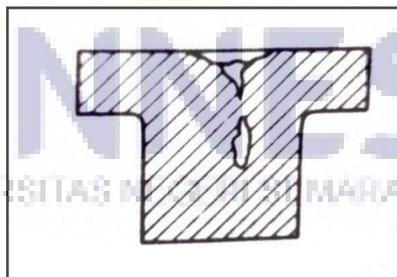
Penyusutan dalam dapat terjadi apabila temperatur penuangan terlalu rendah, sehingga penambah membeku terlebih dahulu dan penambah tidak dapat menyuplai cairan secara baik.



Gambar 2.12. Cacat penyusutan dalam
(Sumber: Surdia, 2000: 212)

d. Penyusutan Luar

Penyusutan luar merupakan lubang cacat yang terjadi pada permukaan luar benda coran yang disebabkan oleh penyusutan pada saat pembekuan. Penyebab terjadinya penyusutan luar sama dengan penyebab terjadinya penyusutan dalam.

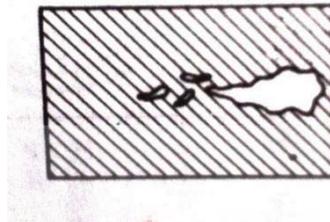


Gambar 2.13. Cacat Penyusutan luar
(Sumber: Surdia, 2000: 212)

e. Rongga Penyusutan

Rongga penyusutan merupakan cacat coran yang penyebabnya sama dengan cacat penyusutan dalam dan luar. Rongga penyusutan terdiri dari

lubang-lubang kecil dengan permukaan dalam berkrystal dendrit kasar yang bisa timbul pada bagian tebal, pertemuan, cekungan filet dan sebagainya.

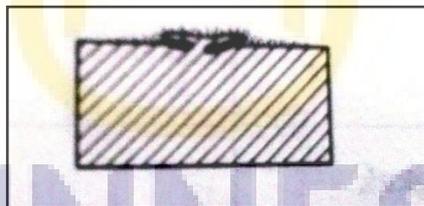


Gambar 2.14. Cacat rongga penyusutan

(Sumber: Surdia, 2000: 213)

f. Ekor Tikus

Ekor tikus merupakan cacat permukaan yang terjadi karena pasir dari permukaan cetakan mengembang dan logam cair masuk di bawah permukaan tersebut, sehingga apabila pasir dibersihkan akan terlihat rongga lurus seperti pembuluh.

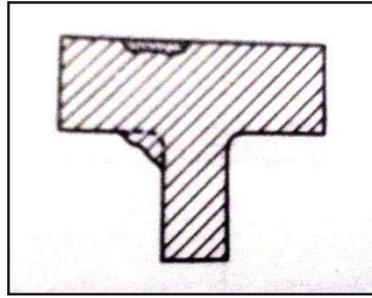


Gambar 2.15. Cacat ekor tikus

(Sumber: Surdia, 2000: 213)

g. Rontokan Cetakan

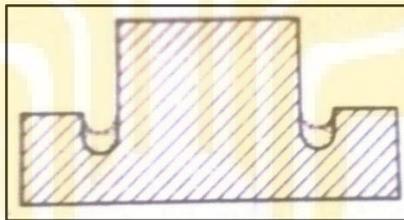
Rontokan cetakan merupakan cacat berbentuk bengkakan yang disebabkan oleh pecahnya cetakan dan pecahan pasir yang menyebabkan inklusi pasir di tempat lain.



Gambar 2.16. Cacat rontok cetakan
(Sumber: Surdia, 2000: 213)

h. Penyinteran

Cacat penyinteran merupakan campuran antara logam dan pasir yang disebabkan muka dari cetakan bercampur dan melekat pada permukaan coran.



Gambar 2.17. Penyinteran
(Sumber: Surdia, 2000: 215)

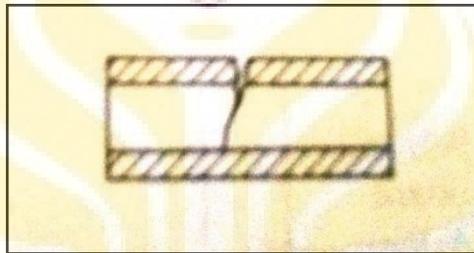
i. Retakan



Gambar 2.18. Cacat retakan
(Sumber: Surdia, 2000: 215)

j. Salah Alir dan Sumbat Dingin

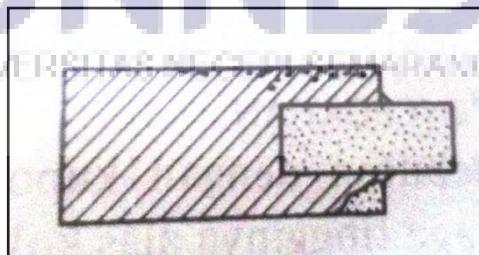
Salah alir merupakan cacat yang disebabkan oleh logam cair yang tidak mampu untuk memenuhi cetakan. Sedangkan sumbat dingin merupakan cacat yang menyebabkan ketidak kontinuan pada permukaan coran. Pada kedua cacat ini terjadi karena bentuk coran yang terlalu tipis, temperatur penuangan terlalu rendah, kecepatan penuangan terlalu lambat, lubang angin yang kurang, dan penambah yang tidak sempurna.



Gambar 2.19. Cacat salah alir dan sumbat dingin
(Sumber: Surdia, 2000: 215)

k. Inklusi Pasir

Cacat karena pasir terbawa dalam coran dan cacat terjadi pada permukaan atau dalam coran.



Gambar 2.20. cacat inklusi terak
(Sumber: Surdia, 2000: 215)

9. Kekerasan

Menurut Surdia dan Shinroku Saito (2000: 186), kekerasan merupakan kriteria yang digunakan untuk menyatakan intensitas tahanan suatu bahan terhadap deformasi yang disebabkan oleh obyek lain. Ada tiga macam cara pengujian kekerasan, yaitu: pengujian penekanan, pengujian goresan, dan pengujian *resilience*. Berikut adalah jenis-jenis pengujian kekerasan beserta karakteristiknya.

Tabel 2.6. Karakteristik berbagai pengujian kekerasan

Cara pengujian	Brinel (H_R)	Rockwell (H_{RA} , H_{RC} , etc)	Rockwell superficial (H_{R30T} , H_{R30N})	Vickers (H_R)	Kekerasan mikro (H_R)	Shoss (H_R)
Penekan	Bola baja 10mmø Karbida	Kerucut intan 120°; Bola baja 1/16 ^l -1/2 ^{ll}	Kerucut intan 120°; Bola baja 1/16 ^{ll} -1/2 ^{ll}	Piramida intan sudut bidang berhadapan 136°	Jenis Vickers Jenis Knoop sudut 130°, 172°	Palu intan 3 g
Beban	500-3000 kg	Beban mula 10 kg beban total 60, 100, 150 kg	Beban mula 3 kg, beban total 15, 30, dan 45 kg	1-120 kg	1-500 g	
Kekerasan	$\frac{\text{Beban}}{\text{Luas penekanan}}$	Dalamnya penekanan	Dalamnya penekanan	$\frac{\text{Beban}}{\text{Luas penekanan}}$	$\frac{\text{Beban}}{\text{Luas penekanan}}$	Tinggi pantulan 6,5° dari 10° tinggi pantulan asal adalah 100

(Surdia dan Saito, 2000: 22)

Menurut Amstead dan Ostwalt dalam khoerur, dkk (2012: 34), berikut adalah tabel sifat logam pada pengecoran.

Tabel 2.7. Sifat logam pada pengecoran

Jenis logam	Kekuatan Tarik (Mpa)	Keuletan (%)	Kekerasan (BHN)
Besi dan baja			
Besi cor kelabu	110 – 207	0 – 1	100 – 150
Besi cor putih	310	0 – 1	450
Baja	276 – 2070	12 – 15	110 – 500
Bukan Besi			
Aluminium	83 – 310	10 – 35	30 – 100
Tembaga	345 – 689	5 – 10	50 – 100
Magnesium	83 – 345	9 – 15	30 – 60
Seng	48 – 90	2 – 10	80 – 100
Titan	552 – 1034	–	158 – 266
Nikel	414 – 1103	15 – 40	90 – 250

(Amstead dan Ostwalt dalam khoerur, dkk, 2012: 34)

Pada pengujian penekanan, hasil kekerasan yang didapatkan sebenarnya lebih besar dari kekerasan aslinya. Berikut cara pengujian kekerasan, diantaranya:

a. Kekerasan Vickers

Pengujian vickers dibagi menjadi dua jenis yaitu: macroindentation dan microindentation. Microindentation Vickers (ASTM E 384) adalah 1 sampai 1000 gf. Dan pada kisaran macroindentation dengan uji pembebanan 1-120 kgf sebagaimana didefinisikan dalam ASTM E 92. Metode pengujian vickers mirip dengan prinsip brinell yaitu menghitung diagonal lekukan yang dihasilkan, nilai kekerasan dihitung dengan membagi gaya dengan luas permukaan lekukan.

Uji kekerasan Vickers dilakukan dengan menekankan piramida intan dengan beban 1-120 kgf pada benda yang akan diuji. Akan dihasilkan diagonal lekukan yang diukur dan rata-rata untuk memberikan nilai dalam milimeter. Pengukuran panjang ini digunakan untuk menghitung angka kekerasan vickers (HV). Menurut Sumpena (2016: 28), angka kekerasan vickers dapat dinyatakan dengan rumus :

$$VHN = \frac{2 \cdot P \cdot \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} \left(\frac{kg}{mm^2}\right)$$

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Sehingga,

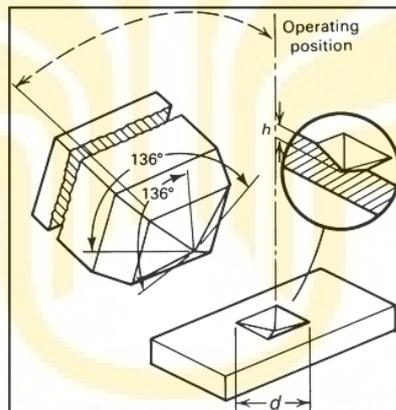
$$VHN = 1,854 \frac{P}{d^2} \left(\frac{kg}{mm^2}\right)$$

Keterangan:

VHN = Nilai kekerasan spesimen

P = Beban terpasang (kg)

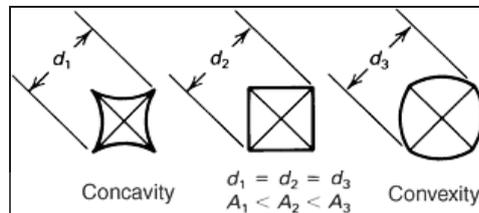
d = diagonal bekas injakan penetrator (mm)



Gambar 2.21. Pembebanan dengan uji kekerasan Vickers
(ASM Metals Handbook, Vol 08 Mechanical Testing, 2000: 463)

Menurut ASM Metals Handbook (2000: 467), kondisi material yang elastis dapat menyebabkan perubahan dalam bentuk indenter setelah indenter diangkat. Gambar A2 menunjukkan kondisi lekukan yang sempurna dan kondisi tersebut tidak selalu tetap. Gambar A1 merupakan lekukan *concavity* yang terjadi karena penurunan permukaan logam di sekitar piramida. Sering terjadi pada logam yang lunak dan menyebabkan pengukuran diagonal berlebihan. Gambar A3 adalah lekukan *convexity* yang

terjadi karena logam disekitar indenter menimbun ke atas. Ketiga jenis lekukan akan menghasilkan nilai kekerasan yang berbeda-beda.



Gambar 2.22. Lekukan kekerasan Vickers

(ASM Metals Handbook, Vol 08 Mechanical Testing, 2000: 467)

B. Penelitian Yang Relevan

Penelitian yang sudah dilakukan terkait dengan Pengaruh Jumlah *Riser* Pada Pengecoran Aluminium Daur Ulang Terhadap Cacat coran, Struktur Mikro, dan Kekerasan Dengan Cetakan Pasir adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Khoerur, dkk yang berjudul “Pengaruh Model Sistem Saluran Pada Proses Pengecoran Aluminium Daur Ulang Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Coran Pulli Diameter 76 Mm Dengan Cetakan Pasir”, dengan hasil bahwa cacat porositas paling banyak terjadi pada saluran B, yaitu saluran yang memiliki saluran masuk di tepi tanpa *riser*, sedangkan pada saluran C, yaitu saluran yang memiliki saluran masuk dan *riser* terdapat cacat porositas paling sedikit, dan saluran A yang mempunyai saluran masuk di tengah tanpa *riser* memiliki cacat porositas lebih banyak dari C, dan lebih sedikit dari B.
2. Penelitian yang dilakukan oleh S.Khoirrudin, dkk yang berjudul “Pengaruh Variasi Jumlah Saluran Masuk Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, dan Ketangguhan Pengecoran Pulley Paduan Aluminium Al-Si Menggunakan Cetakan Pasir”, dengan hasil bahwa harga kekerasan coran pulley semakin

meningkat dari yang memiliki 1 saluran masuk menuju hasil coran pulley 3 saluran masuk. Sedangkan untuk hasil uji struktur mikro menghasilkan bahwa matrik Al-Si yang terbentuk semakin banyak dan butiran Si yang terbentuk semakin halus seiring bertambahnya jumlah saluran masuk. Hasil coran yang memiliki jumlah saluran masuk 3 memiliki kekerasan yang paling tinggi dan struktur mikro yang paling baik.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Soejono Tjitro dan L.Setyati.H yang berjudul “Pengaruh Modulus Cor *Riser* Terhadap Cacat Penyusutan Pada Produk Paduan Al-Si”, dengan hasil bahwa *riser* dengan model I yang berbentuk kerucut terpancung dengan tinggi 60mm, diameter permukaan bawah 10mm, diameter permukaan atas 100mm tidak dijumpai adanya cacat penyusutan permukaan dan cacat penyusutan rongga, sedangkan *riser* model II yang berbentuk silinder dengan tinggi 60mm dan diameter alas 10mm dijumpai adanya cacat penyusutan permukaan dan cacat penyusutan rongga.
4. Penelitian yang dilakukan oleh H.Krisniawan, dkk (2012) yang berjudul “Pengaruh Ukuran *Riser* Terhadap Cacat Penyusutan dan Cacat Porositas Produk Cor Aluminium Cetakan Pasir”, dengan hasil bahwa untuk variasi I yaitu dengan diameter 30mm dan tinggi 100mm memiliki nilai persentase penyusutan sebesar 10,26% dan persentase porositas sebesar 5,10% , untuk variasi II dengan diameter 40 mm dan tinggi 56 mm memiliki nilai persentase penyusutan sebesar 8,17% dan persentase porositas sebesar 7,57%, sedangkan untuk variasi III dengan diameter 50mm dan tinggi 36mm memiliki nilai persentase penyusutan sebesar 7,13% dan persentase

porositas sebesar 8,89%. Variasi yang memiliki nilai penyusutan terkecil terjadi pada *riser* yang memiliki diameter paling besar dan tinggi paling kecil, sedangkan untuk variasi yang memiliki nilai porositas paling kecil terjadi pada *riser* yang memiliki diameter paling kecil dan tinggi paling besar.

5. Penelitian yang dilakukan oleh Dobrzanski, dkk (2007) yang berjudul "The effect of cooling rate on microstructure and mechanical properties of AC AlSi9Cu alloy", dengan hasil penelitian yang didapatkan adalah dengan meningkatkan laju pembekuan maka melembutkan ukuran struktur mikro, serta menurunkan partikel Si yang terbentuk dari $\pm 57 \mu\text{m}^2$ menjadi $\pm 22 \mu\text{m}^2$.
6. Penelitian yang dilakukan oleh Dhimas Wicaksono dan Patna Patono yang berjudul "Pengaruh Variasi Volume dan Bentuk Saluran Penambah (*Riser*) Terhadap Hasil Coran Aluminium", dengan hasil bahwa penyusutan paling tinggi terjadi pada variasi saluran tanpa *riser*, sedangkan penyusutan paling rendah terjadi pada variasi *riser* diameter besar. Sedangkan nilai persentase porositas untuk variasi I tanpa *riser* sebesar 2,66, variasi II *riser* besar sebesar 2,61, dan untuk variasi III *riser* kecil sebesar 2,54. Jadi variasi III yaitu *riser* kecil memiliki nilai persentase porositas paling kecil. Dan untuk hasil kekerasan tidak mengalami perbedaan kekerasan yang banyak, hanya 1-4% dan itu dianggap sama. Terjadi karena perlakuan pengecoran sama, seperti halnya proses pendinginan dilakukan secara alami dan perlakuan panas yang rata.

7. Penelitian yang dilakukan oleh A.Eko Purkuncoro dan A.Taufik yang berjudul “Analisis Perbandingan Model Cacat Coran Pada Bahan Besi Cor dan Aluminium Dengan Variasi Temperatur Tuang Sistem Cetakan Pasir”, dengan hasil bahwa nilai kekerasan pada temperatur penuangan untuk aluminium yaitu temperatur penuangan $700^{\circ}\text{C} = 72 \text{ HRB}$, $800^{\circ}\text{C} = 59,65 \text{ HRB}$, $900^{\circ}\text{C} = 43,1 \text{ HRB}$. Jadi temperatur penuangan 700°C yang memiliki nilai kekerasan paling tinggi. Sehingga semakin meningkatnya temperatur penuangan logam cair, maka akan menghasilkan struktur dan sifat mekanis yang berbeda. Sebab semakin tinggi temperatur penuangan cairan menyebabkan semakin banyaknya gas hydrogen yang terjebak, sehingga nilai kekerasan mengalami penurunan.
8. Penelitian yang dilakukan oleh Soejono Tjitro yang berjudul “Pengaruh Bentuk *Riser* Terhadap Cacat Penyusutan Produk Cor Aluminium Cetakan Pasir”, dengan hasil bahwa *riser* model I yaitu model silinder tidak berfungsi dengan baik, karena produk cor mengalami cacat penyusutan. Hal ini disebabkan oleh laju pembekuan *riser* lebih besar dibandingkan laju pembekuan produk cor, sehingga *riser* membeku terlebih dahulu dari produk cor.
9. Penelitian yang dilakukan oleh L.A. Dobrzański, dkk (2006) yang berjudul “Influence of the crystallization condition on Al–Si–Cu casting alloys structure”, dengan hasil bahwa semakin cepat laju pembekuan maka semakin besar nilai kekerasannya serta kekerasan mikro dari paduan Al-Si-Cu. Selain itu didapatkan pula bahwa semakin cepat laju pendinginan maka

menghasilkan ukuran butir paduan Al-Si-Cu yang semakin lembut. Penelitian dengan membekukan paduan Al-Si-Cu cair dengan laju pendinginan yang berbeda, yaitu 0,14 °C/s, 0,46 °C/s, dan 0,96 °C/s. Dari hasil penelitian diperoleh semakin cepat laju pendinginan maka harga kekerasannya juga semakin meningkat, yaitu dari 68,43 HRF untuk laju 0,14 °C/s, 70,63 HRF untuk laju 0,46 °C/s serta 74,58 HRF untuk laju 0,96 °C/s. Untuk struktur mikro didapatkan ukuran butir yang semakin lembut untuk laju pendinginan yang semakin cepat serta partikel Si yang semakin kecil.

10. Penelitian yang dilakukan oleh L.H.Ashar, dkk yang berjudul “Analisis Pengaruh Model Sistem Saluran Dengan Pola Styrofoam Terhadap Sifat Fisis Dan Kekerasan Produk Puli Pada Proses Pengecoran Aluminium Daur Ulang”, dengan hasil bahwa ketiga saluran mempunyai jenis cacat yang berbeda, pada pola saluran B yaitu saluran yang mempunyai saluran masuk di tepi tanpa *riser* dan pola saluran C yang mempunyai saluran masuk di tepi dan *riser* terdapat cacat penyusutan di tengah-tengah coran. Sedangkan pola saluran A yang mempunyai saluran masuk di tengah tanpa *riser* tidak terdapat cacat penyusutan tetapi terdapat tonjolan. Sedangkan pada ketiga pola masing-masing terdapat cacat porositas, tetapi pola saluran C memiliki cacat porositas paling sedikit dan pola saluran A paling banyak.
11. Penelitian yang dilakukan oleh Jeyakumar, dkk (2007) dalam Dwiyanto (2010) yang berjudul “*Cooling Rate Effect on Microporosity and Primary Silicon Formation in Eutectic Aluminum – Silicon Alloy*” meneliti tentang

pengaruh laju pendinginan terhadap porositas serta fasa silikon pada paduan aluminium silikon. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa pada laju pendinginan yang rendah terjadi cacat porositas dengan partikel Si tidak terbentuk, pada laju pendinginan sedang porositas serta partikel Si tidak terbentuk dan hanya terbentuk struktur eutektik, sedangkan pada laju pendinginan cepat tidak terjadi porositas tetapi partikel Si terbentuk disertai Al dendrit yang lembut.

12. Penelitian yang dilakukan oleh Dwiyanto (2010) yang berjudul “Pengaruh Perbedaan *Casting Modulus* Coran Terhadap Kekerasan Serta Struktur Mikro Hasil Proses Pengecoran Cetakan Pasir Paduan Aluminium”, bahwa nilai kekerasan hasil pengecoran semakin rendah seiring dengan semakin besarnya casting modulus.

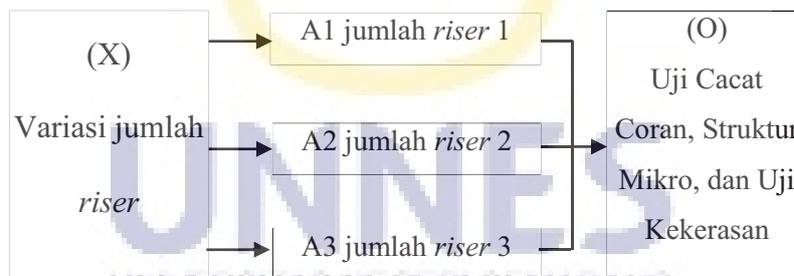
C. Kerangka Berfikir

Penelitian ini adalah jenis penelitian pre-eksperimental yang mempunyai 2 variabel, yaitu jumlah *riser* pada pengecoran aluminium daur ulang sebagai variabel independen atau treatment (X), cacat coran, struktur mikro dan kekerasan sebagai variabel dependen atau hasil (O). Variabel independen atau X terdapat variasi yang dinamakan A1, A2, dan A3. A1 yaitu dengan 1 *riser*, A2 yaitu dengan 2 *riser*, A3 yaitu jumlah dengan 3 *riser*.

Penelitian ini akan menggunakan 9 sampel yang berupa spesimen, 1 variasi jumlah *riser* akan ada 3 sampel. Piston bekas akan dilebur sampai suhu 670°C - 700°C di dalam kowi pada dapur *crucible* dengan suhu penuangan

sebesar 700°C, dengan waktu yang sama dilakukan pengolahan komposisi pasir cetak yang kemudian akan dilanjutkan mencetak pola. Akan terdapat 3 pola, yaitu 1 pola untuk 1 *riser*, 1 pola untuk 2 *riser*, dan 1 pola untuk 3 *riser*. Setelah aluminium sudah mendidih, selanjutnya dilakukan penuangan cairan dengan ladel ke dalam rongga cetakan. Penuangan dilakukan sekali tuang untuk satu cetakan. Sehingga ukuran ladel harus sesuai dengan volume cairan yang akan dituang.

Setelah penuangan, dilakukan pendinginan dengan pendingin udara, coran didiamkan hingga 1 jam. Selanjutnya dilakukan pembongkaran cetakan, dan pembersihan hasil coran dari sisa-sisa pasir yang menempel. Kemudian dilakukan pengamatan terhadap cacat coran. Selanjutnya dilakukan pengujian struktur mikro dan kekerasan, memperoleh data, dan yang terakhir pelaporan hasil. Berikut ini adalah kerangka berfikir penelitian:



Gambar 2.23. Kerangka Berfikir

Penambahan jumlah *riser* pada pengecoran diharapkan menghasilkan struktur mikro yang lebih baik. Semakin banyaknya *riser*, maka laju pembekuan akan semakin cepat, sehingga struktur Si dalam coran akan terbentuk lebih halus dan rapat. Semakin banyaknya *riser* juga mempengaruhi sifat mekanik dari coran, salah satunya yaitu kekerasan. Semakin cepat laju pembekuan, maka kekerasan

akan semakin besar. Hasil coran yang lebih cepat membeku, struktur akan lebih rapat dan padat, sehingga coran akan semakin keras. Adanya jumlah *riser* yang semakin banyak, akan mengurangi cacat pada coran, salah satunya adalah cacat penyusutan. Adanya *riser* lebih dari satu, maka cadangan penyuplai cairan logam saat penyusutan akan semakin banyak. Semakin banyaknya lubang udara akan mempermudah keluarnya udara yang terjebak di dalam rongga cetakan.



BAB V PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan tentang pengaruh variasi jumlah *riser* pada pengecoran aluminium daur ulang dengan cetakan pasir terhadap cacat coran, kekerasan, dan struktur mikro, dapat disimpulkan bahwa:

1. Ada pengaruh variasi jumlah *riser* terhadap cacat coran hasil pengecoran aluminium daur ulang dengan cetakan pasir. Menurut hasil *visual inspection*, semakin banyak jumlah *riser* semakin sedikit cacat yang terdapat di dalamnya. Hal tersebut dibuktikan dengan banyaknya porositas dan lubang jarum pada variasi 1, sedangkan pada variasi 3 tetap ada porositas dan lubang jarum tetapi lebih sedikit dari variasi 1 dan 2.
2. Ada pengaruh variasi jumlah *riser* terhadap kekerasan hasil pengecoran aluminium daur ulang dengan cetakan pasir. Menurut hasil pengujian kekerasan yang telah dilakukan, ada perbedaan hasil kekerasan dengan variasi jumlah *riser*, semakin banyak jumlah *riser* maka semakin tinggi nilai kekerasannya. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai kekerasan variasi 3 sebesar 123,4 VHN, variasi 2 sebesar 116,5 VHN, dan variasi 1 sebesar 101,6 VHN. Semakin sedikit jumlah *riser* maka nilai kekerasannya semakin rendah.
3. Ada pengaruh variasi jumlah *riser* terhadap struktur mikro hasil pengecoran aluminium daur ulang dengan cetakan pasir. Menurut hasil foto mikro yang telah dilakukan, ada perbedaan hasil foto mikro dengan

variasi jumlah *riser*, semakin banyak jumlah *riser* maka struktur yang terbentuk akan semakin baik. Hal tersebut dibuktikan dengan pembentukan unsur Al dan Si yang semakin halus dan lebih rapat letak antar butirnya.

B. Saran

Berdasarkan simpulan di atas, maka saran peneliti sebagai berikut :

1. Peneliti yang akan melakukan penelitian sejenis sebaiknya:
 - a. Perlunya penambahan variasi temperatur penuangan cairan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.
 - b. Perlu dilakukannya variasi *jumlah riser* dengan jumlah yang lebih banyak untuk mengetahui jumlah *riser* berapakah hasil pengecoran dengan kualitas terbaik .
 - c. Perlu dilakukan pengujian dengan jenis yang lain agar mendukung data-data yang ada terhadap hasil pengecoran aluminium daur ulang.
 - d. Perlu dilakukannya pengujian dengan metode lain seperti *ultrasonic testing*, *radiographic testing* dan lain-lain yang bertujuan untuk memperkaya hasil penelitian pengujian cacat.
2. Masyarakat dan industri pengecoran logam sebaiknya menggunakan variasi 3 riser saat melakukan pengecoran logam, karena menghasilkan benda coran yang memiliki sedikit cacat coran , kekerasannya tinggi, dan struktur yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashar, L. H., Purwanto, H., & Respati, S. M. (2012). Analisis Pengaruh Model Sistem Saluran Dengan Pola Styrofoam Terhadap Sifat Fisis Dan Kekerasan Produk Puli Pada Proses Pengecoran Aluminium Daur Ulang. *Momentum*, 8(1).
- ASM Metals Handbook, 2000, Vol 08 Mechanical Testing.
- Atmadja, S. T. (2006). Analisa Cacat Cor Pada Proses Pengecoran Burner Kompor. *Rotasi*, 8(3), 41-46.
- Dobrzanski, L. A., Maniara, R., & Sokolowski, J. H. (2007). The effect of cooling rate on microstructure and mechanical properties of AC AlSi9Cu alloy. *Archives of Materials Science*, 106, 106.
- Dobrzański, L. A., Borek, W., & Maniara, R. (2006). Influence of the crystallization condition on Al-Si-Cu casting alloys structure. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 18(1-2), 211-214.
- Dwiyanto. (2010). Pengaruh Perbedaan Casting Modulus Coran Terhadap Kekerasan Serta Struktur Mikro Hasil Proses Pengecoran Cetakan Pasir. Skripsi. UNS.
- Khoerur, Roziqin. (2012). Pengaruh Model Sistem Saluran Pada Proses Pengecoran Aluminium Daur Ulang Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Coran Pulli Diameter 76mm Dengan Cetakan Pasir (*Doctoral Dissertation*, Universitas Wahid Hasyim).
- Khoirrudin, S. (2014). Pengaruh Variasi Jumlah Saluran Masuk Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, Dan Ketangguhan Pengecoran Pulley Paduan Aluminium Al-Si Menggunakan Cetakan Pasir. *Jurnal Nosel*, 3(1).
- Kirono, S., & Julianto, A. (2008). Analisa Sifat Karakteristik Blok Silinder Liner Bahan Aluminium Silikon. *JURNAL MESIN TEKNOLOGI*, 2(1).
- Kusharjanta, B., & Ariawan, D. (2011). Kajian Letak Saluran Masuk (Ingate) Terhadap Cacat Porositas, Kekerasan, dan Ukuran Butir Paduan Aluminium Pada Pengecoran Menggunakan Cetakan Pasir. *Mekanika*, 10(1).
- Krisnawan, I. H., Kusharjanta, B., & Raharjo, W. P. (2012). Pengaruh ukuran riser terhadap cacat penyusutan dan cacat porositas produk cor Aluminium Cetakan Pasir. *Mekanika*, 10(2).

- MGMP Matematika SMK Kab Boyolali. (2013). Online <http://mgmp-mat-smk-byl.blogspot.co.id/2013/02/volum-kerucut-terpancung.html>
- Purkuncoro, A. E., & Taufik, A. (2016). Analisis Perbandingan Model Cacat Coran Pada Bahan Besi Cor Dan Aluminium Dengan Variasi Temperatur Tuang Sistem Cetakan Pasir. *Jurnal Industri Inovatif*, 6(1).
- Pratama, R. M., & Soeharto, S. (2012). Studi Eksperimen Pengaruh Jenis Saluran pada Aluminium Sand Casting terhadap Porositas Produk Toroidal Piston. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), F126-F130.
- Raharja, A.B. 2011. Teknik Pengecoran. Yogyakarta: Insan Madani.
- Raharjo, S., Abdillah, F., & Wanto, Y. (2011). Analisa Pengaruh Pengecoran Ulang Terhadap Sifat Mekanik Paduan Aluminium Adc 12. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1).
- Septiadi. (2016). Pengaruh *Preheating* Cetakan Pasir Terhadap Struktur Mikro, Kekuatan *Bending* Dan Kualitas Hasil Pengecoran Logam Paduan Berbasis Limbah Piston. *jurnal*. (2)1
- Sidharta, B. W., Soekrisno, R., & Iswanto, P. T. (1979). Pengaruh Konsentrasi Elektrolit dan Waktu Anodisasi Terhadap Ketahanan Aus dan Kekerasan Pada Lapisan Oksida Paduan Aluminium ADC12. *Prodising Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi (SNAST) Periode III*. ISSN.
- Smallman, R.E dan R.J. Bishop. 1999. *Metalurgi Fisik Modern & Rekayasa Material*. Translated by Djaprie, sriati. 2000. Jakarta: Erlangga.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sulaiman, S., & Hamouda, A. M. S. (2001). Modeling of the thermal history of the sand casting process. *Journal of Materials Processing Technology*, 113(1), 245-250.
- Sumpena. (2016). Pengaruh Variasi Dimensi Saluran Tuang Terhadap Fluiditas, Porositas dan Kekerasan Pengecoran Dengan Bahan Baku Aluminium Bekas. *Jurnal POLITEKNOSAINS*. (15)1.
- Surdia, T. dan Kenji C. 2000. Teknik Pengecoran Logam. Jakarta: Pradnya Paramita
- Surdia. T dan S.Saito. 2000. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: Pradnya Paramita.

- Tjitro, S., & Hartanto, L. S. (2004). Pengaruh Modulus Cor *Riser* Terhadap Cacat Penyusutan Pada Produk Paduan Al-Si. *Jurnal Teknik Mesin*, 4(2), pp-69.
- Tjitro, S. (2001). Pengaruh Bentuk *Riser* Terhadap Cacat Penyusutan Produk Cor Aluminium Cetakan Pasir. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(2), pp-41.
- Wicaksono, D., & Patna Partono, S. T. (2016). Pengaruh Variasi Volume dan Bentuk Saluran Penambah (*RISER*) Terhadap Hasil Coran Aluminium (Doctoral dissertation, Universitas Muhammdiyah Surakarta).

