



**PENGARUH BENTUK SALURAN MASUK (*INGATE*)
TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN
DAN KUAT TEKAN PADA PENGECORAN Al-Si**

Skripsi

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

Oleh

Andi Ahmad Abdul Qohhar

NIM.5201414090

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

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Andi Ahmad Abdul Qohhar

NIM : 5201414090


Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Judu : Pengaruh Bentuk Saluran Masuk (*Ingate*) Terhadap Struktur Mikro
Kekerasan dan Kuat Tekan Pada Pengecoran Al-Si

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

Semarang, 27 Juni 2019

Pembimbing



Dr. Wirawan Sumbodo, M.T.

NIP. 196601051990021002

PENGESAHAN KELULUSAN

Skripsi dengan judul “Pengaruh Bentuk Saluran Masuk (*Ingate*) Terhadap Struktur Mikro Kekerasan dan Kuat Tekan Pada Pengecoran Al-Si” telah dipertahankan di depan sidang panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 08 Bulan Juli Tahun 2019

Oleh

Nama : Andi Ahmad Abdul Qohhar

NIM : 5201414090

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1


Panitia

Ketua,

Sekretaris



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

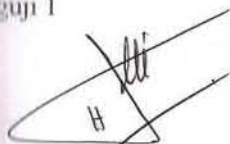


Rusiyanto, S.Pd., M.T
NIP.197403211999031002

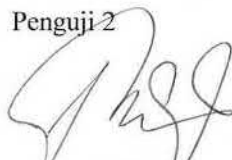
Penguji 1

Penguji 2

Penguji 3/Pembimbing



Dr. Heri Yudiono, S.Pd., M.T
NIP. 196707261993031003



Drs. Masugino, M.Pd
NIP. 195207212017091256



Dr. Wirawan Sumbodo, M.T.
NIP. 196601051990021002



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik UNNES

Dr. Nur Qudus, M.T.
NIP. 195911301994031001

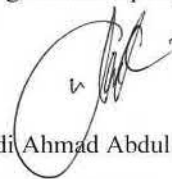
PERNYATAAN KEASLIAN

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 dikemudian 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, September 2018

Yang membuat pernyataan,



Andi Ahmad Abdul Qohhar

NIM. 5201414090

RINGKASAN

Qohhar A. A. A., 2019. TM, FT, UNNES. “Pengaruh Bentuk Saluran Masuk (*Ingate*) Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan dan Kuat Tekan Pada Pengecoran Al-Si”

Salah satu hal yang mempengaruhi sifat mekanis pada produk cor adalah cacat coran yang disebabkan oleh desain sistem saluran yang kurang baik. Sistem saluran adalah suatu jalan bagi masuknya cairan logam yang dituangkan kedalam rongga cetakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi bentuk saluran masuk (*ingate*) terhadap struktur mikro, nilai kekerasan, dan kuat tekan pada pengecoran Al-Si.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan menggunakan teknik analisis deskriptif, yang bertujuan untuk mengetahui sebab dan akibat yang muncul dari perlakuan yang diberikan. Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini adalah variasi bentuk saluran masuk (*ingate*) pada cetakan pasir dengan variasi persegi, trapesium, setengah lingkaran dan segitiga. Kemudian dilakukan pengujian nilai kekerasan, kekuatan tekan dan struktur mikro. Bahan yang digunakan adalah limbah piston bekas yang setelah diuji memiliki kandungan Si sebesar 8,07%.

Hasil Pengujian Nilai kekerasan tertinggi pada variasi bentuk saluran masuk dengan variasi bentuk setengah lingkaran VHN sebesar 143.5 gf/mm² dan nilai kekerasan terendah dengan variasi bentuk persegi VHN sebesar 111.2 gf/mm². Pengujian tekan diperoleh data dengan hasil nilai tekan tertinggi pada variasi bentuk saluran masuk dengan variasi bentuk setengah lingkaran sebesar 385.6 N/mm² dan nilai tekan terendah dengan variasi bentuk persegi sebesar 349.5 N/mm². Struktur yang dibentuk oleh variasi bentuk saluran masuk dengan variasi bentuk setengah lingkaran menunjukkan unsur pembentukan Si terhadap Al merata dan tidak mengelompok serta mempunyai ukuran Si yang kecil memanjang dan susunannya rapat dibandingkan dengan bentuk persegi, trapesium maupun segitiga.

Kata Kunci : Variasi, *Ingate*, *Hardness*, *Compressive*

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi yang berjudul “**Pengaruh Bentuk Saluran Masuk (*Ingate*) Terhadap Struktur Mikro Kekerasan dan Kuat Tekan Pada Pengecoran AL-SI**”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Shalawat dan salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safaat Nya di yaumil akhir nanti, Amin.

Penyelesaian karya tulis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M. Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M. T., Dekan Fakultas Teknik, Rusiyanto, S. Pd., M. T., Ketua Jurusan Teknik Mesin, Rusiyanto, S. Pd., M. T., Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin. atas fasilitas yang disediakan bagi mahasiswa.
3. Dr. Wirawan Sumbodo, M. T., Dosen Pembimbing yang penuh perhatian dan atas berkenaan memberi bimbingan dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai kemudahan menunjukkan sumber-sumber yang relevan dengan penulisan karya ilmiah ini.

4. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin FT. UNNES yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
6. Berbagai pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga Proposal Skripsi ini dapat bermanfaat dan membantu kelancaran penelitian yang akan dilaksanakan.

Semarang, Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
PENGESAHAN KELULUSAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
RINGKASAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	4
1.3. Pembatasan Masalah	4
1.4. Rumusan Masalah.....	5
1.5. Tujuan Penelitian	5
1.6. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1 Kajian Pustaka	7
2.2 Landasan Teori.....	11
BAB III METODE PENELITIAN.....	42
3.1 Desain penelitian	42

3.2	Alat dan Bahan	43
3.3	Parameter Penelitian	50
3.4	Dimensi Benda Uji	51
3.5	Alur Penelitian	53
3.6	Teknik Pengumpulan Data	55
3.7	Teknik Analisis Data	57
BAB VI Hasil dan Pembahasan		60
4.1	Deskripsi Data	60
4.2	Analisis Data	69
4.3	Pembahasan	73
BAB V Penutup		81
5.1	Kesimpulan	81
5.2	Saran	82
DAFTAR PUSTAKA		83
LAMPIRAN		86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Temperatur Penuangan Untuk Berbagai-bagai Coran	15
Tabel 2.2 Sifat-sifat Fisik Aluminium	26
Tabel 2.3 Klasifikasi Paduan Aluminium Tempaan	27
Tabel 2.4 Koefisien Kekentalan dan Tegangan Permukaan Logam Cair	29
Tabel 2.5 Dimensi Benda Uji Bulat Padat	35
Tabel 3.1 Desain Eksperimen Penelitian	43
Tabel 3.2 Hasil Data Pengujian Tekan.....	56
Tabel 3.3 Hasil Data Pengujian Kekerasan Metode <i>Vickers</i>	57
Tabel 4.1 Komposisi kimia dari aluminium yang akan digunakan.....	60
Tabel 4.2 Hasil data pengujian kekerasan metode <i>vickers</i>	61
Tabel 4.3 Data hasil uji tekan.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bentuk Butir-butir Pasir Cetak	14
Gambar 2.2. Pola <i>Solid</i>	17
Gambar 2.3. Pola <i>Split</i>	18
Gambar 2.4. Pola <i>Match-plate</i>	18
Gambar 2.5. <i>Cope</i> dan <i>Drag</i>	18
Gambar 2.6. Saluran Langsung.....	20
Gambar 2.7. Saluran Tak Langsung.....	21
Gambar 2.8. Saluran Bawah	22
Gambar 2.9. Saluran Cincin	22
Gambar 2.10. Saluran Terompet	22
Gambar 2.11. Saluran Pensil	22
Gambar 2.12. Saluran Bertingkat.....	23
Gambar 2.13. Saluran Baji.....	23
Gambar 2.14. Mesin Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	31
Gambar 2.15. Skema Pengujian <i>Vickers Hardness</i>	33
Gambar 2.16. Tipe-tipe Lekukan Piramida Intan.....	34
Gambar 2.17. Perubahan Benda yang Disebabkan Oleh Tegangan Aksial	36
Gambar 2.18. Bentuk Spesimen Saat Uji Tekan.....	38
Gambar 2.19. Spesimen Uji Tekan	38
Gambar 2.20. Bagian Awal Kurva Tegangan-Regangan Uji Tarik dan Uji Tekan Paduan Aluminium 7075-T651	39

Gambar 2.21. Fenomena <i>Barelling</i>	40
Gambar 2.22. Fenomena <i>Buckling</i>	40
Gambar 2.23. Fenomena <i>Strain Hardening</i>	40
Gambar 2.24. Cacat Coran Jenis yang Umum	41
Gambar 2.25. Struktur Mikro Coran Paduan Al-Si-Mg.....	42
Gambar 2.26. Struktur Mikro Coran Paduan Al-Mg	42
Gambar 3.1. Tungku Peleburan	43
Gambar 3.2 Rangka Cetak	44
Gambar 3.3 Desain Cetakan.....	44
Gambar 3.4. Penumbuk.....	45
Gambar 3.5. Ladel.....	45
Gambar 3.6 Cetok Pasir	46
Gambar 3.7 Pola Saluran.....	46
Gambar 3.8 Bentuk dan Dimensi Spesimen.	47
Gambar 3.9 Termokopel	47
Gambar 3.10 Mesin Uji Kekerasan <i>Vickers</i> Mikro	48
Gambar 3.11 Mesin Uji Universal	48
Gambar 3.12 Mesin Uji Struktur Mikro.....	49
Gambar 3.13 Aluminium Bekas Limbah Piston	49
Gambar 3.14 Pasir Cetak.....	50
Gambar 3.15 Dimensi Spesimen Stuktur mikro	51
Gambar 3.16 Dimensi Spesimen Uji Tekan.....	52
Gambar 3.17 Dimensi Spesimen Uji Kekerasan.....	52

Gambar 4.1 Grafik rata-rata nilai kekerasan	63
Gambar 4.2 Rata-rata hasil pegujian tekan	65
Gambar 4.3 Struktur Mikro Al-Si	66
Gambar 4.4 Struktur mikro pada spesimen bentuk saluran masuk persegi	67
Gambar 4.5 Struktur mikro pada spesimen bentuk saluran masuk trapesium	67
Gambar 4.6 Struktur mikro pada spesimen bentuk saluran masuk setengah.....	68
Gambar 4.7 Struktur mikro pada spesimen bentuk saluran masuk segitiga	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Penetapan Dosen Pembimbing	86
Lampiran 2 Surat Tugas Penguji.....	87
Lampiran 3 Persetujuan Seminar Proposal	88
Lampiran 4 Presensi Seminar Proposal.....	89
Lampiran 5 Lembar Pernyataan Selesai Revisi Seminar Proposal	90
Lampiran 6 Surat Izin Penelitian.....	91
Lampiran 7 Dokumentasi Penelitian	92
Lampiran 8 Hasil pengujian tekan saluran masuk persegi.....	93
Lampiran 9 Hasil pengujian tekan saluran masuk persegi.....	94
Lampiran 10 Hasil pengujian tekan saluran masuk persegi.....	95
Lampiran 11 Hasil pengujian tekan saluran masuk trapesium.....	96
Lampiran 12 Hasil pengujian tekan saluran masuk trapesium.....	97
Lampiran 13 Hasil pengujian tekan saluran masuk trapesium.....	98
Lampiran 14 Hasil pengujian tekan saluran masuk setengah lingkaran	99
Lampiran 15 Hasil pengujian tekan saluran masuk setengah lingkaran	100
Lampiran 16 Hasil pengujian tekan saluran masuk setengah lingkaran	101
Lampiran 17 Hasil pengujian tekan saluran masuk segitiga.....	102
Lampiran 18 Hasil pengujian tekan saluran masuk segitiga.....	103
Lampiran 19 Hasil pengujian tekan saluran masuk segitiga.....	104
Lampiran 20 Hasil pengujian kekerasan	105

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknik dan metode pengecoran sangatlah pesat di era modern saat ini, hal ini sangat berpengaruh dalam tumbuhnya perindustrian pengecoran yang membanjiri pasar domestik. Pengecoran merupakan suatu bagian sangat penting adanya pada kebanyakan suku cadang, turbin, mesin, dan alat rumah tangga. Pengecoran biasanya diawali dengan pembuatan cetakan dengan bahan pasir. Cetakan pasir bisa dibuat secara manual maupun dengan mesin (Sumbodo, dkk., 2008: 30).

Produksi pengecoran bisa dikatakan tidaklah mudah untuk mendapatkan hasil terbaik pada produk pengecoran tersebut, pasalnya dalam proses pengecoran akan mengalami beberapa kendala seperti cacat coran, cacat coran sendiri memiliki berbagai jenis cacat coran seperti porositas, adanya rongga udara, segregasi makro, retak dan perubahan bentuk yang menyebabkan kualitas hasil coran kurang baik dan dapat mengurangi sifat mekanik dari material. Dengan terjadinya cacat maka akan menurunkan kualitas produk coran seperti tingkat kekerasan dan struktur mikro serta menurunkan efektifitas dari proses produksi.

Salah satu hal yang mempengaruhi terjadinya cacat produk cor adalah desain sistem saluran yang kurang baik (Krisnawan dkk,2012:125). Sistem saluran adalah suatu jalan bagi masuknya cairan logam yang dituangkan kedalam rongga cetakan. Tiap bagian saluran diberi nama sendiri, dari mulai cawan tuang

yang dimana cairan logam dituangkan di *ladle*, sampai saluran masuk kedalam rongga cetakan. Nama-nama itu adalah cawan tuang (*pouring cup*), saluran turun (*spure*), pengalir (*runner*), saluran masuk (*ingate*) dan saluran penambah (*riser*). Saluran masuk (*ingate*) adalah saluran yang mengisikan logam cair dari pengalir kedalam rongga cetakan.

Kualitas coran salah satunya tergantung pada bentuk dan dimensi saluran masuk yang tepat, sehingga perlu dilakukan analisis pengaruh bentuk dan dimensi saluran masuk supaya diperoleh hasil yang tepat pada saluran masuk. Desain saluran masuk biasanya dibuat lebih kecil dari pada pengalir untuk dapat mencegah kotoran masuk ke dalam rongga cetakan. Bentuk irisan saluran masuk biasanya berupa bujur sangkar, segitiga atau setengah lingkaran yang membesar daerah rongga cetakan untuk mencegah terkikisnya cetakan. Terkadang irisannya diperkecil ditengah dan diperbesar lagi pada daerah rongga cetakan. Pada pembongkaran salurann masuk ini mudah dipatahkan sehingga mencegah kerusakan pada coran.

Sudiby, dkk (2013) melakukan penelitian tentang pengaruh penampang *inget* terhadap nilai kekerasan dan cacat porositas menggunakan cetakan pasir dengan variasi bentuk penampang inget berupa segitiga sama sisi, persegi dan lingkaran. Pada bentuk penampang segitiga sama sisi paling tidak efektif daripada lingkaran dan persegi karena gas hidrogen yang terbentuk pada variasi penampang segitiga sama sisi lebih banyak. Penampang tersebut memiliki luas yang sama yaitu 260 mm^2 , akan tetapi luas permukaan sentuh dengan aluminium pada bentuk penampang segitiga sama sisi yang lebih besar dari pada persegi dan lingkaran

menyebabkan reaksi kimia yang terjadi akan semakin cepat sehingga gas hidrogen yang terbentuk semakin banyak. Pada nilai kekerasan bentuk penampang lingkaran memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan segitiga dan persegi. Itu sebabkan karena nilai prosentase porositas yang berbeda dan lingkaran memiliki nilai porositas yang terendah. Cacat porositas akan mengakibatkan nilai kekerasan aluminium cor berkurang karena terdapat rongga udara dan semakin banyak rongga udara pada produk cor akan mengakibatkan produk itu semakin rapuh. Pada saat dikenai beban, porositas dapat menyebabkan retakan dalam skala makro dan semakin bertambah besar.

Dalam proses pengecoran terdapat berbagai fenomena yang berhubungan dengan masalah karakteristik logam, terutama yang berkaitan dengan peningkatan kekuatan logam produk cor, untuk mengetahui perubahan sifat fisis dan sifat mekanis pada pengecoran aluminium maka dilakukan pengujian *hardness vickers test*, pengujian tekan dan struktur mikro pada hasil pengecoran aluminium dengan bahan piston bekas untuk dapat mengetahui kualitas produk cor tersebut.

Pada penelitian kali ini akan dilakukan kajian bentuk saluran masuk terhadap kekerasan, tekan dan struktur mikro pada pengecoran logam dengan bahan aluminium piston bekas dan dengan menggunakan cetakan pasir. Dengan mempertimbangkan bentuk sistem saluran diharapkan dapat meningkatkan kualitas produk coran dan efektifitas proses pengecoran logam.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat didefinisikan beberapa faktor masalah yang mempengaruhi nilai kekerasan dan struktur mikro pada pengecoran aluminium dengan cetakan pasir adalah:

1. Penggunaan sistem saluran yang tepat dalam proses pengecoran logam sering diabaikan, sehingga berdampak pada kurangnya efektifitas dan kualitas pengecoran. Oleh sebab itu, diperlukan desain sistem saluran yang tepat untuk memperoleh hasil terbaik.
2. Penggunaan bentuk saluran masuk pada pengecoran logam sering diabaikan, sehingga menyebabkan munculnya cacat pada pengecoran logam yang menyebabkan sifat mekanik menurun. Oleh sebab itu, diperlukannya bentuk saluran yang tepat untuk dapat menghindari cacat coran.
3. Nilai kekerasan, kekuatan tekan dan struktur mikro pada produk cor merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan untuk mendapatkan sebuah produk cor yang diinginkan. Maka dari itu perlu bentuk saluran masuk yang tepat untuk mendapatkan hasil coran yang sesuai harapan.

1.3 Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini dilakukan lebih mengarah pada tujuan yang akan dicapai dan tidak menyimpang dari permasalahan yang timbul, maka dibatasi pada:

1. Variasi bentuk saluran masuk yang digunakan pada penelitian ini adalah persegi, trapesium, setengah lingkaran dan segitiga dengan luas penampang sama.

2. Penggunaan bahan aluminium piston bekas.
3. Penggunaan cetakan pasir juwana yang dicampur dengan bentonit dan air.
4. Menggunakan temperature lebur dan temperatus tuang pada 700⁰C.
5. Pengujian yang digunakan adalah pengujian kekerasan (*hardness Vickers test*), pengujian tekan (*compressive test*) dan struktur mikro.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah tersebut, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh bentuk saluran masuk terhadap kekerasan pada hasil pengecoran aluminium ?
2. Bagaimana pengaruh bentuk saluran masuk terhadap kekuatan tekan pada hasil pengecoran aluminium ?
3. Bagaimana pengaruh bentuk saluran masuk terhadap struktur mikro pada hasil pengecoran aluminium ?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh bentuk saluran masuk terhadap kekerasan pada hasil pengecoran aluminium.
2. Mengetahui pengaruh bentuk saluran masuk terhadap kekuatan tekan pada hasil pengecoran aluminium.

3. Mengetahui pengaruh bentuk saluran masuk terhadap struktur mikro pada hasil pengecoran aluminium.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis :
 - a. Sebagai referensi dalam melaksanakan pengecoran logam dengan dimensi saluran masuk yang tepat agar diperoleh hasil pengecoran yang optimal.
 - b. Sebagai referensi untuk penelitian sejenis
 - c. Menambah pustaka keilmuan dalam bidang teknik mesin, khususnya tentang pengecoran logam
2. Manfaat praktis

Setelah mengetahui pengaruh variasi bentuk penampang saluran masuk (*ingate*) pada hasil pengecoran aluminium menggunakan cetakan pasir terhadap karakteristik hasil coran yang mencakup perbandingan nilai kekerasan, kekuatan tekan dan struktur mikro pada setiap specimen hasil coran, diharapkan mampu memberikan pertimbangan dalam pemilihan bentuk saluran masuk agar menghasilkan produk coran yang baik.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Sudibyo, dkk (2013) pada penelitian yang berjudul “Pengaruh Penampang Ingate Terhadap Cacat Porositas dan Nilai Kekerasan Pada Proses Pengecoran Aluminium Menggunakan Cetakan Pasir”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Bentuk Penampang *ingate* berpengaruh terhadap terjadinya cacat porositas dan nilai kekerasan produk cor aluminium cetakan pasir.

Nilai rata-rata porositas tertinggi adalah pada variasi penampang berbentuk segitiga sama sisi, yaitu sebesar 2,63 %. Nilai rata-rata porositas paling rendah adalah pada variasi bentuk penampang lingkaran, yaitu 1,93%. Sedangkan pada variasi bentuk panampang persegi memiliki nilai rata-rata porositas 2,27%. Perbedaan nilai kekerasan pada masing-masing variasi terjadi karena nilai persentase porositas yang berbeda pula. Variasi penampang segitiga sama sisi memiliki nilai kekerasan paling rendah dibandingkan variasi penampang lingkaran dan persegi. Hal ini terjadi karena pada penampang segitiga memiliki nilai rata-rata persentase porositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi penampang persegi dan lingkaran. Lingkaran merupakan bentuk penampang *ingate* yang memiliki persentase porositas paling rendah dan memiliki nilai kekerasan paling tinggi dibandingkan dengan bentuk penampang persegi dan segitiga sama sisi.

Tanoyo, dkk (2017) pada penelitian yang berjudul “ Kajian Jumlah Saluran Masuk (*Ingate*) Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil Pengecoran Al-11si Dengan Cetakan Pasir”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah saluran masuk ke rongga cetakan sangat berpengaruh terhadap kekerasan dan struktur mikro logam coran. Pada pengecoran cetakan pasir, nilai kekerasan tidak berbanding lurus terhadap jumlah saluran masuk ke rongga cetakan.

Nilai kekerasan tertinggi terjadi pada coran dengan variasi saluran masuk dua, yaitu sebesar 88,6 HB, sedangkan yang terendah adalah coran dengan saluran masuk satu, yaitu 73 HB. Struktur mikro yang terbentuk dari logam coran secara umum memiliki bentuk struktur mikro berupa struktur dendrite.

Rozikin dkk, (2012) pada penelitian 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”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pengecoran secara bentuk visual, struktur mikro dan kekerasan terhadap variasi sistem saluran. Penelitian dilakukan dengan membuat tiga macam sistem saluran dengan temperature tuang 700°C. Semakin lama laju pembekuannya semakin rendah kekerasannya.

Kusharjanta dkk, (2011) pada penelitian yang berjudul “Kajian Letak Saluran Masuk (*Ingate*) Terhadap Cacat Porositas, Kekerasan dan Ukuran Butir Paduan Aluminium Pada Pengecoran Menggunakan Cetakan Pasir”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh posisi *ingate* terhadap cacat porositas, kekerasan, dan ukuran butiran paduan aluminium dalam pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir. Bahan baku dari penelitian ini adalah paduan

aluminium. Penelitian ini akan dinilai dari posisi *ingate* di atas dan bawah. Pengujian porositas dilakukan oleh membandingkan kerapatan nyata dengan kerapatan yang tampak. Tes ukuran butir adalah dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak analisis citra dengan pendekatan perimeter. Dan pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan uji kekerasan *microvickers* sesuai dengan ASTM E92-82. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase rata-rata porositas tertinggi ditemukan di posisi *ingate* di atas 10,34% sedangkan di bawah hanya 8,16%. Kekerasan meningkat seiring persentase penurunan cacat porositas yang terjadi. Posisi *ingate* di bagian atas memiliki kekerasan 94.06 HV sementara di bagian bawah 102.1 HV. Perimeter rata-rata ukuran butir posisi *ingate* di atas 25,39 μm sementara di bawah 22.77 μm . Semakin besar persentase porositas dan ukuran butir, nilai kekerasan yang lebih rendah dari logam ini.

Sumpena dkk (2016), pada penelitian yang berjudul “Pengaruh Dimensi Saluran Masuk pada *Scrap Aluminium Sand Casting Pulley* terhadap Kekerasan, Ketangguhan dan Struktur Mikro”. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh dimensi saluran masuk terhadap pengecoran memiliki nilai pada saluran masuk dengan tinggi 5mm menghasilkan 60,96VHN, dimensi saluran masuk 6mm memiliki hasil kekerasan 64,4VHN, dimensi saluran masuk 7mm memiliki nilai kekerasan 61,46VHN. Nilai kekerasan bisa berhubungan dengan kecepatan penuangan, waktu pembekuan dan kestabilan aliran logam dalam rongga cetakan. Pengaruh dimensi saluran masuk terhadap ketangguhan yaitu harga impak tertinggi diperoleh pada dimensi tinggi 5 mm sebesar 0,057joule/mm², sedangkan dimensi tinggi 6 mm dan 7 mm mempunyai harga impak sama sebesar 0,0565

joule/mm². Pengaruh dimensi saluran masuk terhadap struktur mikro adalah dimensi tinggi 6 mm terjadi penyebaran unsur Fe, Si dan Mg secara merata, sedangkan dimensi tinggi 5 mm dan 7 mm mempunyai karakteristik hampir sama yaitu unsur Fe dan Si bersenyawa sedangkan unsur Al dan Mg bersenyawa secara terpisah.

Sowiyk dkk (2016), pada penelitian yang berjudul “Pengaruh Penambah Unsur Timah (Sn) Terhadap Mekanis Pada Material Bearing Berbahan Dasar Aluminium (Al) Hasil Pengecoran HPDC”. Pada penelitian tersebut untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis dilakukan pengujian densitas dan porositas, pengujian nilai kekerasan, pengujian tekan, pengujian struktur mikro, dan pengujian nilai keausan material. Pada pengujian kekerasan menunjukkan bahwa seiring dengan penambahan unsur Sn ke dalam material paduan maka nilai kekerasan dari material tersebut akan semakin turun, hal tersebut dipengaruhi oleh sifat dari material tambah tersebut yang mana Sn merupakan material lunak sehingga menurunkan nilai kekerasan dari A356.

Hadi dkk (2017), pada penelitian yang berjudul “Kaji Eksperimental Penyerapan Energi Tabung Aluminium Yang Mengalami Beban Tekan Arah Aksial” menunjukkan hasil pengujian tekan dengan beban arah aksial. Bahwa tabung silinder yang mendapat beban aksial akan mengalami kolaps berbentuk lipatan plastis secara teratur. Lipatan plastis yang stabil tersebut merupakan unsur penting dalam penyerapan energi. Suatu mekanisme pemicu kolaps perlu diberikan pada struktur tabung tersebut untuk menurunkan beban puncak dan memicu terjadinya kolaps plastis yang teratur. Secara umum, struktur yang dicoba

mampu menyerap energi lebih besar dibanding prediksi teoritis. Prediksi yang dilakukan oleh Wierzbicki dengan asumsi engsel plastis bergerak, mendekati hasil percobaan.

2.2 LANDASAN TEORI

2.2.1. Pengecoran (*casting*)

Pengecoran (*casting*) adalah suatu proses penuangan materi cair seperti logam atau plastik yang dimasukkan ke dalam cetakan, kemudian dibiarkan membeku di dalam cetakan tersebut, dan kemudian dikeluarkan atau dipecah-pecah untuk dijadikan komponen mesin (Sumbodo, 2008:29)". Sedangkan menurut Sudjana (2008: 144) menyatakan bahwa Pengecoran atau penuangan (*casting*) merupakan salah satu proses pembentukan bahan baku/bahan benda kerja yang relatif mahal dimana pengendalian kualitas benda kerja dimulai sejak bahan masih dalam keadaan mentah. Meski banyak pendapat yang berbeda namun pada intinya itu sama yaitu proses pembuatan benda dengan memanaskan logam cair dan dituangkan ke dalam cetakan. 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 full* dan *mold casting*. Sedangkan teknik pengecoran non-tradisional merupakan teknik yang biasa digunakan untuk produksi massal, dimana teknik pengecoran ini menggunakan cetakan tetap atau permanen, sehingga dapat digunakan secara berulang-ulang, contoh pengecoran non-tradisional seperti : *high-pressure die casting*, *low-pressure die casting*,

permanent-mold casting, centrifugal casting, plaster mold, plaster-mold dan *investment casting*.

Pengecoran logam dapat dilakukan dengan berbagai macam logam seperti, besi, baja paduan ringan (paduan magnesium, paduan aluminium, dan sebagainya), baja paduan tembaga (kuningan, perunggu, perunggu aluminium dan sebagainya), serta paduan lain, semisal paduan monel (paduan nikel dengan sedikit tembaga), *hasteloy* (paduan yang mengandung *molybdenum, chrome* dan *silicon*), paduan seng, dan sebagainya. Proses pengecoran logam dapat dilakukan melalui beberapa tahapan, seperti membuat model pencairan logam, penuangan airan logam ke dalam model, membongkar, membersihkan dan memeriksa hasil coran, untuk proses pencairan logam dapat dilakukan dengan berbagai macam cara, misal dengan tanur induksi (tungku listrik yang dimana panasnya diterpkan pada pemanasan induksi logam), tanur kupola (tanur pelebur untuk melebur besi tuang kelabu) dan sebagainya.

Pengecoran merupakan suatu cara atau metode yang memanfaatkan logam cair. Logam cair akan dituangkan atau ditekan kedalam cetakan yang memiliki rongga sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Terdapat beberapa cara atau metode yang dapat digunakan dalam pengecoran logam diantaranya, metode cetakan pasir, *investment casting, lost foam casting, high-pressure die casting, low-pressure die casting, centrifugal casting* dan *gravity die casting*.

Pengecoran dimulai dengan cetakan, cetakan berisi dengan rongga dengan geometri menentukan bentuk bagian cor. Ukuran sebenarnya dan bentuk rongga harus lebih besar untuk memungkinkan penyusutan yang terjadi pada logam yang

berbeda mempunyai jumlah penyusutan yang berbeda, sehingga rongga cetakan harus dirancang untuk logam tertentu supaya memiliki ukuran yang pas. Proses pengecoran sering diklarifikasi menurut jenis cetakan yang berbeda, diantaranya cetakan pasir, plester, keramik dan logam. Pada proses pengecoran, pertama logam dipanaskan sampai suhu tinggi yang cukup untuk benar-benar mengubah logam menjadi cair kemudian dituangkan dan diarahkan ke rongga cetakan.

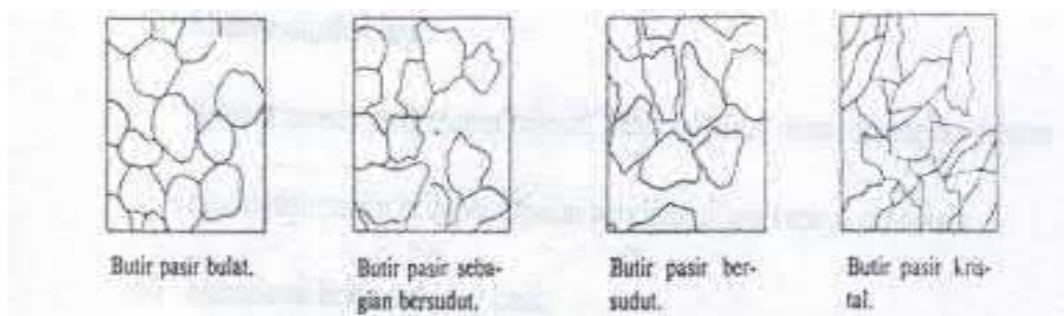
2.2.2. Pengecoran Cetakan Pasir (*Sand Casting*)

Pengecoran dengan pasir membutuhkan waktu selama beberapa hari dalam proses produksinya dengan hasil rata-rata (1-20 lembar/jam proses pencetakan) dan proses pengecoran dengan bahan pasir ini akan membutuhkan waktu yang lebih lama terutama untuk produksi dalam skala yang besar. Pasir hijau/green sand (basah) hampir tidak memiliki batas ukuran beratnya, akan tetapi pasir kering memiliki batas ukuran berat tertentu, yaitu antara 2.300-2.700 kg. Batas minimumnya adalah antara 0,05-1 kg. Pasir ini disatukan dengan menggunakan tanah liat (sama dengan proses pada pasir hijau) atau dengan menggunakan bahan perekat kimia/minyak polimer. Pasir hampir pada setiap prosesnya dapat diulang beberapa kali dan membutuhkan bahan input tambahan yang sangat sedikit.

Pada dasarnya, pengecoran dengan pasir ini digunakan untuk mengolah logam bertemperatur rendah, seperti besi, tembaga, aluminium, magnesium, dan nikel. Pengecoran dengan pasir ini juga dapat digunakan pada logam bertemperatur tinggi, namun untuk bahan logam selain itu tidak akan bisa diproses. Pengecoran ini adalah teknik tertua dan paling dipahami hingga

sekarang. Bentuk-bentuk ini harus mampu memuaskan standar tertentu sebab bentuk-bentuk tersebut merupakan inti dari proses pergecoran dengan pasir.

Bentuk butir pasir dari pasir cetak digolongkan beberapa jenis diantaranya adalah : butir pasir bulat, butir pasir sebagian bersudut, butir pasir bersudut, butir pasir Kristal dan sebagainya.



Gambar 2.1. Bentuk Butir-butir Pasir Cetak (Surdia, T. 2000)

Jenis pasir bulat merupakan jenis pasir yang baik digunakan sebagai pasir cetak, karena hanya memerlukan jumlah pengikat yang lebih sedikit untuk mendapatkan kekuatan dan permeabilitas tertentu, serta kemampuan alirnya cukup baik. Untuk dapat menghasilkan benda tuang yang baik, maka pasir cetak memerlukan sifat-sifat yang memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Mempunyai sifat mampu bentuk yang baik. Pasir cetak harus dengan mudah dapat dibentuk menjadi bentuk-bentuk cetakan yang diharapkan, baik cetakan berukuran besar maupun cetakan berukuran kecil.
- b. Permeabilitas yang cocok. Permeabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan cetakan untuk mengalirkan gas-gas dan uap air yang ada didalamnya keluar dari cetakan.
- c. Distribusi besar pasir yang cocok. Butiran pasir yang terlalu halus akan mengurangi permeabilitas cetakan, sedangkan butiran yang kasar akan

meningkatkan permeabilitas cetakan. Untuk itu didtribusi besar yang cocok perlu dipertimbangkan.

- d. Tahan terhadap temperature tinggi. Butir pasir dan pengikat harus mempunyai derajat tahan api tertentu terhadap temperatur tinggi kalau logam cair dengan temperatur ini dituangkan kealam cetakan.

Tabel 2.1 Temperatur Penuangan untuk Berbagai-macam Coran(Surdia, T. 2000)

Macam Coran	Temperatur Penuangan (°C)
Paduan Ringan	650-750
Brons	1.100-1.250
Kuningan	950-1.100
Besi Cor	1.250-1.450
Baja Cor	1.500-1.550

- e. Mampu dipakai lagi. Setelah proses pengecoran selesai, cetakan harus dapat dapat dibongkar dengan mudah dan pasirnya dapat dipakai berulang-ulang supaya ekonomis.
- f. Mempunyai kekuatan yang baik. Cetakan harus mempunyai kekuatan yang cukup baik agar tidak mudah rontok baik pada saat penuangan, pengangkutan maupun pemindahan.

Cetakan atau *mold* dalam proses pengecoran adalah ruang atau rongga didalam pasir cetak yang akan diisi dengan menggunakan logam cair. Pembuatan cetakan dari pasir cetak dilakukan dengan menggunakan rangka cetak. *Mold* merupakan cetakan yang berisi beberapa komponen dan dibagi dua yaitu, *cope*

(bagian atas) dan *drag* (bagian bawah). *Cope* adalah cetakan yang berada di posisi atas, dan *drag* adalah cetakan yang berada di posisi bawah. Hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan *cope* dan *drag* adalah permukaan pisah harus ditentukan dengan tepat. Rangka cetak terbuat dari logam ataupun kayu adalah tempat yang digunakan untuk memadatkan pasir yang sebelumnya telah diletakan pola didalamnya. Pada proses pengecoran dibutuhkan 2 buah rangka, yaitu rangka cetak *cope*, dan rangka cetak *drag*, proses pembuatan cetakan dari pasir dengan menggunakan tangan. Kedua bagian yang terkandung dalam kotak yang disebut *flask*. Rongga cetakan terbentuk oleh kemas pasir sekitar pola dalam setiap setengah *flask*. Berikut adalah jenis-jenis cetakan pasir:

a. Greensand Mold

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

b. 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.

c. Dry Sand Mold

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

Pada pengecoran logam dibutuhkan suatu pola atau bentuk tiruan benda yang akan dibuat dengan pengecoran. Pola merupakan perkakas utamayang digunakan untuk membuat rongga dalam cetakan. Pada pembuatannya, pola akan

dibuat dengan ukuran yang lebih besar dari benda aslinya, hal ini bertujuan untuk mengantisipasi penyusutan selama pendinginan dan pengerjaan *finishing* setelah proses pengecoran selesai. Selain itu pola juga dibuat kemiringan pada sisinya agar pada saat pengangkatan pola lebih mudah dari pasir cetaknya. Pola dapat dibuat dengan menggunakan kayu, loga, *stereofoam*, lilin, dan sebagainya. Pola dengan bahan kayu lebih banyak digunakan karena murah dan mudah dibentuk. Adapun jenis pola dapat diklarifikasi sebagai berikut :

a. Pola *Solid*

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



Gambar 2.2. Pola *Solid* (Raharja, 2011: 60)

b. 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 2.3. Pola *Split* (Raharja, 2011: 60)

c. 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 2.4. Pola *Match-Plate* (Raharja, 2011: 61)

d. *Cope dan Drag*

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



Gambar 2.5. *Cope dan drag* (Raharja, 2011: 61)

2.2.3. Sistem Saluran

Sistem saluran merupakan jalan masuk bagi cairan logam yang dituangkan ke dalam rongga cetakan. Tiap bagian diberi nama, dari mulai cawan tuang dimana logam cair dituangkan dari ladell, sampai saluran masuk ke dalam rongga

cetakan. Nama-nama itu ialah : cawan tuang, saluran turun, pengalir dan saluran masuk. Cawan tuang merupakan penerima yang menerima cairan logam langsung dari ladle. Saluran turun adalah saluran yang pertama membawa cairan logam dari cawan tuang ke dalam pengalir dan saluran masuk. Pengalir adalah saluran yang membawa logam cair dari saluran turun ke bagian-bagian yang cocok pada cetakan.

Saluran masuk adalah saluran yang mengisi logam cair dari pengalir ke dalam rongga-rongga cetakan. Saluran masuk dibuat lebih kecil dari pengalir dan bentuk irisan yang biasa digunakan berupa bujur sangkar, segitiga atau setengah lingkaran maupun lingkaran yang membesar daerah rongga cetakan untuk mencegah terkikisnya cetakan. Kadang-kadang irisannya diperkecil di tengah dan diperbesar lagi di daerah rongga cetakan. Saluran masuk dihitung paling awal, karena saluran masuk mempunyai luas penampang yang paling kecil dari bagian-bagian lain sistem saluran (efek pengereman aliran). Saluran masuk biasanya ditempatkan pada permukaan pisah cetakan (Surdia dan Chijiwa, 2000: 65).

Sistem saluran merupakan bagian terpenting dalam proses pengecoran, penyusunan system saluran yang baik akan menghasilkan hasil coran yang baik pula, dan sebaiknya, apabila system saluran tidak disusun atau direncanakan secara baik, maka akan mempengaruhi hasil coran yang bias menyebabkan cacat penyusutan dan cacat porositas. Raharja (2011: 96). Menggolongkan sistem saluran menjadi dua yaitu:

a. Saluran langsung

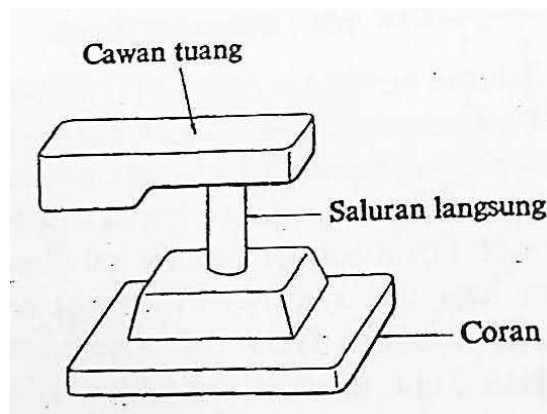
Saluran langsung merupakan saluran yang hanya mempunyai satu saluran yang digunakan sebagai saluran masuk, keluarnya angin dan penambah.

Keuntungan :

- Lebih ekonomis
- Sering digunakan karena mudah dibuat dan pendek.

Kekurangan :

- logam cair langsung jatuh kedalam rongga akan mengganggu logam yang lebih dahulu dituang.
- Banyak terdapat cacat



Gambar 2.6. Saluran Langsung (Sumber: Surdia, T., dan Chijiwa. 2000)

b. Saluran tak langsung

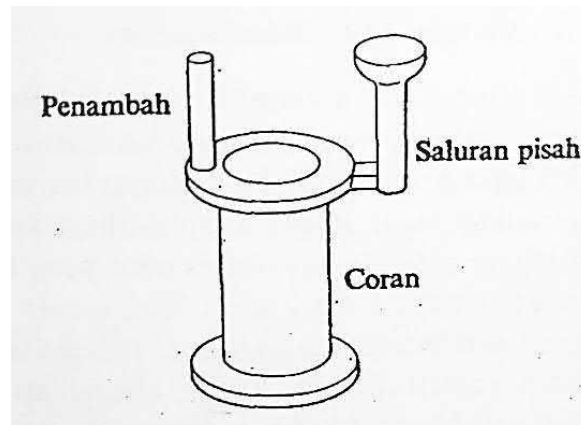
Saluran tak langsung merupakan saluran yang mempunyai dua atau lebih saluran, pada saluran tak langsung dapat dipastikan tidak ada udara yang terjebak didalam rongga cetakan. Saluran tak langsung juga berfungsi untuk menambah cairan apabila ada coran yang menyusut.

Keuntungan :

- Memiliki dua saluran berbeda, sehingga ada jalan bagi udara untuk keluar

Kekurangan :

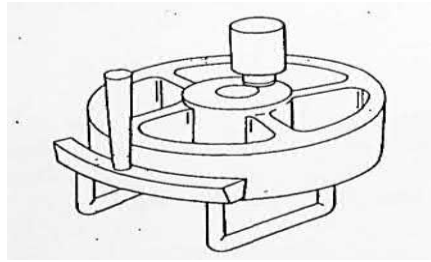
- Temperatur penuangan harus lebih tinggi
- Kecepatan penuangan juga harus cepat.



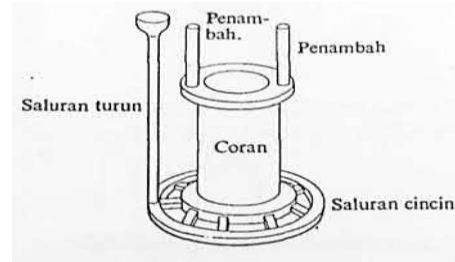
Gambar 2.7. Saluran Tak Langsung (Sumber: Surdia, T., dan Chijiwa. 2000)

Selain saluran langsung dan tak langsung masih ada berbagai macam sistem saluran diantaranya yaitu saluran bawah, saluran pensil, saluran bertingkat dan sebagainya. Saluran bawah (Gambar 2.8) mempunyai saluran masuk pada bagian bawah dari rongga cetakan. Karena itu mempunyai saluran turun tegak yang panjang disambung dengan pengalir horizontal dan saluran masuk sering dibuat membelok ke atas. Kadang-kadang dipakai saluran cincin, seperti pada (Gambar 2.9) dan saluran terompet seperti pada gambar (Gambar 2.10.), dibanding dengan sistem saluran lainnya sistem saluran bawah menyebabkan logam cair naik yang tidak terganggu dalam cetakan.

Oleh karena itu sistem tersebut dipakai dimana diperlukan laju penuangan yang cepat, yaitu untuk baja cor atau bahan-bahan yang mudah teroksidasi seperti besi cor bergrafit bulat.



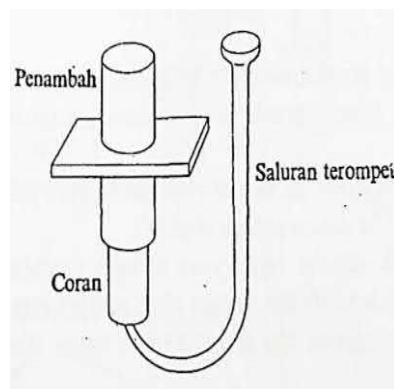
Gambar 2.8. Saluran Bawah



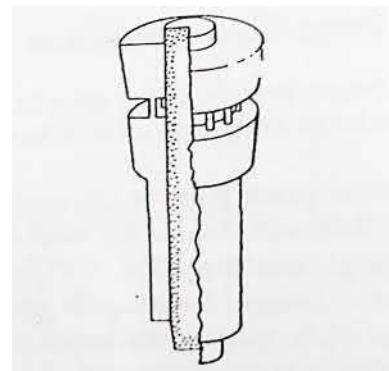
Gambar 2.9. Saluran Cincin

(Sumber: Surdia, T., dan Chijiwa. 2000) (Sumber: Surdia, T., dan Chijiwa. 2000)

Saluran pensil (Gambar 2.11) adalah sistem saluran dimana logam cair dijatuhkan ke bawah melalui beberapa lubang pada dasar dari cawan tuang. Sistem saluran ini cocok untuk coran yang panjang dan tipis seperti pipa. Kalau saluran pensil dipasang di ujung atas dari cetakan pipa tegak dan logam dituang, maka cetakan diisi secara merata dari bawah dan akan didapat pipa yang baik.



Gambar 2.10. Saluran Terompet



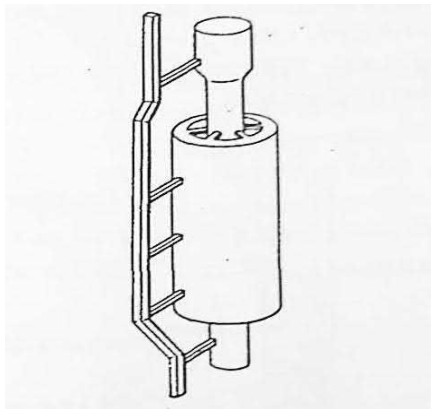
Gambar 2.11. Saluran Pensil

(Sumber: Surdia, T., dan Chijiwa. 2000) (Sumber: Surdia, T., dan Chijiwa. 2000)

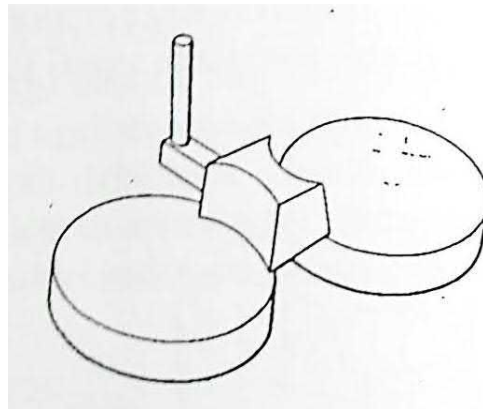
Saluran bertingkat (Gambar 2.12) mempunyai saluran turun yang dihubungkan dengan beberapa saluran masuk. Logam cair mengalir ke dalam rongga dari saluran masuk yang terbawah, dan kemudian dari saluran masuk kedua berikutnya, dari saluran ketiga dan seterusnya. Oleh karena itu logam cair yang paling panas secara tetap diisikan ke atas logam di dalam rongga.

Dalam hal dimana logam mempunyai penyusutan yang besar seperti baja cor, akan terjadi rongga penyusutan yang kecil karena logam cair yang terpanas diberikan di atas dan laju pembekuan dari bawah akan teratur. Tetapi saluran demikian dapat memberikan aliran logam tidak seperti disebut diatas, kecuali apabila dibuat secara sempurna. Dalam hal itu, logam cair hanya diberikan dari saluran paling bawah saja sampai saat terakhir sehingga hasil yang diharapkan tidak tercapai.

Saluran baji (Gambar 2.13) dibuat seperti celah pada bagian atas coran, dipakai untuk coran biasa dengan ketebalan merata. Logam cair diberikan sedikit demi sedikit dengan tidak terganggu melalui celah, dan bagian atas logam lebih panas dari pada bagian bawah sehingga rongga penyusutan kecil.



Gambar 2.12. Saluran Bertingkat



Gambar 2.13. Saluran Baji

(Sumber: Surdia, T., dan Chijiwa. 2000) (Sumber: Surdia, T., dan Chijiwa. 2000)

Logam cair yang mengalir dalam sistem saluran dianggap sebagai aliran fluida sehingga dalam perancangan sistem saluran perlu memperhatikan sifat-sifat dari aliran fluida untuk mendapatkan sistem saluran yang tepat. Pada perancangan sistem saluran, aliran turbulans sangat dihindari karena dapat mengakibatkan terbentuknya daerah yang bertekanan lebih rendah sehingga akan menyebabkan

terjebaknya udara atau gas dalam coran. Di dalam melakukan perhitungan sistem saluran dibutuhkan beberapa data awal yang akan digunakan untuk membentuk dimensi sistem saluran.

Saluran masuk adalah saluran yang mengisikan logam cair dari pengalir kedalam rongga cetakan. Saluran masuk dibuat lebih kecil dari pengalir dan bentuk irisan yang biasa digunakan berupa bujur sangkar, segitiga atau setengah lingkaran. Saluran masuk dihitung paling awal, karena saluran masuk mempunyai luas penampang yang paling kecil dari bagian-bagian lain sistem saluran (efek pengereman aliran). Saluran masuk biasanya ditempatkan pada permukaan pisah cetakan. Melalui saluran masuk dengan penampang A mengalir cairan logam dengan volume V dan kecepatan alir v , persamaan untuk menentukan luas penampang saluran masuk yaitu:

$$A_{sm} = \frac{22.6 \times G}{\rho \times t_p \times \sqrt{h}}$$

Keterangan:

G = berat benda cor (kg)

ρ = masa jenis logam (kg/cm³)

t_p = waktu cor (detik)

h = tinggi penuangan (cm)

A_{sm} = luas penampang saluran masuk (cm²)

2.2.4 Alumunium

Alumunium merupakan logam ringan mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantran listrik yang baik dan sifat-sifat yang baik lainnya sebagai sifat

logam. Aluminium memiliki titik cair 650°C yang dipisahkan kedaras dan diambil. Sebagai tambahan terhadap kekuatan mekaniknya yang sangat meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni dsb. Satu persatu atau bersama-sama memberikan juga sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan korosi, ketahanan aus, koefisien pemuaian rendah dsb.

Paduan aluminium A356 adalah salah satu paduan aluminium cor yang paling banyak karena kekuatan mekanik, daktilitas, kekerasan, kekuatan leleh, tekanan ketat, fluiditas, dan machinability yang baik (Jian & Han, 2013 :118).

Sifat paduan aluminium komersial bergantung pada jumlah magnesium, tembaga, silikon, kromium dan elemen paduan lainnya. Properti juga dipengaruhi oleh teknik pembuatan dan prosedur perlakuan panas yang digunakan. Paduan aluminium 6063 yang telah di campuri silikon dan magnesium sebagai elemen paduan utama yang memiliki sifat kekuatan tinggi, ketahanan korosi yang sangat baik, ketelitian panas dan kemampuan las (Ayoola, etc 2012 :89)

Material ini digunakan di dalam bidang yang luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga tapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, kontruksi dan sebagainya.

a. Aluminium Murni

Al didapat dalam keadaan cair dengan elektrolisa umumnya mencapai kemurnian 99,85%, dengan mengelektrolisa kembali dapat dicapai kemurnian 99,99%.

Tabel 2.2 Sifat-sifat Fisik Aluminium
Sumber: (Surdia dan Saito, 1999 :134)

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°C)(100°C)	0,2226	0,2297
Hantaran Listrik (%)	64,94	59 (dianil)
Tahanan Listrik koefisien temperatur(/°C)	0,00429	0,0115
Koefisien Pemuaian (20-100°C)	$23,86 \times 10^{-6}$	$23,5 \times 10^{-6}$
Jenis Kristal, Konstanta kisi	fcc, $\alpha=4,013kX$	fcc, $\alpha=4,04kX$

Catatan: Fcc: *face centered cubic* = kubus berpusat muka

Ketahanan korosi berubah menurut kemurnian, pada umumnya untuk kemurnian 99,0% atau di atasnya dapat bertahan dalam kurunwaktu yang lama.

b. Paduan Aluminium

1. Klasifikasi paduan aluminium

Paduan Al diklasifikasikan dalam berbagai standar oleh berbagai negara di dunia. Saat ini klasifikasi yang terkenal dan sempurna adalah standar *Aluminium Association* di Amerika (AA) yang didasarkan atas standar terdahulu dari *Alcoa (Aluminium company of America)*. Paduan tempaan dinyatakan dengan satu atau dua angka "S", sedangkan paduan coran dinyatakan dengan 3 angka.

Tabel 2.3 Klasifikasi Paduan Aluminium Tempaan
Sumber: (Surdia dan Saito, 1999: 135)

Standar	Standar Alcoa terdahulu	Keterangan
1001	1S	Al murni 99,5% atau di atasnya
1100	2S	Al murni 99,0% atau di atasnya
2010-2029	10S-29S	Cu merupakan unsur paduan utama
3003-3009	3S-9S	Mn merupakan unsur paduan utama
4030-4039	30S-39S	Si merupakan unsur paduan utama
5050-5086	40S-49S	Mg merupakan unsur paduan utama
6061-6069	50S-69S	Mg, Si merupakan unsur paduan utama
7070-7079	70S-79S	Zn merupakan unsur paduan utama

2. Paduan Aluminium utama

a. Al-Cu dan Al-Cu-Mg

Ternyata paduan ini mempunyai penyusutan yang besar, resiko besar pada kegetasan panas dan mudah terjadi keretakan pada coran. Sebagai paduan Al-Cu-Mg mengandung 4%Cu dan 0,5%Mg dapat mengeras dengan sangat dalam beberapa hari, paduan ini biasanya dipakai sebagai bahan pesawat terbang.

b. Paduan Al-Mn

Mn adalah unsur yang memperkuat Al tanpa mengurangi ketahanan korosi, dan dipakai untuk membuat paduan yang tahan korosi.

c. Paduan Al-Si

Paduan Al-Si sangat baik kecairannya, yang mempunyai permukaan bagus sekali, tanpa kegetasan panas dan sangat baik untuk paduan coran, sebagai tambahan paduan ini memiliki ketahanan korosi yang baik, sangat ringan, koefisien pemuaian yang kecil, dan sebagai penghantar listrik dan panas yang baik. Paduan ini banyak digunakan untuk paduan cor cetak.

d. Paduan Al-Mg

Paduan Al-Mg mempunyai ketahanan korosi yang sangat baik, sejak lama disebut hidronalium dan dikenal sebagai paduan yang tahan korosi. Paduan 2-3%Mg dapat mudah ditempa, dirol dan diekstrusi, paduan ini biasanya dipakai sebagai bahan tempaan.

e. Paduan Al-Mg-Si

Paduan ini memiliki kekuatan yang kurang sebagai bahan tempaan dibandingkan dengan paduan-paduan lainnya, tetapi sangat liat, sangat baik bentuknya untuk ekstrusi penempaan. Paduan ini banyak digunakan pada rangka-rangka konstruksi, karena paduan ini mempunyai kekuatan yang cukup baik tanpa mengurangi hantaran listrik.

f. Paduan Al-Mg-Zn

Paduan ini memiliki sifat mudah getas oleh sifat korosi tegangan, aluminium menyebabkan keseimbangan biner semu dengan senyawa antar logam $MgZn_2$ dan kelarutannya menurun apabila temperatur turun. Paduan ini memiliki kekuatan tertinggi diantara paduan-paduan yang lain. Penggunaan paduan ini paling besar adalah untuk bahan konstruksi pesawat udara, disamping itu penggunaannya menjadi lebih penting sebagai bahan konstruksi (Surdia dan Saito, 1999: 144)

2.1.5. Pencairan logam

Mencairkan logam dapat dilakukan dengan cara dipanaskan hingga mencapai temperatur 1300°C . Logam cair besi cor mempunyai berat jenis $6,8 \text{ gr/cm}^3$ sampai $7,0 \text{ gr/cm}^3$, paduan aluminium (2,2-2,3) gr/cm^3 , paduan timah (6,6-6,8) gr/cm^3 . Karena mempunyai berat jenis logam yang tinggi maka aliran logam mempunyai kelembaban dan juga gaya tumbuk yang besar.

Kekentalan logam tergantung pada *temperature*, semakin tinggi temperatur, maka kekentalannya akan semakin rendah. Berikut ini adalah daftar beberapa kekentalan pada berbagai macam logam.

Tabel 2.4 Koefesien Kekentalan dan Tegangan Permukaan Logam Cair
(Hokaba,2016)

Bahan	Titik Cair (°C)	Berat Jenis ($\frac{g}{cm^3}$)	Koefesien Kekentalan (g/cm.detik)	Koefesien kekentalan kinetik ($cm^2/detik$)	Tegangan permukaan (dine/cm)	Tegangan permukaan / Berat jenis
Air	0	0.9982	0.010046	0.010064	72	72
Air Raksa	-38.9	13.56	0.01547	0.00114	465	4.5
Tin	232	5.52	0.01100	0.00199	540	97.8
Timbal	327	10.55	0.01650	0.00156	450	42.6
Seng	420	6.21	0.03160	0.00508	750	120
Aluminium	660	2.35	0.055	0.00234	520	220
Tembaga	1033	7.84	0.0310	0.00395	581	74
Besi	1537	7.13	0.000	0.00560	970	136
Besi Cor	1170	6.9	0.016	0.0023	1150	167

2.1.6. Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan adalah satu pengujian dari sekian banyak pengujian yang dipakai, karena dapat dilaksanakan pada benda uji yang relatif kecil tanpa kesukaran mengenai spesifikasi benda uji. Pengujian yang banyak dipakai adalah dengan cara menekankan penekanan tertentu kepada benda uji dengan beban tertentu dan mengukur bekas hasil penekanan yang terbentuk di atasnya (Surdia, 2000).

Secara umum semua sifat mekanik dapat terwakili oleh sifat kekerasan bahan, orang berasumsi bahwa yang keras itu pasti kuat, sehingga jika dibutuhkan bahan yang kuat, maka pilih bahan yang keras. ini merupakan pernyataan yang keliru, bahwa ada suatu bahan yang memiliki kesebandingan antara kekerasan dengan kekuatan itu benar tetapi ada juga sifat yang justru perbandingannya terbalik bahwa bahan yang keras akan rapuh. (Sudjana, 2008: 408).

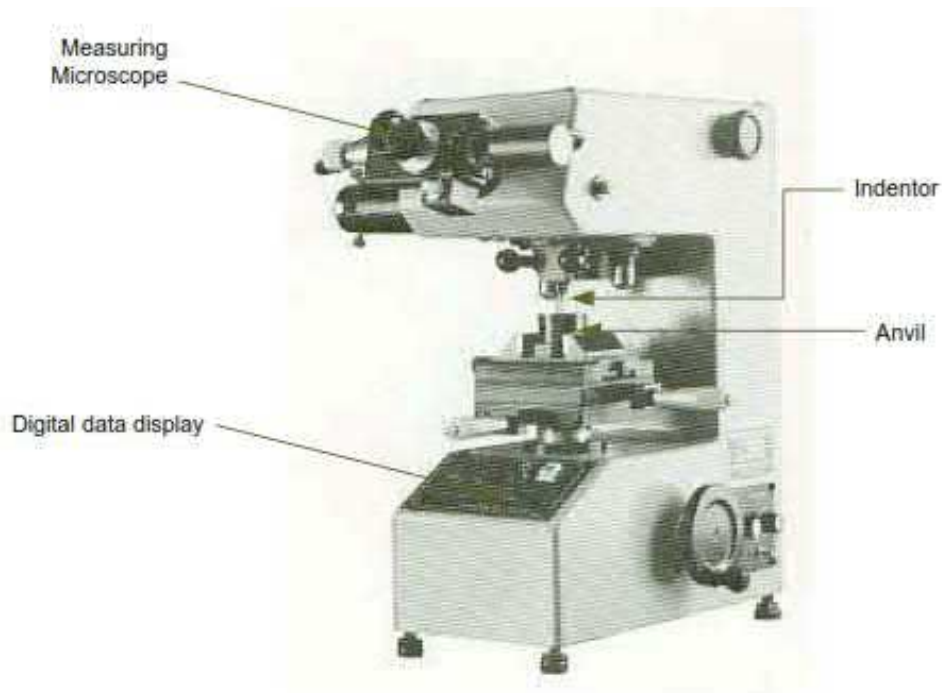
Pengujian kekerasan merupakan kemampuan suatu bahan terhadap pembebanan dalam pembebanan yang tepat, sehingga ketika gaya tertentu

diberikan pada suatu benda uji dan karena pengaruh pembebanan benda uji akan mengalami deformasi. Terdapat tiga jenis umum mengenai ukuran kekerasan, yang tergantung pada cara melakukan pengujian, ketiga jenis tersebut adalah kekerasan goresan (*scratch hardness*), kekerasan lekukan (*indentation hardness*) dan kekerasan pantulan (*rebound*) atau kekerasan dinamik (*dynamic hardness*). Untuk logam, hanya kekerasan lekukan yang banyak menarik perhatian dalam kaitannya dengan bidang rekayasa. Dapat disimpulkan kekerasan bisa didefinisikan sebagai ketahanan sebuah benda kerja terhadap penetrasi atau daya tembus dari bahan lain yang lebih keras (*penetrator*). Pengujian kekerasan dapat diketahui dengan cara mengukur ketahanan suatu benda terhadap penekanan, dengan cara penekanan bola baja atau piramida intan yang dikeraskan pada permukaan benda kerja lalu mengukur bekas penekanan dari penetrator tersebut. Nilai kekerasan suatu benda kerja dapat diketahui dengan pengujian kekerasan menggunakan mesin uji kekerasan (*hardness tester*) menggunakan tiga cara atau metode yang biasanya dilakukan yaitu metode *Brinell*, *Rockwell* dan *Vickers*.

2.1.7. Uji Vickers

Pada prinsipnya pengujian dengan sistem *Vickers* ini tidak jauh berbeda dengan pengujian kekerasan dengan sistem *Brinell*, salah satu yang berbeda didalam pengujian kekerasan sistem *Vickers* ini adalah pemakaian indentornya, dimana *Vickers* menggunakan piramida intan dengan sudut puncak piramida adalah 136. Bentuk indentor yang relatif tajam dibanding dengan *Brinell* yang menggunakan bola baja. *Vickers* memberikan pembebanan yang sangat kecil yakni dengan tingkatan beban 5, 10, 10, 30, 50 dan 120 kg, bahkan untuk

pengujian mikrostruktur hanya ditentukan 10 g, sehingga pengujian kekerasan *Vickers* cocok digunakan pada bahan yang keras dan tipis, sedangkan untuk bahan yang lunak dan tidak homogen seperti besi tuang (*cast iron*) *Vickers* tidak sesuai untuk digunakan.



Gambar 2.14. Mesin Uji Kekerasan *Vickers*
Sumber: (Sudjana, 2008: 402)

Angka kekerasan piramida intan atau *Vickers Hardness Number* (VHN), didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya, luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diagonal jejak, VHN dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\text{VHN} = \frac{2P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{L} = \frac{1.854 P}{L}$$

Dimana P = beban yang diterapkan (kg)

L = panjang diagonal rata-rata (mm)

θ = sudut antara permukaan intan yang berlawanan = 136°

Pada penelitian ini menggunakan pengujian kekerasan mikro *Vickers*. Pengujian mikro *Vickers* adalah metode pengujian kekerasan dengan pembebanan yang relatif kecil yang sulit dideteksi oleh pengujian makro *Vickers*. Prinsip pengujian mikro *Vickers* adalah dengan menekan penetrator pada permukaan benda uji sehingga pembebanan yang dibutuhkan juga relatif kecil yaitu berkisar antara 10-1000 kgf. Alasan penulis menggunakan metode uji kekerasan ini karena dengan indenter yang berbentuk piramid, sama baik digunakan pada bahan keras maupun lunak, nilai kekerasan suatu spesimen uji dapat diketahui dari penentuan angka kekerasan pada spesimen uji dapat diketahui dari penentuan angka kekerasan pada spesimen uji yang kecil dapat diukur dengan memilih gaya yang relatif kecil. Angka kekerasan piramida intan atau kekerasan *vickers* (VHN) dapat ditentukan dari persamaan berikut :

$$\text{HVN} = \frac{P}{A}$$

$$A = \frac{d^2}{2 \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)} = \frac{d^2}{2 \sin 68} = \frac{d^2}{1,854}$$

$$\text{HVN} = \frac{P}{A} = \frac{1,854 P}{d^2} \text{ [kgf / mm}^2\text{]}$$

Dimana :

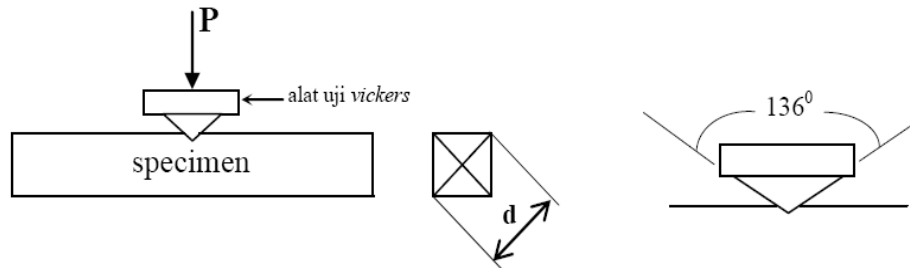
P = beban yang diterapkan, kgf

θ = sudut antara permukaan intan yang berlawanan 136°

d = panjang diagonal rata-rata, mm ($d = \frac{d_1 + d_2}{2}$)

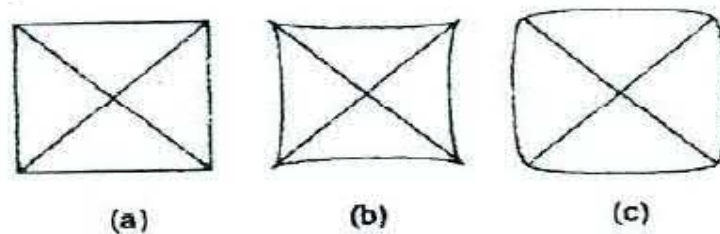
d_1 = panjang diagonal 1, mm

d_2 = panjang diagonal 2, mm



Gambar 2.15. Skema Pengujian *Vickers Hardness*.

Lekukan yang benar yang dibuat oleh penumbuk intan harus berbentuk bujur sangkar, akan tetapi penyimpangan lekukan bisa terjadi seperti lekukan bantal jarum akibat terjadinya penurunan logam disekitar permukaan piramida yang datar. Keadaan demikian terdapat pada logam yang dilunakkan dan mengakibatkan pengukuran panjang diagonal yang berlebihan.



Gambar 2.16. Tipe-tipe Lekukan Piramida Intan.

Gambar a merupakan salah satu tipe lekukan piramid yang sempurna, gambar b merupakan tipe lekukan piramid bantal jarum yang disebabkan karena terjadinya penurunan benda kerja di sekitar permukaan piramida yang datar. Sedangkan gambar c merupakan tipe lekukan piramid berbentuk tong yang disebabkan karena benda kerja mengalami proses pengerjaan dingin.

2.1.8. Uji Tekan

Uji tekan diperlukan untuk mengetahui kekuatan tekan suatu bahan. Peristiwa pembebanan tekan terjadi pada suatu bahan yang pada gilirannya perlu diketahui seberapa kekuatan tekan yang harus dipersiapkan atau mengetahui kekuatan tekan suatu bahan guna mengetahui batas wajar pembebanan.

Kekuatan tekan adalah kapasitas dari suatu bahan atau struktur dalam menahan beban yang akan mengurangi ukurannya. Uji tekan adalah pengujian suatu benda yang besarnya sama dengan gaya persatuan luas yang menyebabkan benda yang diuji hancur bila dibebani dengan gaya tersebut. Pengujian tekan untuk mengetahui kuat tekan maksimum yang dapat diterima oleh benda tersebut. Kekuatan tekan material adalah gaya persatuan luas yang dapat menahan kompresi dan ketika batas kuat tekan tercapai, maka bahan akan terdeformasi atau mengalami perubahan bentuk.

Umumnya kekuatan tekan lebih tinggi daripada kekuatan tarik, sehingga desain cukup dengan menggunakan data kekuatan tarik, tetapi jika pembebanannya hanya tekan, lalu dipakai data kekuatan tarik bahan, maka dapat menghasilkan desain berdimensi yang berlebihan (Surdia dan Saito, 1999: 20).

Spesimen pada pengujian tekan memiliki standarisasi tertentu disetiap negara. Standarisasi pengujian tekan dikelompokkan kedalam dua jenis bahan uji yaitu bahan uji ketentuan proporsional an non-proporsional. Untuk bahan uji bulat harga L_e harus diantara $L_o + d$ dan $L_o + 2d$. Sedangkan untuk benda uji segi empat perbandingan antara tebal dengan lebarnya adalah 1:4, tapi tidak berlaku

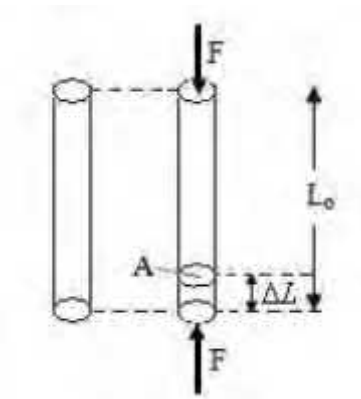
untuk bahan uji yang tipis. Standarisasi ASTM E9 telah menyarankan benda uji bulat padat kedalam tabel.

Tabel 2.5 Dimensi Benda Uji Bulat Padat (Sumber : ASTM E9:5)

Spesimen	Diameter		Panjang		Perkiraan/ D Rasio
	in	Mm	In	mm	
Pendek	1.12 ± 0.01	30.0 ± 0.2	1.00 ± 0.05	25 ± 1	0.8
	0.50 ± 0.01	13.0 ± 0.2	1.00 ± 0.05	25 ± 1	2.0
Medium	0.50 ± 0.01	13.0 ± 0.2	1.50 ± 0.05	38 ± 1	3.0
	0.80 ± 0.01	20.0 ± 0.2	2.38 ± 0.12	60 ± 3	3.0
	1.00 ± 0.01	25.0 ± 0.2	3.00 ± 0.12	75 ± 3	3.0
	1.12 ± 0.01	30.0 ± 0.2	3.38 ± 0.12	85 ± 3	3.0
Panjang	0.80 ± 0.01	20.0 ± 0.2	6.38 ± 0.12	160 ± 3	8.0
	1.25 ± 0.01	32.0 ± 0.2	12.50 min	320 min	10.0

Mesin Tarno Grocki juga dapat digunakan untuk uji tekan. Spesimen uji tekan dapat berupa silinder atau segi empat. Perbandingan antara panjang dan diameter spesimen (L/d) menjadi pertimbangan penting. Pertimbangan L/d yang kecil untuk menghindari *buckling*, dan L/d yang kecil untuk menghindari pengaruh ujung spesimen (*end effect*). Untuk bahan ulet disukai L/d = 3, dan untuk bahan getas dapat dipilih L/d = 1,5 atau. Pemotongan spesimen uji tekan haruslah terhadap sumbu, ketidk lurusan mengakibatkan spesimen dapat mengguling saat ditekan.

Spesimen uji tekan dari logam yang bersifat getas dan ulet dengan diameter 25 mm dan panjang 76 mm sebagai mana Gambar 2.28. Bahan getas (*brittle*) seperti besi cor kelabu, paduan aluminium, dan beton mengalami pecah bentuk miring atau kerucut, sedangkan bahan ulet (*ductile*) seperti baja rol panas mengalami deformas yang besar tanpa mengalami pecah (Hadi, 2016:68).



Gambar 2.17. Perubahan Benda yang Disebabkan oleh Tegangan Tekan Aksial.(Hadi, 2016:68)

Keterangan :

A = Luas Penampang

F = Gaya yang bekerja sebagai penekan

L_0 = Panjang Awal

ΔL = Perubahan panjang, dimana $\Delta L = L_0 - L_1$

Dalam Perancangan teknik yang sebenarnya sebagian besar kita bertumpu pada tegangan teknik. Pada kenyataannya, tegangan sebenarnya berbeda dengan tegangan teknik. Oleh sebab itu, material akibat beban tekan dapat dihitung dari penjelasan persamaan yang diberikan. Hal ini tentu saja karena perubahan luas penampang (A_0) dan fungsi luas penampang $A = \varphi(F)$.

Compressive strenght merupakan kekuatan tekan maksimum yang dapat diterima oleh area penampang terkecil sampel selama pengujian dalam satuan Mpa. Tegangan normal tersebut akibat beban tekan statik dapat ditentukan berdasarkan persamaan :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dimana,

σ = Tegangan normal akibat beban tekan statik (N/m^2)

F = Beban Tekan (N)

A = Luas penampang spesimen (m^2)

Compressive strain merupakan nilai regangan material. Regangan akibat beban tekan statik dapat ditentukan berdasarkan persamaan:

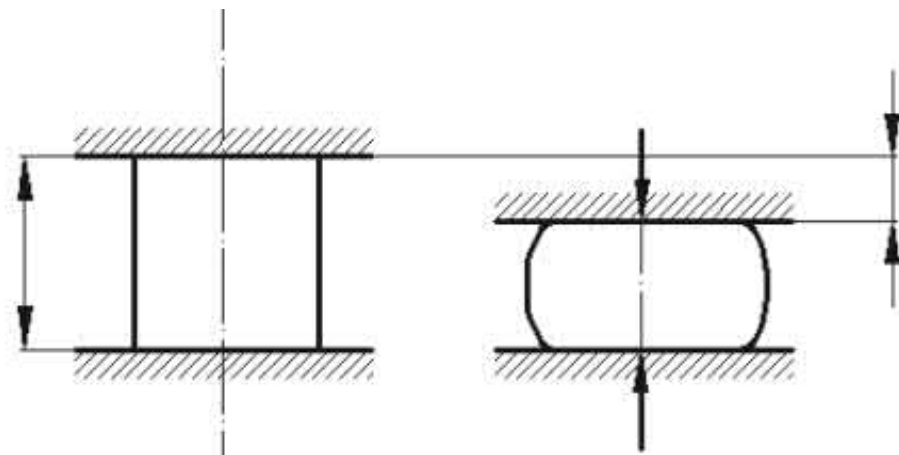
$$\epsilon = \frac{L_i - L_o}{L_o}$$

Dimana,

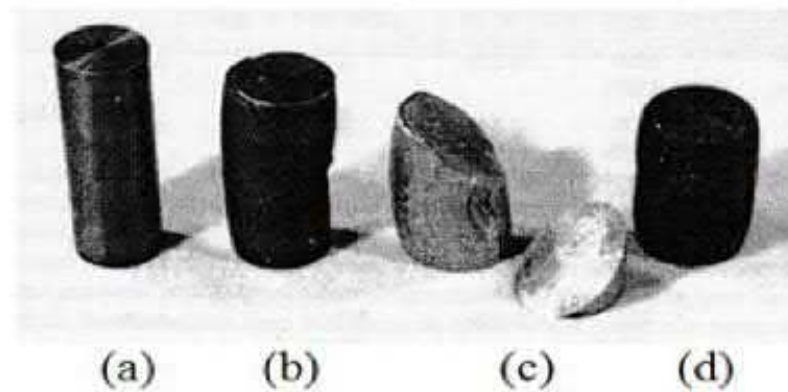
ϵ = Regangan akibat beban statik

L_i = Perubahan panjang spesimen akibat beban tekan

L_o = Panjang spesimen mula-mula



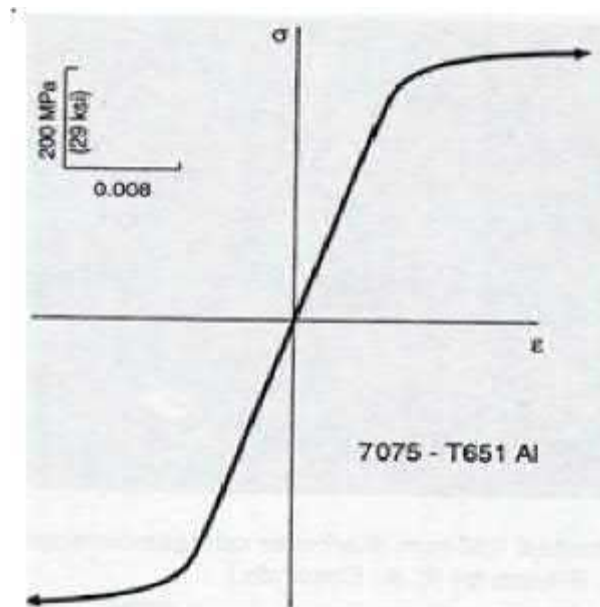
Gambar 2.18. Bentuk Spesimen Saat Uji Tekan(Hadi, 2016:70)



Gambar 2.19. Spesimen Uji Tekan: (a) Sebelum Ditekan, (b) Besi Cor Kelabu, (c) Paduan Aluminium 7075-T651, dan (d) Baja Rol Panas AISI 1020

(Hadi, 2016: 70)

Logam yang ulet hampir identik pada awal bagian dari kurva tegangan-regangan untuk uji tarik dan uji tekan untuk paduan aluminium 7075-T651 sebagaimana gambar 2.22



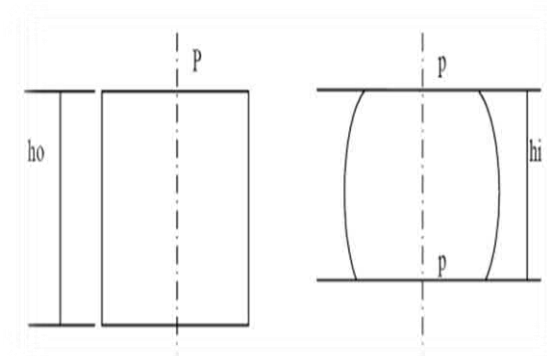
Gambar 2.20. Bagian Awal Kurva Tegangan-Regangan Uji Tarik dan Uji Tekan Paduan Aluminium 7075-T651 (Hadi, 2016: 70)

Spesimen setelah dilakukan pengujian tekan dengan memberi beban tekan akan mengalami deformasi atau perubahan bentuk. Berikut perubahan bentuk spesimen pada pengujian tekan :

a. *Barelling*

Barelling adalah suatu satu deformasi yang terjadi pada uji tekan dimana terjadi perubahan bentuk dimensi karena gesekan antara penekan dan benda kerja. Gesekan antara spesimen bereaksi secara bebas, ini bisa menyebabkan timbulnya fenomena *barelling*.

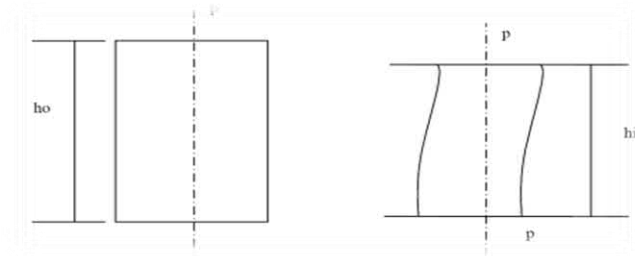
Fenomena yang terjadi pada pengujian tekan pada prinsipnya tergantung dari diameter dan tinggi spesimen yang dilakukan pengujian. Misalkan diameter spesimen adalah “d”, dan tinggi spesimen adalah “h”, maka : Untuk perbandingan $h : d$ lebih kecil dari $3 : 2$, maka fenomena yang terjadi adalah *barelling*.



Gambar 2.21. Fenomena *Barelling*(Hadi, 2016: 75)

b. *Buckling*

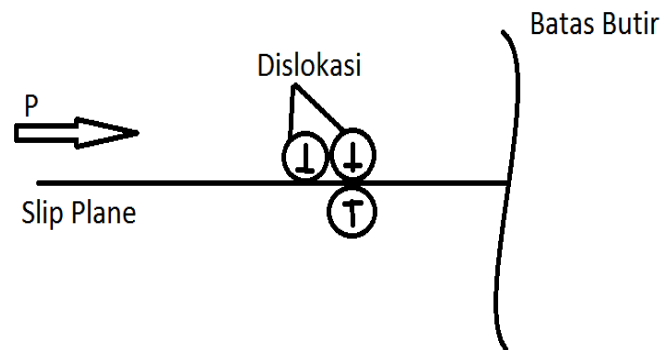
Buckling adalah terjadinya pembengkokan pada material setelah dibebri beban tekan. Terjadi perbandingan $h/d > 3/2$.



Gambar 2.22. Fenomena *Buckling*(Hadi, 2016: 75)

c. *Strain Hardening*

Merupakan penguatan pada material akibat penumpukan dislokasi pada batas butir.



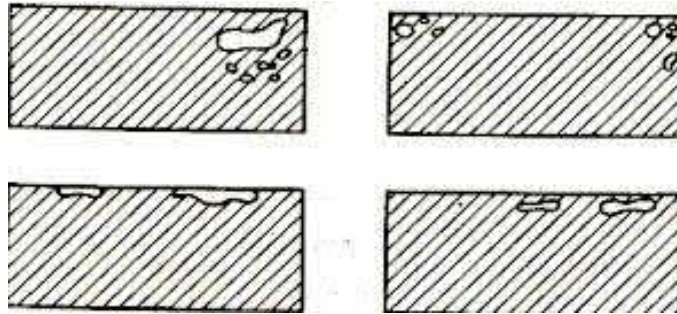
Gambar 2.23. Fenomena *Strain Hardening*(Hadi, 2016: 76)

2.1.9. Cacat Hasil Coran

Oleh *International Commite Of Foundry Technical Association/ICFTA* telah memberi nama pada cacat hasil coran dan telah mengelompokkan kategori cacat pengecoran menjadi 7 jenis :

- *Metallic projection*
- Diskontinuitas
- Permukaan *defective*
- Coran *incomplete*
- Ukuran atau bentuk tidak tepat
- *Inclusions*

Hasil coran sering terlihat sempurna pada bagian makro akan tetapi pada kenyataannya banyak cacat yang muncul terutama jenis kaviti dan cacat permukaan serta inklusi gas. Contoh cacat coran yang sering terjadi dapat dilihat pada gambar 2.24.



Gambar 2.5 Cacat-cacat hasil pengecoran logam (Dewi,2014)

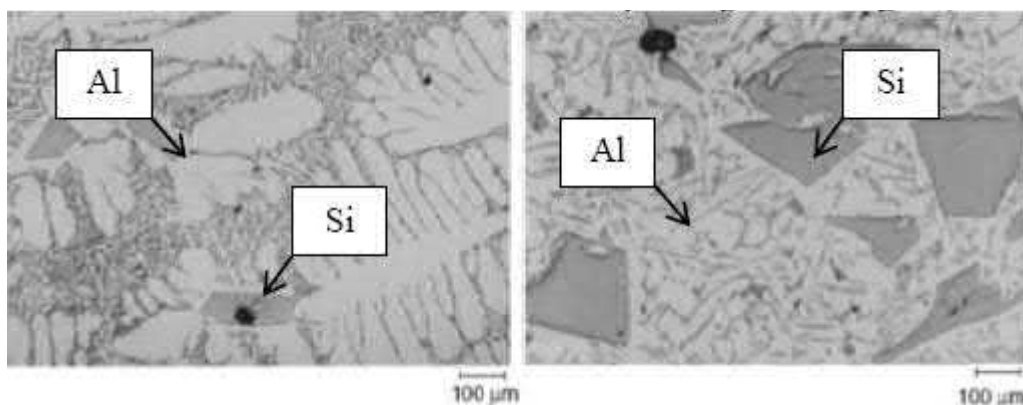
2.2.0 Struktur Mikro

Struktur mikro merupakan sebuah struktur yang mempunyai bentuk terkecil dari dalam suatu bahan yang keberadaannya tidak dapat dilihat menggunakan mata telanjang, tetapi harus menggunakan sebuah alat pengamat struktur mikro, diantaranya menggunakan mikroskop elektron, mikroskop sinar X, mikroskop cahaya dan mikroskop fiel ion (Tarkono dan Sewandono, 2013:5).

Struktur mikro yang terjadi pada sebuah aluminium coran, ditentukan dari temperatur pemanasan pada saat proses pengecoran, laju pendinginan yang terjadi setelah proses pengecoran, laju pembekuan, logam induk, komposisi kimia, logam pengisi dan perlakuan yang diterapkan kepada aluminium tersebut (Khoirrudin, *et al.*, 2014: 5).

Analisis pada struktur mikro terbagi atas 4 langkah utama, yaitu sampling, preparasi sampel, pengambilan gambar, dan perhitungan ukuran butir atau

porositas. Sampling dilakukan secara random dengan dua buah lot terhandap sampel yang sebelumnya telah lolos pada uji visual. Preparasi sampel mencakup beberapa hal, seperti pemotongan, mounting, penggerindaan, pemolesan, etsa dan *cleaning / drying*. Pemotongan dimaksudkan agar dapat memenuhi persyaratan dimensi sampel yang dikehendaki. Penggerindaan bertujuan untuk menghilangkan kerusakan yang terjadi pada permukaan sampel akibat penggerindaan. Etsa merupakan pengikisan bahan secara selektif dengan menggunakan bahan kimia tertentu. Pada etsa ini batas dari butir-butir akan terkorosi dengan lebih awal sehingga dapat terlihat lebih jelas. Pengambilan gambar bertujuan untuk merekam gambar struktur mikro oleh karna itu ukuran butir/porositas dapat dihitung. Pengambilan gambar dikerjakan dengan kamera menggunakan digitas/film (Ngatijo, *et al.*, 2009: 285).



Gambar 2.6 Struktur Mikro Al-Si (Ngatijo, 2009: 285)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil proses penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan variasi bentuk saluran masuk persegi, trapesium, setengah lingkaran dan segitiga pada produk cor aluminium dengan menggunakan cetakan pasir, dapat diambil simpulan sebagai berikut :

1. Variasi bentuk saluran masuk (ingate) persegi, trapesium, setengah lingkaran dan segitiga berpengaruh terhadap nilai kekerasan produk cor aluminium cetakan pasir.
2. Variasi bentuk saluran masuk setengah lingkaran memiliki nilai kekerasan tertinggi dengan VHN sebesar 143.5 kgf/mm^2 dan nilai tekan tertinggi sebesar 385.6 N/mm^2 , hal ini disebabkan saluran masuk setengah lingkaran memiliki cacat porositas terendah yang disebabkan dinding penyempitan tidak terlalu kecil pada saluran masuk sehingga aliran logam cair cenderung stabil.
3. Variasi bentuk saluran masuk dengan variasi bentuk yang digunakan persegi, trapesium, setengah lingkaran dan segitiga pada cetakan pasir berpengaruh terhadap struktur mikro yang terbentuk.
4. Faktor yang mempengaruhi pembentukan struktur mikro, kekerasan dan kuat tekan pada pengecoran aluminium menggunakan bahan piston bekas yaitu bentuk saluran, suhu tuang ataupun penambahan unsure seperti Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni dan sebagainya..

5.2 Saran

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

1. Sebaiknya jika akan melakukan pengecoran dengan logam aluminium piston bekas menggunakan cetakan pasir gunakan bentuk saluran masuk setengah lingkaran untuk memperoleh nilai kekerasan yang tinggi dan nilai tekan yang lebih tinggi.
2. Peneliti yang akan melakukan penelitian sejenis sebaiknya :
 - 1) Perlu menambah bahan campuran aluminium seperti magnesium, silisium dan lain-lain untuk mendapatkan unsur aluminium yang baik dan sifat mekanik yang lebih baik.
 - 2) Perlu menambah variabel lain seperti variasi bentuk dan dimensi *sprue*, *riser* dan *runner* pada cetakan pasir.
 - 3) Perlu menambah pengujian dengan jenis lain, seperti menambah cacat porositas, cacat penyusutan dan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amfrudin, M. (2014). Pengaruh jumlah saluran masuk terhadap ketangguhan, kekerasan, dan struktur mikro pada pengecoran pulley dari besi cor dengan cetakan pasir. *Jurnal Nosel*, 3(1).
- Arikunto. 1996. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- ASTM E9-09. *Standard Test Methods of Compression Testing of Metallic Materials at Room Temperature*, Annual Books of ASTM Standards, USA 2018.
- Ayoola, W. A., Adeosun, S. O., Sanni, O. S., & Oyetunji, A. (2012). *Effect of casting mould on mechanical properties of 6063 aluminum alloy*. *Journal of Engineering Science and Technology*, 7(1), 89–96
- Hadi, B. K., & Putra, I. S. (2017). Kaji eksperimental penyerapan energi tabung aluminium yang mengalami beban tekan arah aksial. *Mesin*, 21(2), 59-64.
- Hadi, Syamsul. 2016. *Teknologi Bahan*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Andi Offset.
- Hokaba. 2016. Proses Peleburan (Pencairan) Logam Tuang (Cor). <http://hokaba.blogspot.com/2011/03/dasar-dasar-pengecoran-logam.html> 6 November 2018 (23:20)
- Jian, X., & Han, Q. (2013). *Formation of hypereutectic silicon particles in hypoeutectic Al-Si alloys under the influence of high-intensity ultrasonic vibration*. *China Foundry*, 10(2), 118–123.
- 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).
- Krisnawan, H., B. Kusharjanta, W. P. Raharjo. 2012. Mekanika. *Jurnal Pengaruh Ukuran Riser Terhadap Cacat Penyusutan Dan Cacat Porositas Produk Cor Aluminium Cetakan Pasir* 10(2):125
- 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).
- Ngatijo., S. Pribadi. dan A. Sartono. 2009. Analisis Struktur-Mikro Pelet Uranium Oksida Sinter. *Hasil Penelitian EBN ISSN 0854-5561*: 285-291
- Raharja, A.B. *Teknik Pengecoran Logam*. Yogyakarta: Insania

- Roziqin, K., Purwanto, H., & Syafa'at, I. (2012). Pengaruh Model Sistem Saluran Pada Proses Pengecoran Aluminium Daur Ulang Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Coran Pulli Diameter 76 mm Dengan Cetakan Pasir. *Jurnal Momentum UNWAHAS*, 8(1).
- Sowiyk, P. H., & Bayuseno, A. P. (2016). Pengaruh Penambahan Unsur Timah (Sn) Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Pada Material Bearing Berbahan Dasar Aluminium (Al) Hasil Pengecoran Hpdc. *JURNAL TEKNIK MESIN*, 4(3), 290-298
- Sudibyoy, Arif; Kusharjanta, Bambang; Raharjo, Wahyu Purwo. Pengaruh Penampang *Ingate* Terhadap Cacat Porositas Dan Nilai Kekerasan Pada Proses Pengecoran Aluminium Menggunakan Cetakan Pasir. *Mekanika*, 2013, 12.1.
- Sudjana, H. 2008. *Teknik Pengecoran Logam* Jilid 2. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Sudjana, H. 2008. *Teknik Pengecoran* Jilid 3. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suharto., B. Girisuta, dan A. Miryanti. 2003. *Perekayasa Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Andi
- Sumbodo W. Singgih Pujiono. Agung Pambudi. Komariyanto. Samsudin Anis dan Widi Widayat. 2008. *Teknik Produksi Mesin Industri jilid I. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Direktirat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah*, Departemen Pendidikan Nasional.
- Sumpena, Hb. Sukarjo (2016), Pengaruh Dimensi Saluran Masuk pada Scrap Aluminium Sand Casting Pulley terhadap Kekerasan, Ketangguhan dan Struktur Mikro 5(1)
- Surdia, T., dan Chijiwa. (2000). *Teknik Pengecoran Logam*. Cetakan Kedelapan. Jakarta: Pradinya Paramita.
- Surdia, T., dan Saito, S. (1999). Pengetahuan Bahan Teknik. Article, cet 4(pengetahuan bahan teknik), 372.
- Syah, K., Karmiadi, D. W., & Rahmalina, D. (2017). Desain *Gating System* dan Parameter Proses Pengecoran untuk Mengatasi Cacat Rongga Poros Engkol. *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 2(1), 55-62.
- Tarkono. dan Sewandono, D., 2013. Pengaruh Variasi Abu Sekam Dan Bentonit Pada Cetakan Pasir Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro 2) 1) Hasil Coran Aluminium Aa 1100. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(3).

Tanoyo, Singgih; Priyowasito, Bayu; Wijoyo, Wijoyo. Kajian Jumlah Saluran Masuk (*Ingate*) Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Hasil Pengecoran Al-11si Dengan Cetakan Pasir. *Flywheel: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 2017, 1.1.