

**PENGARUH JUMLAH SALURAN MASUK PADA PENGECORAN
IMPELLER TURBIN *CROSSFLOW* TERHADAP CACAT
PERMUKAAN DAN POROSITAS**

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

CHANDRA PRASETYA

NIM. 0810623036-62

KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2013



**PENGARUH JUMLAH SALURAN MASUK
PADA PENGECORAN *IMPELLER* TURBIN *CROSSFLOW* TERHADAP
CACAT PERMUKAAN DAN POROSITAS**

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Disusun Oleh :

CHANDRA PRASETYA
NIM. 0810623036-62

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2013**



KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan nikmat, rahmat dan karunia yang telah diberikan, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Pengaruh Jumlah Saluran Masuk Pada Pengecoran Impeller Turbin Crossflow Terhadap Cacat Permukaan Dan Porositas*.

Sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada semua pihak yang secara langsung dan tidak langsung turut membantu hingga terselesaikannya skripsi ini dengan baik, terutama kepada:

1. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Mesin.
2. Bapak Dr. Eng. Anindito P, ST, M.Eng. selaku Sekretaris Jurusan Mesin.
3. Bapak Ir. Tjuk Oerbandono, MSc., CSE selaku Ketua Kelompok Dasar Keahlian Konsentrasi Produksi Jurusan Mesin.
4. Bapak Dr. Eng Yudy Surya Irawan, ST., M. Eng beserta Bapak Ir. Tjuk Oerbandono, MSc., CSE selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberi masukan dan pengetahuan selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Agustinus Ariseno, Ir., MT selaku dosen wali.
6. Bapak Gatot, dan Bapak Hastomo selaku Laboran Pengecoran Logam, dan Pengujian Bahan.
7. Seluruh Dosen pengajar Jurusan Mesin.
8. Bapakku (Asrip), ibukku (Tri Sukarsih), kakek (Alm. Kaselan) yang tercinta, serta kasihku (Iin Indriani) yang selalu kusayangi.
9. Teman asisten Laboratorium Pengecoran Logam UNIBRAW :Mey Fendra, Dian Fitria(gentong)Dimas Eka(Cipenk),Bagas Debug ,Arif Bactiar(AB) .., Temen_kumpul :Fendi Sugiarto(Pepenk),Wanda Indrayana(Cetol),M.Latief, dan semua temanku M'08, Sahabat :Samsul Arifin(Ipin) Dan Riski Bernando
10. Semua pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu-persatu yang telah membantu penyusun selama ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penyusun telah berusaha sebaik mungkin untuk menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya dan penyusun juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyusunan yang lebih baik lagi.

Akhirnya penyusun berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penyusun dan bagi para pembaca umumnya.

Malang, 16 januari 2013

Penyusun

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
RINGKASAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Produk <i>crossflow</i>	5
2.3 Pengecoran Logam	5
2.4 Pengecoran Cetakan Pasir	5
2.5 Sistem Saluran Pengecoran Cetakan Pasir	8
2.6 Riser	11
2.7 Gating Ratio	12
2.8 Aluminium	13
2.8.1 Sifat Fisik Aluminium	13
2.8.2 Pengaruh Unsur – unsur paduan	13
2.9 Pembekuan Logam	15
2.10 Cacat Permukaan Hasil Coran	17
2.11 Pengujian Porositas	17
2.11.1 Porositas Pada Pengecoran Logam	17
2.11.2 Jenis – jenis Porositas pada Pengecoran Logam	18

2.11.3 Densitas	19
2.11.3.1 Macam Densitas	19
2.11.3.2 Pengukuran Densitas Menggunakan Metode Piknometri ..	20
2.11.4 Perhitungan Porositas.....	20
2.12 Pemeriksaan Coran.....	21
2.12.1 Pemeriksaan Rupa	21
2.12.2 Pemeriksaan Penetrasi.....	21
2.12.3 Pemeriksaan Magnafluks	22
2.12.4 Pemeriksaan Ultrasonik	23
2.13 Hipotesis	23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian	24
3.2 Tempat Penelitian	24
3.3 Variabel Penelitian	24
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	25
3.5 Bahan Penelitian	25
3.6 Prosedur Penelitian	25
3.6.1 Prosedur Percobaan	25
3.6.2 Prosedur Pengambilan dan Pengolahan Data	30
3.7 Diagram Alir Penelitian.....	31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data dan Perhitungan Hasil Pengujian	33
4.1.1 Data dan Perhitungan Persentase Porositas	33
4.1.1.1 Perhitungan <i>True Density</i>	33
4.1.1.2 Perhitungan <i>Apparent Density</i>	34
4.1.1.3 Perhitungan Persentase Porositas.....	35
4.2 Pembahasan	36

4.2.1 Analisa Persentase Porositas.....36
4.2.2 Data dan Perhitungan Cacat Rongga Udara (blowholes).....38
4.2.3 Data dan Perhitungan Cacat Lubang Jarum (Pinholes)39

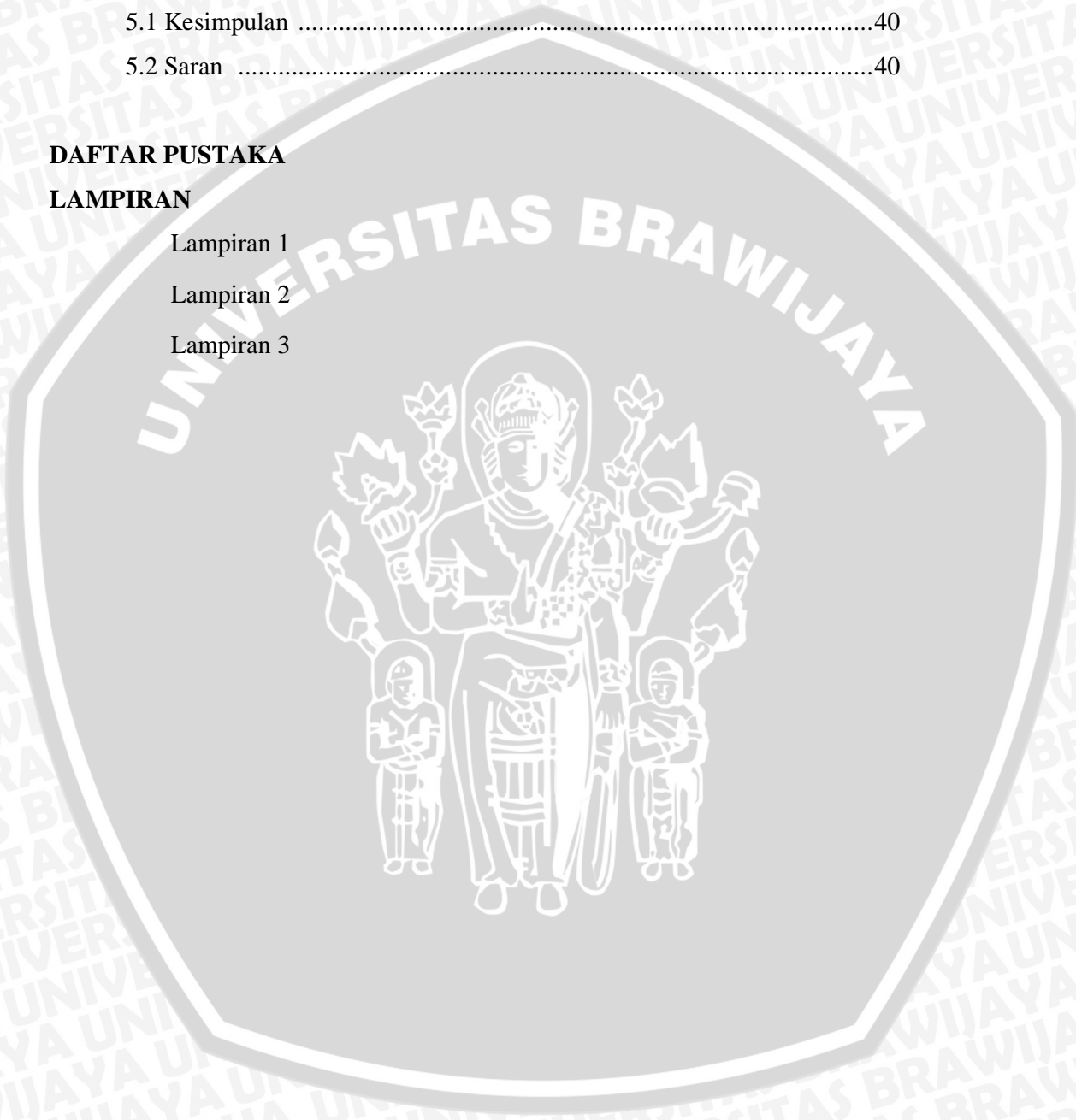
BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan40
5.2 Saran40

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

- Lampiran 1
- Lampiran 2
- Lampiran 3



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Temperatur penuangan untuk berbagai coran	7
Tabel 2.2	Penggunaan <i>gating ratio</i>	12
Tabel 2.3	Sifat – sifat fisik Alumunium	13
Tabel 4.1	Perhitungan densitas unsur dan persentase berat	33
Tabel 4.2	Data penimbangan.	34
Tabel 4.3	Data <i>apparent density</i> (g/cm ³)	35
Tabel 4.4	Data persentase porositas (%)	35
Tabel 4.5	Data perhitungan cacat rongga udara.	38
Tabel 4.6	Data perhitungan cacat lubang jarum.	39

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Aliran proses pada pembuatan coran.	6
Gambar 2.2	Pouring basin	8
Gambar 2.3	Sprue	9
Gambar 2.4	Variasi Tipe Gating	10
Gambar 2.5	Sistem Saluran Pada Pengecoran	11
Gambar 2.6	Daerah pembekuan(<i>Chill Zone</i>)	15
Gambar 2.7	<i>columnar zone</i>	16
Gambar 2.8	Daerah pembekuan pada hasil coran.	16
Gambar 2.9	Skema Piknometri.	20
Gambar 2.10	Azas Pemeriksaan Penetrasi.	22
Gambar 2.11	Azas Pemeriksaan Magnafluks	22
Gambar 2.12	Azas Pemeriksaan Ultrasonik	23
Gambar 3.1	Pola <i>impeller</i> (satuan : mm)	26
Gambar 3.2	Perencanaan sistem saluran produk <i>impeller</i> (a), (b), (c)	26
Gambar 3.3	Dimensi Saluran turun (satuan : mm)	28
Gambar 3.4	Dimensi <i>pouring basin</i> .	29
Gambar 3.5	<i>Cope drag</i> (satuan : mm)	30
Gambar 4.1	Grafik hub jumlah <i>ingate</i> terhadap rata-rata porositas	37
Gambar 4.2	Grafik hubungan jumlah <i>ingate</i> terhadap rata-rata jumlah cacat rongga udara	38
Gambar 4.3	Grafik hubungan jumlah <i>ingate</i> terhadap rata-rata jumlah cacat lubang jarum.	39

RINGKASAN

Chandra Prasetya, Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Januari 2013, *Pengaruh Jumlah Saluran Masuk Pada Pengecoran Impeller turbin Crossflow Terhadap Cacat Permukaan Dan Porositas*. Dosen Pembimbing: Dr.Eng Yudy S Irawan,ST.,M.Eng ,Ir.Tjuk Oerbandono,Msc.CSE

Berbagai metode dikembangkan untuk mendapatkan produk pengecoran yang lebih baik dari yang sudah ada salah satunya pengecoran menggunakan pasir cetak. Pengecoran pasir cetak adalah suatu proses pengecoran yang mana cetakan dibuat dengan menggunakan adonan dari campuran pasir silika ,bentonit dan air dan logam cair dituangkan ke dalamnya, dari pada itu menggunakan cetakan pasir cocok untuk membuat benda cor yang relatif besar. Pada penelitian ini menggunakan bahan aluminium paduan Al-Si-Mg(6061) dengan menggunakan variasi saluran masuk (ingate) yang berjumlah 1,2,3,. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prosentase porositas terus mengalami penurunan seiring berkurangnya jumlah saluran masuk (ingate) pada cetakan.

Nilai porositas tertinggi rata-rata didapatkan pada saluran masuk (ingate) berjumlah 1 dengan nilai porositas yaitu 1,7252 % dan untuk nilai porositas yang terendah rata-rata didapat pada saluran masuk (ingate) berjumlah 3 yaitu sebesar 1,1568 %. Penurunan besarnya prosentase porositas disebabkan karena semakin cepatnya laju pembekuan dalam cetakan, maka semakin banyak saluran masuk dalam cetakan pasir maka logam cair akan cepat memenuhi rongga dalam cetakan dan mengalami pembekuan yang seragam., sehingga gas yang ada didalam logam cair akan terdorong keluar dari logam cair.

Kata kunci : aluminium al-mg-si(6061),jumlah saluran masuk,prosentase cacat porositas,prosentase cacat permukaan(blowholes dan pinholes).

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aluminium adalah salah satu diantara logam ringan yang saat ini kita kenal. Merupakan konduktor panas yang baik dan kuat. Dapat dicor menjadi bermacam-macam bentuk dan mempunyai sifat tahan korosi. Selain itu pada turbin sering berkaitan dengan hal-hal yang berbau korosif selain itu banyak produk yang dihasilkan sebagai analisa pengecoran logam berupa impeller turbin *crossflow*.

Pengecoran dengan cetakan pasir (*sand casting*) merupakan metode yang banyak digunakan pada industri pengecoran Aluminium. Selain membutuhkan biaya yang cukup relative sedikit juga dapat membuat desain yang bentuknya agak rumit. Pengecoran cetakan pasir merupakan proses produksi yang diawali dengan menuangkan logam cair ke dalam sistem saluran dan selanjutnya logam cair akan mengisi seluruh rongga cetakan. Sistem saluran cetakan pasir merupakan bagian yang sangat penting dalam pembuatan produk cetakan pasir. Hal ini dikarenakan sistem saluran merupakan jalan masuk logam cair ke dalam rongga cetak pada cetakan pasir. Sistem saluran pada pengecoran cetakan pasir terdiri dari *pouring basin*, *sprue*, *runner*, *gate*, dan *riser*.

Schwam et al. (2004) melakukan penelitian dengan menggunakan variasi letak saluran masuk (*ingate*), kondisi aliran logam pada *ingate* merupakan hal yang penting untuk sistem saluran secara keseluruhan. Kondisi aliran logam bergantung pada *ingate*, karena *ingate* adalah area dimana logam memasuki rongga cetakan. *Ingate* dapat ditempatkan di beberapa lokasi di cetakan, tergantung pada geometri cetakan dan jenis sistem saluran. Pada penelitian ini tidak dibahas mengenai porositas yang terjadi, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai porositas.

Saluran masuk (*ingate*) merupakan salah satu faktor yang paling mempengaruhi kualitas benda hasil pengecoran cetakan pasir (*sand casting*). Selain itu *ingate* juga berfungsi sebagai saluran cadangan apabila terjadi penyusutan yang dapat menjadikan produk menjadi cacat. Hal ini terjadi karena masing-masing area pada produk cor memiliki laju pendinginan yang berbeda (ASM, 1988:1251). Cacat permukaan seperti sirip, lubang jarum, pergeseran, cetakan rontok, rongga udara pada hasil coran yang sangat merugikan.

Turbin *Crossflow* adalah salah satu turbin air dari jenis turbin aksi (*impulse turbine*). Prinsip kerja turbin ini mula-mula ditemukan oleh seorang insinyur Australia yang bernama A.G.M. Michell pada tahun 1903. Kemudian turbin ini dikembangkan dan dipatenkan di Jerman Barat oleh Prof. Donat Banki sehingga turbin ini diberi nama Turbin Banki kadang disebut juga *Turbin Michell-Ossberger* (Haimperl, L.A., 1960). dengan metode pengecoran.

Pada *crossflow* sering terjadi keausan karena bergesekan langsung dengan poros, oleh karena itu *crossflow* harus dibuat dengan material yang memiliki nilai porositas rendah. Porositas pada produk cor dapat menurunkan kualitas benda tuang. Salah satu penyebab terjadinya porositas pada penuangan logam adalah gas hidrogen. Porositas oleh gas hidrogen dalam benda cetak paduan aluminium akan memberikan pengaruh yang buruk pada kekuatan, serta kesempurnaan dari benda tuang tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dilakukanlah penelitian untuk mengetahui pengaruh jumlah saluran masuk (*ingate*) pada pengecoran impeller turbin *crossflow* terhadap porositas dan cacat permukaan produk. Dari penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi di bidang pengecoran logam agar mendapatkan hasil produk yang berkualitas.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang terdapat pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh jumlah saluran masuk (*ingate*) pada pengecoran impeller turbin *crossflow* terhadap porositas dan cacat permukaan pada produk coran.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jumlah saluran masuk (*ingate*) terhadap porositas dan cacat permukaan pada produk dengan menggunakan metode cetakan pasir (*sand casting*).

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Proses pengecoran dilaksanakan sesuai standar prosedur pelaksanaan.
2. Material yang digunakan adalah Aluminium paduan /al-mg-si(6061).
3. Cetakan yang digunakan adalah cetakan pasir (*sand casting*).
4. Pembahasan difokuskan pada produk hasil coran.

5. Komposisi campuran pasir cetak menggunakan 6% air dan 8% bentonit.
6. Hanya membahas cacat porositas dan cacat permukaan pada produk hasil coran.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Mampu menerapkan teori yang didapatkan selama perkuliahan terutama berkenaan dengan teknologi pengecoran logam.
2. Dengan penelitian ini akan menambah pengetahuan tentang pengaruh jumlah saluran masuk (*ingate*) pada pengecoran cetakan pasir (*sand casting*) terhadap produk yang dihasilkan.
3. Memberikan referensi tambahan bagi penelitian lebih lanjut mengenai pengecoran logam.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Gantara (2011) melakukan penelitian yang menjelaskan bahwa semakin besar diameter bawah *sprue* maka nilai porositasnya semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan karena pada diameter bawah *sprue* 20 mm logam cair jatuh bebas dan menyebabkan terjadinya gas. Semakin besar diameter bawah *sprue* nilai distribusi kekerasannya semakin meningkat, tetapi akan turun pada diameter 20 mm. Hal tersebut disebabkan banyak terjadi porositas yang menyebabkan nilai kekerasan menjadi turun. Pada penelitian ini belum dilakukan penelitian mengenai sistem saluran masuk, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Septina Irma juwita (2011), menyatakan bahwa permasalahan yang akan diungkap pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh getting system terhadap cacat permukaan impeller berbahan kuningan dengan metode pengecoran cetakan pasir. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen nyata dengan parameter yang dipakai adalah posisi peletakan saluran masuk yaitu top gattling (saluran atas), side gattling (saluran samping) dan bottom gattling (saluran bawah).

Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan hasil 2351,83 mm² dengan prosentase 7,408% pada top gattling yang juga merupakan cacat permukaan terbanyak. Cacat permukaan minimum terdapat pada side gattling sebesar 433,83mm² dengan prosentase 1,806%. Variasi terakhir yaitu bottom gattling memiliki prosentase cacat permukaan sebesar 2,912mm² atau 924,5mm² dari luas permukaan impeller 31749,17mm².

Penelitian yang dilakukan Hidayat dan Slamet (2010) menjabarkan tentang pengaruh model saluran yaitu cawan tuang dengan *offset basin* dan *offset stepped basin*. Dari sini diharapkan aliran cor akan lebih laminar sehingga cacat produk dapat diminimalisasi. Dengan memvariasikan model cawan tuang ini maka didapatkan hasil bahwa penggunaan cawan tuang baik yang *offset basin* maupun *offset stepped basin* dapat mengurangi cacat coran yang berupa porositas dan cacat permukaan dibandingkan tanpa menggunakan cawan tuang.

Dari hasil penelitian yang dilakukan Dovi Avidz (2011) didapatkan bahwa saluran ingate dengan sudut α 45° memiliki prosentase porositas yang sedikit yaitu 2,66% sedangkan prosentase porositas yang banyak terdapat pada saluran ingate dengan sudut α 90° yaitu 4,90 %. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar sudut α saluran ingate maka semakin besar pula cacat porositasnya .

2.2 Produk Cross-Flow

Turbin Crossflow adalah salah satu turbin air dari jenis turbin aksi (*impulse turbine*). Pada *Crossflow* sering terjadi keausan karena bergesekan langsung dengan poros, oleh karena itu *Crossflow* harus dibuat dengan material yang memiliki porositas yang rendah. Porositas pada produk cor dapat menurunkan kekuatan benda tuang. Kekuatan merupakan salah satu sifat mekanis material untuk menunjukkan ketahanan *Crossflow* tersebut terhadap gesekan yang dapat menimbulkan keausan.

2.3 Pengecoran Logam

Proses Pengecoran adalah salah satu teknik pembuatan produk dimana logam dicairkan dalam tungku peleburan kemudian dituangkan ke dalam rongga cetakan yang serupa dengan bentuk asli dari produk cor dan akan membeku sesuai bentuk pola cetakan. Dalam melakukan pengecoran logam terdapat beberapa urutan kegiatan yang harus dilakukan diantaranya adalah membuat cetakan, peleburan logam, penuangan logam, pembersihan hasil coran, dan pemeriksaan hasil coran. Klasifikasi pengecoran didasarkan pada bahan cetakan secara umum proses pengecoran dikelompokkan menjadi dua yaitu:

1. *Expandable mold casting*

Expandable mold casting adalah cetakan yang hanya bisa dipakai untuk sekali proses pengecoran. Bahan cetakan umumnya adalah pasir, gips, keramik, dan material sejenis yang dicampur bahan pengikat.

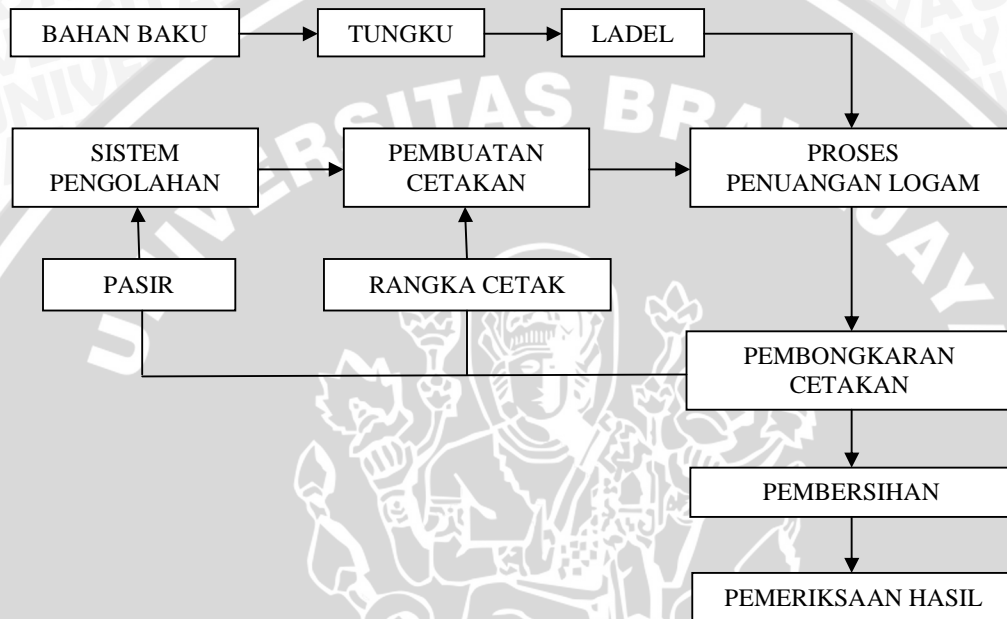
2. *Permanent mold casting*

Permanent mold casting adalah cetakan yang bisa dipakai berulang kali dan bahannya terbuat dari baja atau logam tahan panas. Dengan cetakan ini dihasilkan permukaan produk cor yang halus.

2.4 Pengecoran Cetakan Pasir

Pengertian dari pengecoran adalah proses pembuatan produk yang dimulai dari penuangan logam cair ke dalam rongga cetakan kemudian dibiarkan selama beberapa

saat untuk proses pembekuan. Pengecoran ini menggunakan cetakan yang terbuat dari pasir dimana cetakan pasir ini hanya dapat digunakan sekali. Setelah logam cair yang dituang ke dalam rongga cetakan pasir membeku maka cetakan pasir dibongkar. Urutan proses pengecoran pada Gambar 2.1 meliputi: pembuatan cetakan, persiapan dan peleburan logam, penuangan logam cair ke dalam cetakan, pembersihan coran dan proses daur ulang pasir cetak.



Gambar 2.1 Aliran proses pada pembuatan coran.
Sumber: Surdia (1986:3).

Pasir cetak yang umum digunakan adalah pasir gunung, pasir pantai, pasir sungai, dan pasir silika. Beberapa dari pasir tersebut dipakai begitu saja dan yang lain dipakai setelah dipecah menjadi butir-butir dengan ukuran yang cocok. Pasir gunung umumnya digali dari lapisan tua. Pasir ini mengandung lempung dan kebanyakan dipakai setelah dicampur air. Pasir dengan kadar lempung 10 – sampai 20 % dapat dipakai begitu saja. Pasir dengan kadar lempung kurang dari itu mempunyai adhesi yang lemah dan baru dapat dipakai setelah ditambahkan persentase lempung secukupnya. Pasir pantai, pasir kali, pasir silika alam dan pasir silika buatan tidak melekat dengan sendirinya. Oleh karena itu dibutuhkan pengikat untuk mengikat butir-butirnya satu sama lain dan baru dapat digunakan setelah pencampuran.

Pasir cetak memerlukan sifat-sifat yang memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- Mempunyai sifat mampu bentuk sehingga mudah dalam pembuatan cetakan dengan kekuatan yang cocok. Cetakan yang dihasilkan harus kuat sehingga tidak rusak karena dipindah-pindah dan dapat menahan logam cair waktu dituang kedalamnya. Karena itu kekuatannya pada temperatur kamar dan kekuatan panasnya sangat diperlukan.
- Permeabilitas yang cocok. Permeabilitas yang buruk dapat menyebabkan hasil coran mempunyai cacat seperti rongga penyusutan, gelembung gas atau kekasaran permukaan, kecuali jika udara atau gas yang terjadi dalam cetakan waktu penuangan disalurkan melalui rongga-rongga di antara butir-butir pasir keluar dari cetakan dengan kecepatan yang cocok.
- Distribusi besar butir yang cocok. Permukaan coran diperhalus kalau coran dibuat di dalam cetakan yang berbutir halus.
- Tahan terhadap temperatur logam yang dituang. Temperatur penuangan yang biasa untuk bermacam-macam coran dinyatakan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Temperatur penuangan untuk berbagai coran

Macam coran	Temperatur penuangan (°C)
Paduan ringan	650-750
Brons	1100-1250
Kuningan	950-1100
Besi cor	1250-1450
Baja cor	1500-1550

Sumber: Surdia (1986:109)

Coran paduan ringan adalah coran paduan Aluminium, coran paduan Magnesium dan sebagainya. Aluminium murni mempunyai sifat mampu cor dan sifat mekanis yang jelek. Oleh karena itu dipergunakan paduan Aluminium dengan penambahan Tembaga, Silikon, Magnesium, Mangan, Nikel dan lain-lain.

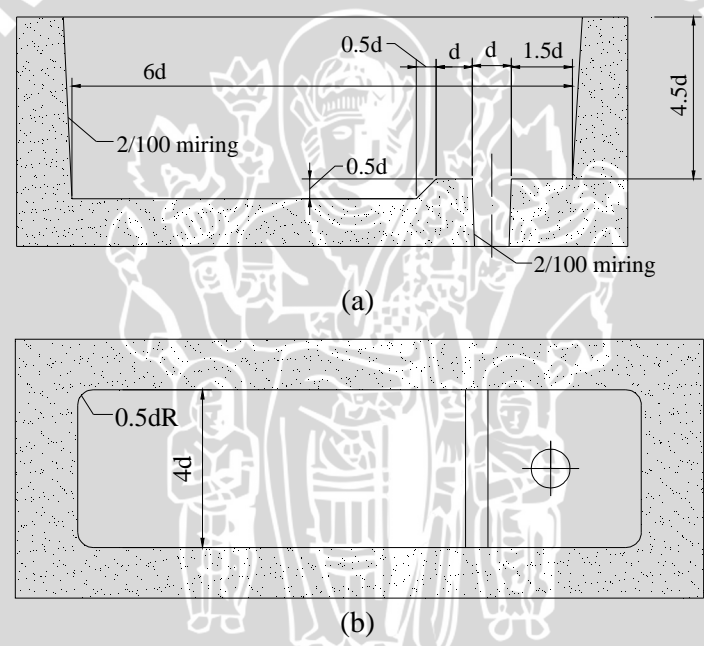
- Komposisi yang cocok. Butir pasir bersentuhan dengan logam yang dituang mengalami peristiwa kimia dan fisika karena logam cair mempunyai temperatur yang tinggi. Bahan-bahan yang tercampur yang mungkin menghasilkan gas atau larut dalam logam adalah tidak dikehendaki.
- Mampu dipakai lagi. Pasir harus mampu dipakai berulang-ulang supaya ekonomis.

2.5 Sistem Saluran Pengecoran Cetakan Pasir

Sistem saluran adalah jalan masuk logam cair menuju ke rongga cetakan. Sistem saluran pada pengecoran terdiri dari:

- Cawan tuang (*pouring basin*)

Cawan tuang bertujuan untuk membantu sistem aliran cairan logam untuk mengalir sebaik mungkin. Gambar 2.2 memperlihatkan dimensi *pouring basin* diusahakan berukuran besar dan ditempatkan cukup dekat dengan tepi kerangka cetak, agar proses penuangannya berlangsung cepat. Pada saat dilakukan penuangan, cawan tuang diusahakan selalu dipertahankan penuh agar logam cair masuk secara merata ke rongga cetakan.



Gambar 2.2(a) *Pouring Basin* tampak samping dan (b) *Pouring Basin* tampak samping .
 Sumber: Surdia (1986:66).

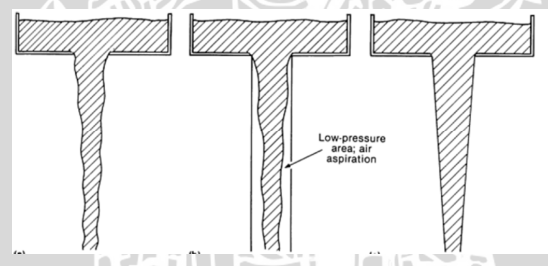
Salah satu tujuan seperti yang disebutkan sebelumnya adalah untuk mengisi cetakan dalam waktu terkecil. Waktu untuk mengisi lengkap dari sebuah cetakan disebut sebagai menuangkan waktu, merupakan kriteria yang sangat penting untuk desain. Sedangkan waktu penuangan (*pouring time*) dapat dihitung dengan:

$$\text{Mass of casting (W)} = V_{\text{casting}} \times 2,7 \cdot 10^{-6} \quad (\text{Rao, 1990}) \dots \dots \dots (2.1)$$

$$\text{Pouring time (t)} = 1.80 \times \sqrt[3]{W} \quad (\text{Rao, 1990}) \dots \dots \dots (2.2)$$

- Saluran Turun (*sprue*)

Merupakan saluran vertikal yang melalui cetakan bagian atas (*cope*) pada cetakan pasir yang berfungsi untuk menyalurkan logam cair dari cawan tempat penuangan logam cair ke bagian bawah. Bentuk *sprue* harus tirus kebawah dan dasar *sprue* lebih besar dan lebih dalam dari pada runner dengan tujuan untuk menghindari terjadinya aspirasi gas. *Sprue* berbentuk tirus bertujuan untuk menjaga keseimbangan aliran agar tidak jatuh bebas. Ukuran *sprue* harus memenuhi kondisi tertentu, *sprue* harus cukup kecil untuk mempertahankan *sprue* terisi penuh cairan logam selama proses penuangan. Selain itu juga untuk menjamin aliran cairan logam memasuki rongga cetakan tanpa menimbulkan turbulensi maupun pusaran seperti pada Gambar 2.3. Pada saat yang sama, ukuran *sprue* harus cukup besar untuk menjamin rongga cetakan terisi penuh tanpa menimbulkan terjadinya aspirasi gas. Perubahan penampang pada saluran turun akan menimbulkan daerah yang bertekanan rendah dan menimbulkan turbulensi yang dapat mengakibatkan terjadinya cacat. Perubahan pada saluran turun sebaiknya dilakukan bertahap.



Gambar 2.3 Gambar skematik aliran logam pada sprue
Sumber : ASM (1988 : 1284)

Tinggi *effective sprue* H , tergantung pada dimensi cetakan dan jenis *gating* yang digunakan. Tinggi *effective sprue* dapat dihitung dengan menggunakan hubungan berikut pada Gambar 2.8 (Rao, 1990).

Top gate $H = h$ (2.3.1)

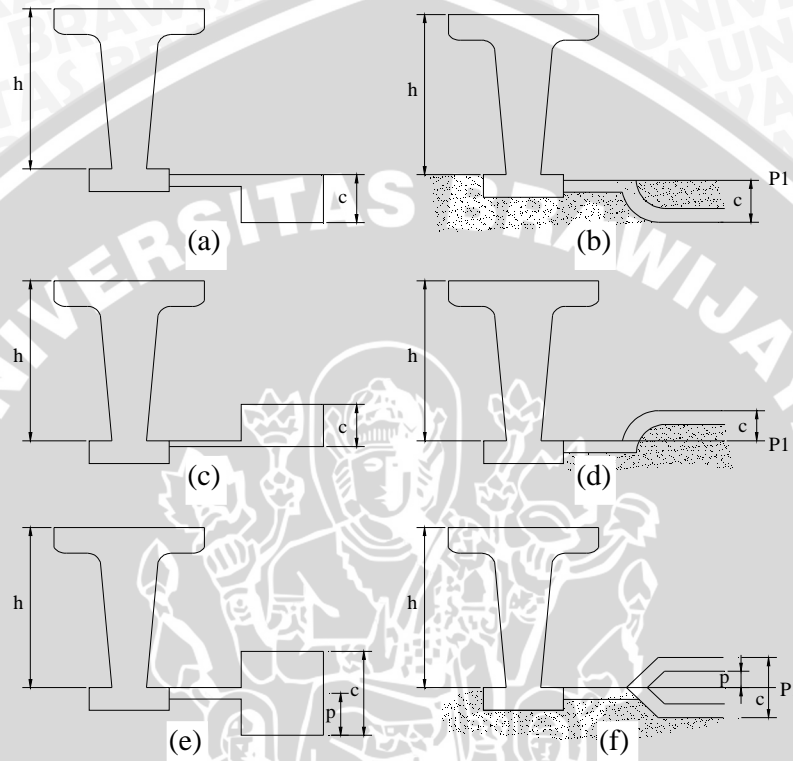
Bottom gate $H = h - -$ (2.3.2)

Parting gate $H = h - -$ (2.3.3)

.....(2.4)

- A_t = diameter atas *sprue*
- A_c = diameter bawah *sprue*
- h_t = $h + H$
- h = tinggi saluran turun

Nilai dari h , P dan c ditunjukkan pada Gambar 2.4 berdasarkan variasi tipe *gating* yang dipakai dalam pembuatan sistem saluran. Pada sistem saluran biasanya harus memiliki luas penampang lebih rendah daripada volume sehingga dapat mengurangi hilangnya panas dan memiliki sedikit gesekan. Untuk kebutuhan tertentu, dapat menggunakan variasi tipe *gating* sebagai berikut:



Gambar 2.4 Variasi tipe *gating*.
Sumber: Rao (1990:142).

Untuk menentukan dimensi *sprue* bagian atas pada *pouring basin* menggunakan perbandingan tinggi *sprue* dan diameter bawah *sprue* (Rao, 1990:146).

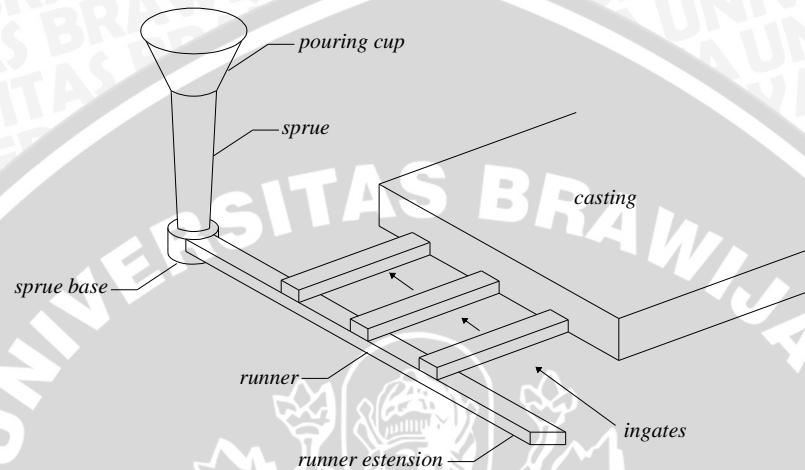
Untuk berat coran yang kurang dari 10 kg standar diameter bawah *sprue* adalah 13 mm (Surdia, 1986:78). Aliran logam setelah dituang melewati *sprue* akan memiliki energi yang besar dan akan terjadi turbulensi akibat arah aliran yang berubah. Oleh karena itu perlu tambahan *sprue base* sehingga kecepatan dan turbulensi dapat dikurangi secara efektif.

- *Runner*

Runner digunakan untuk menghubungkan bagian dasar *sprue* dengan *gate*.

- Saluran masuk (*ingate*)

Merupakan tempat masuknya logam cair menuju ke dalam rongga cetakan pasir. Lokasi dan ukuran *gate* direncanakan sebaik mungkin sehingga cairan logam dapat masuk kerongga cetak secepat mungkin. Secara keseluruhan sistem saluran dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Sistem saluran pada pengecoran.
Sumber: ASM (1988:1281).

2.6 Riser

Riser adalah sistem saluran yang berfungsi untuk menampung kelebihan logam cair, sebagai cadangan bila terjadi penyusutan dan juga berfungsi sebagai pemberat dan pengumpan untuk menyuplai cairan logam kepada produk cor. *Riser* memberi logam cair yang mengimbangi penyusutan dalam pembekuan dari coran, sehingga ia harus membeku lebih lambat dari coran. Bentuk *riser* berupa potongan lubang yang berada pada atas (*cope*) dan biasanya berbentuk silinder (Surdia, 1986).

Syarat utama *riser* yang efektif, yaitu:

- Volume cukup sampai bagian terakhir produk cor yang akan membeku.
- Ukuran dan bentuk *riser* harus sesuai sehingga *riser* membeku lebih lama dari coran.
- *Riser* mampu mengatasi perbedaan temperatur sehingga arah pembekuan tetap mengarah ke arah *riser*.

Ada beberapa metode untuk mendapatkan ukuran optimum *riser* diantaranya adalah *modulus method* (Rao, 1990). Modulus dari *riser* harus melebihi modulus dari *casting* sehingga selama proses pembekuan hasilnya akan baik. Modulus dari *casting*

(M_C) dapat dihitung dengan membagi volume *casting* dan luas *casting* sedangkan untuk mendapatkan diameter *riser* digunakan rumus:

$$\text{Modulus Riser } (M_r) = 0.2 \cdot D \dots\dots\dots(2.5)$$

dimana D = diameter riser

$$\text{Modulus Casting } (M_c) = \frac{\text{casting volume}}{\text{casting area}} \dots\dots\dots(2.6)$$

karena: $M_r = 1.2 \cdot M_c$

$$\text{Diameter riser } D = 6 \cdot M_c \dots\dots\dots(2.7)$$

2.7 Gating Ratio

Gating ratio adalah perbandingan luas penampang alir dari *sprue*, *runner* dan *ingate* dan secara umum dapat di tulis sebagai *sprue area* : *runner area* : *ingate area*. Untuk menentukan *gating ratio* yang dipakai harus mempertimbangkan jenis bahan coran yang akan dipakai, karena hal ini sangat berkaitan erat dengan tingkat kemampuan alir logam coran. Dalam menentukan *gating ratio* secara umum dapat dilihat pada Tabel 2.2 yang berisi tentang rekomendasi *gating ratio* berdasarkan jenis logam.

Tabel 2.2 Penggunaan *gating ratio*

Jenis Logam	<i>Gating Ratio</i>		
Aluminium	1	: 2	: 1
	1	: 1.2	: 2
	1	: 2	: 4
	1	: 3	: 3
	1	: 4	: 4
	1	: 6	: 6
Aluminium bronze	1	: 2.88	: 4.8
Brass	1	: 1	: 1
	1	: 1	: 3
	1.6	: 1.3	: 1
Copper	2	: 8	: 1
	3	: 9	: 1
Ductile iron	1.15	: 1.1	: 1
	1.25	: 1.13	: 1
	1.33	: 2.67	: 1
Grey cast iron	1	: 1.3	: 1,1
	1	: 4	: 4
	1.4	: 1.2	: 1
	2	: 1.5	: 1
	2	: 1.8	: 1
	2	: 3	: 1
	4	: 3	: 1

Sumber: Rao (1990:150)

2.8 Aluminium

Aluminium merupakan salah satu logam yang memiliki banyak sekali keunggulan. Aluminium sangat ringan, beratnya hanya 1/3 baja, tembaga atau kuningan. Aluminium memiliki kekuatan yang baik, bahkan beberapa Aluminium paduan kekuatannya melebihi baja. Aluminium memiliki ketahanan terhadap korosi yang sangat baik, mampu melawan pengaruh korosi dari elemen-elemen di atmosfer, air (termasuk air garam), oli dan bahan kimia lainnya. Memiliki konduktivitas thermal yang tinggi, konduktivitas listrik dan panas yang baik. Aluminium tidak bersifat magnet, tidak beracun sehingga aman digunakan untuk peralatan dan industri makanan.

2.8.1 Sifat Fisik Aluminium

Aluminium memiliki beberapa sifat fisik, diantaranya adalah sebagai berikut:

Tabel 2.3 Sifat-sifat fisik Aluminium

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)	
	99.99	>99.99
Massa jenis (Kg / dm ³) (20 ⁰ C)	2.6989	2.71
Titik cair (⁰ C)	660.2	653 – 657
Panas jenis (Cal/g. ⁰ C) (100 ⁰ C)	0.2226	0.2297
Hantaran listrik (%)	64.91	59 (dianil)
Tahanan listrik koefisien temperatur (/ ⁰ C)	0.00429	0.0115
Koefisien pemuaian (M / ⁰ C) (20-100 ⁰ C)	23.86×10 ⁶	23.5×10 ⁶
Jenis kristal, Konstanta kisi	<i>Fcc</i> , $\alpha = 4.013 \text{ kX}$	<i>Fcc</i> , $\alpha = 4.04 \text{ Kx}$

Sumber: Surdia dan Saito (1985:134)

2.8.2 Pengaruh Unsur–unsur Paduan

Unsur-unsur pepaduan Aluminium antara lain:

- Silikon (Si)

Silikon adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Si dan nomor atom 14. Silikon merupakan unsur terbanyak kedua di bumi. Silikon mampu meningkatkan sifat mampu cor. Dalam hal ini yang mampu diperbaiki adalah cara mengurangi penyusutan coran sampai 1.5 kali Aluminium murni,

mengurangi penyerapan gas dalam pengecoran dan meningkatkan mampu alirnya. Selain itu dapat meningkatkan ketahanan korosi. Namun, Silikon mempunyai pengaruh buruk yaitu menurunkan sifat mampu mesinnya.

- Magnesium (Mg)

Magnesium adalah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki simbol Mg dan nomor atom 12 serta berat atom 24.31. Magnesium adalah elemen terbanyak kedelapan yang membentuk 2% berat kulit bumi, serta merupakan unsur terlarut ketiga terbanyak pada air laut. Logam alkali tanah ini terutama digunakan sebagai zat campuran untuk membuat campuran Aluminium-Magnesium yang sering disebut "Magnalium" atau "Magnelium". Penambahan unsur Magnesium digunakan untuk meningkatkan ketahanan korosi Aluminium. Apabila dipadukan dengan Silikon maka daya tahannya akan meningkat, selain itu Mg juga akan meningkatkan sifat mampu bentuk dan mampu mesin Aluminium tanpa menurunkan keuletannya.

Sampai tahun 1970, sebutan paduan Aluminium tempa berantakan. Di banyak negara, pengelompokannya hanya sesuai nomor dalam urutan perkembangan di negara masing-masing. *International Alloy Designation System* (iAds) diperkenalkan pada tahun 1970 dan sekarang telah diterima secara luas, menggunakan klasifikasi yang dikembangkan oleh *Aluminium Association of the United States*.

Angka pertama menunjuk paduan utama

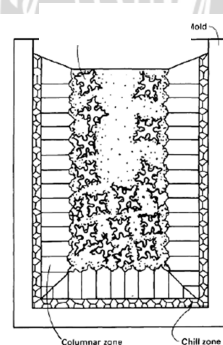
1XXX	Al murni komersial (>99% Al)	Tidak bisa diperlakukan panas
2XXX	Al-Cu dan Al-Cu-Li	Bisa diperlakukan panas
3XXX	Al-Mn	Tidak bisa diperlakukan panas
4XXX	Al-Si dan Al-Mg-Si	Bisa diperlakukan panas jika mengandung Mg
5XXX	Al-Mg	Tidak bisa diperlakukan panas
6XXX	Al-Mg-Si	Bisa diperlakukan panas
7XXX	Al-Mg-Zn	Bisa diperlakukan panas
8XXX	Al-Li, Sn, Zr, B, Fe atau Cr	Sebagian besar bisa diperlakukan panas

2.9 Pembekuan Logam

Pembekuan logam dimulai dari logam yang bersentuhan dengan cetakan, yaitu ketika panas dari logam cair diambil oleh cetakan sehingga bagian logam yang bersentuhan dengan cetakan itu mendingin sampai titik beku, dimana kemudian inti-inti kristal tumbuh. Bagian dalam dari coran mendingin lebih lambat daripada bagian luar (gambar 2.6). Sehingga kristal-kristal tumbuh dari inti mengarah ke bagian dalam coran dan butir-butir kristal tersebut berbentuk panjang-panjang seperti kolom. Struktur tersebut muncul dengan jelas apabila gradien temperatur yang besar terjadi pada permukaan coran, sebaliknya pada gradien temperatur yang kecil, struktur yang terbentuk tidak jelas. Bagian tengah coran memiliki gradien yang kecil sehingga merupakan susunan dari butir-butir kristal segi banyak dengan orientasi sembarang. Umumnya ada tiga daerah yang bisa ditemui pada pembekuan logam coran, antara lain :

- Daerah Pembekuan Cepat (*Chill Zone*)

Daerah ini berada paling luar yang mana lebih dipengaruhi oleh *heat removal*. Struktur ini terbentuk pada kontak pertama antara dinding cetakan dengan *melt* pada saat dituang ke dalam cetakan. Dibawah suhu lebur beberapa inti terbentuk dan tumbuh ke dalam cairan. Suhu cetakan yang mulai naik memungkinkan kristal yang membeku menyebar meninggalkan dinding karena pengaruh aliran cairan. Dan apabila suhu penuangan yang cukup tinggi dimana cairan yang berada tengah-tengah coran tetap diatas temperatur leburnya sehingga dapat menyebabkan kristal yang dekat dengan daerah tersebut mencair lagi meninggalkan dinding cetakan. Hanya kristal yang berada pada dinding cetakan yang tumbuh menjadi *chill zone*.

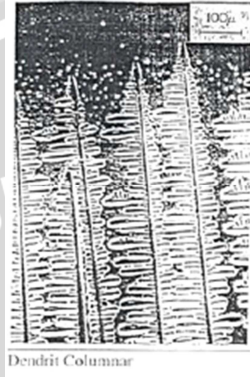


Gambar 2.6 Daerah pembekuan cepat (*Chill Zone*)

Sumber : ASM (1988 : 254)

- *Columnar Zone*

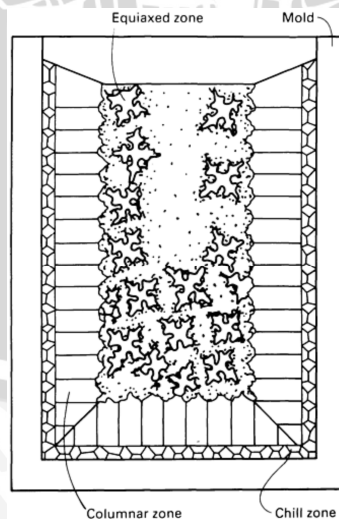
Columnar zone merupakan struktur yang tumbuh setelah gradien suhu pada dinding cetakan turun dan kristal pada *chill zone* tumbuh secara dendritik dengan arah yang tegak lurus dengan dinding cetakan. Batas permukaan antara struktur kolomnar dengan cairan dapat berbentuk selular maupun selular dendritik.



Gambar 2.7 *columnar zone*
 Sumber : ASM (1988 : 254)

- *Equiaxed Zone*

Struktur ini terdiri dari butiran yang bersumbu sama yang arah acak. Asal dari butiran ini adalah mencairnya kembali lengan dendrit. Bila suhu di sekitar masih tinggi, setelah cabang dendrit tersebut terlepas dari induknya dan tumbuh menjadi dendrit yang baru.



Gambar 2.8 Daerah pembekuan pada hasil coran.
 Sumber: ASM (1988:254).

2.10 Cacat Permukaan Hasil Coran

Cacat permukaan terjadi akibat adanya komposisi yang kurang tepat, misalnya kadar lempung dan kadar air yang tidak sesuai, akibatnya akan menyebabkan cacat permukaan seperti; lubang jarum, cacat sirip, penyusutan, pergeseran, rongga udara penetrasi logam. Kejadian ini biasanya merupakan gejala ketidaktepatan sistem saluran dan teknik pengumpanan. Selain itu, cacat ini juga bisa disebabkan temperatur tuang terlalu tinggi. Cacat ini dapat dikurangi dengan mendesain sistem saluran sedemikian hingga pembekuan terarah (*directional solidification*) dapat tercapai. Cacat permukaan biasanya sering terjadi pada bagian dalam cetakan pasir sehingga pada waktu logam cair dimasukkan maka akan terjadi cacat cacat tersebut.

Penyebab adanya cacat permukaan antara lain:

- Perbedaan ketebalan benda cor yang terlalu besar
- Terdapatnya bagian tebal yang tidak dapat dialiri logam cair secara utuh
- Saluran masuk dan penambah tidak mendukung adanya solidifikasi progresif
- Pola terdapat celah pada bagian sisi potongnya
- Saluran masuk dan penambah yang salah dalam peletakkannya
- Cetakan kurang kering sehingga masih ada air dicelah-celah butir pasir, sehingga akan mengurangi permeabilitas

Cacat permukaan pada hasil coran dapat dilihat dengan kasat mata, sehingga mudah untuk melihat cacat-cacat yang ada.

2.11 Pengujian Porositas

2.11.1 Porositas pada Pengecoran Logam

Porositas dapat terjadi karena terjebaknya gelembung-gelembung gas pada logam cair ketika dituangkan ke dalam cetakan (Budinski, 1996:460). Porositas pada produk cor dapat menurunkan kualitas benda tuang. Salah satu penyebab terjadinya porositas pada penuangan logam adalah gas hidrogen. Porositas oleh gas hidrogen dalam benda cetak paduan aluminium akan memberikan pengaruh yang buruk pada kekuatan, serta kesempurnaan dari benda tuang tersebut. Penyebabnya antara lain kontrol yang kurang sempurna terhadap absorpsi gas dengan logam selama peleburan dan penuangan.

Faktor-faktor penting yang berhubungan dengan pembentukan porositas gas antara lain ialah:

- Unsur-unsur gas atau sumber gas yang terkandung dalam paduan

- Teknik dan kondisi peleburan
- Teknik atau cara pengeluaran gas dari logam cair
- Temperatur logam cair
- Uap air dalam udara
- Permeabilitas cetakan
- Uap air yang terkandung dalam cetakan
- Sumber-sumber gas yang terkandung dalam cetakan
- Bentuk saluran penuangan ataupun kecepatan penuangan

Pada proses penuangan, hidrogen yang larut selama peleburan akan tertinggal setelah proses pembekuan karena kelarutannya pada fase cair lebih tinggi dari pada fase padat. Gas dikeluarkan dari larutan akan terperangkap pada struktur padat. Gas tersebut bernuklasi pada cairan selama pembekuan dan diantara fase padat-cair.

2.11.2 Jenis – jenis Porositas pada Pengecoran Logam

Ada dua sumber utama dari porositas dalam logam cor. Pertama, porositas rongga (*cavity porosity*) adalah dalam kaitannya dengan penuangan yang tidak tepat. Kedua, porositas mikro (*microporosity*) adalah hasil dari solidifikasi dalam beberapa paduan.

- *Cavity Porosity* (Porositas rongga)

Porositas rongga diakibatkan oleh penuangan tidak tepat dan mungkin saja dihilangkan oleh desain *gating system* yang tepat

- *Microporosity* (Porositas mikro)

Porositas mikro adalah suatu hasil yang tidak bisa dipisahkan dari sifat pembekuan dari struktur dendritik, dan mungkin saja menyajikan hal yang sama dengan desain *gating system* yang sesuai.

Dua jenis karakteristik porositas mikro yang pertama porositas mikro yang disebarkan dengan seragam ke seluruh bagian, disebut dengan porositas mikro tersebar (*dispersed microporosity*). Di dalam jenis yang kedua yang disebarkan dalam lapisan-lapisan pertemuan bagian, disebut dengan porositas mikro lapisan (*layer microporosity*). Dikarenakan pori-pori ini dimulai dari lokasi interdendritik mungkin diharapkan menjadi sungguh kecil. Ukuran khas 5-10 μm untuk pori-pori di dalam butir *equiaxed*. Ukuran ini sangat kecil bahkan pori-pori kadang-kadang sulit untuk dideteksi.

2.11.3 Densitas

Densitas (simbol: ρ – Greek: rho) adalah sebuah ukuran massa per volume. Rata-rata kepadatan dari suatu obyek yang sama massa totalnya dibagi oleh volume totalnya (ASTM Standar B311).

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots(2-5)$$

Keterangan:

ρ = kepadatan sebuah benda (g/cm^3)

m = massa total benda (g)

V = volume benda (cm^3)

2.11.3.1 Macam Densitas

Di dalam pengukuran persentase porositas yang terdapat dalam suatu coran digunakan perbandingan dua buah densitas yaitu *True density* dan *Apparent Density*.

- *True Density*

Kepadatan dari sebuah benda padat tanpa porositas yang terdapat di dalamnya. Didefinisikan sebagai perbandingan massanya terhadap volume sebenarnya (g/cm^3).

persamaan yang ada pada standar ASTM E252-84 yaitu:

$$\rho_{th} = \frac{100}{\{(\%Al/\rho_{Al})+(\%Mg/\rho_{Mg})+(\%Si/\rho_{Si})+etc.\}} \dots\dots\dots(2-6)$$

Dengan:

ρ_{th} = Densitas teoritis atau *True Density* (g/cm^3).

$\rho_{Al}, \rho_{Mg}, \rho_{Si}, etc$ = Densitas unsur (g/cm^3).

$\%Al, \%Mg, etc$ = Persentase berat unsur (%).

- *Apparent Density*

Berat setiap unit volume material termasuk cacat (*void*) yang terdapat dalam material yang diuji (g/cm^3). Standar ASTM B311-93 sebagaimana berikut:

$$\rho_s = \rho_w \frac{W_s}{W_s - (W_{sb} - W_b)} \dots\dots\dots(2-7)$$

Dengan:

ρ_s = Densitas sampel atau *Apparent Density* (g/cm^3)

ρ_w = Densitas air (g/cm^3)

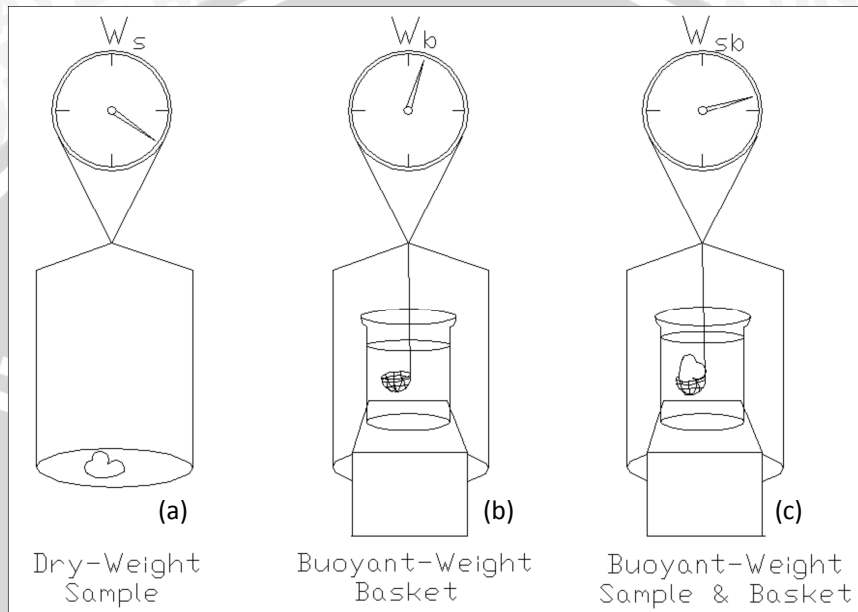
W_s = Berat sampel di luar air (g)

W_{sb} = Berat sampel dan keranjang di dalam air (g)

W_b = Berat keranjang di dalam air (g)

2.11.3.2 Pengukuran Densitas Menggunakan Metode Piknometri

Piknometri adalah sebuah proses membandingkan densitas relatif dari sebuah padatan dan sebuah cairan. Jika densitas dari cairan diketahui, densitas dari padatan dapat dihitung. Proses dapat digambarkan secara skematik dalam Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Skema Piknometri.
Sumber: Taylor (2000).

Tiga pengukuran berat yang dibuat adalah W_s = pengukuran berat kering (*dry weight*), W_{sb} = pengukuran berat apung keranjang dan sampel, dan W_b = pengukuran berat apung keranjang. Pada Gambar 2.14, pengukuran berat apung dibuat dengan menggantungkan sampel menggunakan suatu keranjang kawat dalam sebuah bejana berisi cairan yang disangga oleh sebuah penyeimbang yang menggunakan kawat penggantung.

2.11.4 Perhitungan Porositas

Perhitungan persentase porositas yang terjadi dapat diketahui dengan membandingkan densitas sampel atau *apparent density* dengan densitas teoritis atau *true density* (Taylor, 2000), yaitu:

$$\text{.....(2-8)}$$

Dengan:

$\%P$ = Persentase porositas (%)

ρ_s = Densitas sampel atau *Apparent Density* (g/cm^3).

ρ_{th} = Densitas teoritis atau *True Density* (g/cm^3).

2.12 Pemeriksaan Coran

Pemeriksaan coran merupakan salah satu cara untuk melihat kualitas hasil coran untuk mengetahui apakah coran tersebut layak untuk dipasarkan atau tidak. Pemeriksaan dapat dilakukan dengan metode yang tidak merusak coran dan dapat juga dengan metode yang merusak coran. Secara umum pemeriksaan coran digolongkan sebagai berikut:

1. Pemeriksaan Rupa
2. Pemeriksaan Penetrasi
3. Pemeriksaan Magnafluks
4. Pemeriksaan Ultrasonik

2.12.1 Pemeriksaan Rupa

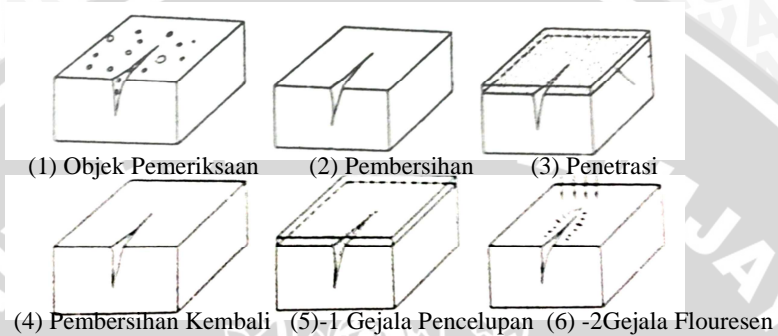
Pemeriksaan rupa ini dimaksudkan terutama untuk meneliti cacat yang terjadi pada permukaan benda cor dimana kebanyakan cacat coran dapat diteliti oleh pemeriksaan ini. Pemeriksaan rupa terutama dilakukan dengan penglihatan (Surdia, 1991). Dalam pemeriksaan ini yang diteliti adalah ketidakraturan, inklusi retakan, rongga udara, lubang jarum dan sebagainya yang terdapat pada permukaan. Untuk pemeriksaan ukuran digunakan alat ukur yang sudah biasa dipakai yaitu jangka sorong, pengukur diameter, pengukur dalam, mikrometer, dan lain-lain.

2.12.2 Pemeriksaan Penetrasi

Pemeriksaan ini dipergunakan untuk meneliti cacat seperti retak, rongga udara, rongga penyusutan, dan lubang jarum yang memberikan lubang kecil pada permukaan produk. Pemeriksaan ini dibagi menjadi penetrasi pencelup warna dan penetrasi fluoresen yang menggunakan cairan fluoresen, kedua cara ini menggunakan azas yang sama. Pada gambar 2.10 ditunjukkan azas pemeriksaan tersebut, yaitu:

1. Benda cor dibersihkan

2. Cairan penetran disebar ke atas permukaan yang akan diperiksa
3. Setelah beberapa saat, cairan yang ada di permukaan dibersihkan dan tersisa cairan penetran yang merembes didalam cacat benda coran
4. Cairan yang tersisa di dalam cacat tersebut kemudian diberi warna sesuai dengan suatu larutan atau dibuat fluoresen dibawah cahaya tembayung. Dengan demikian cacat tersebut dapat terlihat.

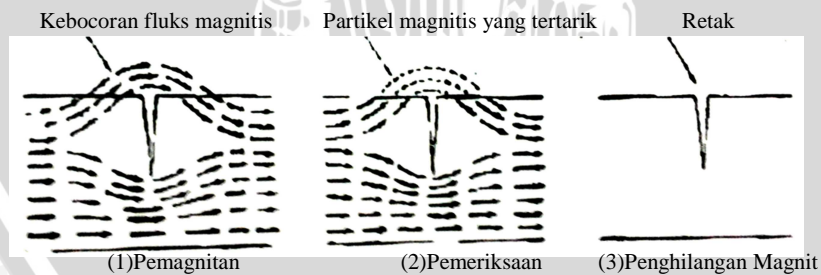


Gambar 2.10 Azas Pemeriksaan Penetrasi.

Sumber: Surdia (1991)

2.12.3 Pemeriksaan Magnafluks

Pemeriksaan ini digunakan untuk mengetahui cacat dalam yang dimiliki oleh suatu produk pengecoran yang bersifat magnetis. Pemeriksaan ini dilakukan dengan memberi produk magnet dengan sebuah alat pemagnet sehingga dihasilkan fluks seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.11:



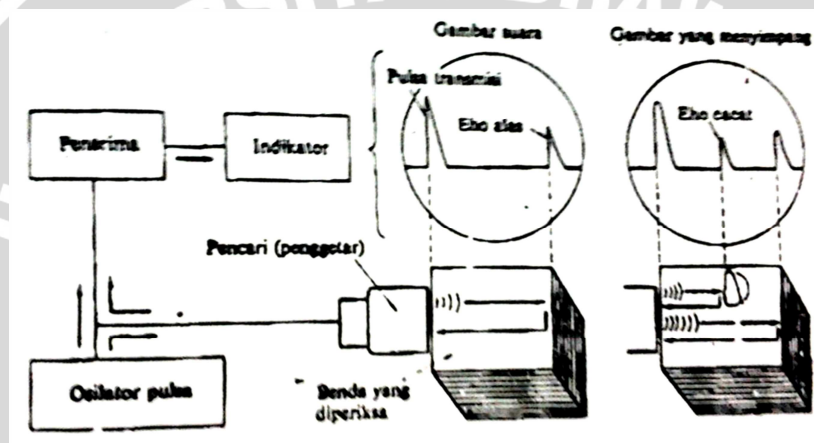
Gambar 2.11 Azas Pemeriksaan Magnafluks

Sumber: Surdia (1991)

Kutub magnetis terjadi pada cacat sehingga menyebabkan serbuk besi yang disebarkan tertarik disekitar cacat. Dalam hal ini serbuk besi yang terkumpul jauh lebih besar dari ukuran cacat yang sebenarnya, hal ini menyebabkan cacat kecil yang sukar dilihat oleh mata dapat dengan mudah dideteksi.

2.12.4 Pemeriksaan Ultrasonik

Dalam pemeriksaan ini pengamatan dilakukan dengan mengarahkan gelombang ultrasonik pada bagian produk yang akan diuji dan menangkap ketidaknormalan gelombang yang dipantulkan. Jika gelombang ultrasonik menjalar di dalam benda maka akan dipantulkan oleh cacat yang ada di dalam coran. Pulsa ultrasonik dihasilkan oleh osilator pulsa dan penggetar dalam pencari kemudian diteruskan ke dalam benda yang akan diuji dengan jalan menempelkan pencari pada produk. Jika terdapat cacat maka sebagian gelombang akan dipantulkan kembali pada pencari, sebagian lain akan melewati cacat dan dipantulkan oleh bidang sisi sehingga pulsa pantulan yang biasa lebih lambat ditangkap pencari seperti pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Azas Pemeriksaan Ultrasonik
Sumber: Surdia (1985)

2.13 Hipotesis

Jumlah saluran masuk (*ingate*) yang semakin banyak menyebabkan aliran logam cair yang mengisi rongga cetakan akan masuk secara merata, masuknya logam cair secara merata akan menyeragamkan pembekuan yang terjadi, sehingga akan menurunkan nilai porositas. Dengan jumlah saluran masuk (*ingate*) semakin banyak, mengakibatkan semakin bertambahnya panjang dari sistem saluran yang dapat memungkinkan cepatnya pembekuan sehingga yang menyebabkan cacat permukaan pada hasil coran.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian nyata (*true experimental research*). Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui pengaruh jumlah saluran masuk (*ingate*) pada pengecoran produk impeller turbin *crossflow* terhadap porositas dan cacat permukaan hasil coran. Dengan asumsi variabel yang konstan, dengan kajian literature dari berbagai sumber, jurnal, perpustakaan, maupun dari internet, memungkinkan hubungan sebab akibat dengan cara mengenakan kepada salah satu atau lebih kelompok eksperimental dengan kondisi perlakuan dan membandingkan hasilnya dengan kelompok control.

3.2 Tempat Penelitian

Tempat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Laboratorium Pengecoran Logam, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Brawijaya.
- Laboratorium Metalurgi Fisik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Brawijaya

3.3 Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian. Variabel bebas yang digunakan adalah:

- *Ingate* dengan jumlah 1, 2, dan 3

Untuk mengalirkan logam cair dari *runner* ke *cavity*, diperlukan *ingate* yang mana salah satunya berupa *multiple ingate* supaya didapatkan aliran yang *uniform*.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung dari variabel bebas. Variabel terikatnya adalah:

- Porositas hasil coran (%)

3. Variabel Terkontrol Variabel terkontrol adalah variabel yang besar nilainya dibuat konstan. Dalam penelitian ini variabel terkontrolnya adalah:

Temperatur peleburan : 850⁰ C

Gating ratio : 1 : 3: 3 (*sprue* : *runner* : *ingate*)

3.4 Alat Dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapur listrik
2. Cetakan pasir
3. Pasir cetak
4. Sarung tangan
5. Jangka sorong
6. Gelas ukur
7. Kamera digital
8. Centrifugal Sand Paper
9. Piknometri untuk mengukur densitas.
10. Kaca pembesar untuk melihat cacat permukaan.

3.5 Bahan Penelitian

Bahan coran yang digunakan dalam penelitian ini adalah Al – Mg – Si, sedangkan pasir silika, air, dan bentonit digunakan sebagai komposisi dari pasir cetak.

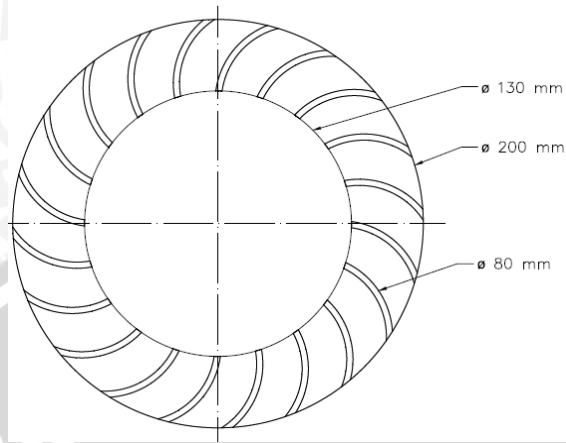
3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Prosedur Percobaan

Langkah- langkah pengerjaan dalam penelitian ini adalah:

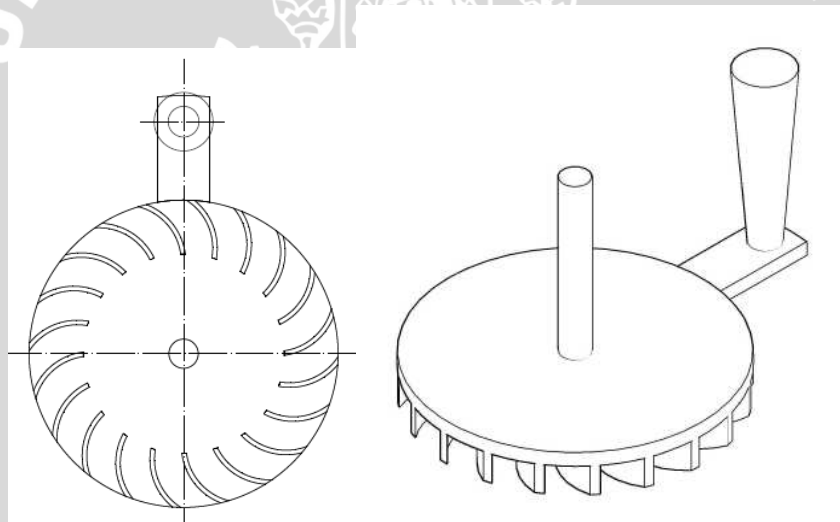
1. Persiapan percobaan, yaitu menyiapkan dapur peleburan, cetakan pasir, dan alat – alat yang akan digunakan.
2. Membuat pola cetakan pasir untuk produk *impeller*, *pouring basin*, *sprue*, *ingate*, dan *riser*.

➤ Pola *impeller*

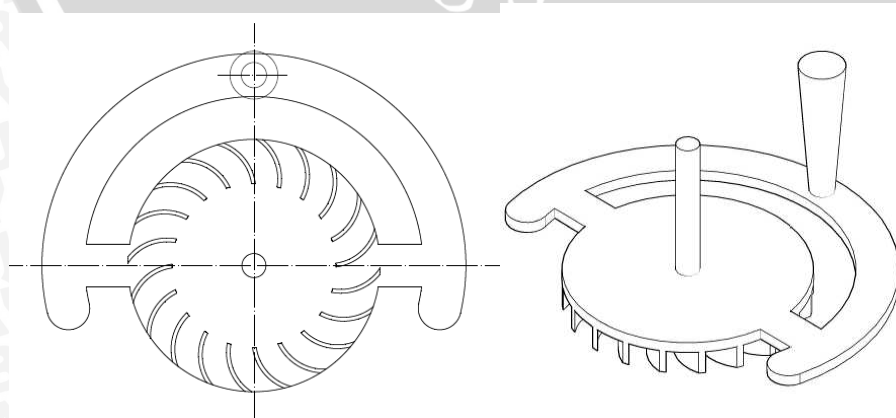


Gambar 3.1 Pola *impeller* (satuan : mm)

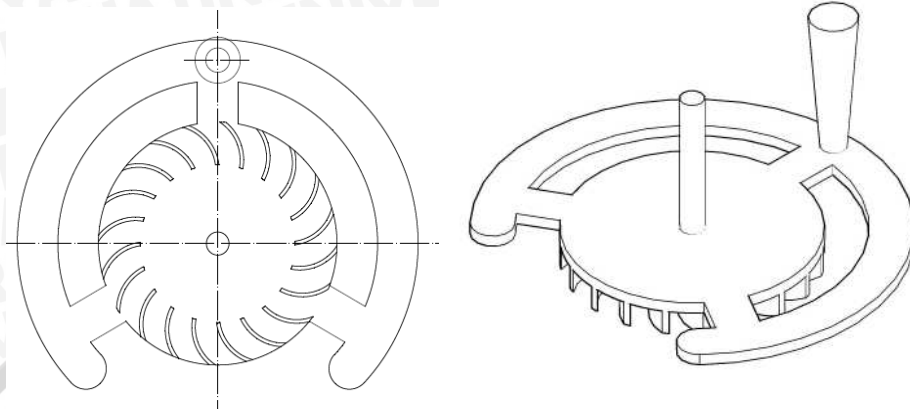
➤ Pola dan sistem saluran



a. Satu saluran masuk



b. Dua saluran masuk



c. Tiga saluran masuk

Gambar 3.2 (a), (b), (c) Perencanaan sistem saluran produk *impeller*

- **Volume casting**
 Dengan menggunakan bantuan *AutoCad*, maka didapatkan volume casting 318481,8051 mm³
- **Luas casting**
 Dengan menggunakan bantuan *AutoCad*, maka didapatkan luas casting 105739,1122 mm²
- **Mass of casting (W)** = $V_{casting} \times 2,7 \cdot 10^{-6}$ (3.3)
 = 318481,8051 x 2,710⁻⁶
 = 0,859 kg
- **Pouring time (t)** = $1,80 \times \sqrt[3]{W}$
 = 1,71 s
- **Sprue (saluran turun)**
 Tinggi saluran turun (h) : 55 mm
 Tinggi cetakan (c) : 28 mm
 Diameter bawah *sprue* : 14 mm
 Tipe *gating system* : Bottom Gate
 Effective sprue height (H) = $h - \frac{c}{2}$ (3.4)
 = $55 - \frac{28}{2}$
 = 41 mm

$$\begin{aligned} \text{Diameter atas sprue } A_t &= A_b \sqrt{\frac{H}{c}} \dots\dots\dots(3.5) \\ &= 14 \sqrt{\frac{41}{28}} \\ &= 16,941 \text{ mm} \approx 17 \text{ mm} \end{aligned}$$

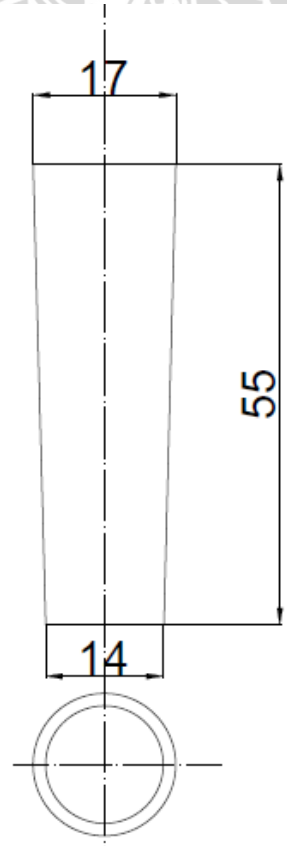
Volume saluran yang berjumlah 1 = 471182.98 mm³

Volume saluran yang berjumlah 2 = 611411.64 mm³

Volume saluran yang berjumlah 3 = 670331.39 mm³

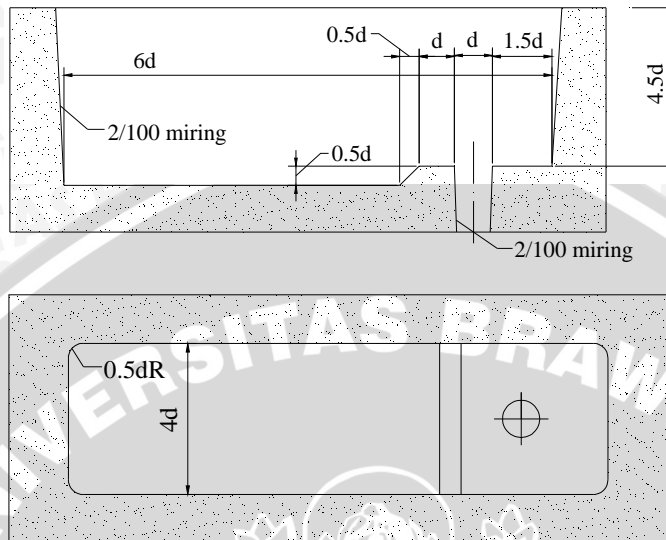
Untuk mencari volume menggunakan *Autocad* dengan prosedur sebagai berikut :

1. Ketik massprop pada command bar
2. Klik objek yang ingin diketahui volumenya
3. Tekan enter



Gambar 3.3 Dimensi Saluran turun (satuan : mm)

➤ *Pouring Basin*



Gambar 3.4 Dimensi *pouring basin*.

- $d = 10 \text{ mm}$
- $1.5d = 15 \text{ mm}$
- $0.5d = 5 \text{ mm}$
- $6d = 60 \text{ mm}$
- $4.5d = 45 \text{ mm}$
- $4d = 40 \text{ mm}$

➤ *Riser*

Dengan menggunakan *Modulus Method* (Rao, 1990) maka akan didapat diameter *Riser*.

Modulus *Riser* (M_r) = $0,2 \cdot D$

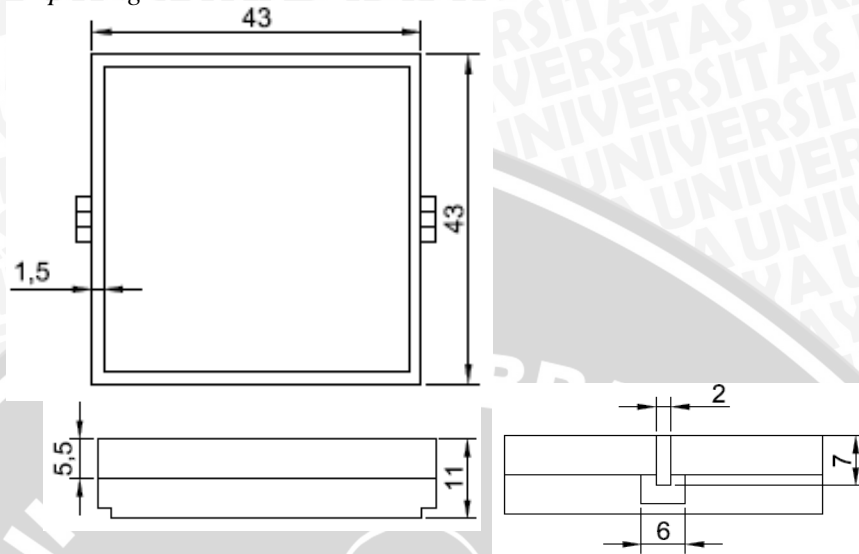
Modulus *Casting* (M_c) = $\frac{\text{casting volume}}{\text{casting area}}$ (3.6)

= $\frac{318481,8051}{105739,1122}$
 = $3,1 \text{ mm}$

Karena $M_r = 1,2 \cdot M_c$

Diameter *riser* $D = 6 M_c$
 = $6 \times 3,1$
 = $18,6 \approx 19 \text{ mm}$

➤ *Cope drag*



Gambar 3.5 *Cope drag* (satuan : mm)

3. Peleburan aluminium sampai temperatur ± 850 °C (logam mencair).
4. Penuangan logam cair ke dalam cetakan pasir yaitu sebagai berikut:
 - Pengecoran pertama dilakukan dengan menuangkan logam cair ke dalam cetakan pasir dengan jumlah saluran masuk 1 dan selanjutnya dilakukan pembongkaran cetakan.
 - Pengecoran kedua dilakukan dengan menuangkan logam cair ke dalam cetakan pasir dengan jumlah saluran masuk 2 dan selanjutnya dilakukan pembongkaran cetakan.
 - Pengecoran ketiga dilakukan dengan menuangkan logam cair ke dalam cetakan pasir dengan jumlah saluran masuk 3 dan selanjutnya dilakukan pembongkaran cetakan.

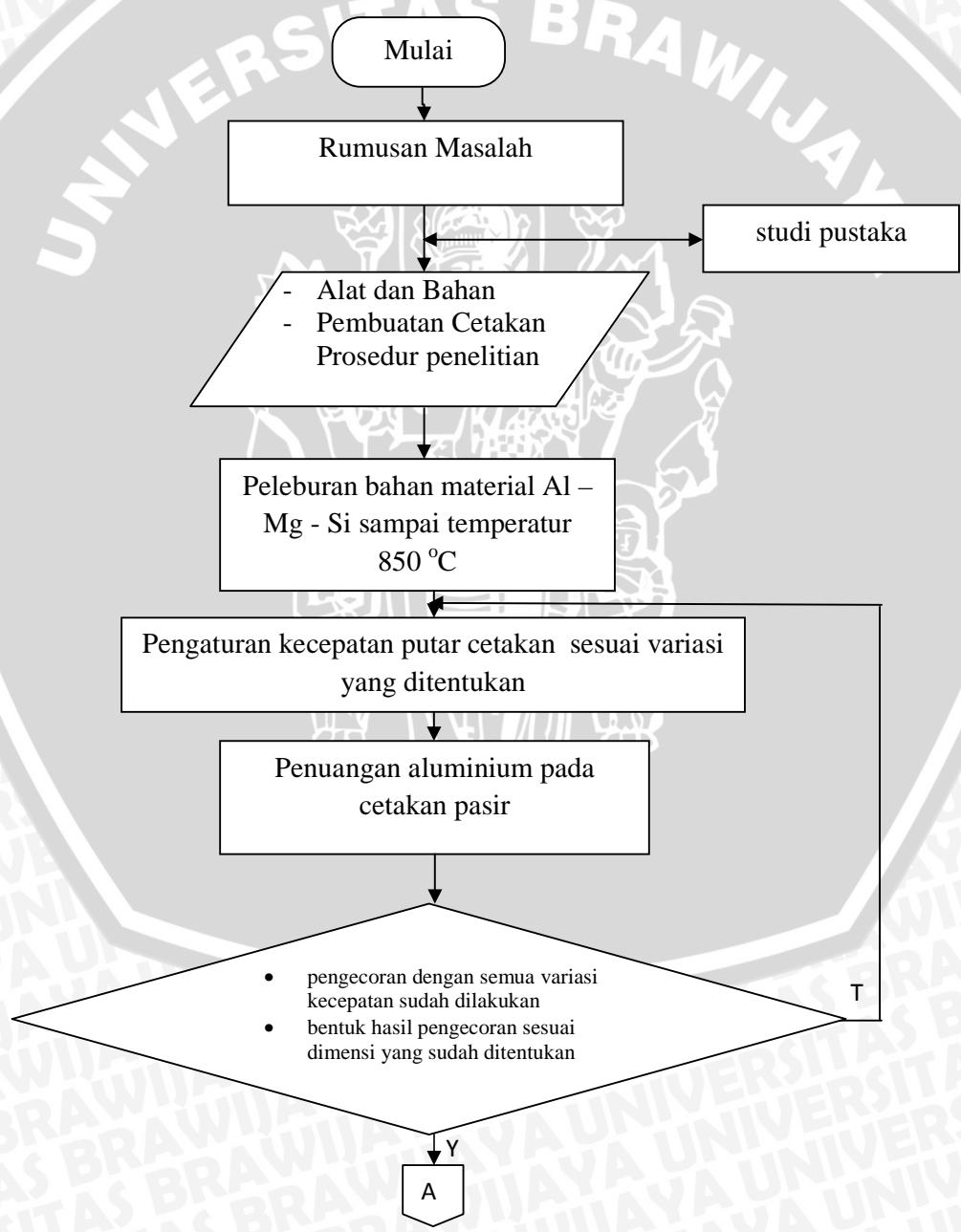
3.6.2 Prosedur Pengambilan dan Pengolahan Data

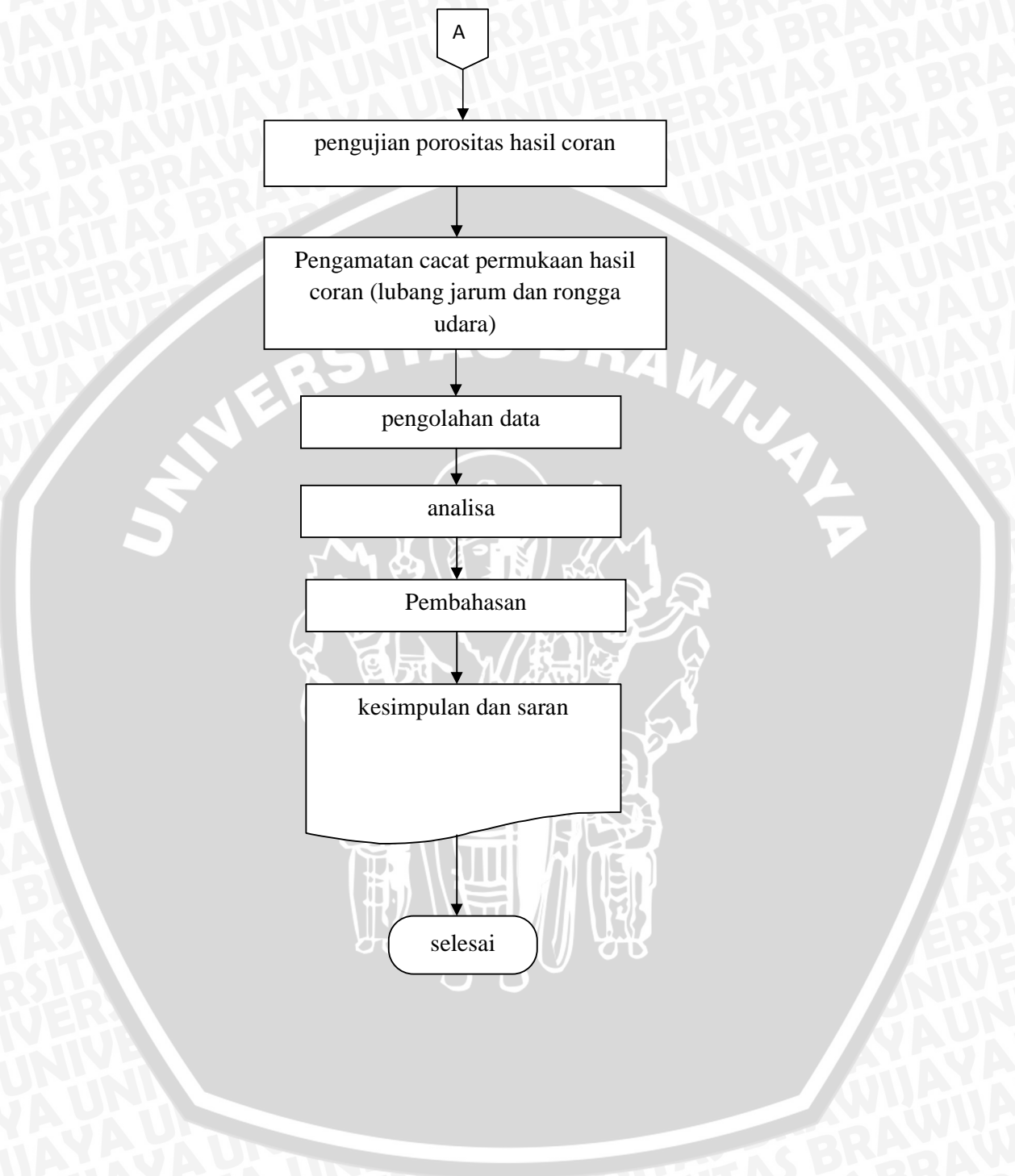
Dari benda uji yang dihasilkan dilakukan pengujian untuk mengetahui nilai porositas hasil coran sebagai berikut:

1. Mengambil benda kerja hasil coran yang telah membeku.
2. Pengamatan hasil coran .
3. Pengambilan data spesimen untuk uji porositas.
4. Pengambilan data uji cacat permukaan.
5. Pengolahan data hasil pengujian .

- Melakukan pengulangan langkah 1 sampai 4 untuk spesimen dengan variasi jumlah saluran masuk 1, 2, dan 3 saluran masuk.
- 6. Mengambil gambar struktur mikro
- 7. Melakukan analisa dan pembahasan dari data-data yang diperoleh.
- 8. Mengambil kesimpulan.
- 9. Selesai.

3.7 Diagram Alir Penelitian





BAB IV HASIL PEMBAHASAN

4.1 Data dan Perhitungan Hasil Pengujian

4.1.1 Data dan Perhitungan Persentase Porositas

4.1.1.1 Perhitungan True Density

Perhitungan *true density* menggunakan standar ASTM E252-84 rumus (4.1) di bawah ini:

$$\rho_{th} = \frac{100}{\{(\%Al/\rho_{Al})+(\%mg/\rho_{mg})+(\%si/\rho_{si})+etc.\}} \dots\dots\dots(4.1)$$

dengan:

- ρ_{th} = Densitas teoritis atau *True Density* (g/cm³)
- $\rho_{Ab}, \rho_{mg}, \rho_{si}, etc$ = Densitas unsur (g/cm³)
- $\%Al, \%mg, \%si, etc$ = Persentase berat unsur (%)

- dengan tahapan:
- a. Data densitas unsur diperoleh dari tabel unsur.
 - b. Data persentase berat unsur diperoleh dari hasil uji komposisi menggunakan *Spark Spectrometer*.

Tabel 4.1 Perhitungan densitas unsur dan persentase berat

Unsur	Densitas 1/(g/cm ³)	Persentase Berat (%)	Densitas x Persentase Berat
Si	0.4292	0.661	0.2837012
Fe	0.1271	0.248	0.0315208
Cu	0.1116	0.187	0.0208692
Mn	0.1346	0.034	0.0045764
Mg	0.5522	1.023	0.5649006
Zn	0.1401	0.055	0.0077055
Ti	0.2219	0.010	0.002219
Cr	0.1391	0.107	0.0148837
Ni	0.1123	0.017	0.0019091
Pb	0.0882	0.008	0.0007056
Sn	0.1371	0.004	0.0005484
V	0.1639	0.010	0.001639
Cd	0.1156	0.002	0.0002312
Total A		2.366	0.9354097
Al	0.3705	97.634	36.173397
		Total B	37.1088067

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} \rho_{th} &= \frac{100}{\left\{ \left(\frac{\%Al}{\rho_{Al}} \right) + \left(\frac{\%mg}{\rho_{mg}} \right) + \left(\frac{\%si}{\rho_{si}} \right) + \text{etc.} \right\}} \\ &= \frac{100}{\text{Total B}} \\ &= \frac{100}{37.1088067} \\ &= 2.695 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

4.1.1.2 Perhitungan Apparent Density

Data hasil penimbangan menggunakan metode piknometri dan standar ASTM B311-93 dihitung menggunakan rumus (4.2) dibawah ini:

$$\rho_s = \rho_w \frac{W_s}{W_s - (W_{sb} - W_b)} \dots\dots\dots(4.2)$$

dengan:

- ρ_s = Densitas sampel atau *Apparent Density* (g/cm³).
- ρ_w = Densitas air (g/cm³).
- W_s = Berat sampel di luar air (g)
- W_{sb} = Berat sampel dan keranjang di dalam air (g)
- W_b = Berat keranjang di dalam air (g)

Tabel 4.2 Data penimbangan.

INGATE	Pengulangan	Ws (gr)	Wb (gr)	Wsb (gr)
saluran 1	1	843,08	10,20	535,12
	2	829,58	10,20	528,30
	3	869,52	10,20	549,10
saluran 2	1	804,57	10,20	511,28
	2	885,70	10,20	563,72
	3	844,56	10,20	537,50
saluran 3	1	800,04	10,20	508,82
	2	1022,24	10,20	649,36
	3	808,40	10,20	515,42

Sehingga diperoleh perhitungan *apparent density* sebagai berikut:

Tabel 4.3 Data *apparent density* (g/cm³)

Pengulangan	<i>apparent density</i> pada ingate		
	saluran 1	saluran 2	saluran 3
1	2,65	2,65	2,65
2	2,66	2,67	2,67
3	2,63	2,66	2,67
Rata - Rata	2,65	2,66	2,66

Contoh perhitungan menggunakan data pengulangan pertama dengan 1 *ingate* :

$$\begin{aligned} \rho_s &= \rho_w \frac{W_s}{W_s - (W_{sb} - W_b)} \\ &= 1 \text{ g/cm}^3 \frac{843,08 \text{ gr}}{843,08 - (535,12 - 10,20) \text{ gr}} \\ &= 2,65 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

4.1.1.3 Perhitungan Persentase Porositas

Perhitungan persentase porositas menggunakan rumus (4.3) sebagaimana berikut ini:

$$\% P = \left(1 - \frac{\rho_s}{\rho_{th}}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4.3)$$

dengan:

- $\%P$ = Persentase porositas (%)
- ρ_s = Densitas sampel atau *Apparent Density* (g/cm³).
- ρ_{th} = Densitas teoritis atau *True Density* (g/cm³).

Tabel 4.4 Data persentase porositas (%)

Pengulangan	%Porositas		
	saluran1	saluran 2	saluran 3
1	1,65	1,60	1,48
2	1,15	1,03	0,95
3	2,38	1,19	1,03
Rata - Rata	1,72	1,28	1,16

Contoh perhitungan menggunakan data pengulangan pertama dengan 1 *ingate* berdiameter 15 mm:

$$\begin{aligned} \% P &= \left(1 - \frac{\rho_s}{\rho_{th}}\right) \times 100\% \\ &= \left(1 - \frac{2,65}{2,69}\right) \times 100\% \\ &= 1,65 \% \end{aligned}$$

4.2 Pembahasan

4.2.1 Analisa Persentase Porositas

Dari data perhitungan yang nilai porositas *impeller* sangatlah kecil perbedaannya dengan jumlah saluran masuk yang berbeda-beda. Hal ini dapat terjadi karena dalam perencanaan penelitian ini terdapat faktor-faktor yang tidak dapat dikontrol yang berpengaruh besar terhadap terjadinya porositas. Faktor-faktor yang tidak dapat terkontrol pada penelitian ini misalnya: kecepatan penuangan, kandungan air dalam cetakan pasir, dan temperatur penuangan.

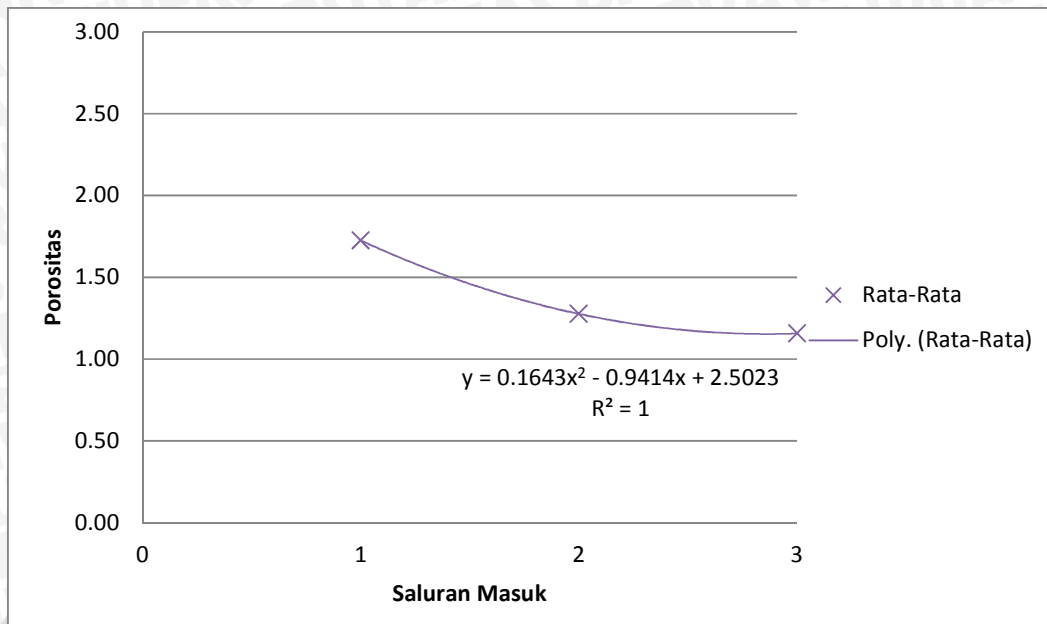
Kecepatan menentukan besarnya kecepatan alir logam cair, sehingga akan mempengaruhi turbulensi pada rongga cetak. Semakin besar turbulensi yang terjadi maka akan semakin besar pula porositas yang ada pada produk hasil coran. Hal ini terjadi karena akan mempermudah terjebaknya gas-gas yang ada pada saat proses penuangan logam cair. Pada saat proses penelitian ini berlangsung, untuk mengontrol kecepatan tuang sangatlah sulit, meskipun dilakukan upaya penghitungan waktu tuang tetap tidak bisa menjaga kecepatan tuang yang sama antar satu coran dengan yang lain.

Kandungan air dalam cetakan pasir sangat menentukan besar kecilnya gas yang timbul akibat aliran logam cair dengan temperatur yang tinggi. Pada penelitian ini telah ditentukan besarnya kandungan air dalam pasir cetak sebesar 6% dari seluruh komposisi pasir cetak. Sementara menunggu proses penuangan logam, cetakan pasir yang sudah memiliki pola cor akan didiamkan dalam beberapa hari agar air yang masih terkandung dapat diuapkan. Namun pada saat penuangan logam cair pada cetakan tidak bisa dipastikan berapa persen kandungan air yang masih terkandung dalam cetakan pasir. Kandungan air yang tersisa pada saat penuangan logam cair akan menyebabkan timbulnya gas, sehingga akan menjadikan hasil coran mengalami cacat porositas.

Temperatur peleburan logam telah ditentukan sebesar 850 °C. Namun untuk menjaga temperatur penuangan sangatlah sulit karena pada saat penuangan logam, ladle harus dikeluarkan terlebih dahulu dari dapur peleburan baru kemudian dituang ke cetakan pasir. Temperatur penuangan dapat mempengaruhi fluiditas dari logam cair. Fluiditas logam cair menentukan aliran yang terjadi saat melewati sistem saluran.

Selain itu porositas terjadi karena dalam coran Aluminium, hidrogen adalah gas satu-satunya yang larut dalam jumlah signifikan, yang dapat mengakibatkan porositas gas hidrogen. Hidrogen secara normal terbentuk oleh reaksi logam dengan kelembaban atau uap air sisa dalam cetakan.

Dari hasil pengujian piknometri maka didapatkan nilai persentase porositas produk *impeller* hasil pengecoran. Untuk mempermudah menganalisa maka data hasil pengujian porositas tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik. Grafik dibawah ini menunjukkan hubungan antara jumlah *ingate* terhadap rata-rata persentase porositas.



Gambar 4.1 Grafik hubungan jumlah *ingate* terhadap rata-rata persentase porositas.

Dengan menggunakan jumlah saluran masuk yang berbeda yang digunakan pada sistem saluran pada proses pengecoran *impeller*, akan mempengaruhi kualitas hasil coran dalam hal ini adalah persentase porositas. Hal ini ditunjukkan ketika jumlah saluran masuk ditambah maka nilai persentase porositas semakin menurun, seperti yang ditampilkan pada gambar 4.1

- Pada jumlah *ingate* 1 dengan, rata-rata persentase porositas yang terjadi sebesar 1,72.
- Pada jumlah *ingate* 2 dengan, rata-rata persentase porositas yang terjadi sebesar 1,28.
- Pada jumlah *ingate* 3 dengan, rata-rata persentase porositas yang terjadi sebesar 1,16.

Nilai porositas yang menurun dengan bertambahnya saluran masuk dapat terjadi karena adanya perbedaan masuknya logam cair. Pada jumlah *ingate* 1 terjadi porositas yang relatif tinggi karena pada daerah rongga coran terjadi gradien yang cukup besar dari pusat *ingate*, sehingga pembekuannya tidak secara bersamaan. Oleh karena itu ada bagian tertentu pada rongga cor yang mengalami pembekuan terlebih dahulu. Pembekuan biasanya diawali pada daerah dinding rongga coran, sehingga pada saat daerah dinding mengalami pembekuan terlebih dahulu maka daerah pusat rongga cor akan mengalami kekosongan akibat penyusutan yang terjadi pada saat proses pembekuan logam.

Pada jumlah *ingate* 2 dan 3 terjadi porositas yang lebih rendah karena letak *ingate* secara langsung dapat menurunkan gradien temperatur yang terjadi, sehingga proses pembekuan akan relatif berlangsung secara bersamaan. Pembekuan yang secara bersamaan akan membuat persentase porositas semakin rendah.

4.2.2 Data dan Perhitungan Cacat Rongga Udara (blowholes)

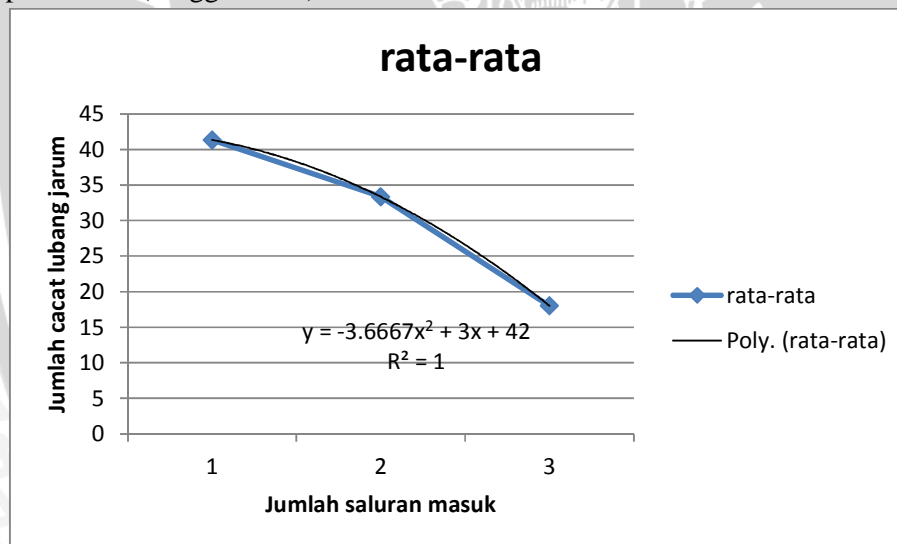
Perhitungan cacat rongga udara dapat muncul pada permukaan suatu coran , terutama sedikit dibawah permukaan yang merupakan rongga-rongga bulat .Cacat rongga udara terjadi karena terjebaknya udara atau uap air pada dinding – dinding cetakan bagian dalam (jain ,1979).

Dari analisa hasil perhitungan cacat rongga udara pada setiap permukaan hasil coran didapatkan haasil sebagai berikut:

Tabel 4.5 Data perhitungan cacat rongga udara.

rongga udara			
pengulangan	saluran 1	saluran 2	saluran 3
1	66	51	32
2	70	44	29
3	61	57	26
rata- rata	66	51	29

Berikut grafik hubungan antara jumlah saluran masuk (ingate) terhadap jumlah cacat permukaan(rongga udara).



Gambar 4.2 Grafik hubungan jumlah *ingate* terhadap rata-rata jumlah cacat rongga udara.

Dari jumlah cacat rongga udara(blowholes) diatas , dapat diambil kesimpulan bahwa terjadi penurunan jumlah cacat rongga udara pada jumlah saluran masuk(ingate) yang semakin banyak .Hal ini dapat terjadi karena pada saat penuangan logam cair pada saluran yang berjumlah 1 (ingate) ,logam cair akan masuk dalam cetakan dan terjadi pembekuan yang lebih cepat,sehingga cacat yang disebabkan karena gas yang terlarut dan terperangkap dalam cetakan belum memiliki cukup waktu untuk bisa keluar. Sedangkan pada saluran yang berjumlah 3 (ingate) memiliki jumlah cacat rongga udara yang relatif lebih sedikit dikarenakan pada proses penuangan ,pembekuan logam cair dalam cetakan menjadi lebih lambat sehingga logam cair tersebar lebih merata dan padat .

4.2.3 Data dan Perhitungan Cacat Lubang Jarum (Pinholes)

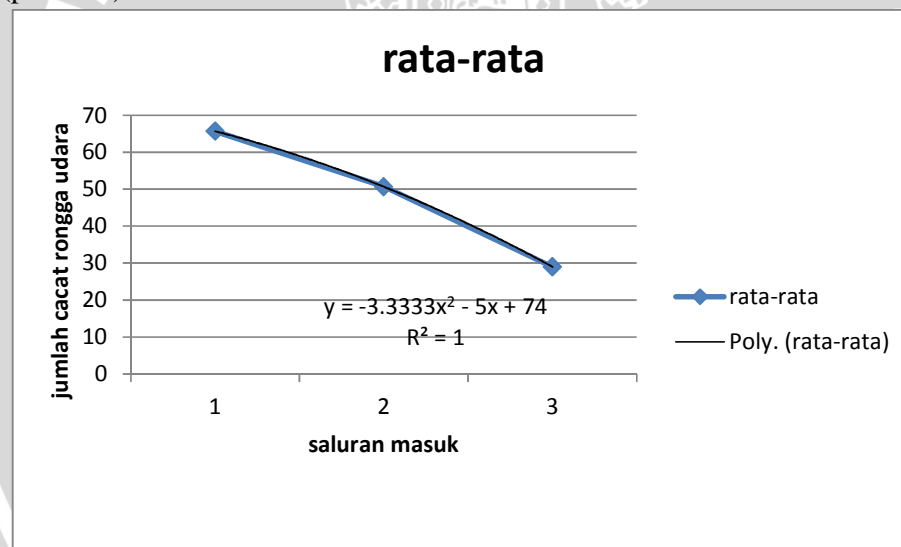
Cacat lubang jarum adalah cacat yang permukaannya halus dan berbentuk bola. Ukuran cacat lubang jarum 1-2 mm dengan penetrasi yang cukup dalam seperti tusukan jarum, pada dasarnya seperti pada cacat lubang jarum (blowholes).

Dari analisa hasil perhitungan cacat lubang jarum pada setiap permukaan hasil coran didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.6 Data perhitungan cacat lubang jarum.

Lubang jarum			
pengulangan	saluran 1	saluran 2	saluran 3
1	37	26	26
2	45	36	19
3	42	38	9
rata-rata	41	33	18

Berikut grafik hubungan antara jumlah saluran masuk (ingate) terhadap cacat lubang jarum (pinholes).



Gambar 4.3 Grafik hubungan jumlah *ingate* terhadap rata-rata jumlah cacat lubang jarum.

Dari grafik jumlah cacat lubang jarum dapat disimpulkan paling banyak terdapat pada hasil coran dengan menggunakan saluran yang paling sedikit. Hal ini disebabkan akibat pada saat penuangan logam cair cepat mendingin didalam rongga cetakan, dan pada saat logam dituang logam bersentuhan dengan cetakan yang mengakibatkan logam akan mengalami pembekuan yang lebih cepat. Dapat dikatakan bahwa cacat ini disebabkan oleh gas yang terlarut dan terperangkap dalam cetakan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Nilai persentase porositas pada *ingate* berjumlah 1, 2 dan 3, berturut-turut adalah sebesar 1,72%, 1,28% dan 1,16%.
2. Perubahan jumlah *ingate* pada pengecoran produk *impeller* turbin *crossflow* tidak berpengaruh secara signifikan terhadap persentase porositas produk.
3. Hasil coran dengan jumlah *ingate* 1 memiliki kecenderungan nilai porositas paling tinggi daripada hasil coran dengan jumlah *ingate* 2 dan 3 karena pembekuan akan lebih merata jika jumlah *ingate* lebih dari satu.
4. Cacat rongga udara (blowholes) pada *ingate* berjumlah 1, 2 dan 3, berturut-turut adalah sebesar 66 lubang, 51 lubang, 29 lubang.
5. Cacat lubang jarum (pinholes) pada *ingate* berjumlah 1, 2 dan 3, berturut-turut adalah sebesar 41 lubang, 33 lubang, 18 lubang.

5.2 Saran

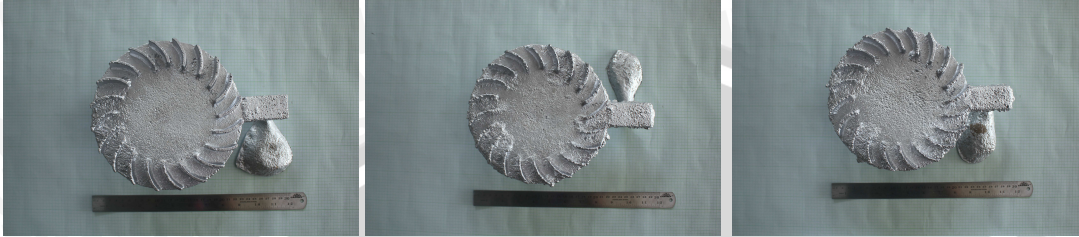
1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang variabel yang tidak terkontrol dalam penelitian ini, misalnya kecepatan penuangan, kandungan air dalam cetakan pasir, dan temperatur penuangan, khususnya pada pengecoran produk *impeller* turbin *crossflow*.
2. Dapat dilakukan pengembangan penelitian mengenai pengaruh saluran turun, dimensi pengalir dan letak saluran masuk terhadap distribusi cacat porositas dengan menggunakan bahan Aluminium 6061 pada pengembangan produk *impeller* turbin *crossflow*. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh jumlah saluran masuk terhadap sifat mekanis yang lain dengan menggunakan bahan Aluminium 6061 pada produk *impeller* turbin *crossflow*.
3. Pada waktu pengambilan data agar mahasiswa teliti dan dapat mengaplikasikan pada kehidupan yang nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM Handbook. 1988. *Metals Handbook Ninth Edition Volume 15 Casting*. The University of Alabama.
- ASTM Standar E252-84. 1999. *Standard Test Method for Thickness of Thin Foil and Film by Weighing*. ASTM International, West Conshohocken, PA, 19428-2959 USA.
- ASM Handbook. 2000. *Volume 9 Metallography and Microstructures*. ASM International.
- ASTM Standar B 311 - 93. 2002. *Test Method for Density Determination for Powder Metallurgy (P/M) Materials Containing Less Than Two Percent Porosity*. Philadelphia, PA: American Society for Testing Materials.
- Jain .P.L . 1979 Principles of foundry technology . National institute of foundry and Forge Technology, Ranchi.
- Budinski, G, Kenneth. 1996. *Engineering Material Properties and Selection*. New Jersey: Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffs.
- Schwan ,David., John F .Wallace., Tom Angle . and Qingming chang 2004.2004. Gating of Permanent Mold for Aluminium Castings . Wasington DC: US Departement of Energy Assistant Secretary for Energy Efficiency and Renewable Energy.
- Rao .P.N 1990. *Manufacturing Technology foundry, Forming ,and Welding* .New Delhi: Tata McGraw hill ,Publishing Company Ltd.
- De Garmo, E. P. 1996. *Materials and Processes In Manufacturing*. John Wiley and Sons, Inc.
- Gantara, Arya. 2011. “*Pengaruh Diameter Bawah Sprue pada Pengecoran Produk Pulley Terhadap Distribusi Kekerasan dan Porositas Hasil Coran*”. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang Jurusan Mesin FT Unibraw, 2011.
- Hidayat, Taufiq & Sugeng Slamet. 2010. Pengaruh Model Saluran Tuang pada Cetakan Pasir terhadap Hasil Cetakan. Kudus: Universitas Muria Kudus.
- Orianto & W.A. Pratikto. 1989. *Mekanika Fluida I*. Yogyakarta BPFE.
- Stoyanov, P.T. & Ching Lung Wang. 2010. *One-Piece Wheel Produced by Casting a Wheel Hub and Spin Forming Rims*. United States Patent Application Publication.
- Surdia, T. & Saito, S. 1985. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Surdia, Tata. & Chijiiwa Kenji. 1991. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Taylor, R. P., McClain, S. T. & Berry, J.T., *Uncertainty Analysis of Metal Casting Porosity Measurement Using Archimedes Principle*. International Journal of Cast Metals Research, 1999, Vol. 11, 247-257.

Lampiran 1

Hasil coran pada jumlah saluran 1



Hasil coran pada jumlah saluran 2



Hasil coran pada jumlah saluran 3



Lampiran 2

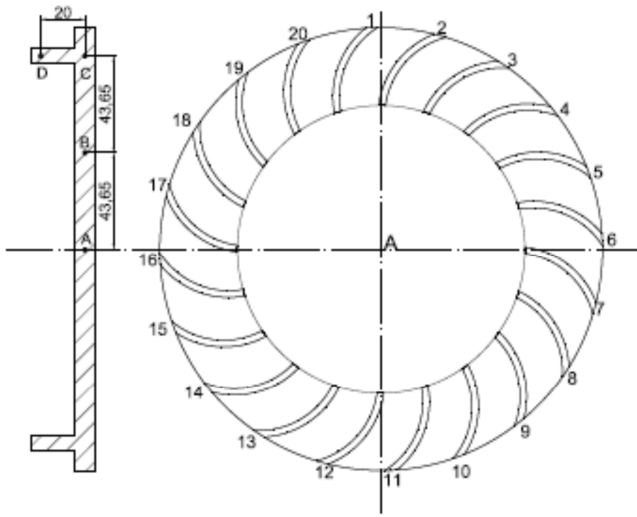
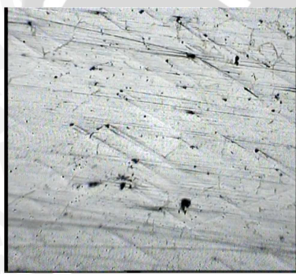
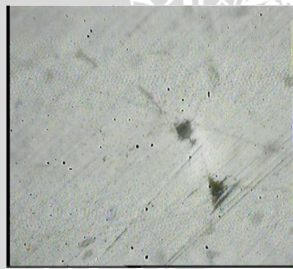


Foto coran dengan jumlah saluran masuk 1



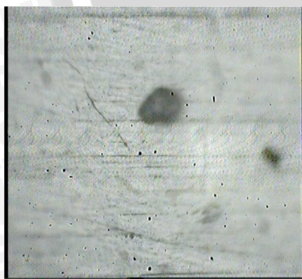
1a



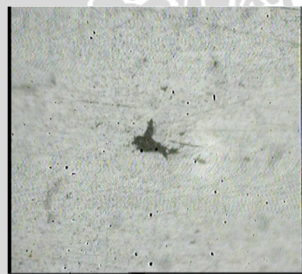
1b



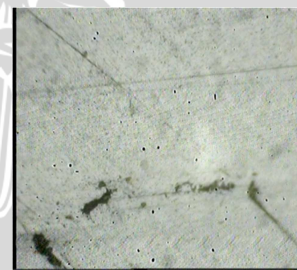
1c



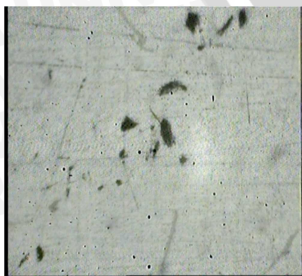
1d



2a



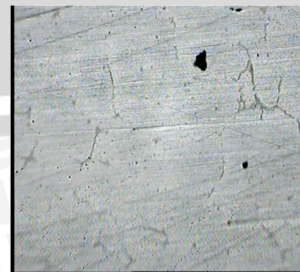
2b



2c

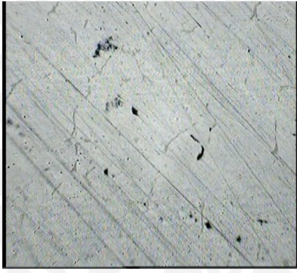


2d

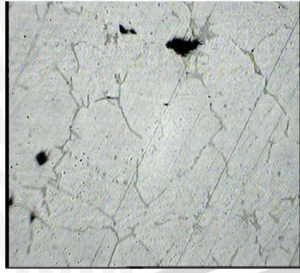


3a

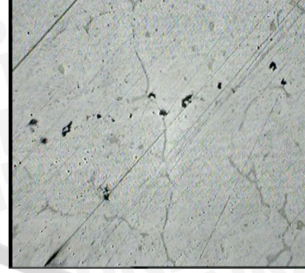




3b

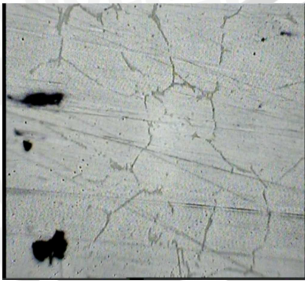


3c

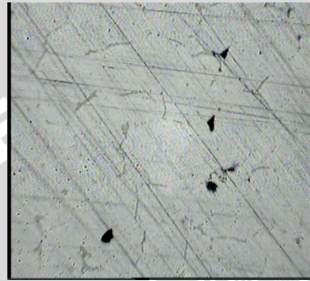


3d

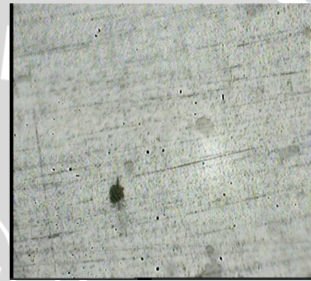
Foto coran dengan jumlah saluran masuk 2



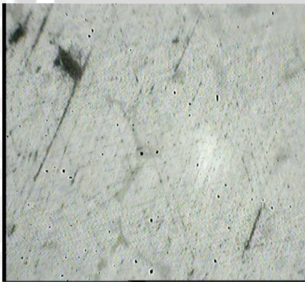
1a



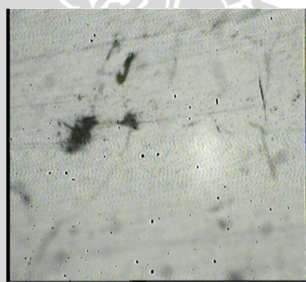
1b



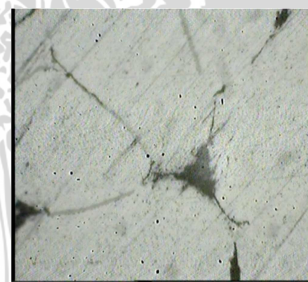
1c



1d



2a



2b



2c

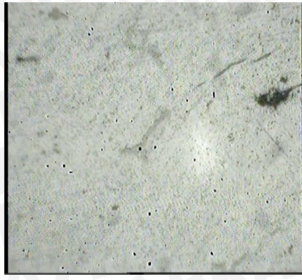


2d

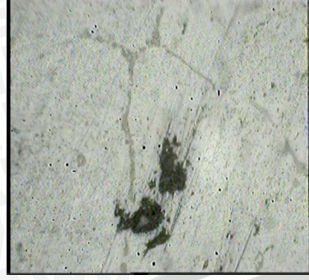


3a





3b

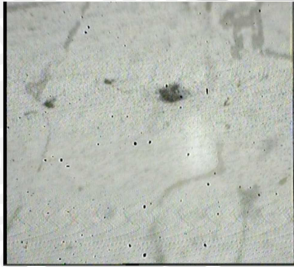


3c



3d

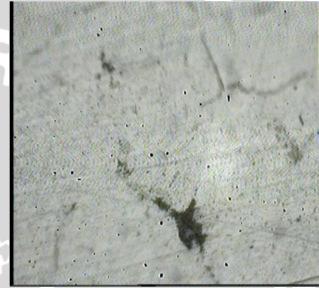
Foto coran dengan jumlah saluran masuk 3



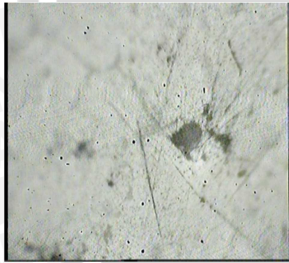
1a



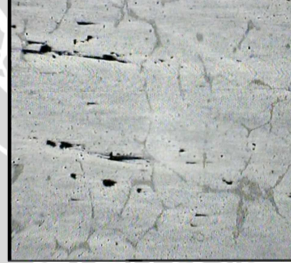
1b



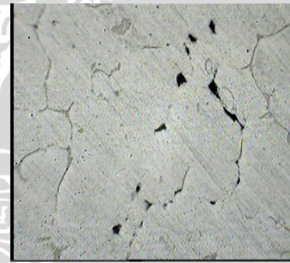
1c



1d



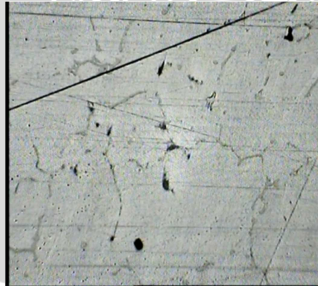
2a



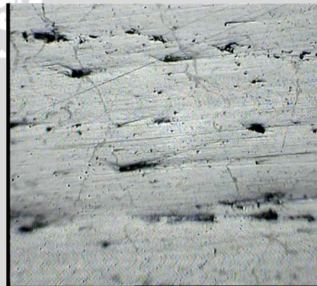
2b



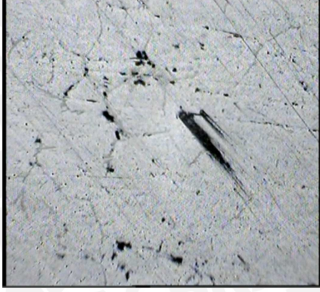
2c



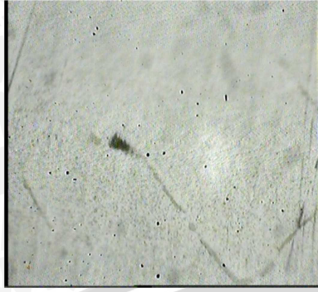
2d



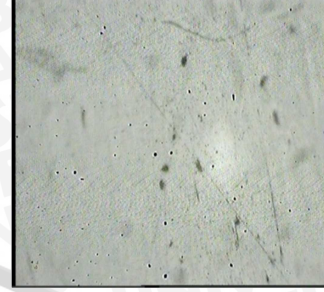
3a



33b



33c



33d





**LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
PUSAT PENELITIAN METALURGI**

Kawasan PUSPIPEK - Serpong, Tangerang Selatan 15314
Telp 021- 7560911, 7560562 psw 3211 Faks: 021 - 7560553
E-mail : p2m@metalurgi.lipi.go.id Web : http://www.metalurgi.lipi.go.id

**LAPORAN ANALISIS
Report of Analysis**

Laporan No : 278PK.4.06/KS/VI/2010
Report Nr
Dibuat Untuk : PRADITYA
Executed for
Metode Uji : SPARK OES
Test Method
Komoditi : AL 6061
Material
Hasil Pengujian :
Test Result

Unsur Element	Kadar/% Content/%	Unsur Element	Kadar/% Content/%
Si	0.661	Cr	0.107
Fe	0.248	Ni	0.017
Cu	0.187	Pb	0.008
Mn	0.034	Sn	0.004
Mg	1.023	V	0.010
Zn	0.055	Cd	0.002
Ti	0.010	Al	97.63

Serpong, 21 Juni 2010
Pusat Penelitian Metalurgi - LIPI
Kepala Bagian Tata Usaha,



[Signature]
Ir. Toni Bambang Romijarso, MT
NIP 19590828 198602 1 003

* Laporan ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji
This report refers to the tested sample only

* Laporan ini tidak boleh disalin sebagian maupun seluruhnya tanpa izin dari Pusat Metalurgi
This report may not be reproduced in whole or in part, without permission from Research Center for Metallurgy