



TUGAS AKHIR - TM 091486

**ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN ABU
SERBUK KAYU MERANTI TERHADAP
KARAKTERISTIK PASIR CETAK DAN CACAT
POROSITAS HASIL PENGECORAN ALUMINIUM
6061**

**ARFIANSYAH GALIH SAPUTRA
NRP 2110 100 065**

**Dosen Pembimbing
Dr. Ir. H. C. Kis Agustin, DEA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2014**



FINAL PROJECT - TM 091486

**EXPERIMENTAL STUDY: THE EFFECT OF MERANTI
SAWDUST ASH ADDITION ON MOULDING SAND
CHARACTERISTICS AND POROSITY DEFFECT OF
ALUMINIUM 6061 CASTING**

ARFIANSYAH GALIH SAPUTRA
NRP 2110 100 065

Supervisor
Dr. Ir. H. C. Kis Agustin, DEA

MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Industrial Engineering
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2014

ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN ABU SERBUK KAYU MERANTI TERHADAP KARAKTERISTIK PASIR CETAK DAN CACAT POROSITAS HASIL PENGECORAN ALUMINIUM 6061

Nama Mahasiswa : Arfiansyah Galih Saputra
NRP : 2110 100 065
Jurusan : Teknik Mesin FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. H. C. Kis Agustin, DEA

ABSTRAK

Pengecoran logam merupakan salah satu metode pembentukan logam yang sering digunakan. Metode pengecoran yang paling sederhana menggunakan cetakan pasir. Penelitian mengenai metode ini terus dilakukan karena masih ditemukan berbagai macam cacat pengecoran. Salah satu penelitian yang masih dikembangkan adalah tentang komposisi pasir cetak dengan penambahan zat aditif yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas benda hasil pengecoran.

Penelitian ini dilakukan dengan penambahan abu serbuk kayu pada pasir cetak. Terdapat 9 variasi komposisi pasir cetak dengan variabel tetap yaitu air sebesar 4% dan bentonit sebesar 8% pada masing-masing cetakan. Penambahan abu serbuk kayu yaitu sebesar 0% sampai 8% dengan interval 1%. Sisanya terdiri dari pasir silika. Pasir akan dicetak dengan dimensi standar yaitu dengan diameter (\emptyset) 50 mm dan tinggi (t) 50 mm, selanjutnya dilakukan pengujian permeabilitas dan pengujian kekuatan tekan. Disamping itu akan dilakukan perancangan dan pembuatan sistem saluran serta pembuatan 3 rangka cetak. Pola yang akan digunakan dalam pengecoran berbentuk balok dengan panjang (p) 5 cm, lebar (l) 5 cm dan tebal (t) 1,2 cm. selanjutnya dilakukan pembuatan cetakan pasir. Cetakan pasir 1 berasal dari pasir cetak tanpa penambahan abu serbuk kayu. Cetakan pasir 2 terbuat dari pasir cetak dengan penambahan

abu serbuk kayu yang mempunyai nilai permeabilitas tertinggi dan cetakan pasir 3 terbuat dari pasir cetak dengan penambahan abu serbuk kayu yang mempunyai nilai permeabilitas terendah. Setelah cetakan pasir kering, dilakukan proses pengecoran aluminium 6061. Pada saat pembongkaran hasil pengecoran, pasir cetak sisa pengecoran diukur ketebalan daerah yang dipengaruhi panas logam cair. Logam hasil pengecoran dipotong dari sistem saluran untuk mendapatkan benda cor yang akan diuji porositas.

Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa pasir cetak tanpa penambahan abu serbuk kayu mempunyai nilai permeabilitas $139,33 \text{ cm}^3/\text{menit}$ dan kekuatan tekan sebesar $366,67 \text{ kN/m}^2$. Penambahan abu serbuk kayu sebesar 8% mempunyai nilai permeabilitas $53,33 \text{ cm}^3/\text{menit}$ dan kekuatan tekan sebesar $468,33 \text{ kN/m}^2$. Persentase cacat porositas hasil pengecoran menggunakan pasir cetak tanpa penambahan abu serbuk kayu sebesar 0,99%. Persentase cacat porositas pada benda hasil pengecoran dengan penambahan 8% abu serbuk kayu sebesar 1,6%. Pada penambahan 2% abu serbuk kayu nilai permeabilitas masih memenuhi standar cetakan pasir kering.

Kata kunci: *Pasir cetak, abu serbuk kayu, kekuatan tekan, permeabilitas, porositas, aluminium*

EXPERIMENTAL STUDY: THE EFFECT OF MERANTI SAWDUST ASH ADDITION ON MOULDING SAND CHARACTERISTICS AND POROSITY DEFFECT OF ALUMINIUM 6061 CASTING

Name : Arfiansyah Galih Saputra
NRP : 2110 100 065
Departement : Mechanical Engineering
Supervisor : Dr. Ir. H. C. Kis Agustin, DEA

ABSTRACT

Metal casting is a commonly used method of metal forming. The simplest method of casting is using sand as mould. The researches of sand casting has been continuously done because of wide variety of problems such as defects on casting product. One of the researches that has been developed is about composition of sand mould with addition of additive agent. This addition is intended to improve the quality of sand casting product.

This research was conducted with the addition of sawdust ash into the sand compound. There were nine variations of molding sand composition with fix variable at 4% of water and 8% of bentonite in each mould. The addition of sawdust ash varied from 0% to 8% with increment of 1%, the remainder consisted of silica sand. Molding sand that had been mixed, moulded in accordance with the standard dimensions, namely the 50 mm in diameter and 50 mm in height, specimen would undergo permeability and compressive strength test. Further step would be the making and designing the gating system and 3 molding frames. The pattern to be used for this casting was a beam with 5 cm of length, 5 cm of width and 1.2 cm of thickness. The next process was the making of sand casts. The first sand cast was composed of sand without the addition of sawdust ash. The second sand cast used combination of sand,

bentonite, water and sawdust ash with the best permeability. The third sand cast used combination of sand, bentonite, water and sawdust ash with the lowest value of permeability. Once sand mold had been dried, the casting process would have been ready to be done. The metal used was aluminum 6061. During the removal of casting results, the heat affected zone was measured. The product had been cut off from its gating system before porosity testing was done.

The experiment showed that the molding sand without the addition of sawdust ash had permeability value of 139.33 cm³/minute and compressive strength of 366.67 kN/m². The addition of sawdust ash by 8% had a value permeability of 53.33 cm³/minute and compressive strength of 468.33 kN/m². The porosity of product using casting sand without the addition of sawdust ash was 0,99% and with addition of 8% sawdust ash was 1,6%. The addition of 2% sawdust ash resulted a tolerable permeability for dry sand casting.

Keyword: *Moulding sand, sawdust ash, compressive strength, permeability, porosity, aluminium*

**ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN ABU
SERBUK KAYU MERANTI TERHADAP
KARAKTERISTIK PASIR CETAK DAN CACAT
POROSITAS HASIL PENGECORAN ALUMINIUM
6061**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Bidang Studi Metalurgi
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ARFIANSYAH GALIH SAPUTRA
NRP. 2110 100 065

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir,

1. Dr. Ir. H.C. Kis Agustin, DEA(Pembimbing)
(NIP. 196308151989032001)
2. Dr. Ir. Soeharto, DEA(Penguji 1)
(NIP. 194809111981031001)
3. Ir. Hari Subiyanto, MSc.(Penguji 2)
(NIP. 196006231988031002)
4. Ika Dewi Wijayanti, ST, MSc.(Penguji 3)
(NIP. 2100201301001)

SURABAYA
Juli, 2014

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT. Karena atas rambat dan hidayahnya-Nya, tugas akhir yang berjudul “**Analisa Pengaruh Penambahan Abu Serbuk Kayu Meranti Terhadap Karakteristik Pasir Cetak dan Cacat Porositas Hasil Pengecoran Aluminium 6061**” ini dapat disusun dan diselesaikan dengan lancar.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Program Studi S1 Teknik Mesin FTI-ITS, sesuai dengan kurikulum yang telah ditetapkan. Selain itu Tugas Akhir ini juga merupakan suatu bukti yang diberikan kepada almamater dan masyarakat .

Banyak pihak yang telah membantu sampai selesainya Tugas Akhir ini, oleh karena itu pada kesempatan ini kami sampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT dan junjungan besarku, Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan ketenangan dalam jiwaku.
2. Bapak Ir. Bambang Pramujati, M.Sc, Ph.D selaku Ketua jurusan program studi Teknik Mesin FTI - ITS.
3. Dr. Ir. Soeharto, DEA dan Dr. Ir. H.C. Kis Agustin selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Teknik Mesin FTI - ITS. yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis.
4. Bapak/Ibu dosen tim penguji yang telah memberikan saran dan masukan guna menyempurnakan Tugas Akhir ini.
5. Bapak, Ibu tercinta beserta kakak, anggota keluarga, dan orang - orang yang saya cintai atas doa dan dukungannya.
6. Saudara-saudaraku yang luar biasa Rifqi, Gallih, Danny, Tante Eka, Anas, Pepeng terima kasih telah memberikan banyak hal tak terlupakan. Semoga persaudaraan kita tetap terjaga.
7. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2010 M-53, banyak hal yang telah kita lewati bersama.

8. Teman-teman seperjuangan tugas akhir pengecoran Rifqi (lagi), Mas Munir, Mas Dio, Mas Anjar dan Mas Rohman. Alhamdulillah kita bisa lulus sesuai dengan rencana awal.
9. Pak Gatot yang telah memberikan banyak ilmu yang sederhana tapi sangat bermanfaat, ternyata banyak hal kecil dan sederhana yang belum saya mengerti.
10. Teman-teman departemen PPIM-HMM, Pak kadep Acol maafkan kabiromu yang gabut ini, nenek Fitri, dan mbak Atik, saudara kembarku Supri (kata orang).
11. Teman-Teman Laboratorium Metalurgi, Hindun terima kasih waktunya yang telah mengajari saya TOEFL, terima kasih atas bantuan terjemahan judul dan abstraknya. Esthi, Zahra, Dono, Fira, Mas Rio.
12. Serta semua pihak yang telah membantu terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini, kami mengucapkan banyak terima kasih.

Kekurangan atau ketidaksempurnaan tentu masih ada, namun bukan sesuatu yang disengaja, hal tersebut semata - mata karena kekhilafan dan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan mahasiswa, khususnya mahasiswa Program studi Teknik Mesin FTI-ITS.

Surabaya, Juli 2014

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Aluminium	8
2.2.2 Pasir cetak	9
2.2.2.1 Macam-macam pasir cetak	11
2.2.2.2 Susunan pasir cetak	12
2.2.2.3 Sifat- sifat pasir cetak	13
2.2.3 Abu serbuk kayu	16
2.2.4 Pola cetakan	17
2.2.5 Sistem saluran (<i>gating system</i>)	19
2.2.6 Sistem saluran menurut standar <i>American Foundrymen's Society (AFS)</i>	23
2.2.7 Merancang sistem saluran	23
2.2.8 Cacat coran	26
2.2.9 Pengujian spesimen	31
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian	35
3.2 Peralatan dan Material Penelitian	37

3.3 Langkah Penelitian	37
BAB 4 PELAKSANAAN PENELITIAN	
4.1 Perencanaan dan Pembuatan Pola Spesimen Uji Porositas dan Pola Sistem Saluran	51
4.2 Pembuatan Spesimen Pasir Cetak untuk Pengujian Permeabilitas dan Kekuatan Tekan Pasir Cetak	52
4.3 Pengujian Permeabilitas dan Kekuatan Tekan Pasir Cetak	53
4.3.1 Pengujian permeabilitas	54
4.3.2 Pengujian kekuatan tekan	55
4.4 Pembuatan Cetakan Pasir	56
4.5 Proses Pengecoran	58
4.6 Pengukuran Porositas	60
BAB 5 DATA HASIL PERCOBAAN	
5.1 Data Hasil Pengujian Permeabilitas dan Kekuatan Tekan	61
5.2 Data Hasil Pengukuran Ketahanan Pasir Cetak	63
5.3 Hasil Pengamatan Visual Cacat Benda Hasil Coran	64
5.4 Data Hasil Pengujian Porositas Secara Kuantitatif	65
BAB 6 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
6.1 Permeabilitas Pasir Cetak	67
6.2 Kekuatan Tekan Pasir Cetak	68
6.3 Pasir Cetak Sisa Hasil Pengecoran	70
6.4 Produk Hasil Pengecoran	71
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	
7.1 Kesimpulan	72
7.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	xvi

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Daftar seri paduan aluminium	9
Tabel 2.2	Sifat-sifat dari hasil pembakaran serbuk kayu.....	17
Tabel 3.1	Komposisi pasir cetak.....	38
Tabel 3.2	Pengujian permeabilitas dan kekuatan tekan pasir cetak.....	41
Tabel 3.3	Pengujian porositas spesimen hasil coran	49
Tabel 5.1	Hasil pengujian permeabilitas dan kekuatan tekan pasir cetak....	61
Tabel 5.2	Hasil pengujian kekuatan tekan pasir cetak	62
Tabel 5.3	Hasil pengukuran ketahanan pasir cetak	63
Tabel 5.4	Hasil pengamatan spesimen hasil pengecoran	64
Tabel 5.5	Hasil pengujian porositas	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik pengaruh penambahan <i>fly ash</i> terhadap kekuatan tekan pasir cetak.....	5
Gambar 2.2	Grafik hubungan penambahan zat aditif terhadap kekuatan tekan pasir cetak.....	6
Gambar 2.3	Grafik pengaruh penambahan zat aditif terhadap permeabilitas pasir cetak.....	7
Gambar 2.4	Grafik hubungan penambahan zat aditif terhadap mampu ambruk pasir cetak.....	7
Gambar 2.5	Pasir silika.....	11
Gambar 2.6	Bentuk butir-butir pasir cetak.....	12
Gambar 2.7	Pengaruh kadar air dan kadar lempung terhadap kekuatan.....	14
Gambar 2.8	Pengaruh kadar air dan bentonit pada kekuatan pasir cetak.....	14
Gambar 2.9	Abu serbuk kayu.....	17
Gambar 2.10	Pola tunggal.....	18
Gambar 2.11	Pola belahan.....	18
Gambar 2.12	Pola belahan banyak.....	19
Gambar 2.13	Bagian-bagian sistem saluran.....	20
Gambar 2.14	Bentuk <i>sprue</i>	21
Gambar 2.15	Pengalir.....	22
Gambar 2.16	Saluran masuk.....	22
Gambar 2.17	<i>Sprue area</i>	25
Gambar 2.18	<i>Wall base area</i>	26
Gambar 2.19	<i>Gate</i> dan <i>runner area</i>	26
Gambar 2.20	Cacat porositas.....	27
Gambar 2.21	Mekanisme <i>degassing</i> dengan rotor yang berputar.....	29

Gambar 2.22 Cacat penyusutan (<i>shrinkage</i>) .	29
Gambar 2.23 Cacat inklusi pasir	31
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	35
Gambar 3.2 Dimensi spesimen pengujian permeabilitas dan pengujian tekan	39
Gambar 3.3 Cetakan pasir standar	39
Gambar 3.4 Mesin uji permeabilitas (<i>permeability meter</i>).....	39
Gambar 3.5 <i>Universal sand strength machine</i>	40
Gambar 3.6 Pola spesimen uji porositas.....	42
Gambar 3.7 <i>Bottom gating system</i>	43
Gambar 3.8 <i>Sprue area</i>	44
Gambar 3.8 <i>Well base</i>	45
Gambar 3.9 <i>Runner Area</i>	45
Gambar 3.10 <i>Ingate</i>	46
Gambar 3.11 Dimensi cetakan	47
Gambar 4.1 Pola spesimen uji porositas dan pola sistem saluran	51
Gambar 4.2 Cetakan spesimen pasir	52
Gambar 4.5 Pembuatan spesimen cetakan pasir	53
Gambar 4.6 Alat uji pasir cetak	53
Gambar 4.7 Pemasangan penutup udara untuk kalibrasi	54
Gambar 4.8 Proses pengujian permeabilitas ..	55
Gambar 4.9 Pengujian kekuatan tekan	55
Gambar 4.10 Pembuatan cetakan bagian <i>drag</i>	56
Gambar 4.11 Pembuatan cetakan bagian kup .	57
Gambar 4.12 (a) Pelepasan pola (b) Proses Pengeringan(c) Pembuatan <i>pouring basin</i>	58
Gambar 4.13 Proses peleburan logam	58
Gambar 4.14 (a) Proses penuangan logam (b) Logam cair yang sudah dituang	

ke dalam cetakan	59
Gambar 4.15 Proses pembongkaran Pengamatan pasir	59
Gambar 4.16 Pengukuran porositas	60
Gambar 6.1 Grafik pengaruh penambahan abu kayu terhadap permeabilitas pasir cetak	67
Gambar 6.2 Grafik pengaruh penambahan abu kayu terhadap kekuatan tekan pasir cetak	68
Gambar 6.3 Daerah pasir terpengaruh panas .	70

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengecoran logam merupakan salah satu teknik pembentukan logam yang banyak digunakan. Metode pengecoran yang sering digunakan adalah metode cetakan pasir. Hasil dari pengecoran menggunakan cetakan pasir banyak ditemukan cacat. Cacat dapat mempengaruhi kualitas benda hasil coran. Salah satu faktor penyebab terjadinya cacat coran adalah komposisi pasir cetak. Komposisi pasir cetak terdiri dari pasir silika sebagai bahan utama, bentonit sebagai pengikat dan air sebagai pelarut. Selain itu pada pasir cetak dapat ditambahkan zat aditif seperti gula tetes, *water glass*, tepung grafit dan abu sekam yang berfungsi untuk memperbaiki kualitas pasir cetak sehingga dapat memperbaiki kualitas benda hasil pengecoran.

Kekuatan tekan, permeabilitas dan ketahanan pasir cetak terhadap logam cair adalah hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan cetakan pasir. Nilai kekuatan tekan dan permeabilitas harus seimbang. Apabila nilai kekuatan tekan terlalu tinggi maka permeabilitas akan semakin menurun sehingga menyebabkan cacat pada hasil coran terutama cacat porositas. Apabila nilai kekuatan tekan kurang, maka cetakan akan mudah rusak pada saat proses pembuatan. Selain itu ketahanan pasir terhadap logam cair juga dapat berpengaruh terhadap benda hasil pengecoran karena ketahanan yang rendah menyebabkan kerusakan pada dinding rongga cetak saat proses penuangan logam cair.

Serbuk kayu yang berasal dari limbah pabrik pengolahan kayu, banyak dimanfaatkan kembali oleh industri skala kecil dan masyarakat sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah atau LPG. Sisa hasil pembakaran serbuk kayu adalah berupa abu serbuk kayu. Sampai saat ini abu serbuk kayu masih jarang dimanfaatkan. Pemanfaatan kembali abu serbuk kayu akan menambah nilai ekonomisnya.

Penelitian sebelumnya mengenai penambahan zat aditif adalah dengan menambahkan 2% *fly ash* pada pasir cetak dapat meningkatkan kekuatan tekan pada pasir cetak hingga 11,4% dibandingkan tanpa penambahan *fly ash*. Penelitian yang lain menjelaskan bahwa penambahan zat aditif berupa *fly ash*, *coconut shell* dan *tamarind powder* sebesar 1% pada komposisi cetakan pasir dapat meningkatkan permeabilitas dan kekuatan tekan pasir cetak[2]. Oleh karena itu pada penelitian ini akan digunakan abu serbuk kayu meranti sebagai bahan tambah pada pasir cetak.

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penambahan abu serbuk kayu meranti ke dalam pasir cetak terhadap karakteristik pasir cetak dan cacat porositas hasil pengecoran aluminium 6061.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian tentang penambahan abu serbuk kayu meranti pada pasir cetak ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh penambahan abu serbuk kayu terhadap kekuatan tekan, permeabilitas dan ketahanan pasir cetak.
2. Mengetahui pengaruh penambahan abu serbuk kayu terhadap cacat porositas hasil coran aluminium 6061.

1.4 Batasan Masalah

Asumsi dan batasan dalam penelitian ini yang berfungsi untuk menyederhanakan permasalahan dan lebih memfokuskan arah penelitian adalah sebagai berikut :

1. Pasir cetak memiliki komposisi dan permeabilitas yang seragam (homogen).
2. Logam cair dianggap sebagai *Newtonian Fluid*.
3. Temperatur logam cair pada saat penuangan dianggap sama.
4. Temperatur pada ruangan dianggap konstan.

5. Waktu penuangan dianggap konstan.
6. Sistem saluran dianggap optimal sesuai *American Foundrymen's Society* (AFS).
7. Logam cair tidak dilakukan proses *degassing*.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan teori dan teknologi pasir cetak sehingga dapat digunakan oleh industri pengecoran logam terutama yang berbahan baku logam aluminium.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

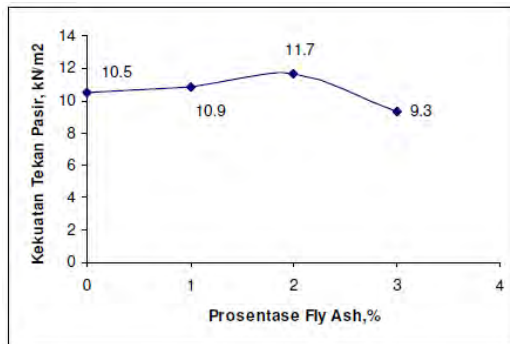
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian ini mengacu pada beberapa penelitian tentang pasir cetak. Pada sub bab ini akan ditampilkan beberapa hasil penelitian terdahulu yang dijadikan dasar pertimbangan dalam melakukan penelitian tugas akhir ini antara lain.

1. Penelitian Soejono Tjitro

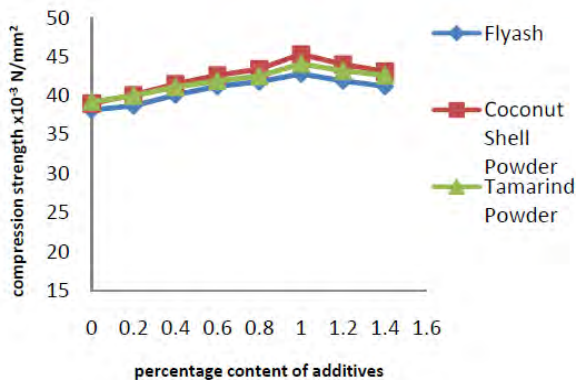
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *fly ash* terhadap kekuatan tekan pasir cetak. Persentase *fly ash* semakin bertambah seiring dengan pengurangan persentase bentonit. Penambahan 2% *fly ash* pada komposisi pasir cetak dengan 6% bentonit, 5% air dan sisanya terdiri dari pasir silika meningkatkan kekuatan tekan sebesar 11,4 % dibandingkan komposisi pasir cetak tanpa penambahan *fly ash* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1. Setelah penambahan *fly ash* diatas 2% nilai kekuatan tekan pasir cetak kembali turun[1].



Gambar 2.1 Grafik pengaruh penambahan *fly ash* terhadap kekuatan tekan pasir cetak[1]

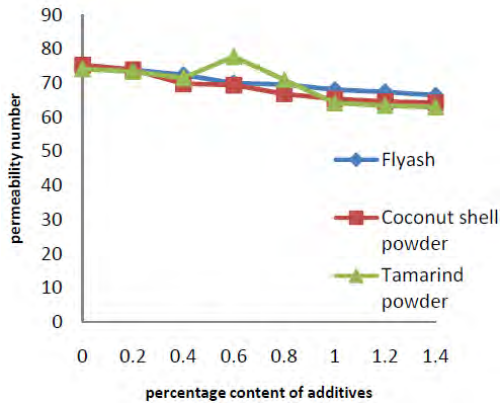
2. Penelitian Tataram

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan zat aditif berupa *fly ash*, *coconut shell powder* dan *tamarind powder* ke dalam pasir cetak. Setelah dilakukan penambahan ketiga zat tersebut pada pasir cetak dan dilakukan pengujian. Didapatkan hasil bahwa penambahan zat aditif *fly ash* sebesar 1% meningkatkan kekuatan tekan pasir cetak. Hasil yang sama juga terlihat pada penambahan 1% *coconut shell powder* dan 1% *tamarind powder* dimana pasir cetak akan mencapai kekuatan tekan maksimum seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2. Penambahan zat aditif diatas 1% kembali menurunkan kekuatan tekan pasir cetak.



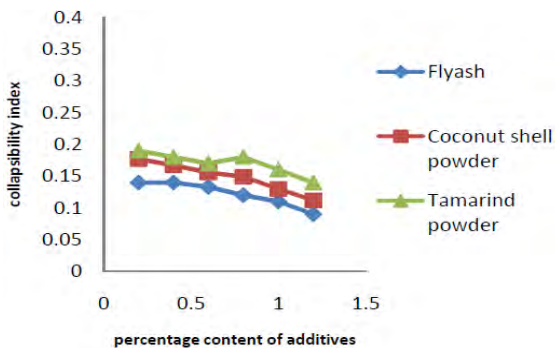
Gambar 2.2 Grafik hubungan penambahan zat aditif terhadap kekuatan tekan pasir cetak[2]

Hasil pengujian permeabilitas menunjukkan bahwa permeabilitas maksimum didapatkan dengan cara penambahan zat aditif. Dari gambar 2.3 dapat dilihat bahwa penambahan zat aditif antara 0,8% - 1 % dapat meningkatkan permeabilitas hingga batas tertentu.



Gambar 2.3. Grafik pengaruh penambahan zat aditif terhadap permeabilitas pasir cetak[2]

Hasil pengujian kemampuan ambruk pasir cetak menyatakan bahwa dengan semakin meningkatnya persentase penambahan zat aditif akan menurunkan kemampuan ambruk pasir cetak seperti terlihat pada gambar 2. 4.



Gambar 2.4 Grafik hubungan penambahan zat aditif terhadap kemampuan ambruk pasir cetak[2]

3. Penelitian Bayu Aditya

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar air terhadap permeabilitas pasir cetak dan cacat porositas hasil pengecoran aluminium. Pasir yang digunakan adalah jenis pasir silika dengan pengikat bentonit variasi kadar air sebesar 4,5% dan 3,5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air pada cetakan pasir dengan pengikat bentonit akan menurunkan nilai permeabilitas pasir cetak dan meningkatkan persentase porositas pada aluminium hasil pengecoran. Hal ini dikarenakan air bereaksi dengan logam cair saat penuangan sehingga membentuk gelembung gas dan masuk ke dalam logam cair. Air yang tidak bereaksi dengan logam cair akan menutup rongga-rongga antara butiran pasir sehingga udara yang terdapat pada rongga cetak akan sulit keluar. Hal ini yang menyebabkan persentase meningkat [3].

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Aluminium

Aluminium merupakan logam *non ferro* yang memiliki sifat ringan dan tahan karat. Aluminium dipakai sebagai paduan berbagai logam murni. Kekuatan tensil Aluminium murni adalah 90 MPa, sedangkan Aluminium paduan memiliki kekuatan tensil berkisar 200-600 MPa. Aluminium memiliki berat sekitar satu pertiga baja, mudah ditekuk, diperlakukan dengan mesin, dicor, ditarik (*drawing*), dan diekstrusi. Aluminium mempunyai kekuatan tarik dan kekerasan yang rendah. Oleh sebab itu banyak dilakukan rekayasa terhadap aluminium untuk memperoleh sifat unggul yang lebih baik.[4]

Paduan aluminium diklasifikasikan dengan pemberian kode atau nomor seri. Kode tersebut dimaksudkan untuk menunjukkan jenis dan komposisi utama pada aluminium paduan. Adapun unsur utama yang digunakan sebagai tambahan pada aluminium paduan antara lain Cu, Si, Mg, Zn, Tin (Sn), dan unsur lain seperti Mn, Ti, Ni dan Fe. Berdasarkan standar AA (Aluminium Association) komposisi utamanya

penomoran pada kode aluminium ditulis dengan kode empat angka, (xxxx) untuk jenis wrought-aluminium alloy dan (xxx.x) untuk *cast-aluminium alloy*. Daftar seri aluminium paduan dapat dilihat pada table 2.1.

Tabel 2.1 Daftar seri paduan aluminium[5]

Seri	Unsur Paduan Utama
1xxx	≥ 99,000% Aluminium
2xxx	Tembaga / <i>Copper</i> (Cu)
3xxx	Mangan (Mn)
4xxx	Silikon (Si)
5xxx	Magnesium (Mg)
6xxx	Magnesium dan Silikon
7xxx	Seng (Zn)
8xxx	Unsur lain

(*American Society for Metal*)

Paduan aluminium seri 6061 adalah paduan antara aluminium dengan magnesium dan silikon. Paduan ini adalah salah satu material yang banyak penerapannya pada industri karena memiliki keunggulan pada sifat kemampuan pemesinan yang baik, penyelesaian permukaan sempurna, kekuatan yang tinggi dan ringan serta tahan terhadap korosi[5]. Aluminium seri ini mempunyai massa jenis sebesar $2,7 \text{ gr/cm}^3$ dan titik lebur 652° C . Penggunaan aluminium seri ini sangat luas diantaranya adalah sebagai komponen pembuatan pesawat terbang, kamera, komponen elektronik, *hardware*, piston hidrolik dan katup.[6]

2.2.2 Pasir cetak

Pasir Cetak adalah pasir yang dibuat untuk membuat cetakan. Pasir cetak harus memiliki sifat- sifat antara lain :

- a. Mempunyai sifat mampu bentuk sehingga mudah dalam pembuatan cetakan dengan kekuatan yang cocok.

Cetakan yang dihasilkan harus kuat sehingga tidak rusak saat dipindah-pindah. Selain itu cetakan harus dapat menahan logam cair saat proses penuangan ke dalam rongga cetak. Karena itu kekuatan pada temperatur kamar dan temperatur pada saat penuangan harus diperhatikan.

- b. Permeabilitas yang cocok. Permeabilitas merupakan kemampuan pasir cetak untuk mengalirkan udara pada saat proses pengecoran. Permeabilitas yang kurang baik akan menyebabkan cacat gelembung gas atau porositas, dan kekasaran permukaan. Secara umum apabila kadar air di dalam cetakan terlalu tinggi maka akan menurunkan nilai permeabilitas dikarenakan rongga-rongga yang berada di sekitar butiran pasir akan diisi oleh air. Nilai permeabilitas yang semakin menurun menyebabkan persentase porositas pada logam hasil coran semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena udara yang berada di dalam rongga cetak lebih sulit keluar dan bereaksi dengan logam cair, sehingga udara yang terlarut di dalam logam cair bertambah banyak. Udara ini akan terperangkap ketika logam cair mulai membeku dan menyebabkan terjadinya cacat porositas[13]. Permeabilitas yang sesuai untuk pengecoran aluminium dengan menggunakan cetakan kering adalah berkisar antara 100-150 cm³/menit.[15]
- c. Distribusi besar butir yang cocok. Permukaan akan halus apabila benda coran dibuat dengan cetakan yang berbutir halus, tetapi apabila butir pasir terlalu halus, gas dicegah keluar sehingga menyebabkan terjadinya cacat porositas.
- d. Tahan terhadap temperatur logam yang dituang. Temperatur penuangan logam bermacam-macam tergantung jenis logam. Pasir cetak dan pengikatnya harus memiliki derajat tahan api terhadap temperatur tinggi. Pasir cetak yang memiliki ketahanan pasir yang

baik akan menghasilkan permukaan hasil coran yang semakin halus.

- e. Mampu dipakai lagi dan murah. Pasir cetak harus mampu dipakai lagi agar lebih ekonomis

2.2.2.1 Macam-macam pasir cetak

Pasir cetak yang umum digunakan adalah pasir gunung, pasir pantai, pasir sungai dan pasir silika (pasir kuarsa). Beberapa dari pasir tersebut ada yang langsung dapat dipakai tetapi ada yang harus dipecah-pecah dulu sehingga ukuran butirannya sesuai. Jika kadar tanah liatnya kurang mencukupi dapat ditambahkan bahan pengikat seperti bentonit atau resin sehingga daya ikatnya lebih baik.

Pasir gunung yang mengandung lempung dapat langsung dipakai setelah dicampur air. Pasir dengan kadar lempung 10-20 % dapat dipakai begitu saja. 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 dipakai setelah pencampuran. Pasir silika (gambar 2.5) atau dikenal dengan silikon dioksida (SiO_2) merupakan senyawa yang banyak ditemui dalam bahan galian yang disebut pasir kuarsa, terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan [12].



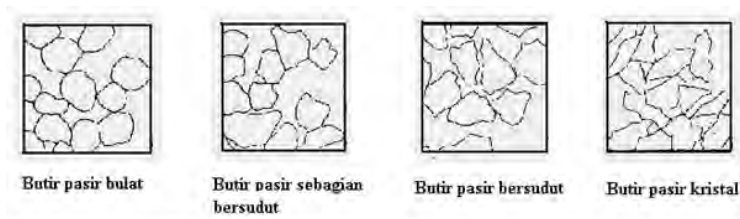
Gambar 2.5 Pasir silika

2.2.2.2 Susunan pasir cetak

Pasir cetak terdiri dari beberapa susunan sebagai berikut.

1. Bahan baku pasir

Pasir cetak yang paling sering dipergunakan adalah pasir gunung berasal dari gunung berwarna cenderung hitam, pasir pantai berasal dari pantai laut berwarna coklat agak kehitaman, pasir sungai berasal dari sungai berwarna kehitaman, dan pasir silika berasal dari persediaan alam berwarna kekuningan.



Gambar 2.6 Bentuk butir-butir pasir cetak[7]

Bentuk butir pasir ada yang bulat, sebagian bersudut, bersudut, dan berkrystal pada gambar 2.6, pasir dengan butiran yang bulat baik sebagai bahan pasir cetak, karena diperlukan jumlah bahan pengikat yang sedikit untuk memperoleh kekuatan dan permeabilitas tertentu serta memiliki sifat alir yang baik sekali. Sebaliknya pasir berbutir kristal kurang baik karena ketahanan api dan permeabilitasnya buruk.

2. Bahan pengikat

Bahan pengikat digunakan untuk mengikat butiran pasir cetak satu dengan lainnya. Beberapa macam bahan pengikat cetakan pasir antara lain:

- a. Pasir cetak dengan pengikat lempung. Jenis lempung yang umum dipakai adalah bentonit. Komposisi campurannya adalah: Pasir kuarsa, Bentonit 7,5 – 9,1 %, Air 3,7– 4,5 %.

- b. Pasir cetak berpengikat semen adalah bahan pasir cetakan yang dapat mengeras sendiri dengan komposisi: Pasir kuarsa (dapat menggunakan pasir bekas) 85 – 88%, Semen 6 – 12 %, Air 4 – 8 %. Dapat pula ditambahkan bahan pengeras seperti gula tetes atau kalsium klorida sebanyak 50 – 100 % dari jumlah semen. Pasir cetak jenis ini biasanya digunakan pada pembuatan benda berukuran cukup besar. Pematatannya cukup menggunakan tangan.
- c. Pasir cetak dengan pengikat resin furan atau fenol komposisinya adalah: Pasir kuarsa 90 %, Resin Furan atau Fenol 0,8 – 1,2 %, dengan bahan pengeras asam fosfat (H_3PO_4) untuk resin furan sedangkan pengeras untuk resin fenol adalah asam Tolualsulfon (PTS).

3. Bahan tambah

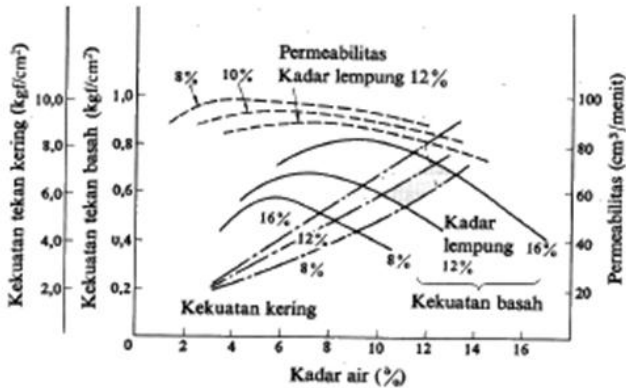
Campuran pasir cetak ditambah pula dengan bahan tambah seperti: tetes gula, dekstrin/kanji, atau tepung grafit. Tidak ada ketentuan pasti mengenai komposisi campuran pasir cetak, dikarenakan banyak variabel lain yang sangat berkaitan satu dan lainnya.

2.2.2.3 Sifat- sifat pasir cetak

Pasir cetak memiliki beberapa jenis sifat diantaranya sebagai berikut.

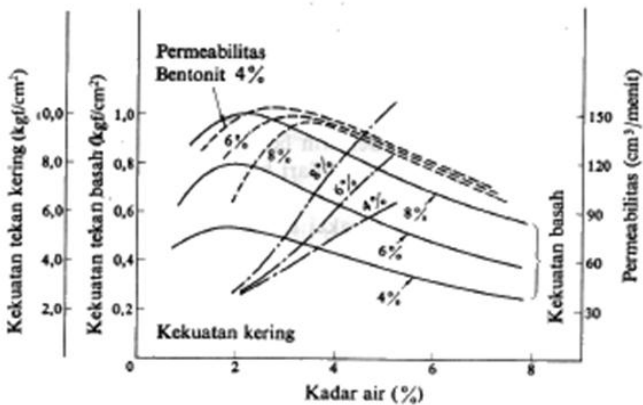
1. Sifat pasir cetak basah

Sifat pasir dalam keadaan basah berhubungan dengan kemudahan dalam pembuatan cetakan. Sifat pasir cetak basah sangat dipengaruhi bahan pengikat dan kadar air yang terkandung di dalamnya. Pada saat pembuatan cetakan, kadar air harus tepat agar cetakan yang dibuat tidak mudah pecah. Kadar air yang ada dalam pasir cetak akan mempengaruhi permeabilitas cetakan. Pengaruh kadar air dan kadar lempung pada pasir cetak dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Pengaruh kadar air dan kadar lempung terhadap kekuatan[7]

Demikian juga cetakan pasir dengan pengikat bentonit. Pengaruh kadar air dan bentonit terhadap kekuatan pasir cetak dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Pengaruh kadar air dan bentonit pada kekuatan pasir cetak[7]

2. Sifat- sifat kering

Sifat pasir cetak kering berkaitan dengan kekuatan pasir cetak dan permeabilitas pasir cetak setelah cetakan

dikeringkan. Hal ini diperlukan untuk mendapatkan kekuatan pasir cetak setelah kering. Kadar air dan bahan pengikat akan mempengaruhi kekuatan pasir cetak saat kering. Pengaruh kadar air dan bahan pengikat terhadap kekuatan pasir cetak dalam keadaan kering dapat dilihat pada gambar 2.7 dan 2.8

3. Sifat penguatan oleh udara

Perubahan kekuatan pasir cetak selama pengeringan dari kondisi pasir cetak basah menjadi kering disebut dengan sifat penguatan oleh udara. Penguatan ini dikarenakan adanya penguapan dan pergerakan air dalam pasir cetak yang dapat memperkeras pasir cetak. Kenaikan kekerasan tergantung pada sifat campuran pasir, cara pemadatan dan kondisi disekitar pasir cetak (temperatur udara luar dan kelembaban).

4. Sifat-sifat panas

Kemampuan pasir cetak untuk menahan cairan logam panas saat dituangkan disebut sebagai sifat-sifat panas cetakan pasir. Sifat-sifat ini meliputi : sifat muai pasir, ketahanan pasir menahan benturan logam cair, dan sifat pasir yang tidak berubah pada saat dikenai logam panas. Suatu balok pasir cetak pada suatu keadaan pada permukaan memuai cepat dan selanjutnya perlahan-lahan dapat mencapai harga maksimum. Volume maksimum akan menjadi lebih besar saat temperatur lebih tinggi. Pasir dengan butir-butir halus membutuhkan waktu lebih lama untuk mencapai volume maksimum. Pemuaiian panas berubah sesuai dengan jenis pasir cetak. Pasir pantai dan pasir gunung mempunyai pemuaiian panas yang lebih kecil dibandingkan pasir silika. Cetakan harus tahan terhadap tekanan dari aliran logam cair dalam keadaan panas. Kekuatan panas dipengaruhi oleh kadar tanah lempung, distribusi butir dan berat jenis. Apabila kadar lempung dibuat tetap , kekuatan ikat bertambah apabila besar butir semakin kecil.

5. Sifat-sifat sisa

Sifat-sifat sisa pasir cetak berhubungan dengan sifat pasir setelah penuangan. Pada saat pembongkaran pasir sebaiknya memiliki sifat mampu ambruk yang baik sehingga mudah untuk dibersihkan dari proses pembersihan. Selain itu

untuk menghemat penggunaan pasir hendaknya dapat diolah untuk digunakan kembali. Sifat mampu ambruk dari pasir cetak berarti bahwa cetakan dengan mudah dapat rontok dan pasir cetak mudah dibersihkan dari permukaan benda hasil pengecoran.

2.2.3 Abu serbuk kayu

Abu serbuk kayu merupakan hasil pembakaran dari serbuk kayu. Kandungan yang terdapat pada abu serbuk kayu adalah terdiri dari kalsium, magnesium, aluminium, sodium, potassium, fosfor, seng, mangan, besi, tembaga dan silikon [11]. Penambahan abu dapat meningkatkan ketahanan pasir cetak sehingga memperbaiki kualitas hasil pengecoran, namun dapat menurunkan nilai permeabilitas pasir cetak.

Batubara merupakan hasil endapan kayu-kayu busuk sejak berjuta-juta tahun yang lalu. Kayu dan batubara memiliki kesamaan karakteristik. Sehingga hasil pembakaran kayu (abu serbuk kayu) dan batu bara (*fly ash*) mempunyai senyawa kimia yang hampir sama yaitu sebagian besar terdiri dari terdiri dari CaO , Al_2O_3 dan SiO_2 [14]. Dimana abu serbuk kayu dan *fly ash* sering digunakan untuk bahan tambahan beton yang bertujuan untuk meningkatkan kepadatan beton dan meningkatkan kekuatan tekannya. Pada proses pengecoran logam, penambahan 1%-2% abu bertujuan untuk meningkatkan kehalusan permukaan benda hasil pengecoran [16]. Abu serbuk kayu yang ditunjukkan pada gambar 2.9 mempunyai beberapa sifat seperti pada tabel 2.2



Gambar 2.9 Abu serbuk kayu

Tabel 2.2 Sifat-sifat dari hasil pembakaran serbuk kayu[8]

Kerapatan	0,45 gr/cm ³
Porositas	70%
Sifat-sifat kekuatan	Kekuatan pemampatan 26 N/mm ²
Kandungan karbon	80-90%

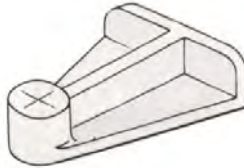
2.2.4 Pola cetakan

Pola sangat diperlukan dalam pengecoran, dapat digolongkan menjadi pola logam maupun dan pola kayu. Pola logam dipergunakan agar dapat menjaga ketelitian ukuran benda coran terutama dalam masa bendasi sehingga unsur pola bisa lebih lama dan bendativitas lebih tinggi. Sedangkan pola kayu lebih mudah dibuat dan biaya pembuatan relatif lebih murah.

Pola mempunyai berbagai macam bentuk. Pada pemilihan macam pola harus diperhatikan bendativitas, kualitas coran dan harga pola. Pola pejal adalah pola yang biasa dipakai yang bentuknya hampir serupa dengan bentuk coran. Pola ini dibagi menjadi beberapa macam antara lain :

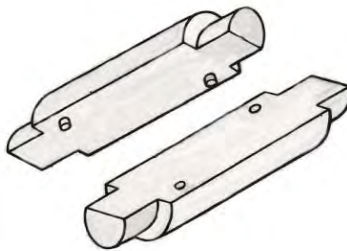
- a) Pola tunggal biasanya dibentuk serupa dengan corannya dan bentuk lebih sederhana, kadang- kadang dibuat juga

menjadi satu dengan telapak inti seperti yang ditunjukkan gambar 2.10 berikut.



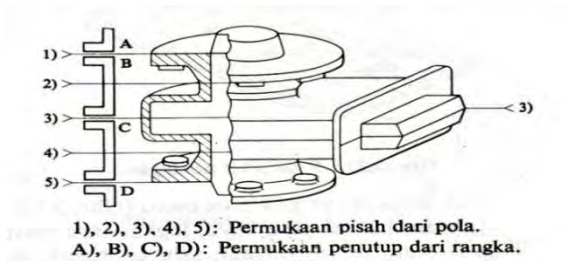
Gambar 2.10 Pola tunggal[7]

- b) Pola belahan ini dibelah ditengah untuk memudahkan pembuatan cetakan. Biasanya pola ini dipakai bila bentuknya berupa silinder.



Gambar 2.11 Pola belahan[7]

- c) Pola belahan banyak dimana dalam hal ini pola dibagi menjadi tiga belah atau lebih untuk memudahkan penarikan dari cetakan dan untuk penyederhanaan pemasangan inti



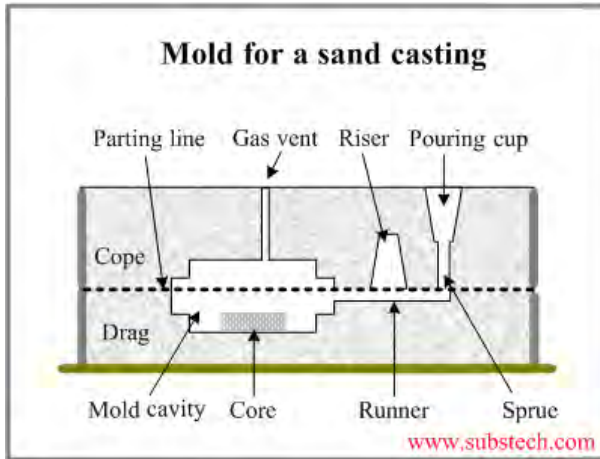
Gambar 2.12 Pola belahan banyak[7]

2.2.5 Sistem saluran (*gating system*)

Secara garis besar sistem saluran didefinisikan sebagai jalan masuk atau saluran bagi logam cair yang dituangkan dari ladle menuju ke dalam rongga cetakan. Pada umumnya sistem saluran dirancang untuk mengisi cetakan secepat mungkin dan tidak menimbulkan terjadinya turbulensi. Sistem saluran mempunyai fungsi utama yang dijelaskan seperti di bawah ini:

1. Mengurangi turbulensi pada aliran logam cair ketika melalui sistem saluran dan menuju ke rongga cetakan.
2. Menghilangkan udara dan gas yang terjebak di dalam logam.
3. Mengurangi kecepatan dari aliran logam ketika melalui sistem saluran dan masuk ke rongga cetakan.
4. Mengikuti cetakan agar diisi secara cukup cepat untuk mencegah pembekuan terlalu dini dan menghasilkan cacat coran.
5. Berperan dalam membentuk gradien temperatur yang tepat untuk menghasilkan pembekuan langsung di dalam pengecoran.

Sistem saluran dari proses pengecoran mempunyai bagian-bagian seperti pada gambar 2.13 berikut.



Gambar 2.13 Bagian-bagian sistem saluran[16]

Masing-masing bagian pada sistem saluran adalah untuk memungkinkan logam cair dapat mengisi rongga cetak secepat mungkin dengan meminimalkan terjadinya turbulensi serta menyediakan logam cair yang cukup selama proses solidifikasi dan mencegah cacat. Selain itu, sistem saluran harus didesain untuk menangkap kotoran dan terak selama proses penuangan. Berikut ini adalah beberapa penjelasan mengenai bagian-bagian dari sistem saluran.

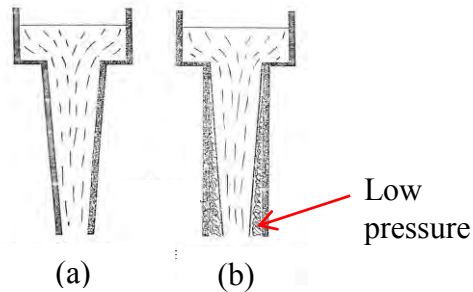
1. Cawang tuang (*Pouring basin*)

Cawang Tuang merupakan bagian yang menerima cairan logam langsung dari ladle. Berbentuk corong atau cawan dengan saluran turun dibawahnya. Cawan tuang tidak boleh terlalu dangkal sebab hal itu bisa menyebabkan pusaran karena bentuk dari cawan tuang itu sendiri sehingga timbul terak atau kotoran yang terapung pada logam cair.

2. Saluran turun (*Sprue*)

Saluran turun adalah saluran pertama cairan logam dari cawang tuang kedalam pengalir dan saluran masuk. Saluran turun dibuat lurus dan tegak dengan irisan berupa lingkaran. Saluran turun berbentuk *straight sprue* seperti pada gambar

2.14(b) akan membentuk olakan pada logam cair dan aliran jatuh bebas dimana di daerah yang bertekanan rendah kemungkinan akan menyebabkan penghisapan udara dan gas yang akan dijerat dalam aliran logam cair. Sehingga kemungkinan adanya cacat rongga udara. Selain itu akibat aliran jatuh bebas tersebut mengakibatkan pasir cetak menjadi rontok dan terbawa oleh logam cair. Bentuk saluran turun yang baik ditunjukkan pada gambar 2.14a.



Gambar 2.14 Bentuk sprue[7]: a) *Tapered sprue*
b) *Straight sprue*

3. Saluran turun dasar (*sprue base*)

Saluran turun dasar adalah sprue bagian dasar dimana luasan bagian dasarnya diperluas, biasanya berbentuk silinder atau segi empat yang berfungsi untuk memerangkap kotoran pada aliran logam cair dan mengurangi energi kinetik yang jatuh bebas yang mengakibatkan aliran turbulen. Biasanya pemilihan bentuk dari *sprue base* adalah silindris karena mudah dibuat dari pada bentuk yang lain.

4. Pengalir (*Runner*)

Pengalir adalah saluran yang membawa logam cair dari saluran turun menuju rongga cetak. Pengalir biasanya mempunyai irisan seperti trapesium atau setengah lingkaran dikarenakan irisan yang demikian mudah dibuat pada permukaan pemisah (*parting line*). Menurut *American*

Foundrymen's Society (AFS) untuk pemasangan pengalir diletakan di posisi drug dan saluran masuk (*ingate*) di letakan di kup, sehingga apabila terdapat pasir yang rontok diharapkan mengendap di dasar pengalir dan yang masuk kerongga cetak adalah aliran logam cair yang bersih. Bentuk dari *runner* ditunjukkan pada gambar 2.15.



Wide Shallow Runner



Square Runner

Gambar 2.15 Pengalir

5. Pengalir Tambahan (*runner extention*)

Pengalir tambahan adalah bagian pengalir yang diperpanjang yang berfungsi untuk merangkap kotoran dari logam cair akibat erosi dinding cetakan karena aliran turbulen dan kotoran saat penuangan.

6. Saluran Masuk (*Ingate*)

Saluran masuk adalah saluran untuk mengisikan logam cair dari saluran pengalir kedalam rongga cetakan. Saluran ini dibuat dengan irisan yang lebih kecil dari pada irisan pengalir agar dapat mencegah kotoran masuk kedalam rongga cetakan. Saluran ini terdiri dari satu atau lebih saluran masuk dalam sistem saluran yang direncanakan. Bentuk *straight* sering dipilih karena mudah dibuat, tetapi peletakannya diatas pengalir (*runner*). Gambar 2.16 merupakan gambar macam-macam saluran masuk (tampak atas).



(a)

(b)

(c)

Gambar 2.16 Saluran masuk

(a) *streamlined* (b) *modified straight* (c) *straight*

2.2.6 Sistem saluran menurut standar *American Foundrymen's Society (AFS)*

Berdasarkan *American Foundrymen's Society (AFS)* sistem saluran yang optimal dapat dibuat berdasarkan ketentuan sebagai berikut[10]:

1. Sistem saluran menggunakan sistem tanpa tekanan dimana perbandingan antara luasan saluran turun : pengalir : saluran masuk adalah 1 : 4 : 4
2. Saluran turun yang digunakan adalah saluran turun yang meruncing dengan bagian bawah saluran turun mengecil merupakan luasan penyempitan.
3. Menggunakan cawan tuang.
4. *Sprue Base* digunakan untuk menyerap energi kinetik yang jatuh dari saluran turun.
5. Pengalir diletakkan di *drag* dan saluran masuk di *cup*.
6. Perpanjangan pengalir digunakan untuk menjebak slag atau pengotor dari logam cair.

2.2.7 Merancang sistem saluran

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 terbentuknya aliran turbulen sangat dihindari. Aliran turbulen pada sistem saluran dapat mengakibatkan terbentuknya daerah yang bertekanan lebih rendah sehingga akan menyebabkan terjebaknya udara atau gas dalam coran.

Pada perhitungan sistem saluran dibutuhkan beberapa data awal yang akan digunakan untuk menentukan dimensi sistem saluran. Secara matematis perhitungan sistem saluran antara lain:

Menghitung volume pola (V). Gunakan gambar pola ataupun ukuran dari pola yang sudah disertai toleransi

- a) ukuran serta penambahan untuk penyusutan, penyelesaian mesin, dan kemiringan pola.
 b) Menghitung berat benda coran (w) dengan menggunakan rumus:

$$w = \rho \cdot V \quad (\text{persamaan 2.1})$$

Dengan massa jenis aluminium 6061 adalah $2,7 \text{ gr/cm}^3$

- c) Menghitung waktu tuang (t) untuk coran dapat dihitung dengan menggunakan rumusan berikut:

$$t = K_1 \sqrt{w} \quad (\text{persamaan 2.2})$$

Dimana : K = Konstanta

t = Waktu tuang (detik)

w = Berat benda coran (lb)

Nilai konstanta K bervariasi dari 1,8 sampai 2.

- d) Menentukan *Choke Area* (A_B) dapat dihitung berdasarkan rumusan:

$$A_B = \frac{w}{d \cdot t \cdot c \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}} \quad (\text{persamaan 2.3})$$

Dimana:

A_B = Luasan penyempitan *Choke Area* (mm^2)

w = Berat coran (gr)

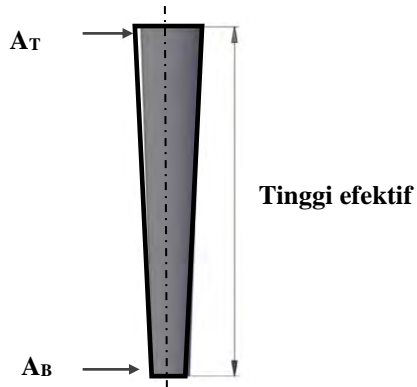
ρ = Densitas logam cair (gr / cm^3)

t = Waktu penuangan (detik)

H = Ketinggian efektif saluran turun (cm)

g = Percepatan gravitasi (981 cm/det^2)

c = Faktor efisiensi dari saluran turun (0,88)



Gambar 2.17 Sprue area

- e) Menentukan *Area of the Top of Sprue* (A_T) dapat dihitung dengan rumusan:

$$A_T = A_B \sqrt{\frac{H}{b}} \quad (\text{persamaan 2.4})$$

Dimana :

A_B = Choke Area (mm^2)

b = Kedalaman logam pada cawan tuang (mm)

- f) Menghitung Saluran Turun Dasar (*Well Base*)

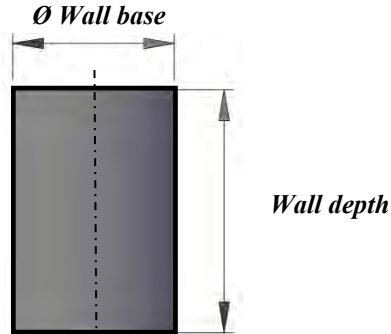
Perumusan *well base* sebagai berikut:

Well base = $5 \times A_B$ (Persamaan 2.5)

Well depth = $2 \times \text{kedalaman runner}$
(Persamaan 2.6)

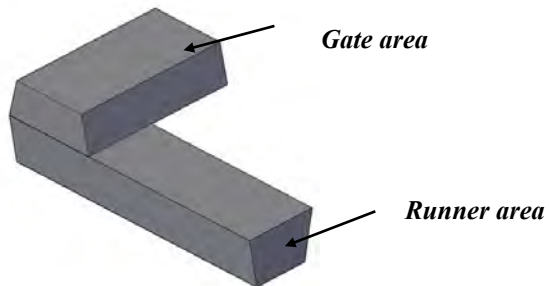
Dimana :

A_B = Choke Area (mm)



Gambar 2.18 *Wall base area*

- g) Menentukan Luasan Pengalir (*Runner Area*) dan luasan saluran masuk (*Gate Area*) dengan menggunakan rekomendasi AFS horizontal maka untuk menentukan luasan pengalir menggunakan perbandingan antara *choke area* : *runner area* : *gate area* = 1 : 4 : 4. Maka *runner area* sama dengan empat kali *choke area* dan *gate area* sama dengan empat kali *choke area*.



Gambar 2.19 *Gate dan runner area*

2.2.8 Cacat coran

Pada proses pengecoran banyak sekali adanya cacat pada benda. Apabila benda tersebut banyak terdapat cacat coran

maka banyak pula kerugian yang didapatkan, sehingga cacat tersebut harus di kurangi semaksimal mungkin.

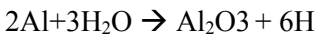
Beberapa faktor yang mempengaruhi cacat pada coran, misalnya desain sistem saluran yang kurang maksimal, waktu penuangan yang terlalu lama. Cacat-cacat tersebut biasanya berupa cacat penyusutan, porositas, salah alir, retakan, slag, dan inklusi pasir.

a. Cacat porositas

Salah satu cacat yang sering terjadi adalah cacat rongga udara (porositas). Cacat porositas dapat muncul sebagai lubang pada permukaan atau di dalam coran, terutama sedikit di bawah permukaan berupa rongga-rongga bulat seperti pada gambar 2.20. Porositas ini berasal dari gas hidrogen yang larut dan terperangkap selama proses pencairan dan penuangan. Bagian aluminium cair akan mereduksi uap air yang terdapat di dalam atmosfer[15]. Sumber-sumber gas berasal dari:

1. Gas yang berada di dalam tungku pembakaran atau *ladle* serta sisa dari bahan bakar seperti udara dan minyak.
2. Reaksi antara logam cair dan cetakan selama proses penuangan logam cair
3. Reaksi dengan dinding cetakan dan inti setelah proses penuangan logam cair.

Reaksi yang terjadi antara aluminium dengan uap air adalah sebagai berikut:



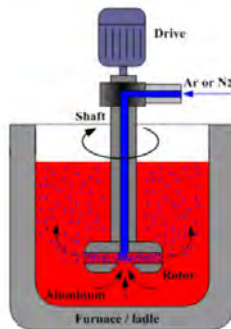
Gambar 2.20 Cacat porositas

Selama proses pembekuan, dengan menurunnya temperatur maka kelarutan hidrogen dalam aluminium semakin menurun. Hal ini menyebabkan hidrogen keluar dari sel satuan dan membentuk gelembung-gelembung H_2 . Sebagian gelembung-gelembung ini tidak sempat keluar dan tetap berada di dalam logam yang kemudian membentuk cacat porositas. Sebab utama dari cacat rongga udara adalah sebagai berikut :

- 1) Permeabilitas pasir cetak yang kurang cocok.
- 2) Lubang angin yang tidak memadai.
- 3) Cetakan yang kurang kering.
- 4) Terlalu banyak gas yang timbul dari cetakan.

Selain beberapa faktor diatas, faktor lain penyebab terjadinya cacat porositas adalah waktu penuangan logam yang terlalu lama sehingga logam cair akan bereaksi dengan kelembaban udara disekitarnya. Faktor aliran juga berpengaruh terhadap kelarutan gas dalam logam cair. Apabila aliran berbentuk turbulen maka udara yang berada disekitar logam cair akan masuk ke dalam aliran logam cair. Aliran yang baik adalah aliran yang berbentuk laminar.

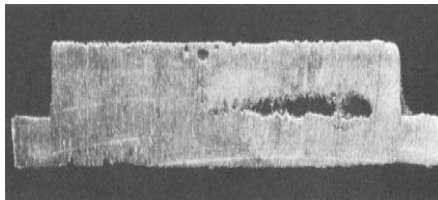
Salah satu cara untuk mengurangi kelarutan hidrogen dalam logam cair adalah dengan cara *degassing*. Proses ini dilakukan dengan cara memasukkan gas *inert* seperti nitrogen atau argon ke dalam logam cair melalui *nozzle*. Gas hidrogen akan berdifusi menjadi gelembung-gelembung[17]. Gelembung udara akan masuk ke dalam logam cair dan menyerap hidrogen. Hidrogen dalam logam cair akan berkurang secara perlahan-lahan. Gas inert yang dimasukkan ke dalam logam akan keluar melalui nozzle yang diputar oleh rotor sehingga partikel oksida menuju permukaan. Berikut ini gambar mekanisme *degassing*.



Gambar 2.21 Mekanisme *degassing* dengan rotor yang berputar

b. Cacat Penyusutan (*Shrinkage*)

Pada setiap pembuatan cetakan (*mould*) harus selalu memperhitungkan terjadinya penyusutan (*shrinkage*) setelah terjadi pembekuan. Hal itu terjadi karena adanya perubahan fase dari material cair menjadi padat sehingga akan terjadi perubahan volume. Jadi jika dibandingkan dengan ukuran pada rongga cetak, ukuran benda akan berbeda, yaitu ukurannya menjadi lebih kecil dibandingkan rongga cetaknya.



Gambar 2.22 Cacat penyusutan (*shrinkage*) [15]

Proses pembekuan logam cair dimulai dari bagian logam cair yang bersentuhan dengan dinding cetakan karena panas dari logam cair diambil oleh cetakan sehingga bagian logam yang bersentuhan dengan cetakan itu mendingin sampai titik beku. Selama proses pembekuan berlangsung, inti-inti kristal tumbuh. Bagian dalam coran mendingin lebih lambat

daripada bagian luarnya. Akibat adanya perbedaan kecepatan pembekuan.

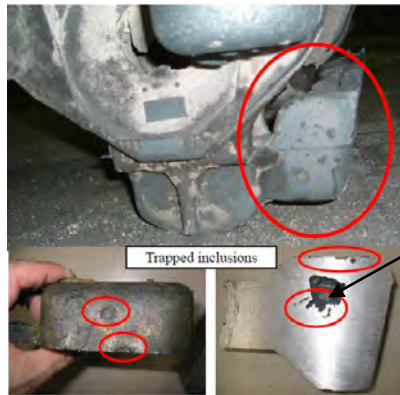
Cacat penyusutan (*shrinkage*) merupakan cacat pada coran berupa cekungan bila bentuk cetakan terbuka seperti pada gambar 2.22 dan berupa rongga bila bentuk cetakan tertutup dengan bentuk tidak beraturan dan permukaannya kasar yang terjadi karena penyusutan volume logam cair pada saat proses pembekuan dan tidak mendapatkan pasokan logam cair dari *riser*. Pada saat logam membeku, tiap bagian coran yang berbeda bentuknya memiliki kecepatan pembekuan yang berlainan sehingga cacat tersebut mudah terjadi pada bagian yang paling lambat membeku. Sebab-sebab adanya rongga penyusutan antara lain sebagai berikut:

- 1) Perencanaan dan pembuatan *riser* kurang sempurna .
- 2) Logam cair yang dioksidasi menyebabkan perbandingan penyusutan yang besar .
- 3) Ukuran leher *riser* yang tidak cukup.
- 4) Penempatan *riser* yang tidak tepat .
- 5) Perubahan yang mendadak dari ketebalan irisan menyebabkan sukarnya proses pengisian dari *riser*.
- 6) Terdapat bagian coran yang cekung terlalu tajam atau mempunyai radius terlalu kecil.

c. Cacat inklusi pasir

Inklusi pasir adalah cacat dimana pasir terbawa dalam coran dan cacat terjadi pada permukaan atau didalam coran, Penyebab cacat sebagai berikut :

- 1) Kurang penumbukan pada permukaan cetakan.
- 2) Ketahan yang kurang baik dari pasir cetak.
- 3) Perencanaan sistem saluran yang tidak sempurna
- 4) Tidak menggunakan cawang tuang



Inklusi pasir

Gambar 2.23 Cacat inklusi pasir

2.2.9 Pengujian Spesimen

Penelitian ini menggunakan beberapa pengujian antara lain.

1. Pengujian permeabilitas pasir cetak

Permeabilitas atau kemampuan alir gas adalah sifat yang penting terhadap hasil dari benda coran. Pasir cetak yang telah dipadatkan harus dapat mengalirkan uap dan gas-gas yang dilepaskan oleh logam panas pada waktu dilakukan penuangan ke dalam cetakan. Apabila cetakan tidak bisa mengeluarkan atau mengalirkan gas-gas dengan baik, maka akan terjadi cacat coran yang berupa rongga udara atau lubang-lubang pada hasil coran. Permeabilitas ini tergantung pada beberapa faktor antara lain, bentuk butiran pasir, kehalusan, kadar air dan jumlah bahan pengikat. Permeabilitas pada cetakan yang menggunakan cetakan tangan juga dipengaruhi oleh cara menumbuk atau pemadatan pada cetakan yang biasanya dilakukan pada bagian pembuatan cetakan, permeabilitas akan berubah apabila cara menumbuknya (memadatkan) tidak tetap. Pengujian kemampuan alir gas (permeabilitas) menurut standar *American Foundrymen's Society* (AFS) dilakukan dengan menggunakan alat *Permeability meter*, untuk mencari perbedaan tekanan dan waktu yang diperlukan untuk melewati 2000 cm³ udara dengan cara membuat spesimen

standar berbentuk silinder pejal dengan ukuran \varnothing 50 mm dan tinggi 50 mm dan memadatkan pasir dalam silinder pematik kemudian diuji menggunakan alat tersebut. Nilai dari permeabilitas pasir cetak dapat langsung dilihat pada alat uji permeabilitas dengan satuan cm^3/menit .

2. Pengujian kekuatan tekan pasir cetak

Kekuatan tekan adalah kemampuan untuk dapat menahan aliran logam cair yang mempunyai tekanan pada waktu masih panas yang bisa menyebabkan cetakan pasir itu mengalami perubahan bentuk atau kerontokan pada cetakan. Kekuatan tekan cetakan pasir basah merupakan hal yang sangat penting terhadap hasil benda coran. Kekuatan tekan yang kurang mengakibatkan cetakan rapuh atau mudah rontok, karena tidak kuat menahan tekanan dari cairan logam yang panas sehingga menimbulkan cacat inklusi pasir untuk menghindari perubahan bentuk dari cetakan nilai kekuatan tekan harus tepat. Sebaliknya kekuatan tekan yang berlebihan mengakibatkan pembongkaran cetakan yang susah dan cetakan dapat retak. Pengujian kekuatan tekan pada pasir cetak dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Strength Machine*. Bentuk silinder pejal ukuran standar spesimen \varnothing 50 mm dan tinggi 50 mm ukurannya sama seperti pada pengujian permeabilitas pasir cetak, namun yang diukur dalam pengujian kekuatan tekan adalah kemampuan terhadap tekanan sampai spesimen pengujian mengalami patah [7].

3. Pengujian porositas

Penelitian ini akan menggunakan pengujian porositas secara kualitatif dan kuantitatif. Pengujian porositas secara kualitatif dilakukan dengan cara pengamatan visual sedangkan pengujian porositas secara kuantitatif dilakukan dengan cara menghitung perbandingan volume porositas terhadap volume total spesimen[3]. Persamaan yang digunakan dalam menghitung porositas adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \%P &= \frac{V_p}{V_t} \times 100\% \\
 &= \frac{V_t - V_m}{V_t - \frac{m}{\rho}} \times 100\% \\
 &= \frac{V_t - \frac{m}{\rho}}{V_t} \times 100\%
 \end{aligned}
 \tag{Pers. 2.7}$$

Dimana

V_p = Volume porositas (cm^3)

V_m = Volume massa (cm^3)

V_t = Volume total (cm^3) = $V_p + V_m$

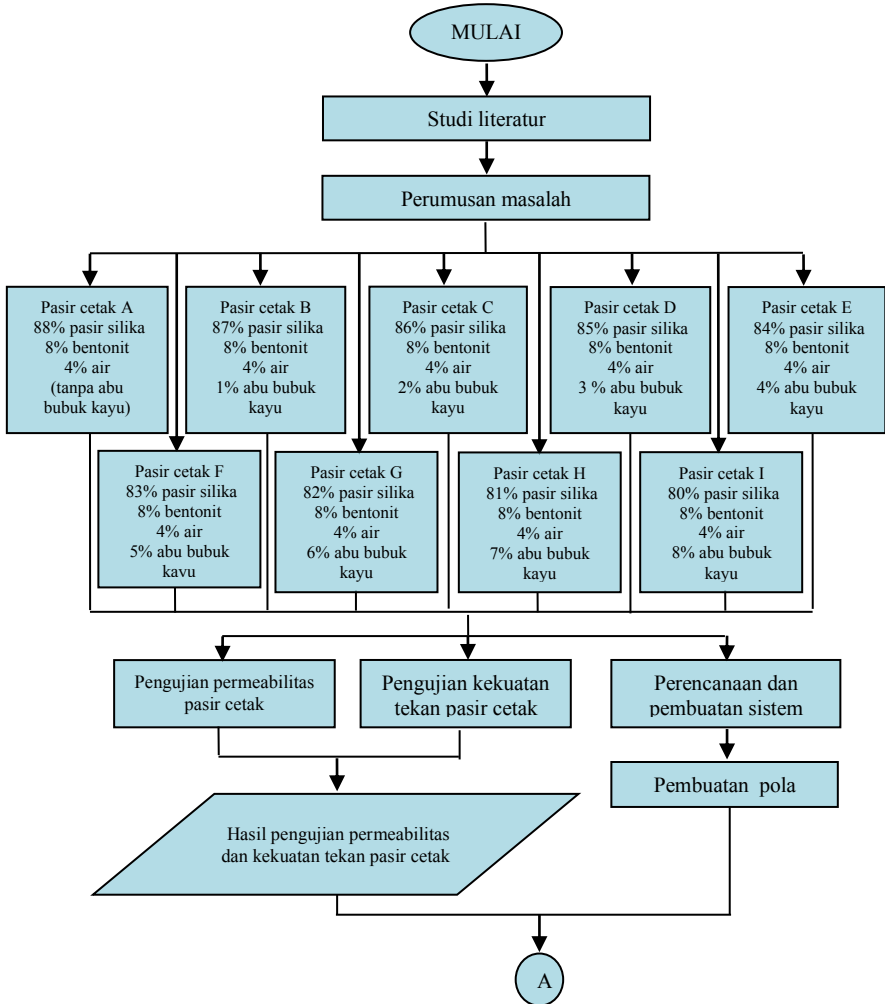
m = massa (gr)

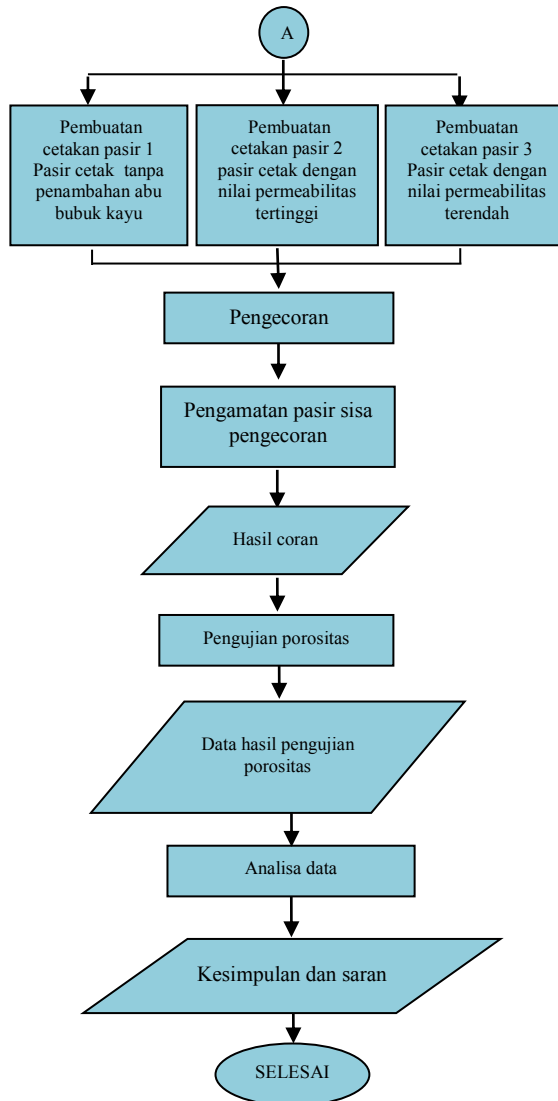
ρ = massa jenis aluminium 6061 = $2,7 \text{ gr/cm}^3$

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian





Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 Peralatan dan material penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Tungku peleburan logam
2. Mesin pengujian permeabilitas pasir cetak
3. Mesin pengujian kekuatan tekan pasir cetak
4. Neraca ohaus
5. Timbangan digital
6. Gerinda
7. Gelas ukur
8. Mesin bubut
9. Pemadat pasir
10. Cetakan spesimen pasir
11. Mesin gergaji

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Pasir silika
2. Abu bubuk kayu meranti
3. Bentonit

3.3 Langkah Penelitian

Langkah – langkah yang dilakukan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Studi literatur

Studi literatur meliputi pengumpulan berbagai literatur atau referensi yang berkaitan dengan proses pengecoran logam. Literatur yang dipelajari berupa tugas akhir yang pernah ada, jurnal, informasi dari internet, maupun buku-buku teks.

2. Perumusan masalah

Setelah melakukan studi literatur ditetapkan satu kasus untuk dirumuskan menjadi suatu permasalahan yang akan diteliti yaitu mengenai penambahan zat aditif ke dalam pasir cetak serta pengaruhnya terhadap hasil coran.

3. Penyusunan komposisi pasir cetak

Pasir cetak yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan pasir silika dan abu bubuk kayu yang komposisinya divariasikan . Komposisi tetap yaitu bentinit

sebesar 8% dan air sebesar 4%. Perbandingan masing-masing komposisi pasir cetak ditunjukkan pada tabel 3.1

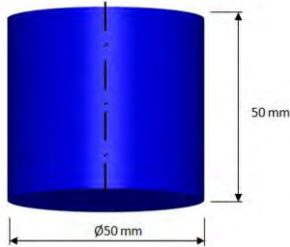
Tabel 3.1 Komposisi pasir cetak

Pasir Cetak	Kode	Komposisi (8% bentonit dan 4% air)
A	A1	88% pasir silika (tanpa abu bubuk kayu)
	A2	
	A3	
B	B1	87% pasir silika 1% abu bubuk kayu
	B2	
	B3	
C	C1	86% pasir silika 2% abu bubuk kayu
	C2	
	C3	
D	D1	85% pasir silika 83 % abu bubuk kayu
	D2	
	D3	
E	E1	84% pasir silika 4% abu bubuk kayu
	E2	
	E3	
F	F1	83% pasir silika 5% abu bubuk kayu
	F2	
	F3	
G	G1	82% pasir silika 86% abu bubuk kayu
	G2	
	G3	
H	H1	81% pasir silika 7% abu bubuk kayu
	H2	
	H3	
I	I1	80% pasir silika 8% abu bubuk kayu
	I2	
	I3	

Pasir cetak yang telah dicampur dengan perbandingan komposisi yang sudah ditentukan, akan dilakukan beberapa pengujian meliputi:

- Pengujian permeabilitas

Bentuk dan ukuran dari spesimen pasir mengacu pada standar *American Foundrymen's Society* (AFS) dengan dimensi \varnothing 50 mm dan tinggi(t)= 50 mm seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Dimensi spesimen pengujian permeabilitas dan pengujian tekan

Pasir cetak dipadatkan dalam pemadat pasir standar di dalam cetakan standar berbentuk silinder seperti gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 Cetakan pasir standar

Spesimen dipasang pada alat uji permeabilitas (gambar 3.4).



Gambar 3.4 Mesin uji permeabilitas (*permeability meter*)

- Pengujian kekuatan tekan

Pengujian kekuatan tekan dilakukan dengan *universal sand strength machine* (gambar 3.4). Mesin ini memiliki dua lengan yaitu lengan yang pertama berfungsi sebagai penggerak, sedangkan lengan kedua berfungsi sebagai beban. Saat mesin bekerja, kedua lengan bergerak secara konstan. Pada skala ukur terdapat magnet yang dapat bergerak karena terseret pergerakan kedua lengan. Magnet ini berfungsi untuk menunjukkan nilai yang terbaca ketika spesimen hancur. Skala yang tertera pada mesin memiliki satuan kilo newton per meter persegi (kN/m^2). Bentuk dan dimensi dari spesimen cetakan pasir sesuai dengan standar *American Foundrymen's Society* (AFS) dengan standar ukuran diameter (\varnothing) 50 mm dan tinggi (t) 50 mm (gambar 3.2) dipadatkan dalam cetakan standar.



Gambar 3.5 *Universal sand strength machine*

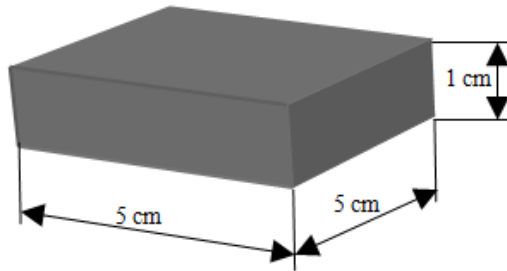
Tabel 3.2 Pengujian permeabilitas dan kekuatan tekan pasir cetak

Pasir Cetak	Kode	Permeabilitas (cm ³ /menit)		Kekuatan tekan (kN/m ²)	
		Replika	Rata-rata	Replika	Rata-rata
A	A1				
	A2				
	A3				
B	B1				
	B2				
	B3				
C	C1				
	C2				
	C3				
D	D1				
	D2				
	D3				
E	E1				
	E2				
	E3				
F	F1				
	F2				
	F3				
G	G1				
	G2				
	G3				
H	H1				
	H2				
	H3				
I	I1				
	I2				
	I3				

4. Perencanaan sistem saluran dan pola

Sebelum pembuatan sistem saluran maka dilakukan perancangan sistem saluran menurut *American Foundrymen's*

Society untuk menentukan dimensi-dimensi pada sistem saluran, misal : luasan penampang pada *sprue*, *runner* dan *ingate* dengan gating ratio 1:4:4. Sehingga didapatkan dimensi keseluruhan dimensi dari sistem saluran. Pola merupakan suatu model dari benda yang diinginkan. Penelitian ini menggunakan pola berbentuk balok dengan dimensi 5cm x 5 cm x 1 cm (gambar 3.6).



Gambar 3.6 Pola spesimen uji porositas

Berikut ini adalah perhitungan sistem saluran.

1. Volume pola

$$\begin{aligned} V &= p \cdot l \cdot t \\ &= 5 \cdot 5 \cdot 1,2 \\ &= 30 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

2. Berat benda coran

Massa jenis aluminium 6061 adalah 2,35 gr/cm³

$$\begin{aligned} W &= \rho \cdot V \\ &= 2,35 \cdot 30 \\ &= 70,5 \text{ gr} \end{aligned}$$

Dengan asumsi sistem saluran 300 gr maka berat coran adalah
300 gr + 70,5 gr = 370,5 gr

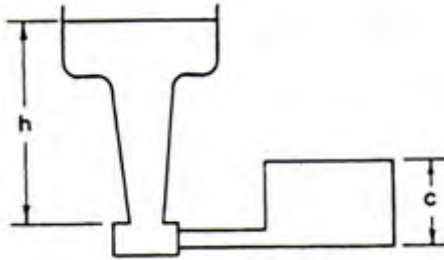
$$= 0,817 \text{ lb}$$

3. Waktu tuang

Dengan nilai konstanta $f=2,6$

$$t = f \cdot \sqrt{W}$$

$$= 2,6 \cdot \sqrt{0,817} = 2,4 \text{ detik}$$

4. Sistem saluran yang digunakan adalah *bottom gating system*.

Gambar 3.7 *Bottom gating system*

Diketahui: $h = 7 \text{ cm}$
 $c = 1 \text{ cm}$

Sehingga tinggi efektif (H) adalah:

$$H = h - \frac{c}{2}$$

$$= 10 - 0,5$$

$$= 9,5 \text{ cm}$$

5. *Choke Area* (A_B)

Diketahui: $d_p = 2,35 \text{ gr/cm}^3$
 $C = 0,88$ (*tapered sprue*)
 $g = 981 \text{ cm/s}^2$
 $H = 6,5 \text{ cm}$

$$A_B = \frac{W}{d \cdot t \cdot c \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}}$$

$$= \frac{370,5}{2,35 \cdot 2,4 \cdot 0,88 \sqrt{2 \cdot 981 \cdot 6,5}}$$

$$= 0,55 \text{ cm}^2$$

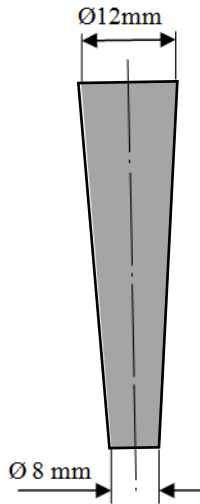
$$= 55 \text{ mm}^2, d = 8 \text{ mm}$$

6. *Area of the Top Sprue (AT)*

$$A_T = A_B \sqrt{\frac{h_1}{b}}, \text{ dengan } h_1 = 100 \text{ mm, } b = 20 \text{ mm}$$

$$A_T = 70 \sqrt{\frac{65}{20}}$$

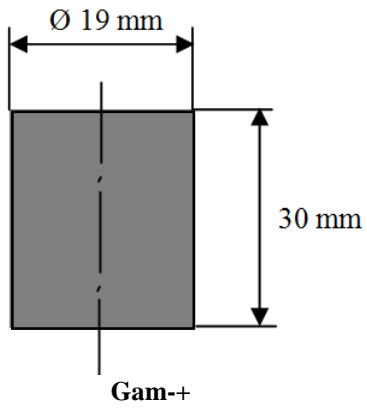
$$= 123 \text{ mm}^2, d = 12 \text{ mm}$$



Gambar 3.8 *Sprue area*

7. *Well Base*

$$\begin{aligned} \text{Well base} &= 5 \cdot A_B \\ &= 5.55 \\ &= 275 \text{ mm}^2; d = 21 \text{ mm} \end{aligned}$$

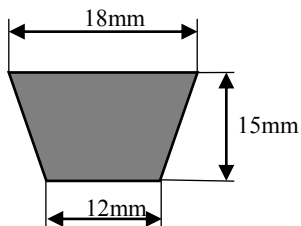


3.8 Well base

8. *Runner Area dan Gate Area*

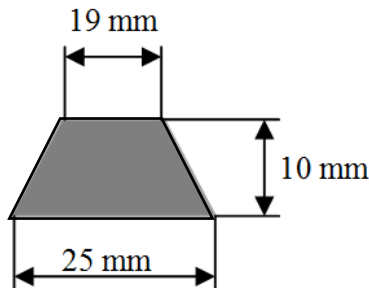
Runner Area dari *gating ratio*. Menurut AFS perbandingannya yaitu *sprue:runner:gate*=1:4:4

$$\begin{aligned} \text{Runner area} &= 4 \cdot 70 \\ &= 4 \cdot 70 \\ &= 280 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$



Gambar 3.9 *Runner Area*

$$\begin{aligned}
 \text{Gate area} &= 4 \cdot A_B \\
 &= 4 \cdot 55 \\
 &= 220 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

**Gambar 3.10** *Ingate*

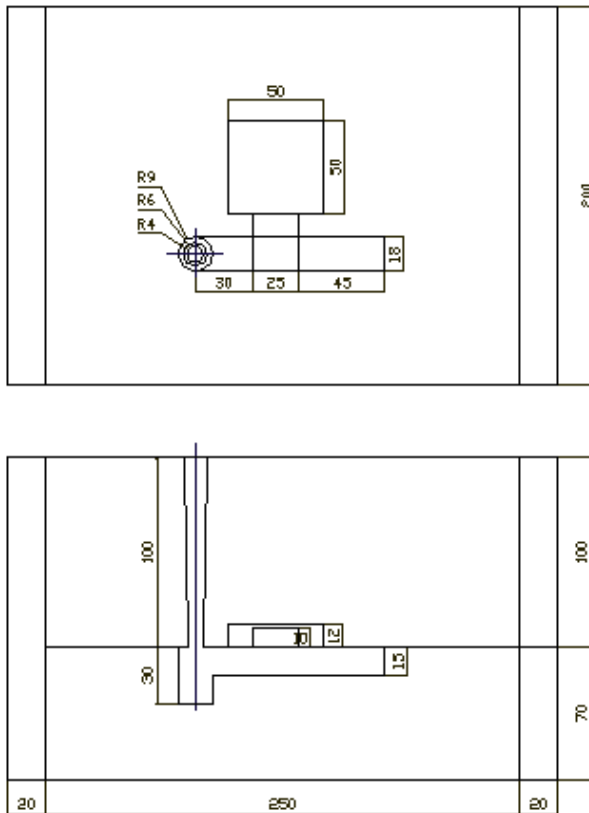
5. Pembuatan Pola

Pola, rangka cetak, cetakan inti dan sistem saluran yang digunakan pada penelitian ini terbuat dari kayu. Bentuk dan dimensi pola serta sistem saluran dibuat berdasarkan hasil perhitungan.

6. Pembuatan cetakan

Cetakan terdiri dari dua bagian yaitu kup dan drag . Cetakan dibuat secara manual menggunakan tangan . Susunan dari sistem saluran dan pola terlihat pada gambar 3.7, sedangkan untuk dimensi dari sistem saluran dapat dilihat pada gambar 3.8. Pembuatan cetakan pasir sebanyak 3 jenis cetakan yaitu berasal dari komposisi pasir cetak tanpa penambah, pasir cetak yang mempunyai permeabilitas paling tinggi dan permeabilitas paling rendah.

Dimensi cetakan ditunjukkan gambar 3.11 berikut ini.



Gambar 3.11 Dimensi cetakan

8. Proses Pengecoran dan Pengujian Spesimen Hasil Pengecoran

Langkah – langkah dalam proses pengecoran adalah sebagai berikut:

a. Peleburan

Proses peleburan atau pencairan logam aluminium 6061 pada tungku peleburan dengan temperatur $\pm 750^{\circ} \text{C}$.

b. Penuangan

Proses penuangan menggunakan ladel penuang untuk membawa logam cair dari tungku ke cetakan.

c. Pembekuan

Setelah logam cair dituang terjadi proses pembekuan sehingga logam akan kembali menjadi padat.

d. Pembongkaran dan pengamatan pasir cetak

Logam mengalami pembekuan dalam waktu yang cukup di dalam cetakan, selanjutnya cetakan tersebut dibongkar untuk memisahkan benda coran dari cetakannya. Pada saat pembongkaran dilakukan pengamatan dan pengukuran ketebalan daerah yang terpengaruh panas di sekitar benda hasil pengecoran.

e. Pemotongan sistem saluran.

Pada penelitian ini dilakukan pemotongan sistem saluran agar memudahkan menganalisa hasil eksperimen untuk pengamatan uji porositas.

f. Pengujian spesimen hasil coran

Pengujian yang akan dilakukan pada spesimen hasil coran adalah pengujian porositas secara kualitatif dan kuantitatif. Pengujian secara kualitatif akan dilakukan dengan membelah spesimen hasil pengecoran dan dilakukan pengamatan secara makro. Sedangkan untuk pengujian secara kuantitatif langkah-langkahnya adalah dengan menimbang massa dan volume masing-masing spesimen hasil coran. Data-data yang diperoleh dari proses pengukuran dimasukkan kedalam persamaan 2.7 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \%P &= \frac{V_p}{V_t} \times 100\% \\
 &= \frac{V_t - V_m}{V_t} \times 100\% \\
 &= \frac{V_t - \frac{m}{\rho}}{V_t} \times 100\%
 \end{aligned}
 \tag{Pers. 2.7}$$

Dimana

V_p = Volume porositas (cm^3)

V_m = Volume massa (cm^3)

V_t = Volume total (cm^3) = $V_p + V_m$

m = massa (gr)

ρ = massa jenis aluminium 6061 = 2,7 gr/cm^3

Tabel 3.3 Pengujian porositas spesimen hasil coran

Cetakan pasir	Komposisi	Porositas (%)
1	88% pasir silika 8% bentonit 4% air (tanpa abu bubuk kayu)	
2	Pasir cetak dengan nilai permeabilitas paling tinggi	
3	Pasir cetak dengan nilai permeabilitas paling rendah	

7. Analisa Data dan Pembahasan

Data yang diperoleh dari proses pengujian permeabilitas, kekuatan tekan dan ketahanan pasir cetak serta pengujian porositas benda hasil coran kemudian dianalisa dan dibahas berdasarkan referensi yang ada data akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel.

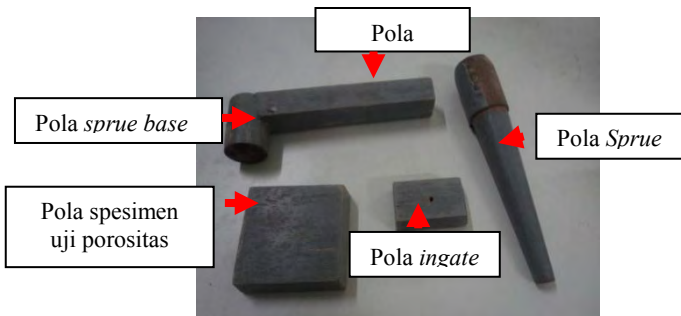
8. Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir dari penelitian ini adalah menarik kesimpulan berdasarkan hasil analisa data yang telah dilakukan serta saran – saran untuk perbaikan dan penelitian lebih selanjutnya.

BAB 4 PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1 Perencanaan dan Pembuatan Pola Spesimen Uji Porositas dan Pola Sistem Saluran

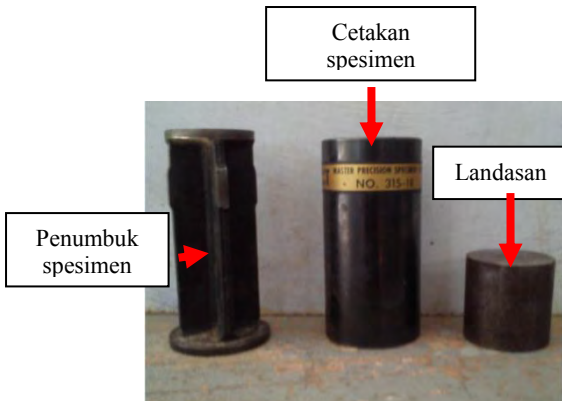
Pola spesimen uji porositas dibuat berbentuk balok dengan dimensi panjang 5 cm, lebar 5 cm dan tebal 1 cm yang terbuat dari kayu meranti. Pola spesimen uji porositas yang digunakan adalah jenis pola tunggal. Sistem saluran yang digunakan dalam penelitian ini adalah *bottom gating system*. Perancangan sistem saluran menggunakan persamaan yang sudah ditentukan sehingga didapatkan dimensi – dimensi yang akan digunakan untuk membuat sitem saluran yang akan digunakan dalam penelitian ini. Sistem saluran yang dimaksud adalah terdiri dari *sprue*, *well base*, *runner* dan *ingate*. Pola spesimen uji porositas dan sistem saluran tersebut terbuat dari kayu meranti. Permukaan sistem pola yang telah dihaluskan menggunakan kertas gosok, dilapisi dengan dempul agar air yang berasal dari pasir cetak tidak masuk melalui pori-pori pola saat pembuatan cetakan pasir. Pola spesimen uji porositas dan pola sistem saluran dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.1 Pola spesimen uji porositas dan pola sistem saluran

4.2 Pembuatan Spesimen Pasir Cetak untuk Pengujian Permeabilitas dan Kekuatan Tekan Pasir Cetak

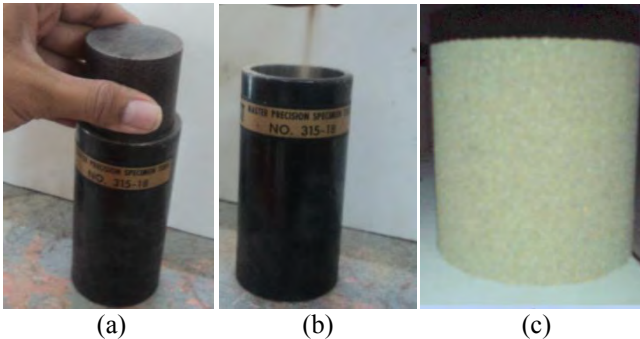
Terdapat 9 jenis komposisi pasir cetak yang digunakan dalam penelitian ini. Variabel tetap yaitu terdiri dari air sebesar 4% dan bentonit sebesar 8%. Penambahan abu serbuk kayu yaitu sebesar 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8% , sisanya terdiri dari pasir silika. Spesimen pasir cetak dan cetakan pasir dibuat dengan mencampurkan pasir silika dengan bentonit terlebih dahulu. Selanjutnya abu serbuk kayu ditambahkan ke dalam campuran pasir dan bentonit dan ditambahkan air. Pasir cetak yang sudah dicampur akan dicetak dengan cetakan yang terlihat pada gambar 4.2. Cetakan spesimen pasir berbentuk silinder dengan diameter dalam 5 cm dan tinggi 15 cm berdasarkan standar *American Foundrymen's Society* (AFS).



Gambar 4.2 Cetakan spesimen pasir

Pasir cetak yang sudah dicampur dimasukkan kedalam cetakan spesimen pasir dengan memasukkan landasan berupa silinder pejal terlebih dahulu (gambar 4.3a). Cetakan spesimen diisi dengan pasir cetak hingga penuh (gambar 4.3b). Selanjutnya dilakukan penumbukan secara manual hingga spesimen mempunyai dimensi diameter (d) 5 cm dan tinggi (t)

5 cm. Spesimen yang sudah ditumbuk dikeluarkan dari cetakan spesimen(gambar 4.3c).



Gambar 4.5 Pembuatan spesimen cetakan pasir
 (a) Peletakan landasan (b) Pengisian pasir cetak
 (c) Spesimen hasil cetakan

4.3 Pengujian Permeabilitas dan Kekuatan Tekan Pasir Cetak

Pengujian permeabilitas dan kekuatan tekan pasir cetak dilakukan dengan alat uji permeabilitas(gambar 4.4a) dan alat uji kekuatan tekan (gambar 4.4b) dengan spesimen sebanyak 3 replika.

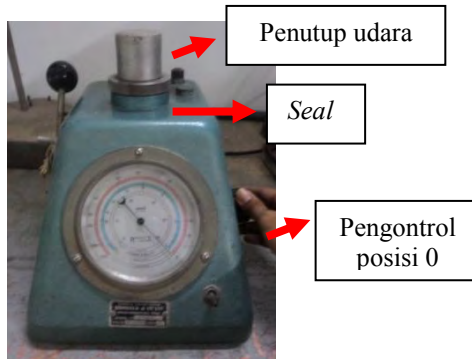


Gambar 4.6 Alat uji pasir cetak
 (a) Uji Permeabilitas (b) Uji kekuatan tekan

4.3.1 Pengujian permeabilitas

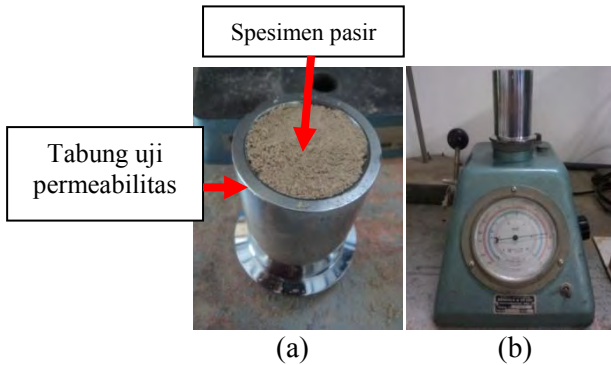
Berikut ini langkah-langkah pengujian permeabilitas pasir cetak

- Penutup dipasang pada ujung tempat keluarnya udara dari dalam mesin uji permeabilitas seperti pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Pemasangan penutup udara untuk kalibrasi

- *Seal* diputar searah jarum jam sehingga udara dari dalam mesin tidak keluar.
- Jarum penunjuk diatur agar berada pada posisi angka 0 dengan cara memutar tuas yang ada pada bagian kanan mesin dan dibiarkan selama 5 menit.
- Spesimen yang sudah siap diuji dimasukkan ke dalam tabung uji permeabilitas (gambar 4.8a) dan dipasang pada mesin uji permeabilitas.
- Tuas pada bagian kiri mesin uji dirubah posisinya pada posisi tes dengan cara mendorong tuas ke arah belakang seperti terlihat pada gambar 4.8(b).



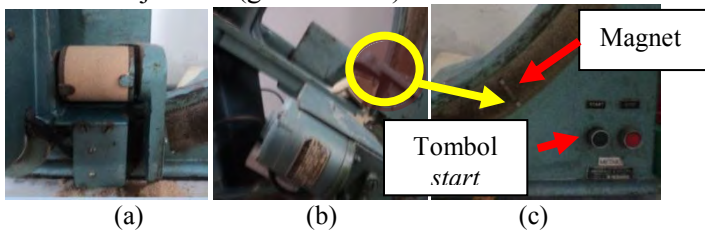
Gambar 4.8 Proses pengujian permeabilitas
 (a) Spesimen yang telah dimasukkan ke tabung uji
 (b) Pemasangan spesimen pada mesin uji permeabilitas

- Nilai permeabilitas dapat dilihat pada jarum penunjuk.
- Spesimen yang telah diuji dikeluarkan dari dalam cetakan spesimen.

4.3.2 Pengujian kekuatan tekan

Berikut ini langkah-langkah pengujian kekuatan tekan pasir cetak.

- Spesimen sisa dari pengujian porositas yang telah dikeluarkan dari tabung uji permeabilitas dipasang pada mesin uji tekan (gambar 4.9a)



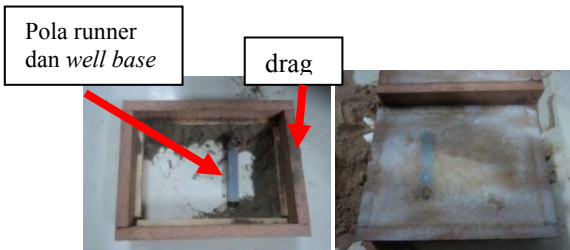
Gambar 4.9 Pengujian kekuatan tekan
 (a) Pemasangan spesimen (b) Spesimen yang telah selesai diuji (c) Pembacaan nilai kekuatan tekan

- Setelah spesimen dipasang pada mesin uji tekan (gambar 4.9a), tombol start yang berwarna hijau ditekan sampai mesin melakukan penekanan pada spesimen. Apabila mesin sudah melakukan pembebanan tombol start dilepas.
- Pengujian kekuatan tekan dilakukan sampai spesimen hancur (gambar 4.9b). Hasil dari pengujian kekuatan tekan dapat dilihat langsung pada skala penunjuk yang terdapat pada mesin uji yang ditandai dengan magnet seperti pada gambar 4.9c.

4.4 Pembuatan Cetakan Pasir

Komposisi pasir yang telah disiapkan akan dibuat cetakan pasir. Langkah-langkah dalam pembuatan cetakan pasir yang akan digunakan untuk proses pengecoran adalah sebagai berikut.

1. Rangka cetak bagian bawah (*drag*) diletakkan di atas papan datar dengan posisi terbalik.
2. Pola *Runner* dan *well base* disusun di dalam rangka cetak (*drag*) seperti pada gambar 4.10a.



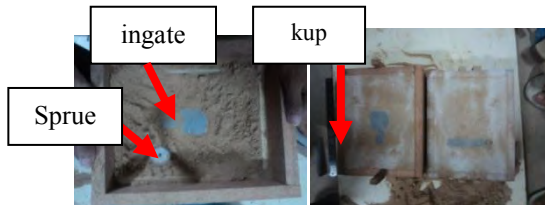
Gambar 4.10 Pembuatn cetakan bagian *drag*

(a) Pemasangan pola sistem saluran

(b) Cetakan bagian *drag* yang sudah dipadatkan dan dibalik

3. Pasir cetak yang telah disiapkan dipadatkan menggunakan *rammer* sampai penuh.

4. Permukaan cetakan diratakan dan *drag* dibalik secara hati-hati sehingga sistem saluran menghadap ke atas(gambar 4.10b).
5. Serbuk pemisah ditaburkan di atas permukaan pasir dan sistem saluran
6. Rangka cetak bagian atas (kup) dipasang di atas *drag*.
7. Pola spesimen uji porositas, pola *sprue* dan pola *ingate* disusun di dalam *drag*.



Gambar 4.11 Pembuatan cetakan bagian kup

- (a) Pemasangan pola *sprue*, *ingate* dan pola spesimen uji porositas
- (b) Permukaan *kup* dan *drag* yang telah dipisah

8. Pasir cetak dimasukkan dan dipadatkan secara manual menggunakan *rammer*.
9. Permukaan kup diratakan dan kup diangkat (dipisahkan dari *drag*) seperti pada gambar 4.11b.
10. Pola spesimen uji porositas dan *gating system* pada cetakan pasir dilepaskan dengan hati-hati agar tidak merusak rongga cetak (gambar 4.12a).
11. Proses pengeringan cetakan pasir yaitu selama 2 minggu pada suhu ruangan (gambar 4.12b).
12. Pembuatan *pouring basin* dilakukan pada cetakan pasir yang telah kering dengan spatula (gambar 4.12c).



Gambar 4.12 (a) Pelepasan pola (b) Proses pengeringan (c) Pembuatan *pouring basin*

4.5 Proses Pengecoran

Berikut langkah-langkah dalam proses pengecoran.

1. Proses peleburan logam

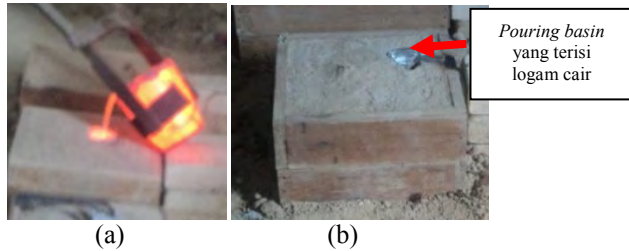
Peleburan aluminium dilakukan pada temperatur 750°C di dalam dapur peleburan logam berbahan bakar LPG. Aluminium seri 6061 dipotong-potong dengan ukuran sepanjang 15 cm bertujuan untuk mempermudah memasukkan aluminium ke dalam dapur peleburan dan mempercepat proses peleburan.



Gambar 4.13 Proses peleburan logam

2. Proses penuangan

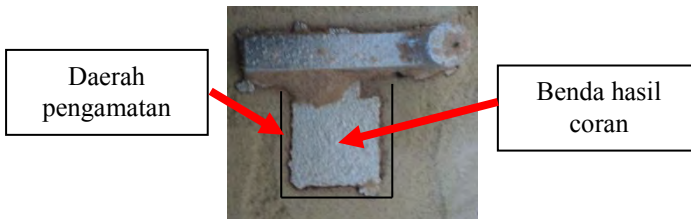
Penuangan logam cair menggunakan *ladle*. Sebelum dituang, logam cair harus dibersihkan dari *slag*. Penuangan logam cair harus dilakukan secara cepat untuk meminimalkan terjadinya penurunan temperatur logam cair. Penurunan temperatur logam cair mengakibatkan logam cair tidak mengisi rongga cetak secara sempurna karena logam cair terlebih dahulu membeku pada bagian sistem saluran.



Gambar 4.14 (a) Proses penuangan logam
(b) Logam cair yang sudah dituang ke dalam cetakan

3. Proses pembongkaran cetakan

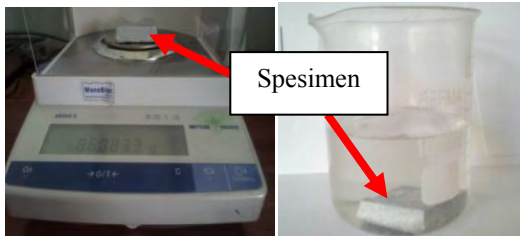
Setelah dilakukan proses penuangan logam cair ke dalam cetakan, cetakan dibiarkan selama 2 jam agar pembekuan logam cair berlangsung secara sempurna. Pembongkaran harus dilakukan dengan hati-hati karena akan dilakukan pengamatan terhadap pasir cetak pada daerah yang masih dipengaruhi panas oleh logam cair. Benda hasil pengecoran dibersihkan dari sisa-sisa pasir cetak yang menempel dan dilakukan pemotongan *gating system* untuk mendapatkan benda cor utama berupa balok yang akan digunakan untuk spesimen uji porositas.



Gambar 4.15 Proses pembongkaran dan pengamatan pasir cetak

4.6 Pengukuran Porositas

Pengukuran persentase porositas dilakukan dengan menghitung perbandingan volume porositas terhadap volume total spesimen. Data yang diperlukan adalah sesuai dengan persamaan 2.7 yaitu massa spesimen dan volume total spesimen. Massa spesimen diperoleh dengan menimbang benda hasil pengecoran diatas timbangan digital (4.16a). Sedangkan volume spesimen dapat diukur dengan memasukkan spesimen ke dalam gelas ukur yang telah diisi dengan air terlebih dahulu (4.16b).



Gambar 4.16 Pengukuran porositas
(a) Pengukuran massa spesimen
(b) Pengukuran volume spesimen

Hasil pengukuran massa dan volume akan dimasukkan ke dalam persamaan berikut ini.

$$\begin{aligned} \%P &= \frac{V_p}{V_t} \times 100\% \\ &= \frac{V_t - V_m}{V_t} \times 100\% \\ &= \frac{V_t - \frac{m}{\rho}}{V_t} \times 100\% \end{aligned}$$

Dimana

V_p = Volume porositas (cm^3)

V_m = Volume massa (cm^3)

V_t = Volume total (cm^3) = $V_p + V_m$

m = massa (gr)

ρ = massa jenis aluminium 6061 = 2,7 gr/ cm^3

BAB 5 DATA HASIL PERCOBAAN

5.1 Hasil Pengujian Permeabilitas dan Kekuatan Tekan

Berikut ini adalah hasil pengukuran permeabilitas dari masing-masing komposisi pasir cetak.

Tabel 5.1 Hasil pengujian permeabilitas pasir cetak

Pasir cetak	Persentase abu kayu	Kode	Permeabilitas (cm ³ /menit)	
			Replika	Rata-rata
A	0%	A1	140,00	139,33
		A2	138,00	
		A3	140,00	
B	1%	B1	115,00	112,67
		B2	108,00	
		B3	115,00	
C	2%	C1	108,00	100,00
		C2	96,00	
		C3	96,00	
D	3%	D1	90,00	88,33
		D2	85,00	
		D3	90,00	
E	4%	E1	80,00	80,00
		E2	80,00	
		E3	80,00	
F	5%	F1	75,00	75,00
		F2	75,00	
		F3	75,00	
G	6%	G1	61,00	65,33
		G2	65,00	
		G3	70,00	
H	7%	H1	70,00	66,67
		H2	65,00	
		H3	65,00	
I	8%	I1	52,00	53,33
		I2	56,00	
		I3	52,00	

Hasil pengujian kekuatan tekan masing-masing komposisi pasir cetak ditunjukkan pada tabel 5.2 berikut.

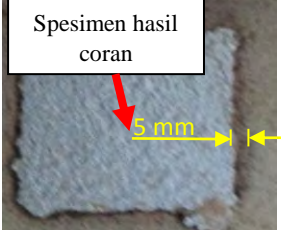
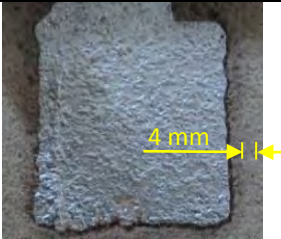
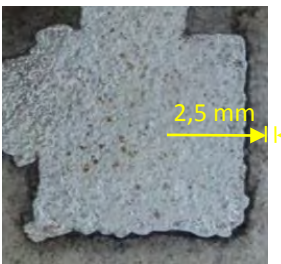
Tabel 5.1 Hasil pengujian permeabilitas pasir cetak

Pasir cetak	Persentase abu kayu	Kode	Kekuatan tekan (kN/m ²)	
			Replika	Rata-rata
A	0%	A1	370	366,67
		A2	370	
		A3	360	
B	1%	B1	375	380,00
		B2	385	
		B3	380	
C	2%	C1	385	385,00
		C2	380	
		C3	390	
D	3%	D1	415	415,00
		D2	410	
		D3	420	
E	4%	E1	430	440,00
		E2	450	
		E3	440	
F	5%	F1	450	440,00
		F2	430	
		F3	440	
G	6%	G1	445	438,33
		G2	430	
		G3	440	
H	7%	H1	435	443,33
		H2	450	
		H3	445	
I	8%	I1	455	460,00
		I2	465	
		I3	460	

5.2 Hasil Pengukuran Ketahanan Pasir Cetak

Berikut ini adalah hasil data pengukuran ketahanan pasir cetak terhadap logam cair. Daerah yang terpengaruh oleh panas logam cair ditunjukkan dengan perbedaan warna pasir disekitar permukaan logam hasil pengecoran seperti pada tabel 5.3 berikut.

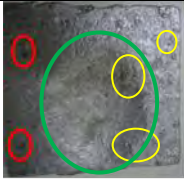








Tabel 5.3 Hasil pengukuran ketahanan pasir cetak

No	Penambahan abu	Foto daerah terpengaruh panas	Keterangan
1	0% abu bubuk kayu	 <p>Spesimen hasil coran</p>	Pasir cetak dengan penambahan 0% abu kayu mempunyai daerah terpengaruh panas setebal 5 mm. Pada gambar ditunjukkan berwarna coklat.
2	1% abu bubuk kayu		Pasir cetak dengan penambahan 1% abu kayu mempunyai daerah terpengaruh panas setebal 4 mm. Pada gambar ditunjukkan berwarna abub-abu lebih gelap jika dibandingkan pasir yang tidak terpengaruh panas.
3	8% abu bubuk kayu		Pasir cetak dengan penambahan 1% abu kayu mempunyai daerah terpengaruh panas setebal 4 mm. Pada gambar ditunjukkan berwarna abub-abu lebih gelap jika dibandingkan pasir yang tidak terpengaruh panas.

5.3 Hasil Pengamatan Visual Cacat Benda Hasil Coran

Berikut ini gambar hasil pengamatan spesimen hasil pengecoran (tabel 5.4). Pengamatan spesimen meliputi beberapa jenis cacat, yaitu cacat porositas, cacat inklusi pasir dan cacat *shrinkage*.

Tabel 5.4 Hasil pengamatan spesimen hasil pengecoran

No	Persentase penambah	Tampak atas	Tampak bawah	Tampak samping
1	0% abu bubuk kayu			
2	1% abu bubuk kayu			
3	8% abu bubuk kayu			

Lingkaran merah menunjukkan letak cacat porositas

Lingkaran kuning menunjukkan letak cacat inklusi pasir.

Lingkaran hijau menunjukkan letak cacat *shrinkage*

5.4 Hasil Pengujian Porositas Secara Kuantitatif

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan data masing-masing persentase porositas benda hasil pengecoran seperti pada tabel 5.5 berikut ini.

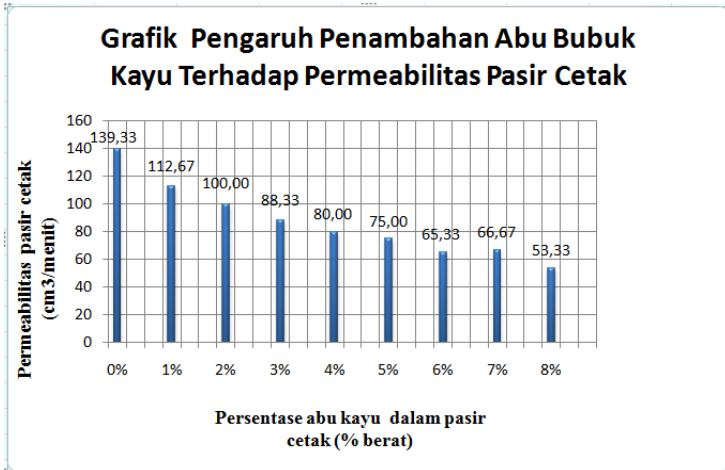
Tabel 5.5 Hasil pengujian porositas

No	Komposisi cetakan	Pengukuran porositas		
		massa spesimen (gr)	Volume spesimen (cm ³)	P(%)
1	Cetakan Pasir 1 90% pasir silika 8% bentonit 4% air	86,08	32,2	0,99
2	Cetakan Pasir 2 Cetakan dengan nilai permeabilitas tertinggi (1% abu kayu)	86,59	35,8	1,04
3	Cetakan pasir 3 Cetakan dengan nilai permeabilitas paling rendah (8% abu kayu)	87,51	38,6	1,6

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 6 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

6.1 Permeabilitas Pasir Cetak



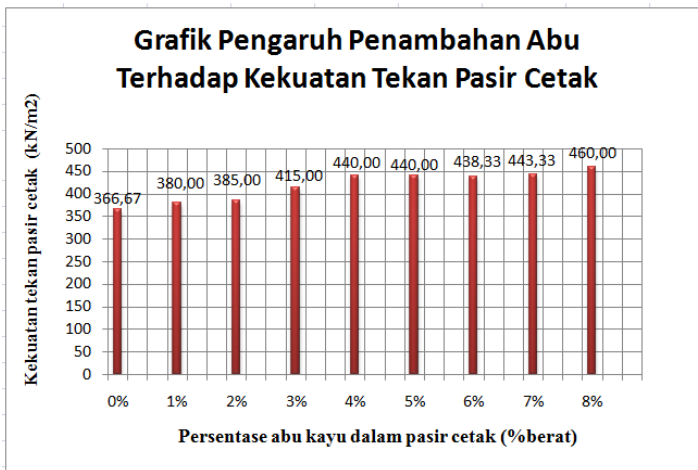
Gambar 6.1 Grafik pengaruh penambahan abu bubuk kayu terhadap permeabilitas pasir cetak

Hasil pengujian permeabilitas pasir cetak pada gambar 6.1 ditunjukkan bahwa penambahan abu serbuk kayu menurunkan nilai permeabilitas. Permeabilitas adalah kemampuan suatu benda untuk mengalirkan udara dan gas panas. Pada penelitian ini nilai permeabilitas semakin menurun karena abu serbuk kayu mempunyai butiran yang lebih halus dibandingkan dengan butiran pasir silika. Butiran yang lebih halus mengisi rongga-rongga yang berada diantara pasir silika sehingga menghambat udara yang akan keluar dari rongga cetak.

Pasir cetak tanpa penambahan abu serbuk kayu mempunyai nilai permeabilitas paling tinggi yaitu 139,33 cm³/menit. Permeabilitas terus menurun seiring bertambahnya persentase abu serbuk kayu. Pada penambahan 8% abu serbuk

kayu permeabilitas mencapai nilai paling minimum yaitu sebesar 53,33 cm³/menit. Penurunan nilai permeabilitas pasir cetak pada penambahan 1% abu serbuk kayu adalah sebesar 19%. Berdasarkan teori yang sudah ada, nilai permeabilitas yang sesuai untuk pengecoran aluminium menggunakan metode cetakan pasir kering, yaitu berkisar antara 100-150 cm³/menit [13]. Sehingga pada penelitian ini penambahan abu serbuk kayu yang sesuai adalah sebesar 1%-2% dengan nilai permeabilitas 112,67 cm³/menit pada penambahan 1% dan 100 cm³/menit pada penambahan 2%. Pada penambahan ini nilai permeabilitas masih berada diantara kisaran nilai permeabilitas yang sesuai untuk pengecoran menggunakan metode cetakan pasir kering.

6.2 Kekuatan Tekan Pasir Cetak



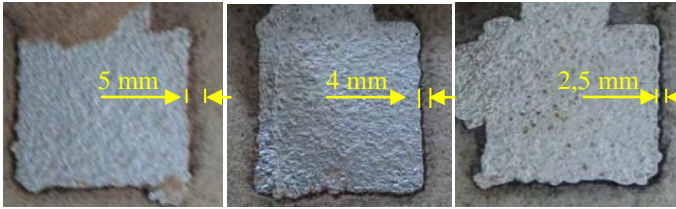
Gambar 6.2 Grafik pengaruh penambahan abu bubuk kayu terhadap kekuatan tekan pasir cetak

Hasil dari pengujian kekuatan tekan pasir cetak ditunjukkan pada gambar 6.2. Penambahan abu serbuk kayu meningkatkan kekuatan tekan pasir cetak. Kekuatan tekan adalah kemampuan pasir cetak menahan tekanan dan berat

logam cair yang akan dituang ke cetakan. Semakin tinggi nilai kekuatan tekan akan mengurangi kerusakan pada dinding rongga cetak saat penuangan logam cair berlangsung. Selain itu kekuatan tekan yang tinggi juga mengurangi terjadinya cacat inklusi pada benda hasil pengecoran yang disebabkan dinding rongga cetak yang tererosi oleh logam cair. Abu serbuk kayu mempunyai ukuran butiran yang lebih kecil dibandingkan dengan ukuran butiran pasir silika. Butiran abu bubuk kayu dapat mengisi rongga-rongga yang terdapat diantara pasir cetak sehingga meningkatkan kepadatan pasir cetak. Pasir cetak yang lebih padat mempunyai kekuatan tekan yang lebih tinggi.

Berdasarkan hasil pengujian kekuatan tekan pasir cetak, nilai kekuatan tekan terendah terdapat pada komposisi pasir tanpa penambahan abu serbuk kayu yaitu sebesar 366,67 kN/m². Pada gambar 6.2 yaitu grafik pengaruh penambahan abu bubuk kayu terhadap kekuatan tekan pasir cetak, nilai kekuatan tekan cenderung terus meningkat pada setiap penambahan persentase abu serbuk kayu. Nilai kekuatan tekan paling tinggi terdapat pada penambahan 8% abu serbuk kayu yaitu mencapai 468,33 kN/m². Peningkatan kekuatan pada penambahan 1% abu serbuk kayu yaitu sebesar 3,5%. Hasil penelitian ini sudah sesuai dengan teori bahwa ukuran butir pasir yang lebih kecil dapat mengisi rongga-rongga antara pasir yang mempunyai butiran yang lebih besar sehingga meningkatkan kepadatan pasir cetak. Apabila pasir cetak semakin padat maka kekuatan tekannya semakin tinggi. Pada penelitian ini butiran pasir yang lebih kecil digantikan oleh abu bubuk kayu.

6.3 Pasir Cetak Sisa Hasil Pengecoran



Gambar 6.3(a) Daerah pasir terpengaruh panas pasir cetak tanpa penambahan abu bubuk kayu
 (b) Daerah pasir terpengaruh panas pasir cetak penambahan 1% abu bubuk kayu
 (c) Daerah pasir terpengaruh panas pasir cetak penambahan 8% abu bubuk kayu

Pada gambar 6.3 ditunjukkan hasil pengukuran daerah terpengaruh panas logam cair pada pasir cetak. Semakin besar penambahan abu serbuk kayu ke dalam pasir cetak mengurangi daerah yang terpengaruh panas pada saat penuangan logam cair. Hal ini dibuktikan dengan hasil pengukuran ketebalan pasir cetak yang mempunyai perubahan warna di sekitar logam hasil pengecoran. Pada persentase penambahan abu bubuk kayu yang berbeda mempunyai ketebalan yang berbeda pula.

Pada pasir cetak tanpa penambahan abu serbuk kayu (gambar 6.3a) mempunyai daerah yang terpengaruh panas dengan ketebalan 5 mm dari permukaan logam hasil pengecoran. Penambahan abu serbuk kayu memperkecil luasan daerah yang terpengaruh panas, yaitu menjadi 4 mm dari permukaan logam hasil pengecoran dengan penambahan 1% serbuk kayu (gambar 6.3b) dan 2,5 mm pada penambahan 8% abu serbuk kayu (gambar 6.3c). Hal ini disebabkan abu merupakan zat sisa hasil pembakaran yang sudah tidak dapat terbakar kembali, sehingga mengurangi daerah yang terpengaruh panas oleh logam cair pada saat proses pengecoran berlangsung. Apabila ketahanan pasir cetak semakin tinggi maka akan mengurangi terjadinya cacat inklusi pasir pada benda hasil pengecoran.

6.4 Benda Hasil Pengecoran

Berdasarkan pengamatan secara makro pada permukaan benda hasil pengecoran, benda hasil pengecoran yang berasal dari pasir cetak dengan penambahan 1% serbuk kayu mempunyai permukaan paling halus. Pada pasir cetak dengan komposisi tanpa penambahan abu serbuk kayu, ditemukan 4 lokasi cacat porositas pada bagian permukaan benda hasil pengecoran. Cacat porositas adalah cacat berupa lubang pada bagian permukaan (*surface*) dan bagian dalam benda yang diakibatkan oleh gelembung gas yang terperangkap sampai proses solidifikasi selesai, sedangkan pada penambahan 8% abu bubuk kayu ditemukan 17 lokasi cacat porositas yang menyebabkan permukaan menjadi kasar.

Berdasarkan hasil pengujian porositas secara kuantitatif didapatkan hasil bahwa persentase penambahan abu serbuk kayu meningkatkan persentase terjadinya cacat porositas. Cacat porositas dalam paling besar terdapat penambahan 8% abu serbuk kayu yaitu mencapai 1,6%. Pada penambahan ini nilai pasir cetak mempunyai nilai permeabilitas paling rendah sehingga terdapat banyak gas yang terperangkap pada saat proses penuangan logam cair hingga proses pembekuan logam cair selesai. Persentase porositas pada pasir cetak tanpa penambahan abu serbuk kayu dan pasir cetak pada penambahan 1% abu serbuk kayu mempunyai selisih persentase sebesar 0,05%. Hal ini disebabkan karena nilai permeabilitas antara kedua komposisi pasir cetak tersebut tidak terlalu besar. Apabila hasil pengamatan porositas pada permukaan benda hasil pengecoran secara makro dibandingkan dengan hasil pengukuran porositas secara kualitatif maka didapatkan hasil yang sejalan yaitu semakin rendahnya nilai permeabilitas akan meningkatkan persentase terjadinya cacat porositas pada logam hasil pengecoran[7].

Selain cacat porositas, terdapat cacat inklusi pasir dan cacat penyusutan (*shrinkage*) pada benda hasil pengecoran. Cacat inklusi pasir yaitu cacat dimana pasir terbawa ke dalam logam cair. Cacat terjadi pada permukaan atau di dalam coran.

Cacat ini disebabkan karena ketahanan pasir cetak terhadap panas logam cair kurang baik, sehingga pada saat penuangan logam cair, terdapat dinding rongga cetak yang tererosi oleh logam cair dan masuk ke dalam logam cair. Cacat penyusutan terjadi pada seluruh benda hasil pengecoran. Cacat penyusutan terletak pada permukaan bagian atas benda hasil pengecoran yang berdekatan dengan *ingate*. Cacat penyusutan terjadi pada logam cair yang mengalami pembekuan paling akhir serta tidak adanya *riser* pada sistem saluran yang telah dibuat.

Penambahan abu serbuk kayu mempunyai efek yang berbeda terhadap karakteristik pasir cetak. Pada dasarnya penambahan abu serbuk kayu bertujuan untuk meningkatkan ketahanan pasir cetak saat penuangan logam cair dan memperhalus permukaan benda hasil pengecoran. Disamping itu penambahan abu serbuk kayu meningkatkan kekuatan tekan pasir cetak. Tetapi disisi lain penambahan abu serbuk kayu juga mempunyai dampak negatif yaitu memperkecil nilai permeabilitas pasir cetak. Nilai permeabilitas yang tidak sesuai dengan standar cetakan pasir kering menyebabkan terjadinya cacat porositas, sehingga penambahan abu bubuk kayu perlu dibatasi pada persentase tertentu[13]. Pada penelitian ini penambahan abu serbuk kayu paling maksimal adalah sebesar 2%.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7. 1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian dan analisa terhadap pasir cetak maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Penambahan abu serbuk kayu pada komposisi pasir cetak menurunkan permeabilitas pasir cetak. Nilai permeabilitas paling tinggi terdapat pada komposisi pasir cetak tanpa penambahan abu serbuk kayu yaitu sebesar 139,33 cm³/menit dan permeabilitas paling rendah terdapat pada penambahan 8% abu serbuk kayu yaitu sebesar 53,33 cm³/menit.
2. Penambahan abu serbuk kayu meningkatkan kekuatan tekan pasir cetak. Pasir cetak dengan kekuatan tekan paling tinggi terdapat pada komposisi pasir cetak dengan penambahan 8% abu serbuk kayu yaitu mencapai 468,33 kN/m², sedangkan pasir cetak yang mempunyai kekuatan tekan paling rendah terdapat pada komposisi pasir cetak tanpa penambahan abu serbuk kayu yaitu sebesar 366,67 kN/m².
3. Persentase cacat porositas paling tinggi terdapat pada benda hasil pengecoran dengan komposisi pasir cetak dengan penambahan 8% abu serbuk kayu yaitu sebesar 1,6% dan porositas paling rendah pada pasir cetak tanpa penambah abu bubuk kayu yaitu sebesar 0,99%.
4. Nilai permeabilitas pada penambahan 2% abu bubuk kayu masih memenuhi nilai permeabilitas standar menggunakan metode cetakan pasir kering yaitu antara 100-150 cm³/menit.

7.2 Saran

Adapun saran yang bisa dilakukan untuk memperbaiki penelitian ini ke depan adalah sebagai berikut.

1. Dilakukan uji kandungan air terlebih dahulu pada spesimen pasir cetak dengan pasir yang terdapat dalam cetakan. Sehingga dapat diketahui kandungan air dari masing-masing komposisi pasir cetak.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kekuatan tarik dan kekerasan benda hasil pengecoran dengan menggunakan pasir cetak yang telah ditambahkan abu serbuk kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soejono, Tjiro. **Pengaruh *Fly Ash* Terhadap Kekuatan Tekan dan Kekerasan Cetakan Pasir**. Skripsi jurusan Teknik mesin Universitas Kristen Petra, 2009
- [2] Tataram, K. Chavan. *Effect of Variation of Different Additives on Green sand Mold Properties for Olivine sand*, India, 2013.
- [3] Nugroho, Bayu. **Studi Eksperimen Pengaruh Pasir Cetak Pada *Aluminium Sand Casting* Terhadap Porositas Produk Toroidal Piston**, Skripsi Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 2012
- [4] Husaini, **Perilaku Retak Pada Paduan Aluminium 6061 pada Pembebanan *Mix Mode***, 2006.
- [5] ASM Handbooks Comitte, *Metal Handbooks 9th Vol. 2 "Properties and Selection: Non Ferrous Alloys and Spesial-Purposes Material "*, ASM International, 1988.
- [6] ASM *Data Sheet*
- [7] Surdia, Tata. **Teknik Pengecoran Logam**. 9 th edition. Jakarta: PT. Pradnya, 1991 American Foundrymen's Society.
- [8] Yusnita. **Pengaruh Penambahan Abu Pembakaran Serbuk Kayu Sifat Mekanik dan Sifat Fisik Beton**, Skripsi jurusan Teknik Sipil Universitas Sumatra Utara. 2010.
- [9] *Foundry Sand Testing Equipment Operating Instructions*, Ridsdale & Co. Ltd., Newham, Hall, Newby, Middlesbrough, Cleveland, England

- [10] American Foundrymen's Society. *Basic Principle of Gating and Riserling*.1973.
- [11] Mahendra. *Wood Ash Composition As A Function Of Furnace Temperature*, Department of Mechanical Engineering, University of Wisconsin
- [12] Pratiwi,Kusuma. **Hubungan Jenis Cetakan Terhadap Kualitas Produk Cor Aluminium**. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.2012.
- [13] Brown, Jhon R. *Foseco Non-Ferrous Foundryman's Handbook Eleventh edition*.
- [14] <http://benzxnainggolan.wordpress.com/2008/07/25/mengolah-limbah-sisa-pembakaran-batubara-dan-kayu-untuk-memperkuat-beton/>
- [15] Beeley,Peter. *Foundry Technology second edition*. A division of Reed Educational and Professional Publishing Ltd.2001.
- [16] http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=sand_casting
- [17] http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=degassing_treatment_of_molten_aluminum_alloys



Penulis bernama lengkap Arfiansyah Galih Saputra, anak terakhir dari tiga bersaudara ini lahir di kabupaten Jombang pada tanggal 07 Februari 1992. Memulai pendidikan di SDN Sumobito 03 dan diteruskan di SMPN 01 Sumobito, kemudian melanjutkan pendidikan di SMKN 03 Jombang. Setelah lulus dari bangku Sekolah

Menengah Kejuruan penulis melanjutkan studinya di S1 Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur masuk program beasiswa bidik misi. Penulis mengambil Jurusan Teknik Mesin bidang studi Metalurgi pada Laboratorium Teknik pengecoran logam.

Selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi, penulis juga aktif sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Mesin (HMM) Departemen Pengembangan Potensi Ilmiah Mahasiswa. Empat tahun menjalani masa perkuliahan penulis juga aktif dengan kegiatan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM). Apabila terdapat sesuatu yang berhubungan dengan penulis, dapat menghubungi alamat email arfiansyah3@gmail.com.