

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui dan menyelidiki pengaruh kecepatan putar cetakan terhadap kekuatan tarik dan porositas aluminium paduan (Al-Mg-Si) hasil pengecoran sentrifugal horizontal. Dengan asumsi variabel yang lain konstan. Kajian literatur dari berbagai sumber baik dari buku maupun jurnal ilmiah dilakukan untuk menambah informasi yang diperlukan.

3.2 Tempat Penelitian

Tempat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Laboratorium Pengecoran Logam, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Brawijaya.
- Laboratorium Proses Produksi I, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Brawijaya.
- Laboratorium Metalurgi Fisik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Brawijaya.
- Laboratorium Sentral Ilmu Hayati Universitas Brawijaya.
- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Pusat Penelitian Metalurgi.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan oleh peneliti. Variabel bebas yang digunakan adalah:

- Kecepatan Putar Cetakan: 950 rpm, 1150 rpm, 1450 rpm, 1750 rpm dan 2200 rpm.

3.3.2 Variabel Terikat

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

- Porositas Hasil Coran (%)
- Kekuatan Tarik (N/mm²)

3.3.3 Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang besar nilainya dibuat konstan. Dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah:

- Temperatur Peleburan : 800⁰C.
- Waktu Pengecoran : 120 detik.
- Temperatur *Preheating* cetakan : 400⁰C.
- *Holding* pemanasan cetakan : 10 menit
- *Holding* setelah pengecoran : 10 menit

3.4 Alat Dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Untuk proses pengecoran logam

1. Alat pengecoran sentrifugal
 2. *Stopwatch*
 3. Dapur peleburan
 4. Tang penjepit
 5. Ladel
 6. Kunci L dan obeng
 7. *Digital tachometer*
 8. *Infrared thermometer*
- 

b. Untuk pengujian porositas

1. Piknometri
2. Timbangan *digital*
3. Gelas kaca

c. Untuk pengujian kekuatan tarik

1. Mesin uji tarik
2. Palu
3. Obeng

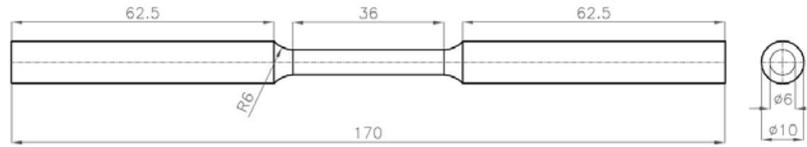
3.4.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium paduan Al-Mg-Si dengan komposisi: Al 97.694%, Si 0.661%, Fe 0.248%, Cu 0.187%, Mn 0.034%, Mg 1.023%, Zn 0.055%, Ti 0.010%, Cr 0.107%, Ni 0.017%, Pb 0.008%, Sn 0.004, V 0.010%, dan Cd 0.002%.

3.4.3 Gambar Spesimen

a. Spesimen Uji Tarik

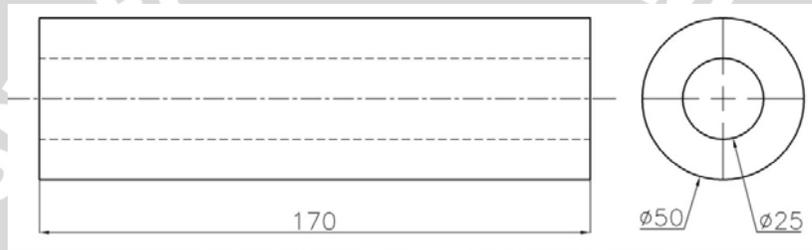
Satuan : mm



Gambar 3.1 Spesimen Uji Tarik

b. Spesimen Uji Porositas

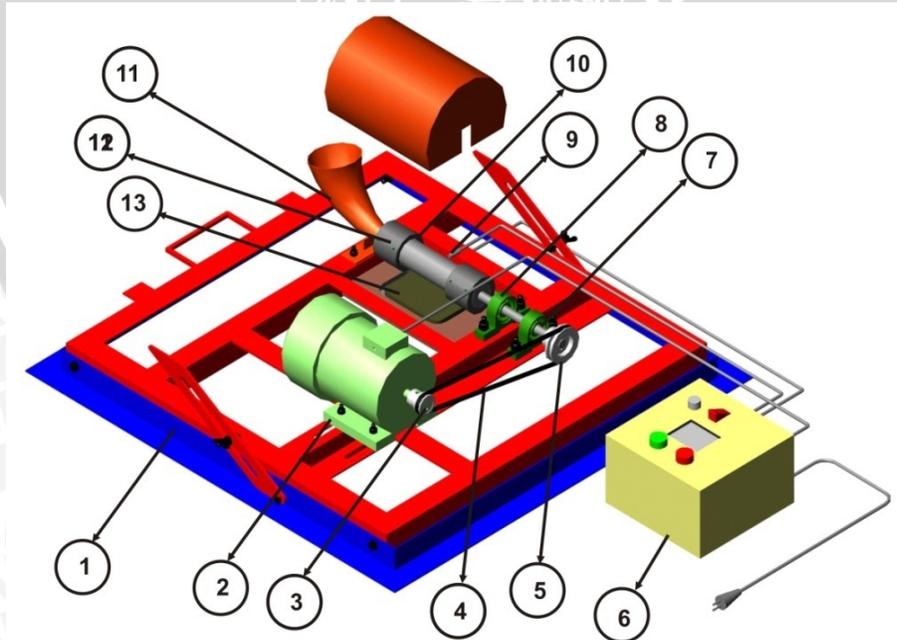
Satuan : mm



Gambar 3.2 Spesimen Uji Porositas

3.5 Instalasi Percobaan

Instalasi proses pengecoran sentrifugal dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 3.3 Instalasi Pengecoran Sentrifugal

Keterangan gambar instalasi penelitian :

- | | |
|--------------------|------------------------|
| 1. <i>Base</i> | 8. Bantalan |
| 2. Motor Listrik | 9. <i>Thermocouple</i> |
| 3. <i>Pulley 1</i> | 10. Cetakan |
| 4. <i>V-belt</i> | 11. Corong |
| 5. <i>Pulley 2</i> | 12. Pengunci cetakan |
| 6. Kontrol Panel | 13. Pemanas Cetakan |
| 7. Poros | |

3.6 Prinsip Kerja Mesin Sentrifugal

Prinsip kerja mesin sentrifugal yang dipakai dalam penelitian ini mempunyai dua fungsi kerja yaitu untuk mengatur putaran cetakan dan pengontrolan *preheating* cetakan. Dalam pengaturan kecepatan putar cetakan digunakan transmisi *belt* dengan mengatur perbandingan pulley penggerak dan pulley yang digerakkan, dan dari perbandingan pulley ini akan didapatkan kecepatan putar cetakan (rpm) dan kemudian putaran ini dilihat dengan menggunakan alat *infrared tachometer*. Persamaan perbandingan *pulley* adalah sebagaimana berikut:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad (3-1)$$

dengan:

N_1 = putaran penggerak

d_1 = diameter *pulley* penggerak

N_2 = putaran yang digerakkan

d_2 = diameter *pulley* yang digerakkan

Sedangkan untuk mengatur dan mengontrol *preheating* cetakan ada beberapa komponen yang ada di dalam kontrol panel yaitu: *thermocouple*, *thermocontrol* dan *relay* atau *contactor*. *Thermocouple* berfungsi sebagai sensor panas yang ada pada pemanas cetakan sedangkan *thermocontrol* berfungsi untuk mengatur temperatur yang diperlukan, sedangkan *relay* atau *contactor* berfungsi sebagai saklar yang mengatur pemanas cetakan. Ketika besar temperatur yang ada pada *thermocontrol* telah diatur maka pemanas cetakan akan bekerja, kemudian besarnya temperatur pada cetakan akan diidentifikasi oleh *thermocouple*. Ketika temperatur yang ada pada cetakan dan *thermocontrol* sama, maka *relay* atau *contactor* akan memutuskan arus listrik dan kemudian proses pemanasan akan berhenti. Dan ketika temperatur pada cetakan tidak sama dengan temperatur pada *thermocouple* maka *relay* atau *contactor* akan menyambungkan lagi arus listrik untuk memanaskan cetakan sampai temperatur pada

cetakan dan *thermocontrol* sama dan begitu seterusnya.

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Prosedur Percobaan

Langkah- langkah pengerjaan dalam penelitian ini adalah:

1. Persiapan percobaan, yaitu menyiapkan dapur peleburan, menyiapkan alat-alat yang digunakan dan memasang cetakan pada mesin sentrifugal.
2. Meleburkan aluminium paduan sampai temperatur 900⁰ C.
3. Pemanasan cetakan sampai temperatur 400⁰ C dan melakukan *holding* selama 10 menit
4. Penuangan logam cair kedalam cetakan yang berputar yaitu sebagai berikut:
 - Pengecoran pertama dilakukan dengan menuangkan logam cair kedalam cetakan yang berputar dengan kecepatan putaran sebesar 950 rpm selama 120 detik kemudian dilakukan *holding* selama 10 menit dan selanjutnya dilakukan pembongkaran cetakan.
 - Pengecoran kedua dilakukan dengan menuangkan logam cair kedalam cetakan yang berputar dengan kecepatan putaran sebesar 1150 rpm selama 120 detik kemudian dilakukan *holding* selama 10 menit dan selanjutnya dilakukan pembongkaran cetakan.
 - Pengecoran ketiga dilakukan dengan menuangkan logam cair kedalam cetakan yang berputar dengan kecepatan putaran sebesar 1450 rpm selama 120 detik kemudian dilakukan *holding* selama 10 menit dan selanjutnya dilakukan pembongkaran cetakan.
 - Pengecoran keempat dilakukan dengan menuangkan logam cair kedalam cetakan yang berputar dengan kecepatan putaran sebesar 1750 rpm selama 120 detik kemudian dilakukan *holding* selama 10 menit dan selanjutnya dilakukan pembongkaran cetakan.
 - Pengecoran kelima dilakukan dengan menuangkan logam cair kedalam cetakan yang berputar dengan kecepatan putaran sebesar 2200 rpm selama 120 detik kemudian dilakukan *holding* selama 10 menit dan selanjutnya dilakukan pembongkaran cetakan.
5. Melakukan *finishing* cacat sirip (bila ada) pada benda hasil coran.

3.7.2 Prosedur Pengambilan dan Pengolahan Data

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

1. Mengambil benda kerja hasil coran dengan kecepatan putar cetakan tertentu.
2. Pembuatan spesimen untuk porositas dan kekuatan tarik.
3. Pengambilan data uji porositas dengan pengujian densitasnya menggunakan standar ASTM B311-93.
 - a. Menyiapkan alat uji densitas (skema piknometri).
 - b. Menyiapkan timbangan digital.
 - c. Menyiapkan spesimen yang akan diuji.
 - d. Menimbang berat spesimen di udara.
 - e. Menimbang berat spesimen dan keranjang didalam air.
 - f. Menimbang berat keranjang dalam air.
4. Pengambilan data uji kekuatan tarik dengan standar ASTM B557M
 - a. Menyiapkan alat uji kekuatan tarik.
 - b. Menyiapkan spesimen yang akan diuji.
 - c. Melakukan pengujian kekuatan tarik.
5. Melakukan pengulangan langkah 1 sampai 4 untuk spesimen dengan variasi putaran cetakan 950 rpm, 1150 rpm, 1450 rpm, 1750 rpm dan 2200 rpm.
6. Pengolahan data hasil pengujian.
7. Melakukan analisa dan pembahasan dari data-data yang diperoleh.
8. Mengambil kesimpulan.
9. Selesai.

3.8 Analisa Statistik

Analisa statistik disini bertujuan untuk menduga perubahan rata-rata yang terjadi dalam hal kualitas hasil coran aluminium paduan yang terjadi sebagai akibat pengaruh kecepatan putar cetakan yang digunakan.

- Kekuatan tarik dan porositas

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (3-2)$$

- Standar deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (3-3)$$

- Standar deviasi rata-rata

$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (3-4)$$

- Interval penduga rata-rata kekuatan tarik dan porositas

$$\bar{x} - t\left(\frac{\alpha}{2}, db\right)\sigma < \mu < \bar{x} + t\left(\frac{\alpha}{2}, db\right)\sigma \quad (3-5)$$

3.9 Analisa Varian Satu Arah

Dari analisa varian satu arah ini akan diketahui ada tidaknya pengaruh kecepatan putar cetakan terhadap kekuatan tarik dan porositas aluminium paduan (Al-Mg-Si) hasil pengecoran sentrifugal horizontal. Dari data yang diperoleh diuji secara statistik bagaimana pengaruh variabel bebas (kecepatan putar cetakan 950 rpm, 1150 rpm, 1450 rpm, 1750 rpm dan 2200 rpm.) terhadap variabel terikatnya. Harga variabel terikat dianggap sebagai $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4,$ dan α_5 maka hipotesis penelitian ditulis sebagai berikut:

$$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5$$

{tidak ada pengaruh dari variasi kecepatan putar cetakan terhadap kekuatan tarik dan porositas aluminium paduan (Al-Mg-Si) hasil pengecoran sentrifugal horizontal}.

$$H_1 : \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq \alpha_3 \neq \alpha_4 \neq \alpha_5$$

{ada pengaruh nyata variasi kecepatan putar cetakan terhadap kekuatan tarik dan porositas aluminium paduan (Al-Mg-Si) hasil pengecoran sentrifugal horizontal}.

Pengamatan ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 3.1. Rancangan Analisis Data Kecepatan Putar Cetakan Terhadap Kekuatan Tarik dan Porositas

Pengulangan	Kecepatan Putar Cetakan (rpm)				
	950	1150	1450	1750	2200
1	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	Y_{14}	Y_{15}
2	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}	Y_{24}	Y_{25}
3	Y_{31}	Y_{32}	Y_{33}	Y_{34}	Y_{35}
Jumlah	$\sum Y_{i1}$	$\sum Y_{i2}$	$\sum Y_{i3}$	$\sum Y_{i4}$	$\sum Y_{i5}$
Nilai rata-rata	\bar{Y}_{i1}	\bar{Y}_{i2}	\bar{Y}_{i3}	\bar{Y}_{i4}	\bar{Y}_{i5}

Keterangan: Y adalah data hasil pengujian kekuatan tarik (N/mm²) dan porositas (%)

Berdasarkan data pada tabel:

$$\text{Jumlah seluruh perlakuan} = \sum_{n=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \quad (3-6)$$

Jumlah kuadrat seluruh perlakuan $= \left[\sum_{n=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right]^2$ (3-7)

Faktor koreksi (fk) $= \frac{\sum_{n=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2}{nk}$ (3-8)

Jumlah kuadrat total (JKT) $= \sum_{n=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2 - fk$ (3-9)

Jumlah kuadrat perlakuan (JKP) $= \frac{\sum_{n=1}^n \left[\sum_{j=1}^k Y_{ij} \right]^2}{n} - fk$ (3-10)

Jumlah kuadrat galat (JKG) $= JKT - JKP$ (3-11)

Kuadrat tengah perlakuan (KTP) $= \frac{JKP}{n-1}$ (3-12)

Kuadrat tengah galat (KTG) $= \frac{JKG}{k(n-1)}$ (3-13)

Dari data perhitungan diatas dapat dicari F hitung dengan rumus :

$$F_{hitung} = \frac{KTP}{KTG} \quad (3-14)$$

Untuk membuat uji analisis variabel analisis varian dibuat tabel analisis varian satu arah seperti tabel dibawah ini :

Tabel 3.2. Tabel analisa varian satu arah

Jumlah varian	Db	JK	JT	F _{hitung}
Pengujian	k-1	JKP	KTP	
Galat	k(n-1)	JKG	KTG	
Total	N-1	JKT		

Pengujian ada tidaknya pengaruh perlakuan adalah dengan membandingkan

F_{hitung} dengan tingkat keberartian α :

- a. jika $F_{hitung} > F_{(\alpha, k, db)}$ berarti H_0 ditolak

ini menyatakan bahwa ada perbedaan yang berarti antara variasi kecepatan putar cetakan terhadap kekuatan tarik dan porositas alumunium paduan hasil pengecoran sentrifugal horizontal.

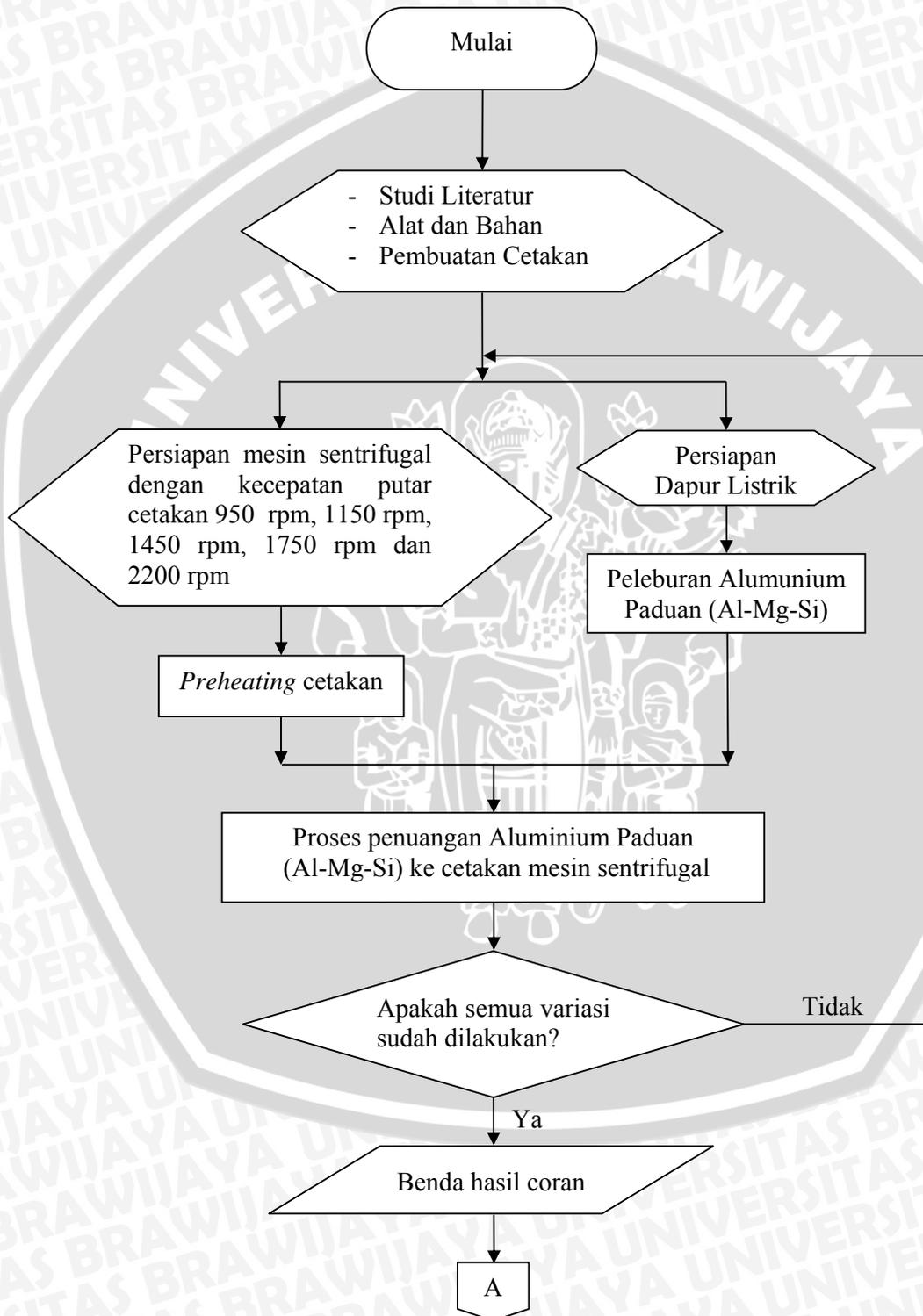
- b. jika $F_{hitung} < F_{(\alpha, k, db)}$ berarti H_0 diterima

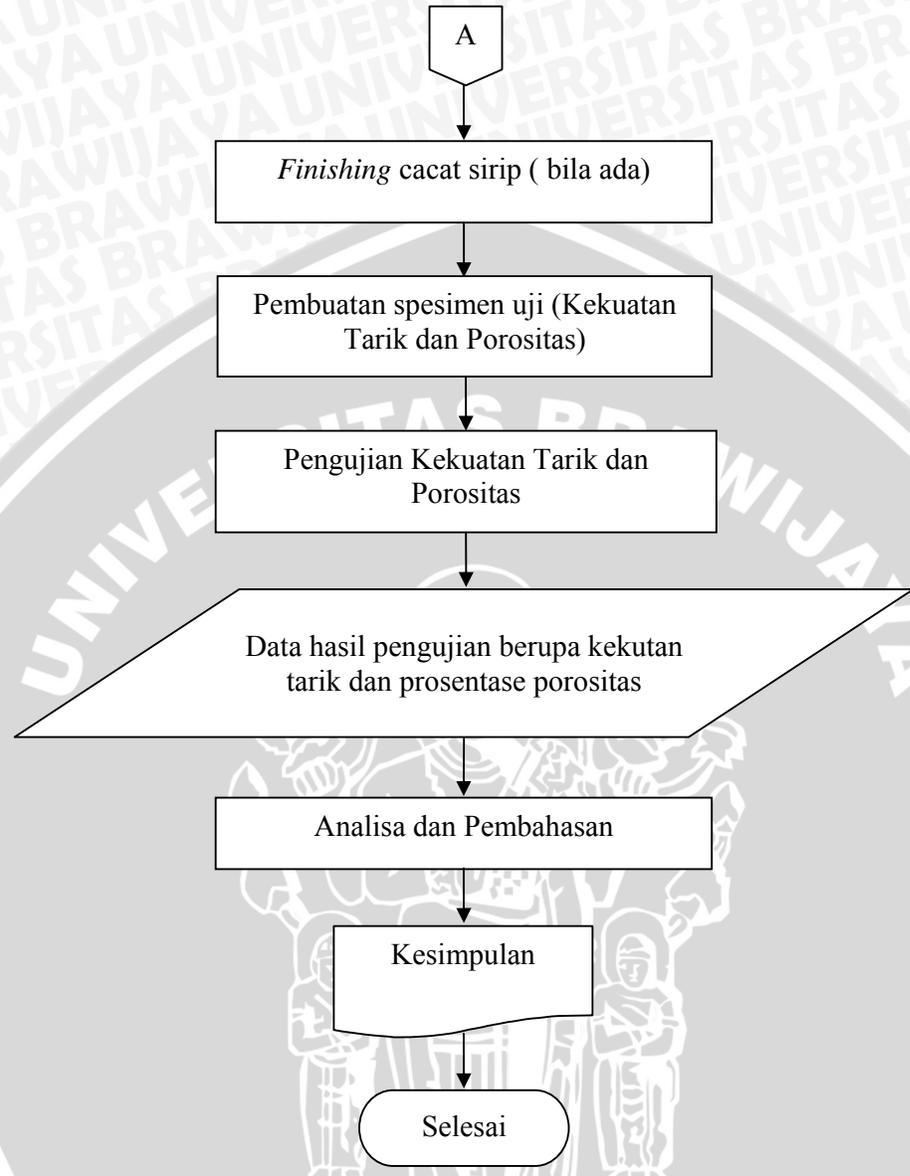
ini menyatakan bahwa tidak ada perbedaan yang berarti antara variasi kecepatan putar cetakan terhadap kekuatan tarik dan porositas alumunium paduan hasil pengecoran sentrifugal horizontal.



3.11 Diagram Alir Penelitian

Alur kerja pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar diagram alir penelitian seperti dibawah ini:





Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian

