

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental (*true experimental research*). Jenis penelitian ini digunakan untuk menguji pengaruh dari suatu perlakuan atau desain baru terhadap proses. Pengaruh dari beberapa perlakuan atau desain yang berbeda terhadap suatu percobaan akan dibandingkan sehingga diperoleh suatu kejadian yang saling berhubungan. Dengan cara ini akan di uji pengaruh variasi *pitch helical static mixer* pada alat penukar kalor terhadap laju perpindahan kalor dan penurunan tekanan.

#### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2012 sampai selesai di Laboratorium Mesin-Mesin Fluida, Fakultas Teknik, Jurusan Mesin, Universitas Brawijaya.

#### 3.3 Variabel Penelitian

##### 1. Variabel bebas (*independent variable*)

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian. Besar variabel bebas diubah-ubah untuk mendapat hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat sehingga tujuan penelitian dapat tercapai. Dalam penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah :

- debit fluida panas pada pipa dalam divariasikan dari 600 liter/jam hingga 900 liter/jam dengan kenaikan masing-masing 100 liter/jam
- jarak *pitch helical static mixer* yaitu masing-masing 36, 54, dan 72 mm.

##### 2. Variabel terikat (*dependent variable*)

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya tergantung pada nilai dari variabel bebasnya. Dengan adanya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat akan menghasilkan perubahan nilai dari variabel terikat tersebut. Variabel terikat yang diamati dalam penelitian ini adalah:

- a. laju perpindahan panas,

- b. penurunan tekanan (*pressure drop*) dan
- c. *effectiveness*

### 3. Variabel terkontrol

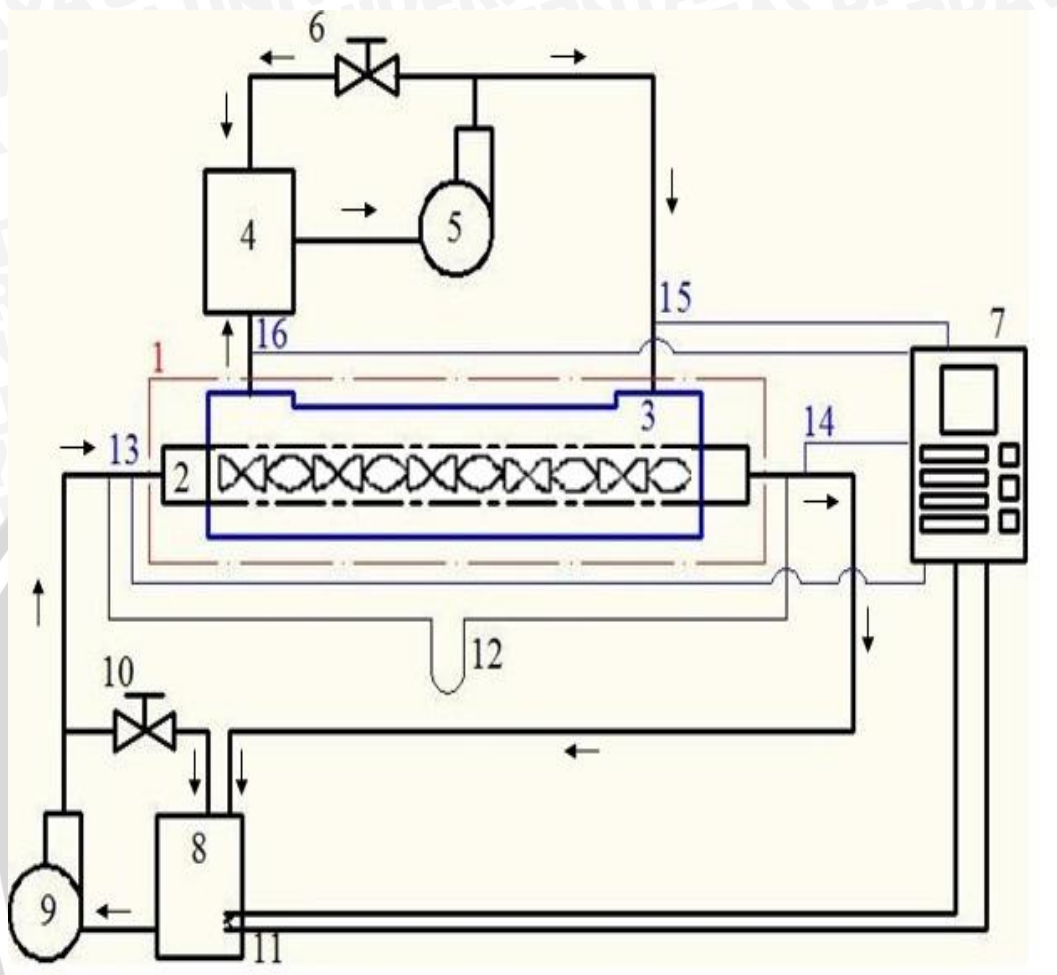
Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya telah ditentukan pada saat penelitian dilakukan dan dibuat konstan. Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah:

- a. Temperatur air panas masuk pada pipa dalam dari reservoir panas sebesar  $50^{\circ}\text{C}$ , toleransi  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ .
- b. Temperatur air dingin masuk pada pipa bagian luar dari reservoir dingin sebesar  $25^{\circ}\text{C}$ , toleransi  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ .
- c. Debit air dingin pada pipa luar *heat exchanger* konstan sebesar 900 liter/menit.



### 3.4 Peralatan Penelitian

#### 3.4.1 Skema Alat Penelitian



Gambar 3.1 Skema instalasi peralatan penelitian

Keterangan gambar di atas :

- |   |   |
|---|---|
| 1. <i>Heat exchanger</i> .                  | 9. Pompa air panas.                         |
| 2. Pipa air panas.                          | 10. <i>Ball valve</i> pembuangan air panas. |
| 3. Pipa air dingin.                         | 11. <i>Heater</i>                           |
| 4. Reservoir air dingin.                    | 12. Manometer.                              |
| 5. Pompa air dingin.                        | 13. LM35 untuk sisi masuk air panas.        |
| 6. <i>Ball valve</i> pembuangan air dingin. | 14. LM35 untuk sisi keluar air panas.       |
| 7. <i>Control panel</i> .                   | 15. LM35 untuk sisi masuk air dingin.       |
| 8. Reservoir air panas.                     | 16. LM35 untuk sisi keluar air dingin.      |



Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *heat exchanger* susunan pipa ganda dengan spesifikasi :

1. Pipa dalam (*inner tube*) adalah pipa dari bahan tembaga paduan CEM ASTM B88 TYPE M dengan diameter dalam 22,96 mm, tebal 1 mm, dan panjang pipa (L) 1300 mm.
2. Pipa luar (*outer tube*) adalah pipa *Stainless steel* SUS 304 dengan diameter dalam 76,2 mm, tebal pipa 2 mm dan panjang pipa (L) 1100 mm.

Sedangkan turbulator yang digunakan dalam penelitian ini adalah tiga jenis *helical static mixer* seperti gambar di bawah ini. Ketiga spesimen ini memiliki panjang ( L ) dan tinggi ( T ) yang sama, yaitu L= 864 mm dan T= 20mm namun jarak *pitch* ( P ) yang berbeda yaitu 36, 54, dan 72 mm.



Gambar 3.2 *Helical static mixer*

### 3.4.2 Peralatan Pendukung Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Pompa air

Pompa yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 2 dan berfungsi untuk memompakan air dingin dan air panas. Adapun spesifikasi kedua pompa air tersebut adalah sebagai berikut.

merk	: Moswell
model	: Aqua – 125
<i>max. capacity</i>	: 42 lt/menit

<i>such. head</i>	: 9 meter
<i>disc. head</i>	: 24 meter
<i>total head</i>	: 33 meter
<i>power</i>	: 125 watt
V/Hz/PH	: 220/50/1
rpm	: 2850 rpm
buatan	: Indonesia



Gambar 3.3 Pompa air

## 2. Pengukur debit (*flowmeter*)

Pengukur debit berfungsi digunakan untuk mengetahui debit aliran yang mengalir pada pipa luar dan dalam yang dipasang secara terpisah. Dalam penelitian ini menggunakan 2 buah pengukur dengan spesifikasi :

kapasitas	: 1.5 m <sup>3</sup> /jam
merk	: Ning – No
buatan	: China

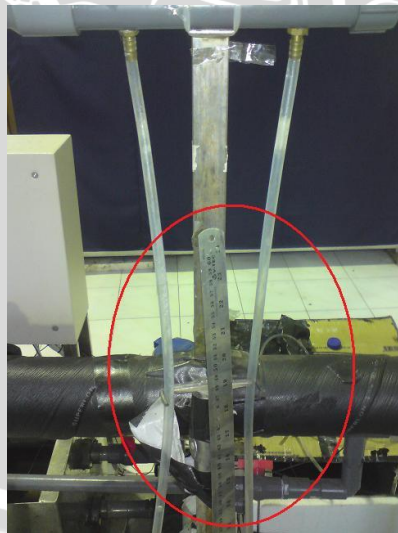


Gambar 3.4 Pengukur debit

### 3. Manometer

Manometer digunakan untuk mengukur perbedaan tekanan pada sisi masuk dan sisi keluar pipa dalam (*inner tube*) *heat exchanger* yang dipasang turbulator. Spesifikasi alat :

- panjang pipa : 30 cm
- diameter pipa : 2.54 cm
- bahan : PVC



Gambar 3.5 Manometer



#### 4. Automatic Thermocontroller

Alat ini berfungsi untuk menjaga temperatur air panas agar tetap konstan pada temperatur tertentu dengan cara mengatur kerja dari *magnetic contactor*. Adapapun spesifikasi *automatic thermocontroller* adalah sebagai berikut.

merk	: T&W Electric Heating & Equipment Corp. ,China.
tipe	: IL – 70
range temperature	: 0°C – 400°C
voltase	: 110 / 220 V
frekuensi	: 50 / 60 Hz
keakurasian	: $\pm 1^\circ\text{C}$
input thermocouple	: 1 Channel type K



Gambar 3.6 Automatic Thermocontroller

#### 5. Thermocouple

Merupakan sensor yang digunakan untuk mengubah suatu besaran fisik berupa temperatur menjadi bentuk elektris berupa beda potensial, *thermocouple* yang digunakan tipe K dan tipe LM35. Sensor tipe K diletakkan di reservoir air panas untuk mengetahui temperaturnya, sedangkan sensor LM35 dipasang pada pipa-pipa sisi masuk dan keluar alat penukar kalor untuk mengetahui temperatur air dingin dan air panas yang dapat dilihat pada indikator *digital display*.



Gambar 3.7 *Thermocouple* tipe K



Gambar 3.8 *Digital display*

#### 6. *Magnetic contactor*

Alat ini berfungsi untuk memutuskan atau menyambung aliran listrik menuju *heater*. Kinerja alat ini diatur oleh *automatic thermocontroller* yang terhubung dengan *thermocouple* tipe K. Adapun spesifikasi *magnetic contactor* adalah :

Merk : Mitsubishi  
Type : S-N10

#### 7. *Heater*

*Heater* digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi panas yang ditempatkan dalam air di dalam penampungan agar air berada pada temperatur yang dikehendaki. Adapun spesifikasi *heater* adalah :



Voltase : 220 volt AC  
Daya : 350 watt  
Temperatur maksimum : 80 °C



Gambar 3.9 Heater

#### 8. Sterofoam

*Sterofoam* digunakan untuk mengisolasi pipa aliran panas dan pipa luar dari *heat exchanger*.

### 3.5 Prosedur penelitian

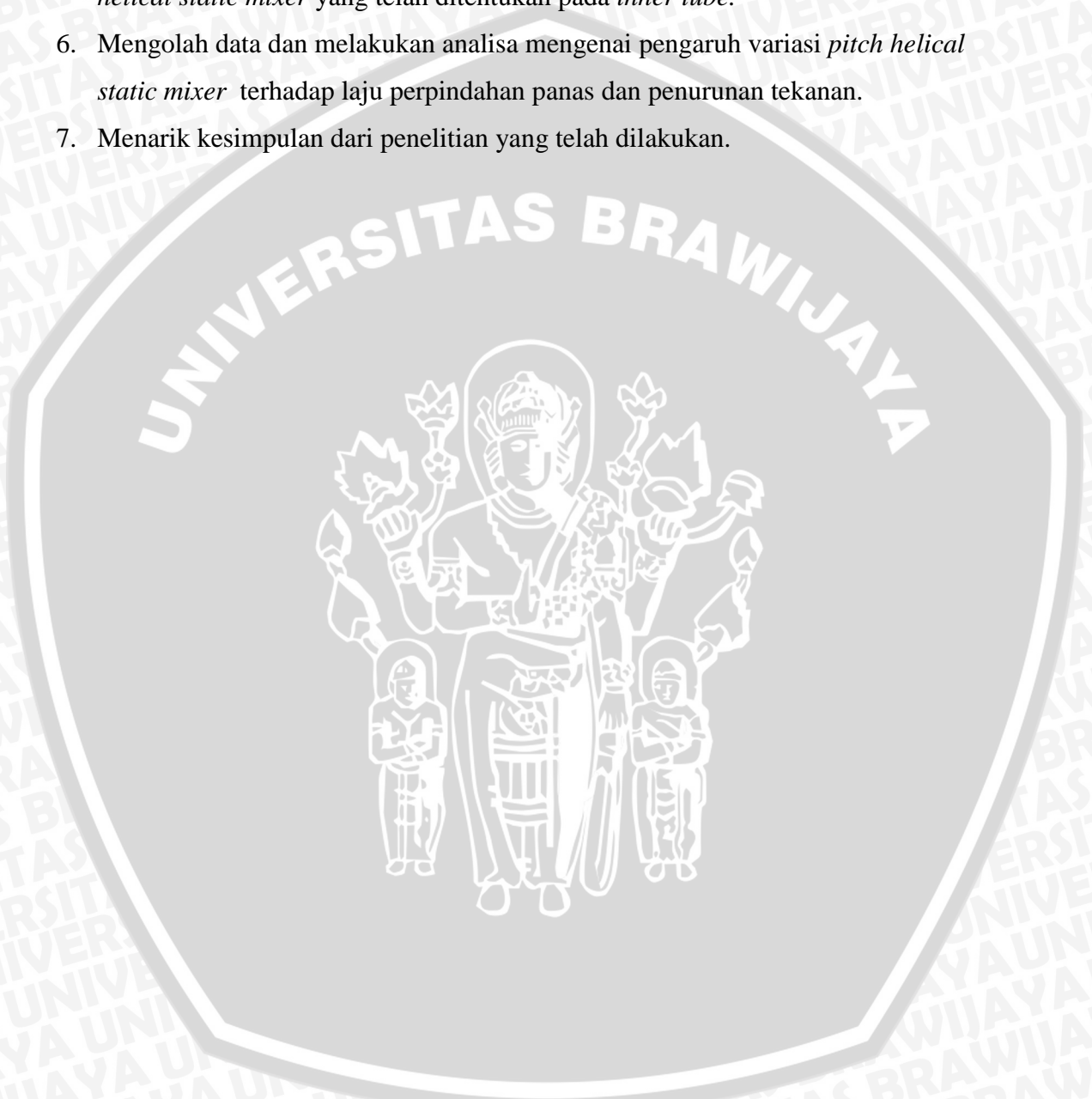
Persiapan meliputi :

1. Menyiapkan instalasi penelitian dengan berbagai variasi *pitch helical static mixer*.
2. Memanaskan air menggunakan *heater* hingga mencapai temperatur 65°C.
3. Pemeriksaan kondisi alat ukur meliputi *manometer* dan sensor beserta alat pendukung lainnya.

Pelaksanaan percobaan :

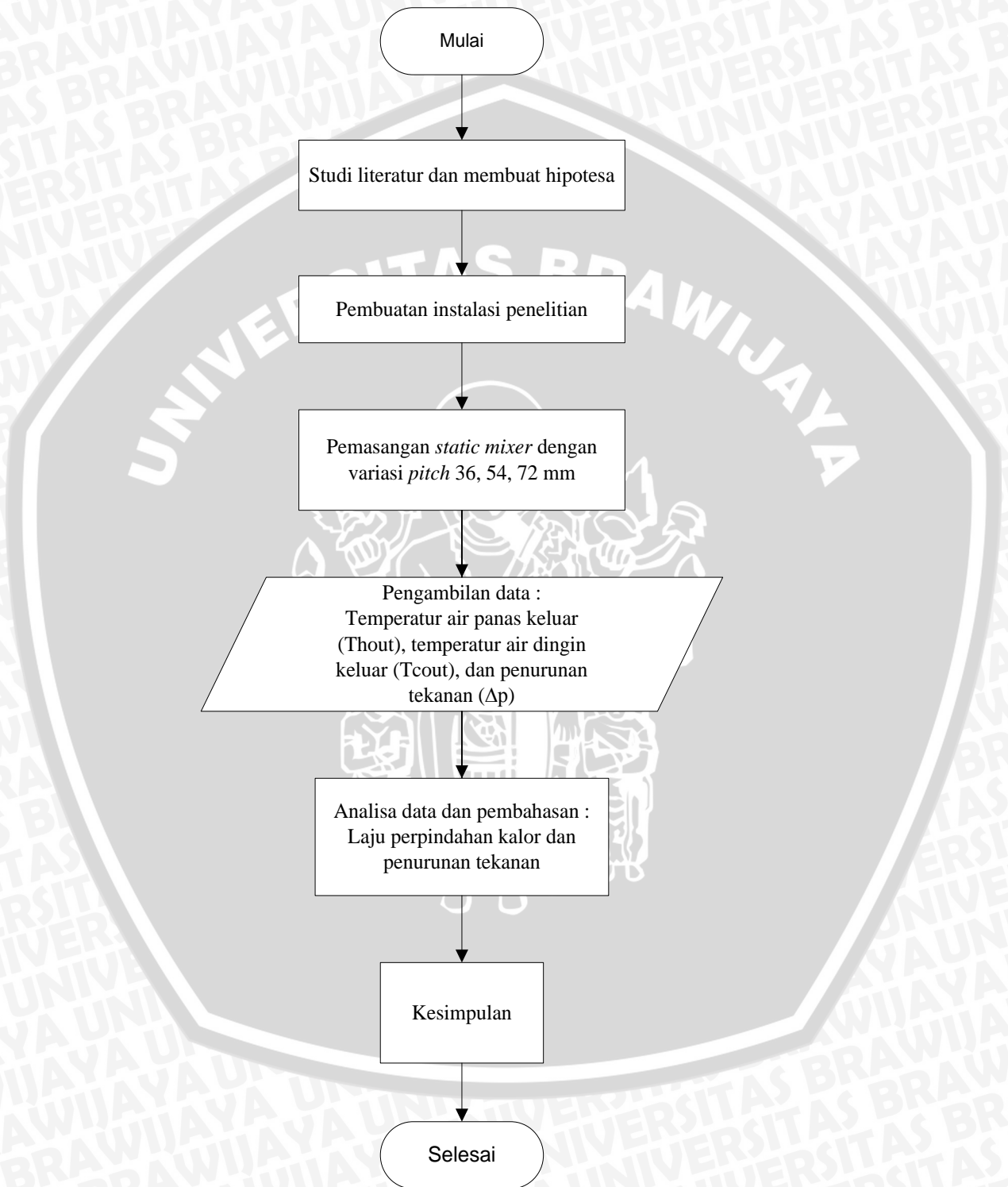
1. Memasang semua instalasi penelitian pada alat penukar kalor yang tanpa *helical static mixer*.
2. Menghidupkan kedua pompa dan mengatur debit air dingin maupun panas sesuai dengan ketentuan.
3. Setelah keadaan mencapai kondisi *steady*, mengambil data temperatur masuk dan temperatur keluar air dingin maupun air panas untuk tiap-tiap variasi debit air panas.

4. Mengambil data perbedaan ketinggian permukaan air panas yang mengalir dalam *inner tube* berupa beda ketinggian air pada manometer untuk setiap variasi debit air panas.
5. Mengulangi langkah 1 sampai 4 dengan memasang berbagai variasi *pitch helical static mixer* yang telah ditentukan pada *inner tube*.
6. Mengolah data dan melakukan analisa mengenai pengaruh variasi *pitch helical static mixer* terhadap laju perpindahan panas dan penurunan tekanan.
7. Menarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.



### 3.6 Diagram Alir Penelitian

Penelitian dilakukan dengan mengikuti diagram alir penelitian seperti gambar 3.13 dibawah ini.



Gambar 3.10 Diagram Alir Penelitian