

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental (*experimental research*) yaitu dengan melakukan pengamatan secara langsung untuk memperoleh data sebab akibat melalui eksperimen guna mendapatkan data empiris. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mesin Pendingin, Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

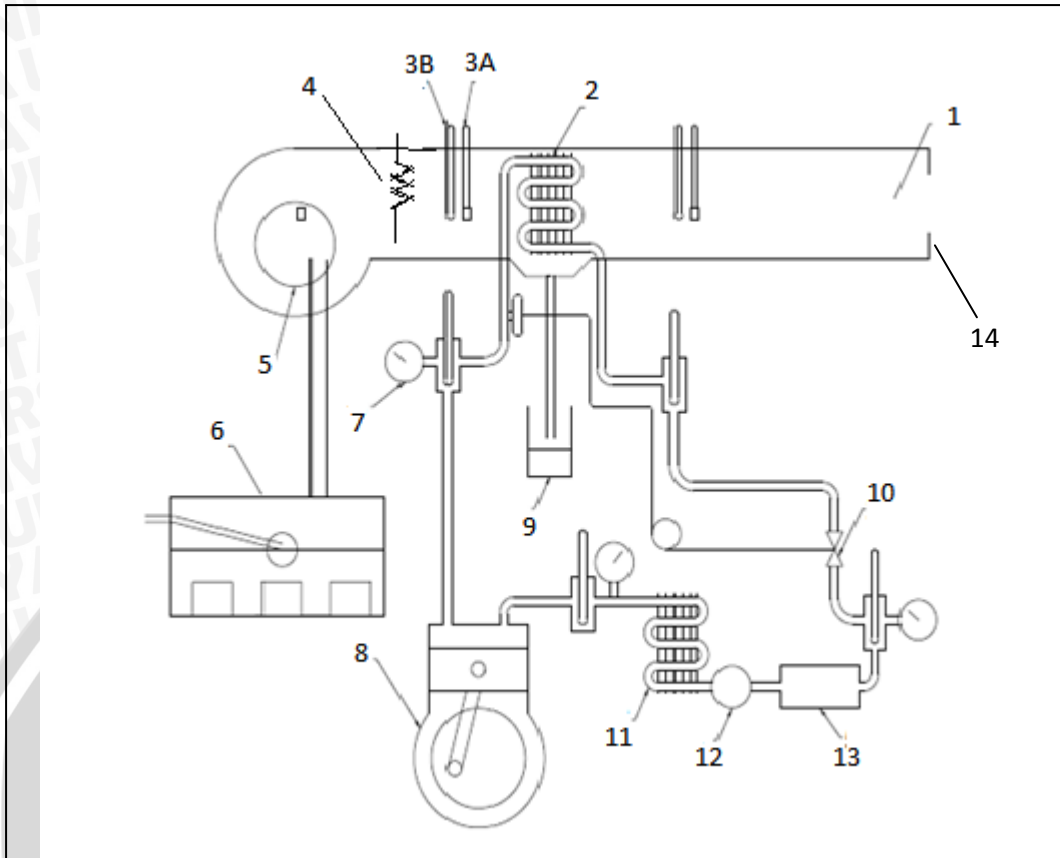
3.2 Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Variabel bebas (*independent variabel*) adalah variabel yang besarnya ditentukan oleh peneliti dan harganya diubah-ubah dengan metode tertentu untuk mendapatkan nilai variabel terikat dari obyek penelitian sehingga diperoleh hubungan antara keduanya. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi temperatur udara sebelum masuk evaporator sebesar 31 ; 33 ; 36 ; 38 °C dan variasi kelembaban udara sebesar 73 ; 77 ; 81 %.
2. Variabel terikat (*dependent variabel*) adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas dan diketahui setelah penelitian dilakukan. Variabel terikat yang diamati dalam penelitian ini adalah efek refrigerasi, kerja kompresor dan *COP (coefficient of performance) air conditioner*.

3.3 Instalasi Penelitian

Dibawah ini merupakan instalasi alat yang digunakan pada penelitian yang ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut:



Keterangan :

- | | |
|-----------------------------|--------------------|
| 1. Duct | 8. Kompresor |
| 2. Evaporator | 9. Gelas ukur |
| 3. a. Termometer bola basah | 10. Katup ekspansi |
| b. Termometer bola kering | 11. Kondensor |
| 4. Heater | 12. Sight glass |
| 5. Blower | 13. Filter drier |
| 6. Boiler | 14. Orifice |
| 7. Pressure gauge | |

Gambar 3.1. Skema instalasi penelitian

Rangkaian dari instalasi AC terdiri dari empat komponen pokok, yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator. Refrigeran bersikulasi pada komponen tersebut akibat kerja yang diberikan pada kompresor. Pada evaporator refrigeran menguap pada temperatur rendah sehingga mampu menyerap kalor dari massa udara yang mengalir pada bagian tersebut.

Kecepatan alir massa udara bisa divariasikan dengan mengatur kecepatan dari *blower*, sehingga variasinya dapat dibaca (sesuai dengan tekanan) pada

manometer dari alat ukur jenis *orifice*. Beban pendinginan dapat divariasikan dengan mengatur besar daya dari *boiler* dan *heater*. Debit air kondensasi yang terbentuk di evaporator akan diukur dengan gelas ukur. Sedangkan temperatur diukur menggunakan termometer.

3.4 Alat-Alat yang Digunakan

1. AC mobil

a. Evaporator

Evaporator berfungsi untuk menyerap panas atau untuk proses evaporasi. Dimensinya adalah 41 cm x 10 cm x 12 cm, ditunjukkan seperti pada gambar 3.2 berikut :

<i>Power frequency</i>	: 60 Hz
<i>Line voltage</i>	: <i>single phase</i> 220V
<i>Power consumption</i>	: 1,4 kW
<i>Current consumption</i>	: 19,7 Amps
<i>Starting current</i>	: 88A



Gambar 3.2. Evaporator

Sumber : Laboratorium Mesin Pendingin Universitas Brawijaya

b. Katup Ekspansi

Katup ekspansi berfungsi untuk menurunkan tekanan dari kompresor hingga mencapai tekanan evaporasi. Katup ekspansi yang digunakan adalah katup ekspansi otomatis refrigeran R-22, seperti ditunjukkan pada gambar 3.3 berikut :



Gambar 3.3. Katup ekspansi

Sumber : Laboratorium Mesin Pendingin Universitas Brawijaya

c. Kompresor arus AC

Kompresor berfungsi untuk mengkompresikan refrigeran pada sistem pendingin, seperti pada gambar 3.4 berikut :

PANASONIC 2K 32S 225AUB

1120 WATT; 220 VOLT; 50 Hz



Gambar 3.4. Kompresor

Sumber : Laboratorium Mesin Pendingin Universitas Brawijaya

d. Kondensor

Kondesor berfungsi untuk melepas kalor refrigeran ke lingkungan.

Dimensi kondensor adalah 60 cm x 30 cm x 3 cm, seperti pada gambar

3.5 berikut :

Volts-Hz : 220-60

Minimum circuit ampacity : 12,4

Max. overcurrent protection : 20

Electrical conduit size : ½" or ¾"



Gambar 3.5. Kondensor

Sumber : Laboratorium Mesin Pendingin Universitas Brawijaya

e. *Blower*

Blower berfungsi untuk menghembuskan udara di dalam *duct*. Kecepatan yang digunakan 1000 rpm dan dimensi tempat *blower* adalah 32 cm x 14 cm x 16 cm, seperti pada gambar 3.6 berikut :

Type : *centrifugal fan*

Motor output : 0,21 kW



Gambar 3.6. *Blower*

Sumber : Laboratorium Mesin Pendingin Universitas Brawijaya

f. *Filter Drier*

Filter drier berfungsi untuk menyaring kotoran agar tidak menyumbat katup ekspansi seperti pada gambar 3.7 berikut :



Gambar 3.7. *Filter drier*

Sumber : Laboratorium Mesin Pendingin Universitas Brawijaya

2. Manifold

Berfungsi untuk mengetahui tekanan rendah dan tinggi dalam pengisian refrigeran, ditunjukkan pada gambar 3.8 berikut :



Gambar 3.8. Manifold

Sumber : Laboratorium Mesin Pendingin Universitas Brawijaya

3. Ruang penyekat (duct)

Agar waktu yang dibutuhkan untuk pendingin ruangan lebih cepat maka perlunya ruangan terbatas. Ruang dibuat dari *acrylic* tebal 5 mm. Dimensi *duct* adalah 80 cm x 34 cm x 12 cm, seperti pada gambar 3.9 :



Gambar 3.9 Ruang penyekat

Sumber : Laboratorium Mesin Pendingin Universitas Brawijaya

4. Mesin vakum refrigeran

Berfungsi untuk mengkosongkan refrigeran yang berada dalam sistem mesin pendingin, ditunjukkan pada gambar 3.10 berikut :

Free air displacement : 50 litres / min

Motor : 2880 rpm

Oil capacity : 0,4

Suction port : 3/8"



Gambar 3.10 Mesin vakum refrigeran
Sumber : Laboratorium Mesin Pendingin Universitas Brawijaya

5. *Regulator high pressure*

Berfungsi untuk mengalirkan gas dari tabung LPG, ditunjukkan pada gambar 3.11 berikut :



Gambar 3.11 *Regulator high pressure*
Sumber : Laboratorium Mesin Pendingin Universitas Brawijaya

6. Timbangan refrigeran

Berfungsi untuk mengetahui massa gas yang diisikan ke dalam instalasi, ditunjukkan pada gambar 3.12 berikut :

<i>Type</i>	: 9010A <i>Simline Electronic Scale</i>
<i>Range</i>	: 0,000 kg to 55,000 kg
<i>Accuracy</i>	: +/- 0,5% of reading +/- 1 digit
<i>Weight</i>	: 2,79 kg
<i>Dimension</i>	: 38,7 cm x 26,7 cm x 6,35 cm



Gambar 3.12 Timbangan refrigeran

Sumber : Laboratorium Mesin Pendingin Universitas Brawijaya

7. Tabung LPG 12 kg

Ditunjukkan pada gambar 3.13 seperti berikut :

Komposisi : 50 % propana (C_3H_8) & 50 % butana (C_4H_{10})

Vapour pressure at 100 °F : 120 psig

Weathering test 36 °E : 95 % vol.

Copper corrosion : ASTM No. 1

Total sulfur : 15 gr/100 cuft

Water content : no free water



Gambar 3.13 LPG 12 kg

Sumber : Laboratorium Mesin Pendingin Universitas Brawijaya

8. Alat ukur sebagai berikut :

a. Stopwatch

Stopwatch berfungsi untuk menghitung waktu pada saat pengambilan data, seperti pada gambar 3.14 berikut :

<i>Battery type</i>	: CR2032
<i>Approx. battery life</i>	: 5 years
<i>Accuracy (time)</i>	: ± 30 seconds per month (stopwatch)
<i>Measuring capacity</i>	: 1/1000-second stopwatch



Gambar 3.14 Stopwatch

Sumber : Laboratorium Mesin Pendingin Universitas Brawijaya

b. Pengukur tekanan (*pressure gauge*)

Pengukur tekanan berfungsi untuk mengukur tekanan refrigeran pada instalasi AC mobil, seperti pada gambar 3.15 berikut :

<i>Dial</i>	: 4-1/2 "
<i>Connection size</i>	: 1/4 "
<i>Range</i>	: 30/ 60/ 100/ 160 psi
<i>Material</i>	: copper with stainless steel case



Gambar 3.15 Pressure gauge

Sumber : Laboratorium Mesin Pendingin Universitas Brawijaya

c. Termometer

Termometer berfungsi untuk mengukur suhu pada *duct* dan suhu refrigeran pada operasi mesin AC, seperti pada gambar 3.16 berikut :

<i>Brand</i>	: Krisbow
<i>Model</i>	: KW06-439
<i>Weight (kg)</i>	: 0,1
<i>Basic accuracy</i>	: 0
<i>Dial size (Inch)</i>	: 1 3/8
<i>Stick dimension (mm)</i>	: $\varnothing 3.8 \times 130$

Range (°C) : -40 – 80



Gambar 3.16 Termometer

Sumber : Laboratorium Mesin Pendingin Universitas Brawijaya

3.5 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang diambil dalam penelitian ini adalah :

1. Pemvakuman pada instalasi *air conditioner* dengan memasang selang *manifold* berwarna kuning pada mesin vakum dan selang *manifold* berwarna biru pada *air conditioner*. Katup *manifold* berwarna biru dibuka, kemudian mesin vakum dinyalakan sampai tekanan pada manifold -30[psi], tutup katup kembali.
2. Pengisian refrigeran dengan memindahkan selang *manifold* berwarna kuning ke tabung LPG, buka katup *manifold* berwarna biru sampai tidak ada suara gas yang bersirkulasi, kemudian tutup katup *manifold* berwarna biru. Menghidupkan mesin *air conditioner*, isi gas LPG sampai massa 300 gram, kemudian katup *manifold* berwarna biru ditutup.
3. Pada saat memindahkan selang berwarna kuning, udara masuk ke dalam selang warna kuning. Untuk menghilangkan udara pada selang berwarna kuning, buka *manifold* berwarna merah sampai gas keluar dari selang berwarna merah kemudian tutup kembali.
4. Menghidupkan kompresor, *fan*, *blower*, dan *boiler*. Sampai terjadinya sirkulasi dengan aliran *steady state*.
5. Data-data yang dicatat yaitu suhu keluar evaporator (T_1), suhu masuk kondensor (T_2), suhu keluar kondensor (T_3), suhu masuk evaporator (T_4), tekanan keluar evaporator (P_1), tekanan keluar kondensor (P_3). Pengambilan data dilakukan dengan memvariasikan daya dari *heater* dan daya dari *boiler* dikondisikan konstan.

6. Pengambilan data berikutnya kembali lagi seperti proses no.4 dengan memvariasikan daya dari *boiler* dan daya dari *heater* dikondisikan konstan.
7. Pengolahan data dan pembahasan.
8. Kesimpulan dan saran.

3.6 Rencana Pengambilan Data

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengambilan data empirik, yaitu pengukuran temperatur udara basah dan kering yang masuk ke evaporator. Serta temperatur udara basah dan kering yang keluar dari evaporator. Menghitung debit air kondensat yang tertampung dalam gelas ukur. Serta mengukur tekanan yang ditimbulkan dengan manometer. Semua pengukuran tersebut dilakukan untuk tiap-tiap variasi temperatur dan kelembaban udara dengan mengkondisikan daya *heater* dan *boiler* sesuai dengan perencanaan.

Tabel 3.1 Contoh pengambilan data

Temperatur Udara (°C)	Waktu (menit)	T _{DA} (°C)	T _{WA} (°C)	T _{DB} (°C)	T _{WB} (°C)	T _{CON} (°C)	Q _d (ml/menit)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	T ₄ (°C)	P ₁ (kPa)	P ₃ (kPa)
31	5												
	10												
33	5												
	10												
36	5												
	10												
38	5												
	10												

dimana :

T_{DA} = temperatur udara kering sebelum ke evaporator, (°C)

T_{WA} = temperatur udara basah sebelum ke evaporator, (°C)

T_{DB} = temperatur udara kering setelah dari evaporator, (°C)

T_{WB} = temperatur udara basah setelah dari evaporator, (°C)

T_{CON} = temperatur air hasil pengembunan dari evaporator (temperatur air kondensat), (°C)

Q_d = debit air kondensat, volume tiap detiknya, (m³/det)

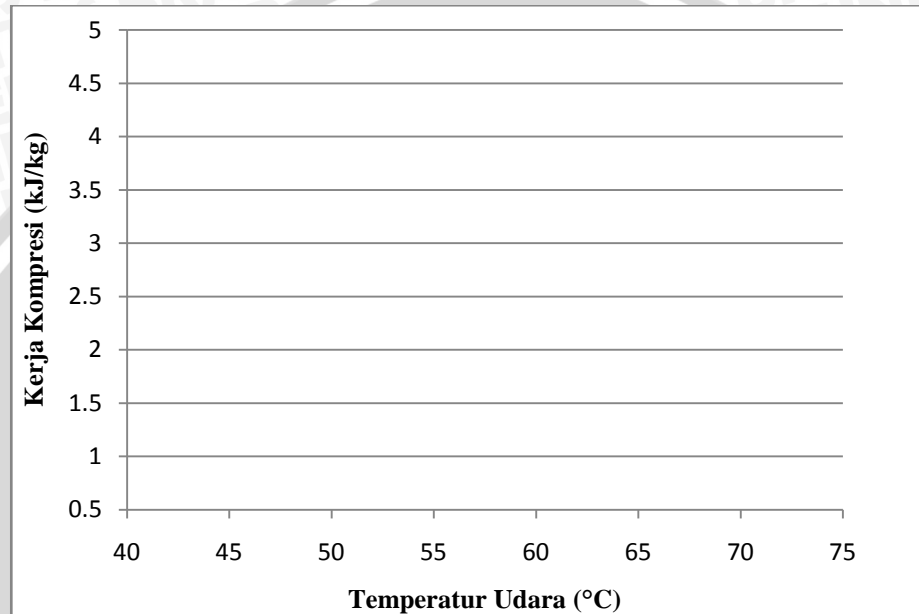
T₁ = temperatur refrigeran setelah keluar dari evaporator, (°C)

T₂ = temperatur refrigeran setelah keluar dari kompresor, (°C)

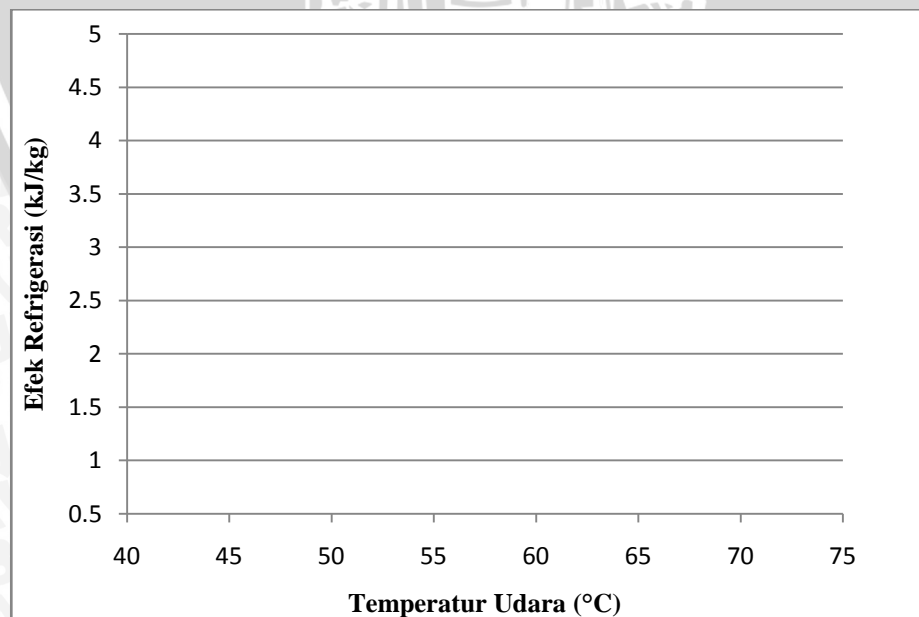
- T_3 = temperatur refrigeran setelah keluar dari kondensor, ($^{\circ}C$)
- T_4 = temperatur refrigeran sebelum masuk ke evaporator, ($^{\circ}C$)

3.7 Rencana Analisis Data

Rencana analisis data hasil penelitian akan dtampilkan dalam bentuk grafik, antara lain seperti yang tertera pada Gambar 3.17 dan 3.18 sebagai berikut:



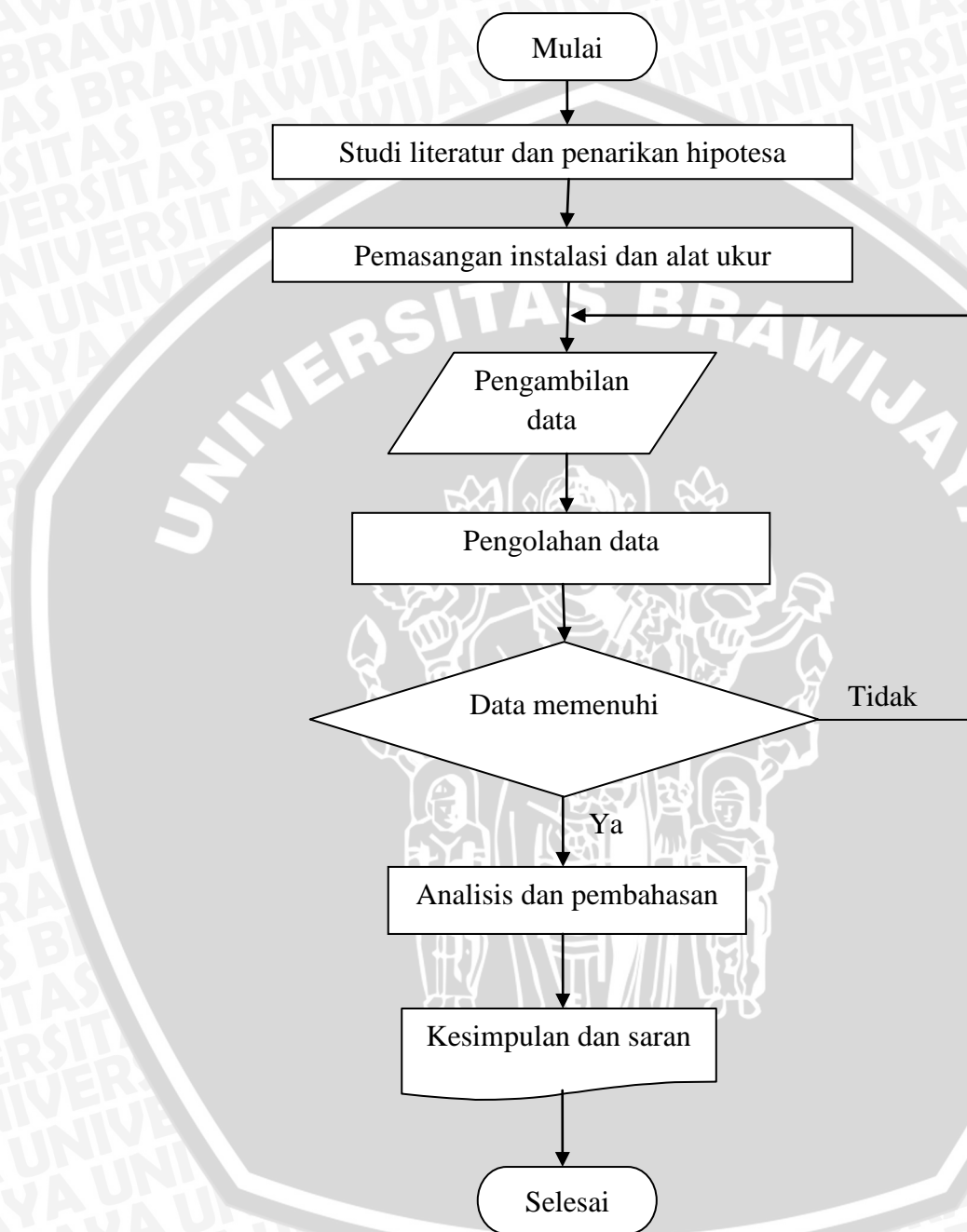
Gambar 3.17. Rencana grafik pengaruh temperatur udara terhadap kerja kompresi



Gambar 3.18. Rencana grafik pengaruh temperatur udara terhadap efek refrigerasi

3.8 Diagram Alir Proses Penelitian

Diagram alir penelitian yang dilakukan seperti tampak pada gambar 3.19 berikut:



Gambar 3.19 Diagram alir penelitian