

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai November 2015. Perancangan alat dan pengambilan data penelitian dilaksanakan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut.

1. *Printed Circuit Board* (PCB), alat untuk meletakkan komponen rangkaian elektronika.
2. Multimeter *digital*, alat untuk mengukur tegangan dan mengukur karakteristik alat yang digunakan.
3. Komputer, alat untuk memproses data, membuat dan *mendownload* program mikrokontroler ATmega32.
4. Gergaji, alat untuk memotong pipa dan papan PCB.
5. *Stopwatch*, alat untuk mengukur waktu.
6. Bor listrik, alat untuk melubangi papan PCB dan pipa PVC.
7. Solder listrik, sebagai penghubung antar komponen.
8. Sedotan timah, alat untuk membuang sisa timah yang tidak terpakai.
9. Termometer digital, alat untuk mengukur temperatur fluida.

10. Ember, alat untuk menampung fluida dan sumber aliran fluida yang akan mengalir ke pipa PVC dengan kapasitas volume fluida yang digunakan sebesar 19 L.
11. Pipa PVC, alat untuk mengalirkan fluida (air laminar), tempat penanaman delapan buah sensor temperatur LM35DZ dan *heater*, dengan ukuran 1 inchi, diameter pipa 2.7 cm, dan panjang pipa keseluruhan 82 cm.
12. Sensor LM35DZ sebanyak delapan buah yang dilambangkan dengan sensor S_A dan S_B , alat untuk mengukur temperatur fluida dan kecepatan aliran fluida.
13. Kabel pelangi, alat untuk menghubungkan komponen-komponen rangkaian elektronika menjadi satu.
14. Jangka sorong, alat untuk mengukur diameter pipa PVC.
15. Satu buah *heater*, alat untuk memanaskan fluida.
16. Mikrokontroler ATmega32, alat untuk mengontrol sinyal ADC, menyimpan data *digital* dan menampilkan data sensor ke LCD.
17. *Power supply* 5 volt DC, sebagai sumber tegangan.
18. RTC, sebagai penunjuk waktu *input* data.
19. Data *logger*, sebagai penyimpan data sementara yang akan dikirim ke *micro* SD.
20. *Micro* SD, sebagai media penyimpan data.
21. *Liquid Crystal Display* (LCD) 2x16, alat untuk menampilkan data.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut.

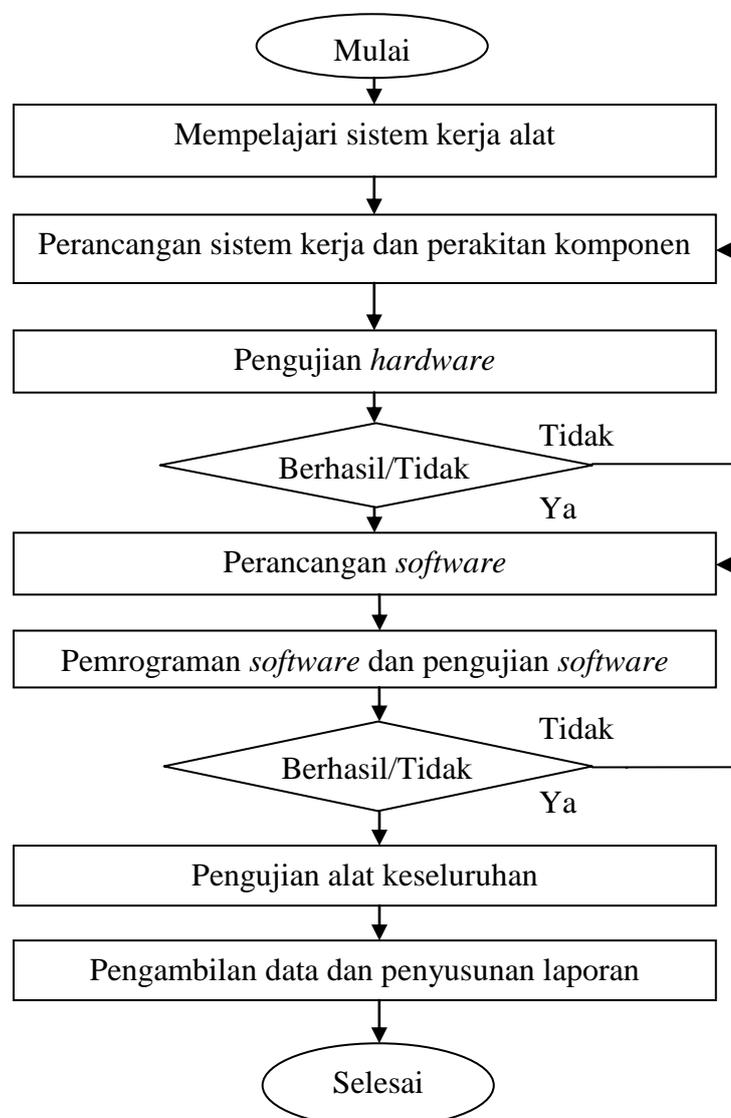
1. Fluida (air), bahan untuk media uji kecepatan aliran fluida.
2. Timah, bahan untuk menyolder dan merekatkan komponen pada PCB.
3. Pelarut *Ferichlorida* ($FeCl$), bahan untuk melarutkan PCB.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini, dimulai dari pembuatan diagram alir, perancangan alat, dan metode analisis.

3.3.1 Diagram alir penelitian

Prosedur penelitian pertama adalah membuat diagram alir penelitian, tujuannya untuk menjelaskan tahapan-tahapan dalam penelitian. Diagram alir penelitian diperlihatkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Diagram alir penelitian

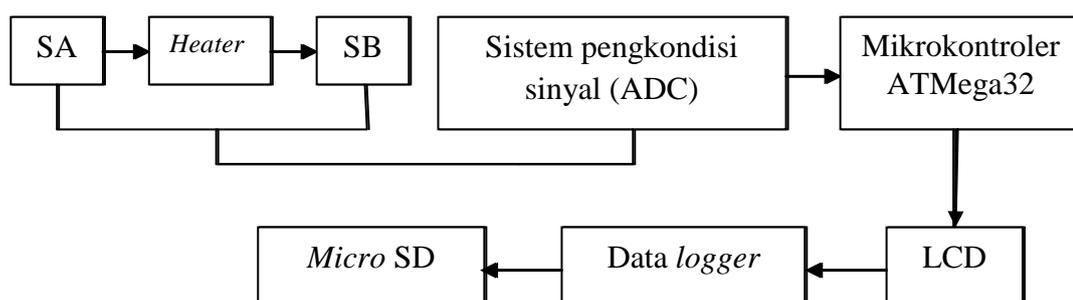
Diagram alir penelitian pada Gambar 13, menjelaskan tahapan pertama penelitian adalah memulai, kemudian mempelajari sistem kerja alat, dilanjutkan dengan perancangan sistem kerja dan perakitan komponen, melakukan pengujian *hardware* jika *hardware* berhasil maka dilanjutkan ke langkah selanjutnya. Perancangan *software* meliputi pemrograman *software* dan pengujian *software*, setelah berhasil dilakukan, maka dilanjutkan pengujian alat secara keseluruhan, langkah terakhir melakukan pengambilan data dan penyusunan laporan.

3.3.2 Perancangan alat

Prosedur penelitian selanjutnya adalah membuat perancangan alat penelitian, yang terdiri dari perancangan diagram blok rangkaian, perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*).

1. Perancangan diagram blok rangkaian

Perancangan diagram blok rangkaian pengukuran kecepatan aliran fluida, secara umum diperlihatkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Diagram blok rangkaian pengukuran kecepatan aliran fluida

Diagram blok rangkaian pada Gambar 14, mendeskripsikan tahapan pengukuran kecepatan aliran fluida secara umum, mempunyai prinsip kerja dengan delapan buah sensor LM35DZ ditandai S_A (S_{A1} , S_{A2} , S_{A3} , S_{A4}) dan S_B (S_{B1} , S_{B2} , S_{B3} , S_{B4})

ditempatkan pada tabung pipa PVC. Proses pertama kali pada penelitian ini adalah sensor S_A dan S_B dikarakterisasi terlebih dahulu untuk mengetahui alat berindikator baik yang memenuhi standar kerja ketelitian alat sesuai dengan referensi, didapat hasil *input* sensor S_A dan S_B berupa temperatur dan *output* sensor S_A dan S_B berupa tegangan yang sesuai referensi.

Aliran kecepatan fluida mengalir dari wadah fluida menuju pipa PVC, terdapat kran untuk menggerakkan dan menghentikan aliran fluida sesuai dengan kebutuhan. Ketika kran dibuka aliran fluida mengalir dalam pipa PVC melewati sensor S_A dan S_B .

Pendeteksian kecepatan aliran fluida menggunakan sensor S_A dan S_B dilakukan sebanyak delapan kali dengan interval jarak (Δx) yang sama yaitu masing-masing interval jarak antara sensor S_A dan S_B sejauh 5 cm. Sensor S_A yang diletakkan pada pipa PVC sebelum melewati *heater*, sedangkan sensor S_B diletakkan setelah melewati *heater*, tujuannya untuk mengetahui perubahan temperatur yang terjadi pada sensor S_A dan S_B .

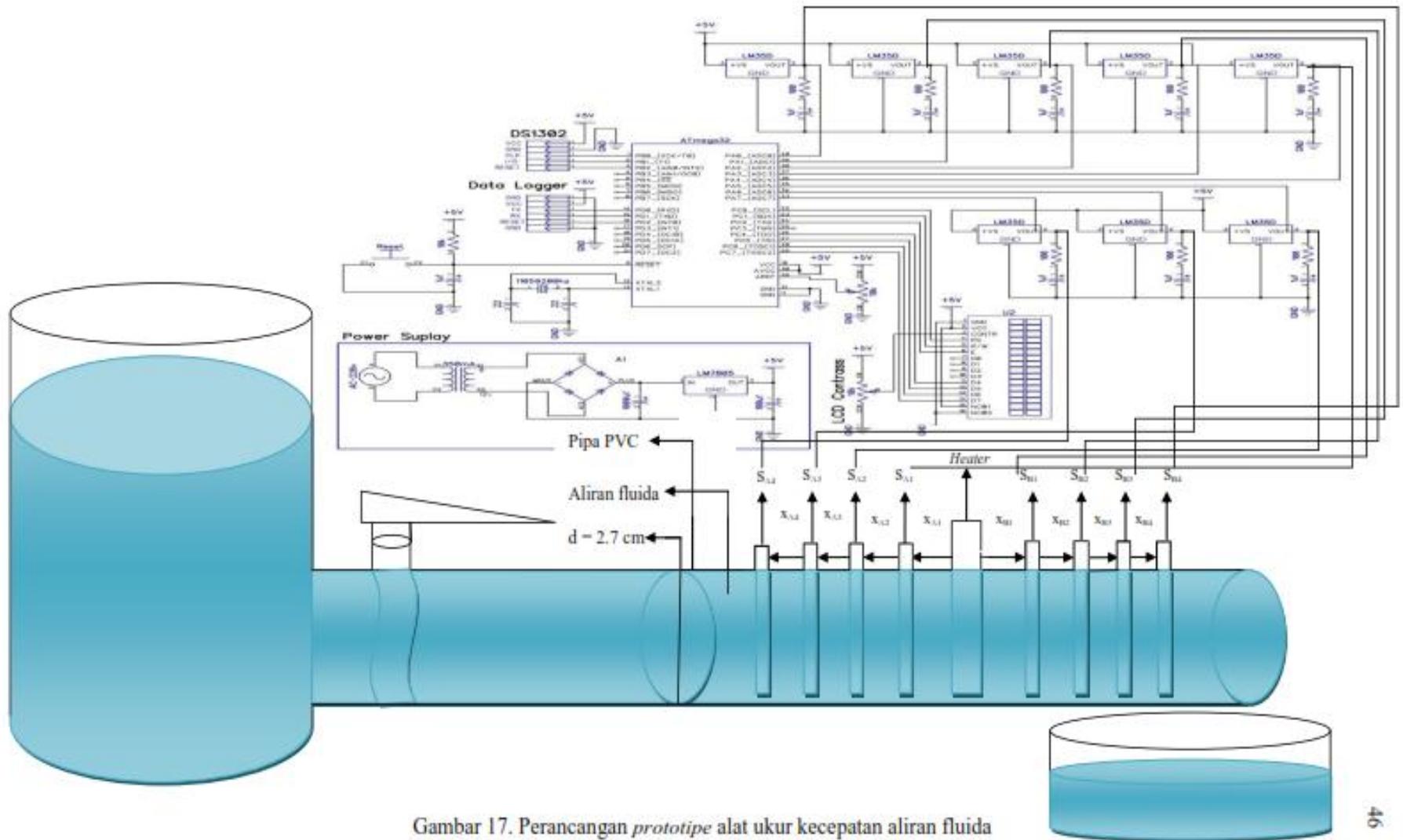
Proses selanjutnya adalah sistem pengkondisi sinyal *digital* dengan menghubungkan *input* dari delapan sensor temperatur LM35DZ ke *pin* ADC mikrokontroler ATmega32, untuk mengkonversi nilai analog menjadi nilai digital. Rangkaian ADC sudah dilengkapi di dalam rangkaian mikrokontroler ATmega32.

Mikrokontroler ATmega32 dipilih karena dilengkapi ADC *internal* dan memiliki kapasitas memori 32 KB, sehingga dapat *mendownload* program melalui kabel

USB ASP dan menyimpan programnya ke mikrokontroler ATmega32 dengan kapasitas yang cukup besar. Mikrokontroler ATmega32 digunakan untuk mengontrol sinyal dari ADC, menyimpan data digital dan menjalankan semua sistem mulai dari proses *input* sensor S_A dan S_B berupa temperatur sampai proses *output* berupa tegangan. Selanjutnya data temperatur S_A dan S_B serta selisih nilai temperatur kedua sensor tersebut akan ditampilkan melalui LCD.

Proses terakhir data disimpan di *Micro SD* dengan kapasitas 2 GB sebagai media penyimpanan data dalam *format .CSV* yang dapat dikonversi dengan mudah ke dalam *format excel*. Data yang disimpan oleh *Micro SD* berupa data temperatur, selisih temperatur, ADC, selisih ADC, tegangan dan selisih tegangan.

Adapun rangkaian sistem keseluruhan dari alat ukur kecepatan aliran fluida menggunakan sensor LM35DZ, diperlihatkan pada Gambar 15.



Gambar 17. Perancangan *prototipe* alat ukur kecepatan aliran fluida

2. Perancangan perangkat keras (*hardware*)

Perancangan perangkat keras (*hardware*), dimulai dari pembuatan rangkaian sensor temperatur LM35DZ, rangkaian *heater*, rangkaian *power supply*, rangkaian RTC, rangkaian data *logger*, dan rangkaian LCD.

Rangkaian delapan buah sensor temperatur LM35DZ yang disimbolkan dengan S_A dan S_B langsung dihubungkan ke pin ADC yang ada di dalam mikrokontroler ATmega32, mikrokontroler mengolah dan menyimpan data, lalu menampilkan data ke LCD, kemudian data disimpan di *micro SD* dalam bentuk *file .CSV*.

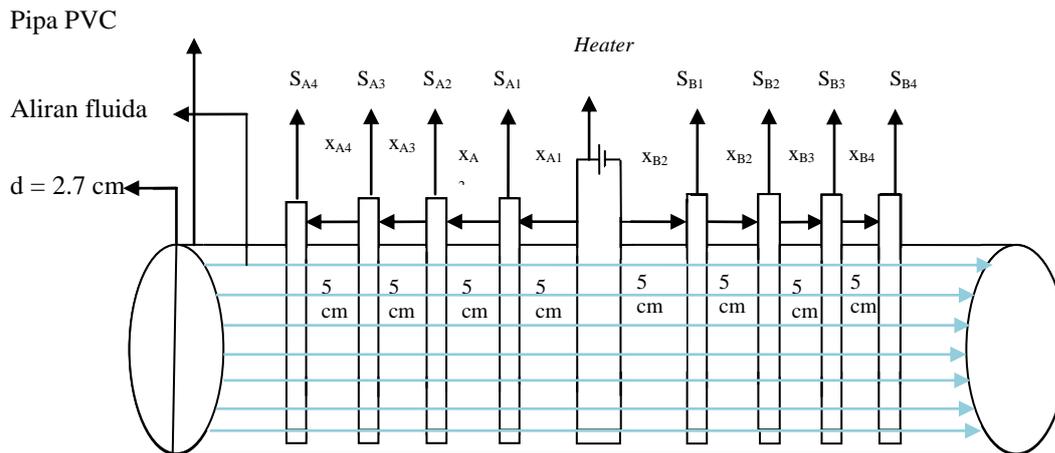
3. Perancangan perangkat lunak (*software*).

Perancangan perangkat lunak (*software*) digunakan untuk mendukung kinerja perangkat keras (*hardware*), diperlukan konfigurasi *software* untuk menjalankan kerja *hardware*. Pemrograman mikrokontroler ATmega32 menggunakan *software CV AVR* dengan bahasa pemrograman yang ideal digunakan adalah bahasa C, karena bahasa C termasuk bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dimiliki oleh *software CV AVR*.

Perancangan program *software CV AVR* menggunakan bahasa C, dimulai dari menentukan *port* dan variabel, kemudian menginisialisasi mikrokontroler ATmega32 yang digunakan untuk menulis instruksi operator dalam pembacaan sensor temperatur LM35DZ, pembacaan ADC, *unit data logger*, RTC, dan penyimpanan data dalam *micro SD*.

3.3.3 Metode analisis data

Metode analisis data dimulai dari uji coba alat kecepatan aliran fluida yang diperlihatkan pada Gambar 14. Setelah uji coba alat berhasil, maka fluida dialirkan kedalam pipa PVC, diperlihatkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Skema uji coba alat kecepatan aliran fluida dalam pipa PVC

Proses uji coba alat ukur kecepatan aliran fluida dalam pipa PVC menggunakan delapan buah sensor S_A dan S_B . Sensor S_A diletakkan sebelum melewati *heater* sedangkan sensor S_B diletakkan setelah melewati *heater*. Sementara untuk waktu (t) dan jarak (x) yang digunakan adalah berbeda-beda, untuk jarak sensor S_A dan S_B yang digunakan adalah semakin jauh dari *heater bimetal* dengan interval jarak antar sensor sama yaitu jarak 5 cm, tujuannya untuk mencari selisih perubahan temperatur (ΔT) pada fluida mengalir.

Volume fluida yang digunakan adalah sebesar 0.019 m^3 , tujuannya untuk mencari debit air yang didapat dengan membandingkan volume fluida dan waktu. Setelah didapat debit fluida, maka dihasilkan kecepatan aliran fluida menggunakan rumus persamaan kontinuitas, sehingga diperoleh hubungan antara kecepatan aliran fluida dan selisih temperatur.

Metode analisis data, dimulai dari menentukan perubahan temperatur antara Sensor S_A dan S_B , dengan sudut kran mulai dari 15° , 30° , 45° , 60° , 75° , dan 90° . Kemudian tegangan *output* dari kedua sensor akan dibaca dan dikonversi oleh ADC melalui program mikrokontroler ATmega32 dan hasil perubahan temperatur akan ditampilkan melalui LCD.

Metode selanjutnya mengukur debit air pada sudut kran 15° , 30° , 45° , 60° , 75° , dan 90° , kemudian mengukur waktu menggunakan *stopwatch*. Mengukur debit fluida menggunakan rumus persamaan 3. Setelah debit fluida diketahui, maka kecepatan aliran fluida dapat diukur. Pengukuran kecepatan aliran fluida menggunakan rumus persamaan 4.

Metode terakhir adalah melakukan pengambilan data dengan tabel pengukuran. Tabel pengukuran terdiri dari data karakteristik sensor temperatur LM35DZ, data hubungan posisi kran, debit fluida Q (m^3/s), luas penampang fluida (m^2), dan kecepatan aliran fluida v (m/s), data hubungan antara debit fluida dan jumlah rata-rata sensor temperatur LM35DZ (S_{A4} , S_{A3} , S_{A2} , S_{A1} , S_{B1} , S_{B2} , S_{B3} , dan S_{B4}), data hubungan sudut kran, volume fluida V (m^3) dan waktu t (s), data hubungan selisih temperatur, selisih ADC, selisih tegangan dan sudut kran (S_{A1} dan S_{B1} , S_{A2} dan S_{B2} , S_{A3} dan S_{B3} , S_{A4} dan S_{B4}), data hubungan rata-rata selisih temperatur antara $\overline{\Delta T}_{S_{B1}-S_{A1}}$, $\overline{\Delta T}_{S_{B2}-S_{A2}}$, $\overline{\Delta T}_{S_{B3}-S_{A3}}$, $\overline{\Delta T}_{S_{B4}-S_{A4}}$ dan kecepatan aliran fluida. Adapun tabel pengukurannya diperlihatkan pada Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6, Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9.

Tabel 4. Data karakteristik dari delapan sensor temperatur LM35DZ

No	T ($^{\circ}\text{C}$)	V_1 (volt)	V_2 (volt)	V_3 (volt)	$\overline{\Delta V}$ (volt)
1					
2					
3					

Tabel 4, merupakan data hasil karakteristik sensor LM35DZ dalam bentuk hubungan rata-rata tegangan keluaran $\overline{\Delta V}$ (volt) dan temperatur T ($^{\circ}\text{C}$), sehingga karakteristik sensor LM35DZ dapat ditampilkan dalam bentuk grafik.

Tabel 5. Data hubungan sudut kran, debit fluida, luas penampang fluida, dan kecepatan aliran fluida

No	Sudut kran θ ($^{\circ}$)	Q (m^3/s)	A (m^2)	v (m/s)
1				
2				
3				

Tabel 5, merupakan data hubungan sudut kran, debit air, luas pipa PVC (A), sehingga nantinya menghasilkan kecepatan aliran fluida.

Tabel 6. Data hubungan debit fluida dan jumlah rata-rata sensor temperatur LM35DZ ($S_{A4}, S_{A3}, S_{A2}, S_{A1}, S_{B1}, S_{B2}, S_{B3}$, dan S_{B4})

No	Q (m^3/s)	$\overline{T_{SA4}}$ ($^{\circ}\text{C}$)	$\overline{T_{SA3}}$ ($^{\circ}\text{C}$)	$\overline{T_{SA2}}$ ($^{\circ}\text{C}$)	$\overline{T_{SA1}}$ ($^{\circ}\text{C}$)	$\overline{T_{SB1}}$ ($^{\circ}\text{C}$)	$\overline{T_{SB2}}$ ($^{\circ}\text{C}$)	$\overline{T_{SB3}}$ ($^{\circ}\text{C}$)	$\overline{T_{SB4}}$ ($^{\circ}\text{C}$)
1									
2									
3									

Tabel 6, merupakan data jumlah rata-rata dari delapan buah sensor temperatur LM35DZ ($S_{A4}, S_{A3}, S_{A2}, S_{A1}, S_{B1}, S_{B2}, S_{B3}$, dan S_{B4}) dan debit fluida saat dilakukan pengujian kecepatan aliran fluida.

Tabel 7. Data hubungan sudut kran, volume fluida, dan waktu

No	Sudut kran θ ($^{\circ}$)	V (m^3)	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	t_4 (s)	t_5 (s)	\bar{t} (s)
1								
2								
3								

Tabel 7, merupakan data hubungan sudut kran (θ), volume fluida (V) dan jumlah rata-rata waktu (t) dari delapan buah sensor temperatur LM35DZ.

Tabel 8. Data hubungan selisih temperatur, selisih ADC, selisih tegangan, dan sudut kran dari delapan buah sensor temperatur LM35DZ

No	Sensor temperatur LM35DZ	Sudut kran θ ($^{\circ}$)	$\overline{\Delta T}$ ($^{\circ}C$)	$\overline{\Delta ADC}$	$\overline{\Delta V}$ (volt)
1					
2					
3					

Tabel 8, merupakan data hubungan antara selisih temperatur, selisih ADC, selisih tegangan dan sudut kran, yang dihasilkan dari nilai temperatur, ADC, dan tegangan dari delapan buah sensor LM35DZ, sehingga datanya dapat ditampilkan dalam bentuk grafik.

Tabel 9. Data hubungan selisih temperatur antara $\overline{\Delta T}_{S_{B1}-S_{A1}}$, $\overline{\Delta T}_{S_{B2}-S_{A2}}$, $\overline{\Delta T}_{S_{B3}-S_{A3}}$, $\overline{\Delta T}_{S_{B4}-S_{A4}}$, dan kecepatan aliran fluida

No	Sudut kran θ ($^{\circ}$)	v (m/s)	$\overline{\Delta T}_{S_{B1}-S_{A1}}$ ($^{\circ}C$)	$\overline{\Delta T}_{S_{B2}-S_{A2}}$ ($^{\circ}C$)	$\overline{\Delta T}_{S_{B3}-S_{A3}}$ ($^{\circ}C$)	$\overline{\Delta T}_{S_{B4}-S_{A4}}$ ($^{\circ}C$)
1						
2						
3						

Tabel 9, merupakan hubungan selisih temperatur antara $\overline{\Delta T}_{S_{B1}-S_{A1}}$, $\overline{\Delta T}_{S_{B2}-S_{A2}}$, $\overline{\Delta T}_{S_{B3}-S_{A3}}$, $\overline{\Delta T}_{S_{B4}-S_{A4}}$, dan kecepatan aliran fluida, sehingga nantinya dihasilkan

grafik hubungan antara selisih temperatur dan kecepatan aliran fluida dari delapan buah sensor temperatur LM35DZ.