

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 ALAT DAN BAHAN

Penelitian ini memerlukan beberapa komponen untuk membuat sistem pemanas air yang dapat digunakan untuk menganalisis performa sistem kendali *bang-bang* dan sistem kendali *fuzzy* pada kendali pemanas air menggunakan *software LabVIEW*, alat dan bahan yang digunakan seperti pada tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Alat dan Bahan**

No.	Alat atau Bahan	Unit
1	Laptop	1
2	NI-DAQ USB 6008	1
3	Sensor LM35	1
4	Pemanas DC 12V	1
5	Modul <i>Driver</i> BTS7960	1
6	<i>Software LabVIEW</i> ver 2018	1
7	<i>Power Supply</i>	1
8	<i>Project Board</i>	1

##### 3.1.1 Laptop

Pada penelitian ini Laptop digunakan sebagai perangkat untuk melakukan pemrograman dan perancangan sistem kendali pada *software Labview*. *software Labview* yang digunakan memiliki versi tahun 2018 dengan penambahan *adds-on LabVIEW Control Design and Simulation Module*, modul tersebut dibutuhkan untuk perancangan sistem kendali yang akan dibuat.

##### 3.1.2 NI-DAQ USB 6008

Pada penelitian ini perangkat NI-DAQ USB 6008 berfungsi sebagai perangkat untuk *Analog to Digital Converter* (ADC), *Digital to Analog Converter* (DAC), *interface* yang menghubungkan perangkat-perangkat *hardware* dengan *software Labview*, yaitu sebagai perangkat akuisisi data nilai suhu yang dibaca oleh sensor LM35 serta penyalur data keluaran dari *Labview* ke modul *driver* BTS7960.

### **3.1.3 Sensor LM35**

Pada penelitian ini Sensor LM35 digunakan sebagai perangkat yang mendeteksi nilai suhu dari air yang sedang dipanaskan oleh pemanas DC pada wadah pemanas air.

### **3.1.4 Pemanas DC 12V**

Pada penelitian ini Pemanas DC 12V digunakan sebagai perangkat untuk memanaskan air. Pemanas DC 12V juga merupakan perangkat aktuator yang akan dikendalikan oleh sistem kendali yang dibuat pada penelitian ini.

### **3.1.5 Modul *Driver* BTS7960**

Modul *driver* BTS7960 memiliki fungsi sebagai penguat tegangan dengan menggunakan metode PWM agar tegangan yang dihasilkan NI-DAQ USB 6008 sebesar 0V sampai dengan 5V dapat mensuplay tegangan Pemanas DC yang memiliki rentang tegangan sampai dengan 12V.

### **3.1.6 *Software LabVIEW***

*Software LabVIEW* digunakan untuk melakukan perancangan program-program untuk sistem kendali *bang-bang* dan sistem kendali *fuzzy* pada kendali pemanas air, dan untuk menampilkan hasil pembacaan nilai suhu dari sensor LM35 agar dapat dilakukan analisis.

### **3.1.7 *Power Supply***

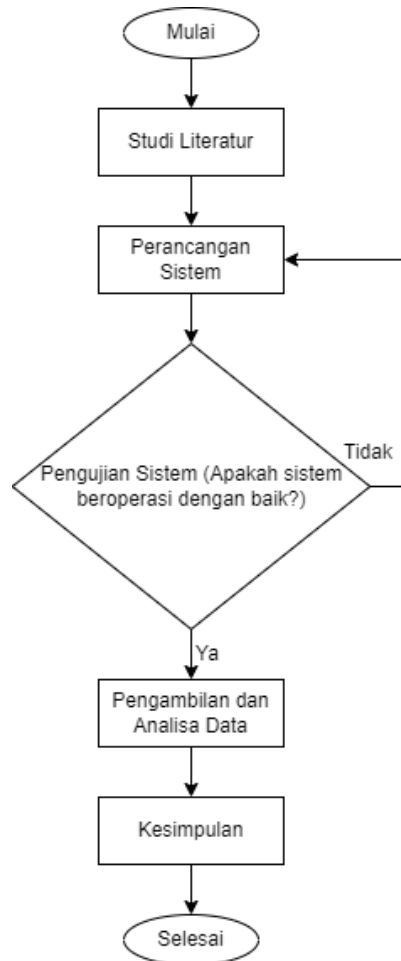
*Power Supply* yang digunakan merupakan jenis *AC to DC power supply* dengan tegangan keluaran 12V agar dapat mensupply perangkat-perangkat yang memerlukan tegangan 12V untuk menjalankannya seperti contohnya modul *driver* BTS7960.

### **3.1.8 *Project Board***

*Project board* berfungsi sebagai media perangkaian dari perangkat-perangkat *prototype hardware* sistem kendali pemanas air.

### 3.2 ALUR PENELITIAN

Untuk mendapatkan hasil analisis dari performa masing-masing sistem kendali, terdapat beberapa hal yang akan dilakukan pada penelitian ini, dimana penjelasannya terdapat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian**

Gambar 3.1 merupakan diagram alur penelitian yang dilakukan, diawali dengan studi literatur dan diakhiri dengan pengambilan kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan, untuk penjelasan lebih rincinya, sebagai berikut :

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan proses untuk mencari sumber-sumber informasi mengenai sistem yang akan dibuat, yaitu penelitian-penelitian pada jurnal ilmiah yang pernah dilakukan sebelumnya yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan, teori-teori pendukung penelitian pada buku-buku. Kedua sumber tersebut digunakan untuk menjadi referensi dalam melakukan

penelitian, dalam penggunaan perangkat-perangkat, dan dalam proses perancangan sistem.

## 2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dimulai dengan menyiapkan komponen-komponen yang akan digunakan pada penelitian, selanjutnya perancangan *hardware* sistem kendali pemanas air dengan menggunakan Sensor Suhu LM35, modul *driver* BTS7960, dan Pemanas DC 12V yang nantinya akan terhubung pada *software LabVIEW* menggunakan NI DAQ 6008, setelah perancangan *hardware* selanjutnya melakukan perancangan program sistem kendali *bang-bang* dan sistem kendali *fuzzy* menggunakan *software LabVIEW*.

## 3. Pengujian Sistem yang telah dibuat

Proses selanjutnya yaitu pengujian sistem yang telah dibuat apakah dapat beroperasi dengan baik atau tidak. Apabila sistem belum dapat beroperasi dengan baik maka dilakukan perancangan ulang pada *hardware* dan/atau *software* sistem, jika sistem sudah dapat beroperasi dengan baik maka penelitian dapat berlanjut ke tahap selanjutnya yaitu pengambilan dan analisa data.

## 4. Pengambilan dan Analisa Data

Pengambilan data dari sistem kendali *bang-bang* dan sistem kendali *fuzzy* untuk kendali pemanas air dilakukan pada *software LabVIEW* dimana pada *software* tersebut dapat memantau langsung hasil respons dari masing-masing sistem kendali, selanjutnya hasil pengambilan data dianalisis dengan menggunakan parameter *mean square error* dan parameter respons sistem kendali seperti *time rise* dan *time settling* untuk melihat perbandingan performa antara kedua metode sistem kendali tersebut.

## 5. Kesimpulan dan saran

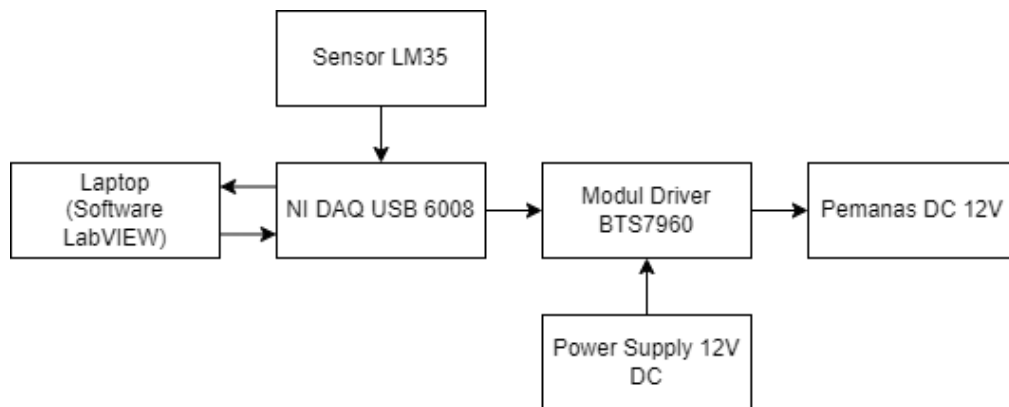
Pengambilan kesimpulan didapat dari hasil pengujian dan analisa mengenai perbandingan performa kedua metode sistem kendali tersebut, sehingga didapat mana metode sistem kendali dengan performa paling baik untuk kendali pemanas air, dan saran untuk penelitian selanjutnya.

### 3.3 RANCANGAN SISTEM

Pada penelitian ini, sistem dirancang dengan mencakup perancangan perangkat keras (*Hardware*) dan perancangan *software* untuk merancang sistem kendali *bang-bang* dan sistem kendali *fuzzy*.

#### 3.3.1 Perancangan *Hardware*

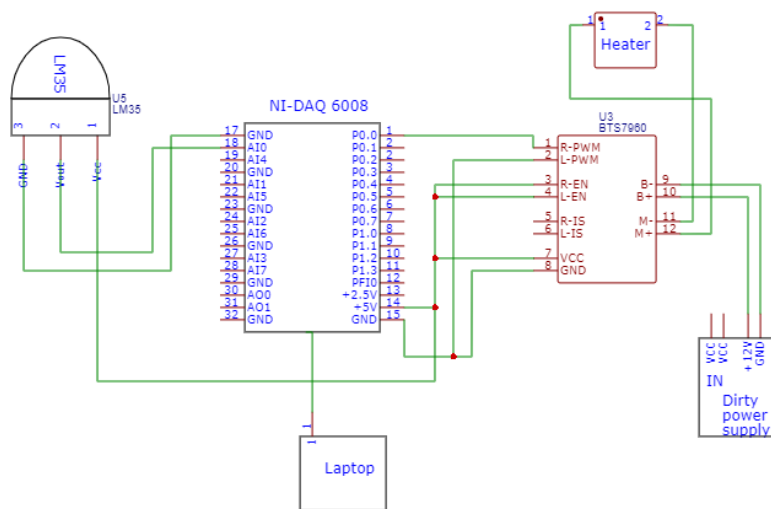
Perancangan *Hardware* merupakan proses merangkai komponen-komponen seperti Pemanas DC 12V, Sensor LM35, NI DAQ USB 6008, modul *driver* BTS7960, dan Laptop. Diagram perancangan *hardware* dapat dilihat pada gambar 3.2 di bawah ini.



**Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan *Hardware* Kendali Pemanas Air**

Terlihat pada gambar 3.2 merupakan diagram blok dimana pemanas DC 12V berfungsi sebagai komponen untuk memanaskan air yang nantinya temperatur air yang dipanaskan ini akan dibaca oleh sensor LM35. Selanjutnya nilai pembacaan temperatur diterima dan diproses oleh NI DAQ USB 6008 agar data pembacaan sensor dapat dikirimkan dan diproses dengan menggunakan program yang telah dibuat pada *software LabVIEW* yang terdapat pada laptop.

*Output* pemrosesan program pada *software LabVIEW* kemudian dikirimkan kembali pada NI DAQ USB 6008. Nilai *output* ini digunakan oleh NI DAQ USB 6008 untuk melakukan pengontrolan pada pemanas DC 12V dengan bantuan penguatan tegangan oleh modul *driver* BTS7960 yang telah terhubung dengan *power supply* 12V DC, dikarenakan tegangan NI DAQ USB 6008 hanya sampai dengan 5V maka dari itu perlu dilakukan penguatan dengan menggunakan metode PWM agar dapat mensuplay tegangan pemanas DC 12V.



**Gambar 3.3 Rangkaian Skematik Hardware**

Gambar 3.3 merupakan gambar perangkaian *hardware* sistem kendali pemanas air dimana pin +5V NI-DAQ USB 6008 terhubung ke kaki *vcc* LM35, *pin vcc*, R\_EN, dan L\_EN modul *driver* BTS7960. Pin GND NI-DAQ USB 6008 terhubung ke kaki GND LM35, *pin GND* dan *pin LPWM* modul *driver* BTS7960. Pin AI0 NI-DAQ USB 6008 terhubung ke kaki data sensor LM35. Pin P0.1 NI-DAQ USB 6008 terhubung ke *pin RPWM* modul *driver* BTS7960. Pin M+ dan M- modul *driver* BTS7960 terhubung dengan *power supply*. Pin B+ dan B- modul *driver* BTS7960 terhubung dengan pemanas DC 12V.

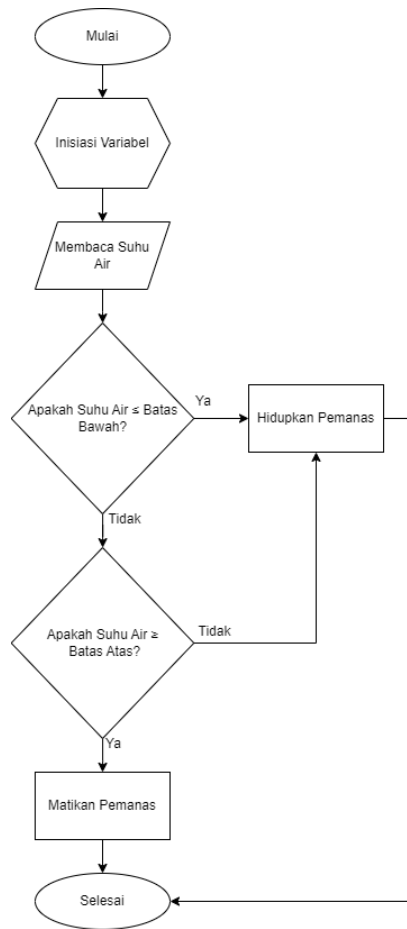
### 3.3.2 Perancangan Software

Terdapat dua sistem kendali yang dirancang pada penelitian ini yaitu sistem kendali *bang-bang* dan sistem kendali *fuzzy* yang keduanya sama-sama di rancang pada *software LabVIEW*.

#### 1. Perancangan Sistem Kendali *Bang-bang*

Perancangan sistem kendali *bang-bang* dilakukan pada *software Labview* dengan menggunakan *flowchart* sistem sebagai acuan pada *software Labview sendiri* terdapat 2 panel utama yaitu *block diagram* yang digunakan sebagai tempat membuat *source code* bahasa pemrograman G dan *front panel* yang digunakan sebagai *user interface* yang didalamnya terdapat indikator-indikator yang mudah dimengerti untuk memantau hasil respons dari sistem kendali yang telah dirancang,

untuk *flowchart* sistem kendali *bang-bang* sendiri dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 3.4 Diagram Alur Sistem Kendali *Bang-bang***

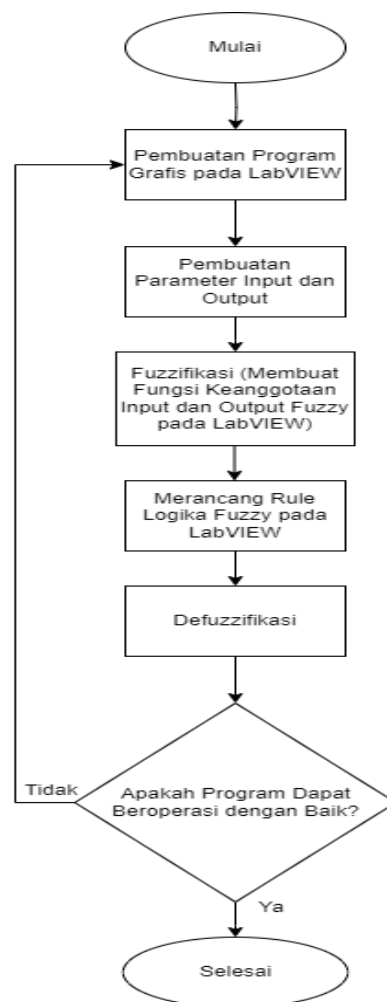
Gambar 3.4 merupakan alur dari sistem kendali *bang-bang* pada penelitian ini. Proses yang pertama dilakukan adalah perancangan program grafis sistem kendali *Bang-bang* dengan *software LabView*, yaitu membuat desain program grafis dengan menggunakan komponen-komponen yang dibutuhkan yang terdapat pada *software LabVIEW* kemudian menghubungkannya sehingga dapat terhubung ke *hardware*.

Bagian selanjutnya melakukan pengaturan parameter *input* dan *output range* nilai suhu, dimana ketika sistem membaca nilai suhu air kurang dari *lower set point* maka sistem kendali menghidupkan pemanas DC 12V dan ketika sistem membaca nilai suhu air lebih dari *upper set point*, sistem kendali akan mematikan pemanas DC 12V. Setelah itu dilakukan pengujian program yang dirancang untuk memastikan bahwa program dapat beroperasi dengan baik, jika terjadi program

belum beroperasi dengan baik maka akan dilakukan pengecekan pada program dan melakukan perbaikan pada program yang terdapat kesalahan. Setelah program yang dirancang sudah dapat beroperasi dengan baik maka perancangan sistem kendali *Bang-bang* dikatakan selesai dan dapat berlanjut ke pengumpulan dan analisa hasil data.

## 2. Perancangan Sistem Kendali *Fuzzy*

Sama halnya dengan sistem kendali *bang-bang* perancangan sistem kendali *fuzzy* juga dilakukan pada *software Labview* dengan menggunakan *flowchart* sistem sebagai acuan, untuk *flowchart* sistem kendali *fuzzy* sendiri dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



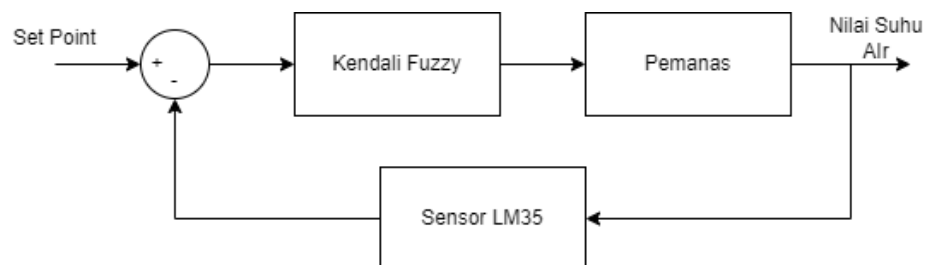
**Gambar 3.5 Diagram Alur Perancangan Sistem Kendali *Fuzzy***

Gambar 3.5 menggambarkan alur perancangan sistem kendali *fuzzy* menggunakan *software LabVIEW*. Langkah pertama yang dilakukan adalah



membuat rancangan program grafis sistem kendali *fuzzy* dengan *software LabView* yaitu membuat desain program grafis dengan menggunakan komponen-komponen yang dibutuhkan yang terdapat pada *software LabVIEW* kemudian menghubungkannya sehingga dapat terhubung ke *hardware*. Setelah itu melakukan pengaturan parameter untuk masing-masing nilai *input* dan *output*. Selanjutnya melakukan proses fuzzifikasi yang merupakan proses mengolah data masukan yang telah ditentukan menjadi fungsi keanggotaan berupa data delta suhu untuk *input* dengan fungsi keanggotaan negatif, nol, dan positif dalam bentuk fungsi keanggotaan segitiga dan trapesium. Fungsi keanggotaan *output* berupa *duty cycle* dengan fungsi keanggotaan rendah, sedang, dan tinggi dalam bentuk fungsi keanggotaan segitiga dan trapesium.

Langkah selanjutnya yaitu membuat aturan-aturan atau *rules* logika *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah dibuat. Pembuatan *rules* logika *fuzzy* ini berfungsi sebagai penghubung antara parameter *input* dan *output* dengan menggunakan fungsi operator “*If-Then*” sebagai penghubungnya. Selanjutnya melakukan proses defuzzifikasi yang merupakan langkah terakhir dalam perancangan sistem kendali logika *fuzzy* yang bertujuan mengubah setiap hasil yang sebelumnya berbentuk variabel dalam himpunan *fuzzy* menjadi variabel dalam himpunan *crisp*. Setelah itu dilakukan pengujian program yang dirancang untuk memastikan bahwa program dapat beroperasi dengan baik, jika terjadi program belum beroperasi dengan baik maka akan dilakukan pengecekan pada program dan melakukan perbaikan pada program yang terdapat kesalahan. Setelah program yang dirancang sudah dapat beroperasi dengan baik maka perancangan sistem kendali *fuzzy* dikatakan selesai dan dapat berlanjut ke pengumpulan dan analisa hasil data.



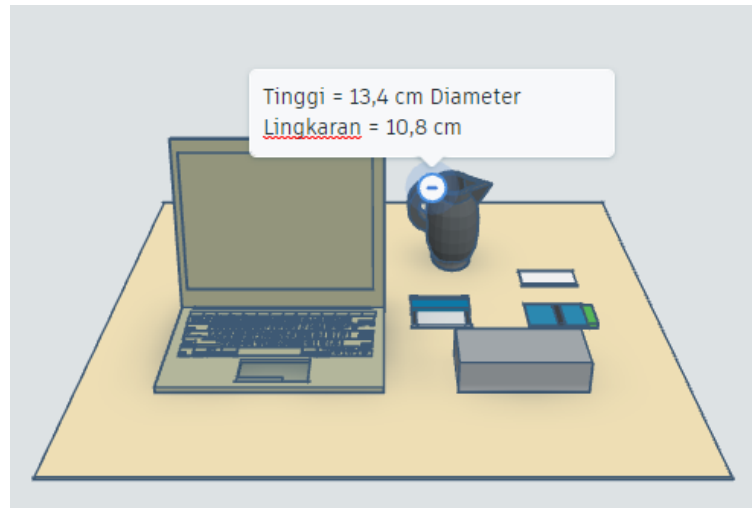
**Gambar 3.6 Diagram Kendali *Fuzzy***

Gambar 3.6 merupakan diagram sistem kendali *fuzzy* yang dibuat dimana *set point* sebagai nilai masukan yang diharapkan kemudian kendali *fuzzy* akan

melakukan pengontrolan pada pemanas dengan bantuan sensor LM35 sebagai *feedback* agar nilai suhu air dapat dijaga sesuai dengan *set point*.

### 3.4 PROTOTYPE ALAT PEMANAS AIR

*Prototype* sistem kendali pemanas air yang dirancang terdiri dari beberapa komponen seperti wadah pemanas air, *power supply*, BTS7960, NI-DAQ USB 6008, *Breadboard* dan Laptop.



**Gambar 3.7 Prototype Alat Pemanas Air**

Gambar 3.7 merupakan *prototype* dari sistem kendali pemanas air dimana terdapat wadah pemanas air berukuran tinggi 13,4 cm dan memiliki diameter lingkaran 10,8 cm yang di dalamnya telah terdapat sensor suhu LM35 dan pemanas DC 12V. Wadah pemanas air memiliki kapasitas tampungan maksimal 1000ml dan terhubung dengan modul *driver* BTS7960 dan *power supply* yang terhubung ke pemanas DC 12V, serta *project board* yang digunakan untuk menghubungkan sensor suhu LM35. Alat pemanas air ini juga terhubung dengan *software LabVIEW* pada laptop dengan menggunakan NI-DAQ USB 6008 sehingga dapat diprogram dengan program sistem kendali yang telah dibuat pada *software LabVIEW* agar alat pemanas air dapat dikendalikan.

### 3.5 VARIABEL YANG DIUKUR

Variabel yang diukur pada penelitian ini adalah :

1. Nilai Tegangan *output* dari modul *driver* BTS7960.
2. Nilai Temperatur yang dibaca oleh sensor LM35.

3. Selisih antara nilai temperatur yang dibaca oleh sensor LM35 dengan nilai *set point* yang telah ditentukan pada masing-masing sistem kendali.
4. Nilai *Mean Square Error* (MSE) dari masing-masing sistem kendali.

### **3.6 METODE PENGUJIAN**

Terdapat beberapa pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, untuk pengujiannya sendiri, yaitu pengujian *duty cycle*, pengujian sensor LM35, pengujian sistem kendali *bang-bang*, dan pengujian sistem kendali *fuzzy*.

#### **3.6.1 Pengujian Duty Cycle**

Pengujian *Duty Cycle* bertujuan untuk memastikan apakah program *duty cycle* pada *Labview* sudah dapat berjalan dan hasil dari programnya sudah sesuai dengan hasil keluaran pada modul modul *driver* BTS7960 dengan mengukur tegangan keluarannya menggunakan multimeter dan dibandingkan dengan hasil perhitungan.

#### **3.6.2 Pengujian Sensor LM35**

Pengujian sensor LM35 bertujuan untuk memastikan apakah sensor LM35 dapat membaca suhu air yang sedang dipanaskan. Pengujian pertama dengan membandingkan nilai pembacaan temperatur air awal dari sensor LM35 dengan termometer, selanjutnya melakukan pengujian dengan air yang dipanaskan menggunakan pemanas dari titik awal sampai dengan titik *set point* sampai suhu air kembali turun, serta untuk memastikan apakah *output* sensor LM35 terbaca pada *software LabVIEW*.

#### **3.6.3 Pengujian Sistem Kendali Bang-bang**

Pengujian sistem kendali *bang-bang* bertujuan untuk melihat apakah pemrograman sistem yang dilakukan pada *software LabVIEW* sudah dapat beroperasi dengan baik dalam mengendalikan pemanas DC 12V berdasarkan masukan pada Sensor Suhu LM35. Pada pengujian ini juga dilakukan analisis parameter MSE pada sistem kendali *bang-bang*, selain parameter MSE terdapat juga parameter-parameter lain yang dianalisis, seperti nilai *settling time*, *rise time*.

#### **3.6.4 Pengujian Sistem Kendali Fuzzy**

Pengujian sistem kendali *fuzzy* juga tidak jauh berbeda dengan pengujian sistem kendali *bang-bang* yaitu untuk melihat apakah pemrograman sistem yang dilakukan pada *software LabVIEW* sudah dapat beroperasi dengan baik dalam mengendalikan pemanas DC 12V berdasarkan masukan pada Sensor Suhu LM35. Pada pengujian ini juga dilakukan analisis parameter MSE pada sistem kendali *bang-bang*, selain parameter MSE terdapat juga parameter-parameter lain yang dianalisis, seperti nilai *settling time*, *rise time*.

### **3.7 PENGAMBILAN DAN ANALISA HASIL DATA**

Pengambilan hasil data diperoleh dari pengujian sistem kendali *bang-bang* dan sistem kendali *fuzzy* pada kendali pemanas air, dimana hasil datanya adalah selisih kesalahan nilai suhu hasil pembacaan sensor dengan nilai suhu *set point*. Hasil data tersebut akan ditampilkan pada *software LabVIEW* sehingga dapat langsung dianalisis menggunakan parameter *mean square error* untuk mengetahui metode sistem kendali mana yang memiliki performa yang baik diantara kedua sistem kendali tersebut untuk kendali pemanas air.