

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 ALAT DAN BAHAN

Penelitian ini membutuhkan beberapa alat dan bahan untuk membuat sistem pemanasan air yang dapat digunakan untuk menganalisis penggunaan daya berdasarkan sistem kendali *Bang-bang* dan sistem kendali *Fuzzy*. Alat dan bahan yang digunakan tercantum dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1 Alat dan Bahan

No.	Alat dan Bahan	Unit
1	Laptop	1
2	Arduino UNO	1
3	<i>Water Heater 220V</i>	1
4	Dimmer AC	1
5	Sensor Suhu DS18B20	1
6	Gelas Takar Plastik 1 Liter	1
7	Kabel Jumper	Secukupnya
8	<i>Project Board</i>	1
9	Resistor 4,7K ohm	1
10	Wattmeter	1
11	<i>DC Power Supply</i>	1

3.1.1 Laptop

Pada penelitian ini Laptop digunakan sebagai perangkat perangkat untuk melakukan *programming* menggunakan *software* Arduino IDE. *Software* pertama yang digunakan ialah Arduino IDE 2.2.1 dengan beberapa *library* yang dibutuhkan dalam perancangan sistem.

3.1.2 Arduino UNO

Pada penelitian ini Arduino UNO digunakan sebagai mikrokontroler yang mengontrol sensor dan aktuator yang digunakan. Kode program yang dibuat di Arduino IDE akan di-*upload* ke mikrokontroler ini sehingga dapat menjalankan sistem seperti yang sudah dirancang. Sistem kendali yang digunakan akan dimasukkan ke Arduino IDE, baik itu pengendali *Bang-bang* atau pengendali *Fuzzy*.

3.1.3 Water Heater 220v

Pada penelitian ini menggunakan *Water Heater 220V* sebagai aktuator yang mengubah energi listrik menjadi panas. *Water Heater 220V* ini akan memanaskan air yang ada didalam gelas takar hingga mencapai suhu tertentu.

3.1.4 Dimmer AC

Pada penelitian ini Dimmer AC digunakan sebagai komponen yang mengendalikan aliran listrik dari tegangan 220 VAC ke mikrokontroler yang digunakan. Dimmer AC ini dipilih karena komponen ini dapat mengontrol daya listrik AC yang diberikan kepada pemanas dengan metode PWM. Sehingga pengukuran daya dapat dilakukan karena tegangan masih dalam tegangan AC.

3.1.5 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 digunakan sebagai indikator suhu dalam penelitian ini. Suhu air akan diukur oleh sensor DS18B20 untuk menentukan apakah air yang dipanaskan telah mencapai titik yang ditetapkan atau tidak. Sensor ini digunakan karena respon yang cepat dan tingkat akurasi yang tinggi. Sensor ini juga adalah sensor yang paling cocok untuk mengukur suhu air karena sifat tahan airnya.

3.1.6 Gelas Takar Plastik 1 Liter

Gelas takar digunakan sebagai media untuk penyimpanan air yang akan dipanaskan. Dengan menggunakan media gelas takar akan memudahkan penelitian dalam melakukan pengujian karena terdapat parameter banyaknya air yang tertulis di gelas takar.

3.1.7 Kabel Jumper

Pada penelitian ini kabel jumper digunakan sebagai konektor antara komponen yang satu dengan komponen lainnya agar bisa berfungsi dengan baik. Kabel jumper juga sering digunakan dalam beberapa proyek yang menggunakan arduino.

3.1.8 Project Board

Pada penelitian ini *Project Board* digunakan sebagai media untuk mengatasi kekurangan pin pada board arduino UNO. Pin seperti VCC, dan GND yang selalu digunakan pada hampir setiap komponen akan digabungkan di *Project Board*.

3.1.9 Resistor 4,7K ohm

Pada penelitian ini dibutuhkan sebuah resistor dengan resistansi sebesar 4,7K ohm untuk disambungkan pada pin VCC pada sensor DS18B20 dengan pin 5V pada Arduino UNO.

3.1.10 Wattmeter

Wattmeter digunakan sebagai alat untuk mengukur daya yang digunakan selama proses pemanasan berlangsung. Karena fokus dari penelitian ini adalah pengukuran perbandingan daya, dibutuhkan sebuah alat yang dapat mengukur penggunaan daya yaitu Wattmeter.

3.1.11 DC Power Supply

Pada penelitian ini, *DC Power Supply* digunakan sebagai sumber tegangan untuk mikrokontroler yang digunakan. Hal ini dilakukan agar pada saat pengukuran daya dan pengujian sistem, perangkat tidak perlu terhubung dengan laptop secara terus menerus.

3.2 ALUR PENELITIAN

Tahapan penelitian ini dilaksanakan melalui serangkaian langkah yang direncanakan untuk dapat diterapkan dalam penelitian. Gambaran alur penelitian ini dapat dilihat dalam diagram berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

Gambar 3.1 menggambarkan alur proses penelitian, dimulai dengan ulasan literatur dan berakhir dengan menarik kesimpulan dari temuan penelitian. Untuk penjelasan lebih lanjut, sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur adalah proses pencarian sumber informasi dan belajar tentang sistem yang akan dibuat. Informasi dapat datang dalam bentuk penelitian, jurnal ilmiah, dan buku-buku yang relevan terkait dengan penelitian yang direncanakan. Sumber-sumber ini digunakan sebagai referensi untuk melakukan penelitian, desain sistem, penggunaan komponen, dan proses penyusunan laporan penelitian.

2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan dengan menentukan dan menyiapkan komponen-komponen yang digunakan dalam sistem yang akan dirancang. Sistem pemanas air elektrik ini menggunakan sensor suhu DS18B20, Dimmer AC, Arduino UNO, dan *Water Heater* 220V sebagai komponen utamanya. Perancangan dimulai dengan melakukan uji komponen satu per satu untuk memastikan masing-masing komponen berfungsi dengan baik sesuai fungsinya masing-masing. Setelah semua komponen diuji, dilakukan perangkaian alat sesuai dengan rencana sistem yang dibuat. Kemudian, membuat kode program sesuai dengan sistem kendali yang digunakan pada penelitian dengan *software* Arduino IDE yang telah diinstal di laptop.

3. Pengujian Sistem yang telah dibuat

Setelah proses perencanaan dan pemasangan peralatan selesai, dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibuat. Untuk memverifikasi apakah sistem yang telah dibuat telah mencapai tujuan penelitian. Jika tidak sesuai, desain ulang akan dilakukan pada perangkat keras dan / atau perangkat lunak yang digunakan. Jika sistem dianggap sesuai, langkah berikutnya adalah pengambilan data penelitian.

4. Pengambilan dan Analisis Data

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Wattmeter untuk mengukur daya yang digunakan oleh masing-masing sistem kendali. Dengan volume air yang sama dan *set point* yang berbeda-beda, akan diperhatikan waktu pemanasan dan besar daya yang digunakan pada proses pemanasan air. Setelah data penelitian didapatkan, dilakukan analisis dari data penelitian tersebut untuk melihat perbandingan penggunaan daya dari dua sistem kendali yang digunakan.

5. Kesimpulan

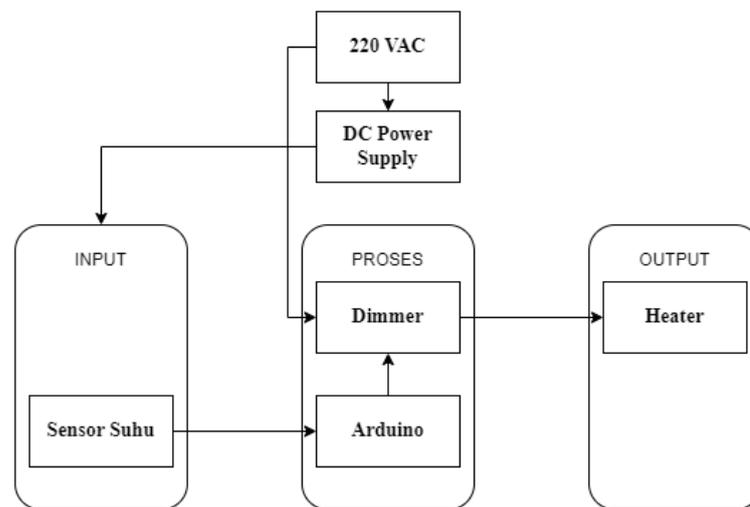
Pengambilan kesimpulan dilakukan dengan mengamati dan menganalisa hasil data penelitian. Dari hasil data penelitian tersebut akan didapatkan perbandingan penggunaan daya dari kedua sistem kendali untuk menentukan sistem kendali yang lebih efisien dalam hal penggunaan daya. Juga dicantumkan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya.

3.3 RANCANGAN SISTEM

Studi ini melibatkan desain sistem yang mencakup komponen perangkat keras dan perangkat lunak untuk merancang sistem kendali *Bang-bang* dan sistem kendali *Fuzzy*.

3.3.1 Perancangan *Hardware*

Perancangan *hardware* merupakan proses merangkai komponen, sensor, dan aktuator yang digunakan pada penelitian ini. Hal tersebut meliputi Arduino UNO, *Water Heater* 220V, Dimmer AC, dan Sensor Suhu DS18B20. Diagram perancangan *hardware* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

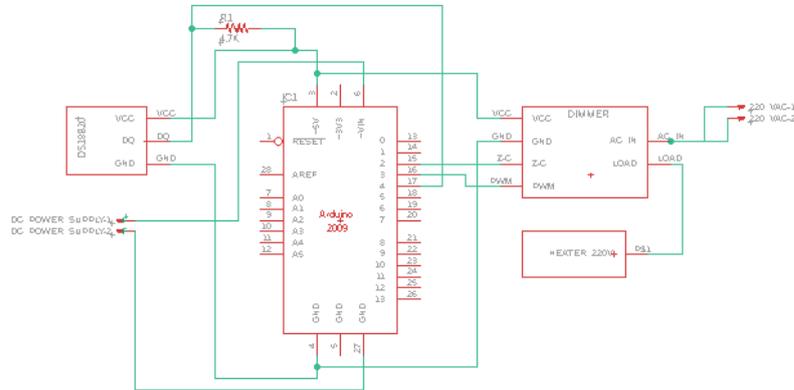


Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Sistem Kendali Pemanas Air

Pemanas yang digunakan untuk memanaskan air dihubungkan ke dimmer AC yang terhubung dengan Wattmeter dan tegangan 220 VAC. Dimmer AC ini berfungsi untuk mengontrol daya listrik yang diberikan kepada *Water Heater*. Sensor DS18B20 akan membaca nilai suhu pada air yang dipanaskan dan mengirimkan data pembacaannya ke arduino untuk melakukan tindakan terhadap Dimmer AC berdasarkan sistem kendali yang digunakan.

Dalam sistem kendali *Bang-bang*, jika suhu batas atas telah tercapai sistem akan mengirimkan data agar arduino dapat mematikan pemanas melalui Dimmer AC. Jika suhu batas bawah yang terbaca, maka arduino akan menghidupkan pemanas melalui Dimmer AC. Penggunaan daya dapat dilihat dari saat pemanas

diaktifkan hingga pemanas dimatikan melalui pengukuran yang terbaca oleh Wattmeter.



Gambar 3.3 Skematik Rangkaian

Gambar diatas menampilkan rangkaian dari sistem pemanas air yang akan dibuat nantinya. Terdapat komponen seperti sensor suhu DS18B20, arduino UNO, *Heater* 220V, Dimmer AC, dan resistor 4,7K ohm. Sensor suhu DS18B20 dihubungkan ke pin 4 untuk kaki DQ, pin 5V untuk kaki VCC, dan pin GND untuk kaki GND. *Heater* dihubungkan ke dimmer AC melalui pin beban atau *load*, sementara untuk pin AC in pada dimmer AC atau sumber tegangannya berasal dari listrik rumah 220 VAC. Dimmer memiliki 4 pin yang dihubungkan ke arduino, dimana pin Z-C dihubungkan ke pin 2 agar bisa melakukan perintah interrupt dan pin PWM dihubungkan ke pin 3 karena pin tersebut dapat mengendalikan pwm melalui arduino UNO. *DC Power Supply* digunakan sebagai tegangan input untuk arduino UNO.

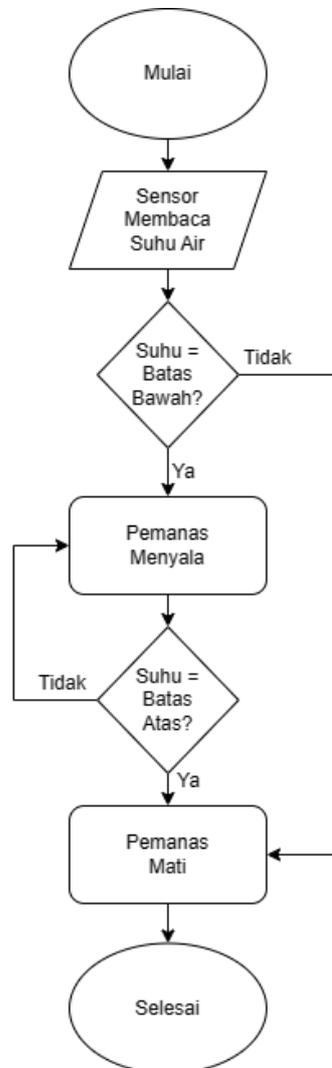
3.3.2 Perancangan *Software*

Terdapat dua sistem kendali yang digunakan pada penelitian ini yaitu sistem kendali *Bang-bang* dan sistem kendali *Fuzzy*. Dimana kedua sistem kendali ini dirancang melalui kode program yang dibuat dengan menggunakan *software* Arduino IDE.

1. Perancangan Sistem Kendali *Bang-bang*

Sistem kendali *Bang-bang* dirancang menggunakan *software* Arduino IDE dengan menentukan batas atas dan batas bawah dari suhu air. Jika suhu yang terbaca mencapai batas bawah maka pemanas akan dinyalakan. Begitu juga sebaliknya, jika

suhu yang terbaca mencapai batas atas maka pemanas akan dimatikan. Berikut *Flowchart* untuk sistem kendali *Bang-bang*.



Gambar 3.4 *Flowchart* Sistem Kendali *Bang-bang*

Dari *Flowchart* diatas dapat dijelaskan bahwa sensor akan melakukan pembacaan nilai terhadap suhu air yang ada dalam gelas takar. Jika suhu yang terbaca sama dengan batas bawah suhu yang ditentukan, maka pemanas akan dinyalakan dan mulai memanaskan air yang ada didalam gelas takar. Ketika suhu telah mencapai batas atas suhu yang ditentukan, maka pemanas akan dimatikan. Proses ini akan berlangsung berulang ulang sesuai dengan konsep dari pengendali *Bang-bang* yaitu *on/off*. Batas bawah suhu air menjadi kontrol *on* untuk pemanas dan batas atas suhu air menjadi kontrol *off* untuk pemanas.

Proses perancangan dilakukan dengan cara membuat kode program pada *software* arduino IDE dan memasukkannya ke mikrokontroler arduino UNO. Setelah rancangan sistem dibuat maka akan dilakukan pengujian untuk menentukan apakah sistem yang dirancang sudah bekerja dengan baik. Jika sistem sudah bekerja dengan baik, maka proses perancangan sistem kendali *Bang-bang* telah selesai dan dapat dilakukan pengambilan data.

2. Perancangan Sistem Kendali *Fuzzy*

Sistem kendali *Fuzzy* dirancang dengan menggunakan *software* Arduino IDE untuk menentukan fungsi keanggotaan, *rule*, *Fuzzyfikasi*, dan *deFuzzyfikasinya*. Setelah semua bagian dari *Fuzzy logic* tersebut dibuat, maka fungsi *Fuzzy* tersebut akan dimasukkan ke Arduino UNO.



Gambar 3.5 Flowchart Sistem Kendali *Fuzzy*

Perancangan sistem kendali *Fuzzy* diawali dengan membuat rancangan program sistem kendali *Fuzzy* dengan *software* Arduino IDE. Yaitu menentukan parameter-parameter yang digunakan dalam pengukuran suhu air. Parameter-parameter yang dimaksud adalah parameter input dan *output*. Setelah menentukan parameter input dan *output* yang akan digunakan, proses Fuzzifikasi dilakukan. Dengan mengolah data masukan yang telah ditentukan dengan fungsi keanggotaan negatif, nol, dan positif dalam bentuk fungsi keanggotaan trapesium dan segitiga. Untuk fungsi keanggotaan *output* berupa pwm yaitu rendah, sedang, dan tinggi dalam bentuk fungsi keanggotaan trapesium dan segitiga.

Setelah parameter input dan *output* telah ditentukan, langkah berikutnya adalah untuk menetapkan aturan atau peraturan logika *Fuzzy*. Pembuatan aturan dalam logika *Fuzzy* berfungsi sebagai koneksi antara parameter input dan *output* dengan menggunakan fungsi operator *if-then*. Langkah berikutnya adalah proses defuzzifikasi, yang merupakan prosedur untuk mengkonversi setiap hasil variabel yang sebelumnya tidak jelas menjadi variabel tegas atau jelas. Setelah menyelesaikan semua proses dalam *Fuzzy Logic Controller*, pengujian program dilakukan untuk memastikan bahwa program dapat bekerja dengan benar. Jika ada program yang tidak berfungsi dengan baik, pemeriksaan dan desain ulang dari program yang dibuat sebelumnya akan dilakukan. Setelah perangkat lunak yang dirancang berfungsi dengan baik, desain sistem kontrol *Fuzzy* dianggap lengkap dan dapat melanjutkan ke pengumpulan dan analisis data.

3.4 METODE PENGUJIAN

Terdapat beberapa pengujian yang dilakukan pada penelitian ini untuk mengetahui apakah komponen, sensor, dan sistem kendali yang dirancang berfungsi sesuai dengan tujuan dari penelitian. Pengujian pada penelitian ini meliputi pengujian sensor DS18B20, pengujian sistem kendali *Bang-bang*, dan pengujian sistem kendali *Fuzzy*.

3.4.1. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu DS28B20 ini dilakukan dengan tujuan mendapatkan nilai pembacaan yang benar dan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Sensor akan diuji untuk membaca nilai suhu air dalam satuan derajat *Celcius*. Jika sensor sudah

dapat membaca dalam satuan derajat *Celcius*, selanjutnya akan dilakukan kalibrasi sensor dengan menyamakan nilai pembacaan sensor dengan sebuah termometer. Pengujian ini dilakukan dengan membaca suhu sebuah air dalam wadah. Kemudian, pengujian lainnya ialah pengujian apakah sensor bisa membaca naik dan turunnya suhu air dalam sebuah wadah. Dilakukan dengan meletakkan sensor didalam air yang sedang dipanaskan dengan menggunakan pemanas dan membandingkan nilai pembacaan sensor dengan termometer.

3.4.2. Pengujian Sistem Kendali *Bang-bang*

Sistem kontrol *Bang-bang* diuji untuk menentukan apakah sistem yang dirancang bekerja sesuai dengan desain yang dimaksudkan. Pengujian ini dilakukan dengan mengoperasikan sistem pemanasan air dari batas bawah sampai batas atas. Jika suhu berada pada batas bawah, pemanas dinyalakan, dan jika suhu berada di batas atas, pemanas akan mati, maka sistem berfungsi dengan benar. Pengujian ini dilakukan dengan membuat program menggunakan perangkat lunak Arduino IDE dan mengunggah program ke mikrokontroler.

3.4.3. Pengujian Sistem Kendali *Fuzzy*

Pengujian sistem kendali *Fuzzy* dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat telah berfungsi sesuai dengan perancangan yang telah ditentukan sebelumnya. Pengujian ini dilakukan dengan menjalankan sistem pemanas air sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan. Dengan beberapa membership function, akan dilihat pengaruhnya terhadap pemanas air. Jika sudah sesuai dengan perancangan yang telah dibuat, maka sistem kendali *Fuzzy* telah berfungsi dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan membuat kode program pada *software* Arduino IDE dan memonitor fungsi tersebut di serial monitor sebelum di-*upload* ke mikrokontroler Arduino.

3.4.4. Pengujian Daya

Pengujian daya dilakukan pada kedua sistem kendali yang digunakan, yaitu sistem kendali *Bang-bang* dan sistem kendali *Fuzzy*. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan sistem ke Wattmeter untuk mengukur berapa besar daya yang digunakan ketika sistem dijalankan. Dari data pengujian daya tersebut akan didapatkan hasil pengukuran untuk penggunaan daya antara sistem kendali *Bang-*

bang dan sistem kendali *Fuzzy*. Yang nantinya akan dianalisis untuk menentukan sistem kendali yang paling efisien dalam hal penggunaan daya.

3.5 PENGAMBILAN DAN ANALISA HASIL DATA

Pengujian daya dilakukan pada kedua sistem kendali yang digunakan, yaitu sistem kendali *Bang-bang* dan sistem kendali *Fuzzy*. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan sistem ke Wattmeter untuk mengukur berapa besar daya yang digunakan ketika sistem dijalankan. Dari data pengujian daya tersebut akan didapatkan hasil pengukuran untuk penggunaan daya antara sistem kendali *Bang-bang* dan sistem kendali *Fuzzy*. Yang nantinya akan dianalisis untuk menentukan sistem kendali yang paling efisien dalam hal penggunaan daya.