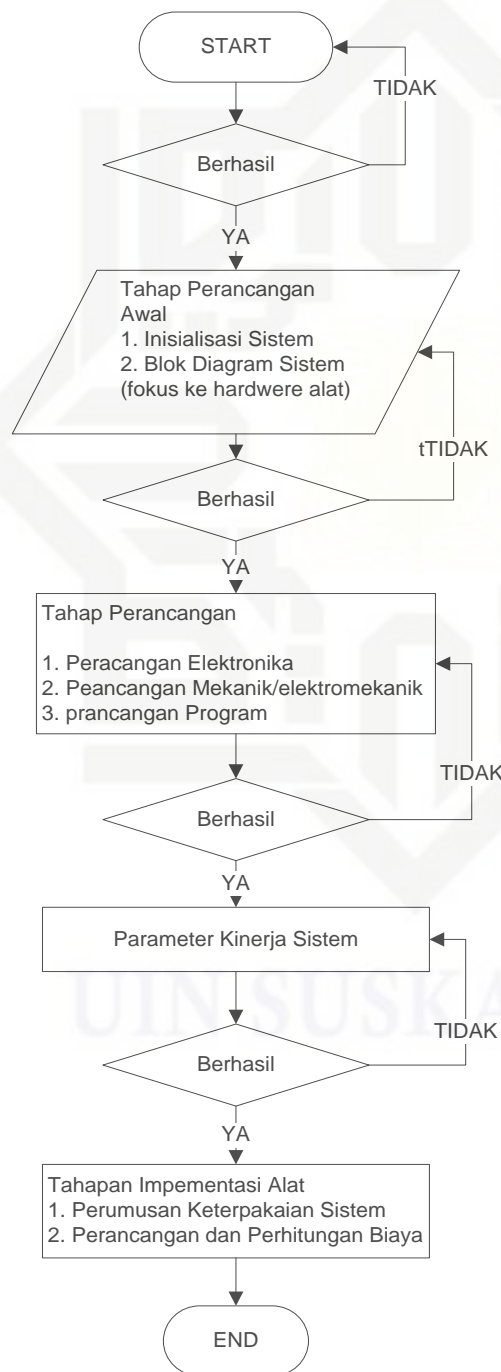


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Proses alur penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa tahapan atau langkah-langkah yang penelitian lakukan mulai dari proses perancangan model hingga hasil akhir dalam penelitian tugas akhir ini. Adapun tahapan yang dilakukan sebagai berikut:



Gambar 3.1. Proses alur penelitian

3.2. Tahapan Perencanaan

Tahapan perencanaan adalah tahap dalam perencanaan penelitian, mulai dari penentuan judul, pengumpulan data hingga tujuan yang ingin dicapai dari suatu penelitian.

Adapun kegiatan yang dilakukan pada tahap perencanaan adalah :

a. Ilustrasi Sistem

Merupakan sebuah tahapan yang dilakukan untuk menggambarkan model desain alat *proofing* roti yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Kemudian menjelaskan semua jenis komponen yang digunakan dan menjelaskan proses operasi sistem pada alat *proofing*, sehingga *user* mengerti proses jalannya sistem.

b. Blok Diagram Sistem

Bertujuan untuk mengetahui komponen-komponen apa saja yang dibutuhkan oleh sistem, kemudian menggambarkan blok diagram keseluruhan sistem. Tahapan yang terakhir yaitu menjelaskan keterkaitan komponen satu dengan yang lainnya sehingga menjadi satu kesatuan sistem yang sempurna.

c. Perancangan Sistem

Menentukan komponen-komponen yang sesuai dengan kebutuhan sistem, menjelaskan kelebihan komponen yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan sistem, kemudian menggambarkan skema pengkabelan semua komponen yang digunakan.

d. Rancangan Sistem Mekanik

Melakukan *survey* untuk memastikan komponen-komponen yang diperlukan oleh sistem tersedia dipasaran. Tahapan selanjutnya menggambarkan kontruksi desain sistem dan menjelaskan konstruksi sistem yang telah dibuat.

e. Perancangan Program

Bertujuan untuk menentukan algoritma yang sesuai dengan karakteristik sensor yang akan digunakan. Kemudian merancang algoritma pengendali yang akan digunakan untuk mengendalikan alat, sehingga alat akan bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Menjelaskan aplikasi yang digunakan untuk membantu penulisan program. Tahapan yang terakhir menampilkan *script* program yang sudah selesai dibuat.

f. Parameter Kinerja Sistem

Bertujuan untuk menentukan parameter apa saja yang akan dianalisis, menjelaskan metode dan yang digunakan untuk menganalisis dan merumuskan pengeolahan data yang akan dilakukan dalam menunjang proses analisis.

g. Perumusan Keterpakaian Sistem

Memilih dan menentukan pengguna produk alat yang dibuat, menjelaskan secara logis pemilihan pengguna produk, serta membuat kuesioner untuk mengetahui kepuasan pengguna, kemudahan dalam pengoperasian alat dan keandalan alat yang dibuat.

h. Perencanaan dan Perhitungan Biaya.

Membuat tabel rincian komponen/KIT yang akan digunakan, serta menghitung perkiraan total biaya untuk pengadaan *hardwere* dan program aplikasi.

3.3. Analisa Kebutuhan Sistem

Untuk mempermudah perancangan penulis akan menganalisa atau menjabarkan komponen-komponen yang diperlukan untuk mendukung proses kelancaran sistem. Untuk mempermudah menganalisis sebuah sistem dibutuhkan dua jenis kebutuhan. Kebutuhan fungsional dan kebutuhan *nonfungsional*, kebutuhan *fungsiaonal* adalah kebutuhan yang berisi proses-proses apa saja yang diperlukan oleh sistem, kemudian kebutuhan nonfungsional yaitu komponen-komponen yang diperlukan oleh sistem.

3.3.1. Ukuran Alat *Proofing*

Pemilihan ukuran alat *proofing* bertujuan untuk mengetahui kebutuhan yang diperlukan oleh pengguna dalam hal ini adalah skala rumah tangga. Ukuran yang dipakai untuk alat *proofing* yaitu panjang 40 cm, lebar 30 cm dan tinggi 35 cm, ukuran tersebut sama halnya dengan ukuran oven yang banyak dijual dipasaran. Pemilihan ukuran alat *proofing* sama dengan ukuran oven, supaya oven dapat dijadikan sebagai alat *proofing* roti dengan penambahan komponen-komponen pendukung. Setelah mendapatkan ukuran alat *proofing*, langkah selanjutnya adalah pemilihan bahan yang digunakan untuk membuat alat *proofing* roti yaitu, triplek tebal 8 mm dengan dilapisi *aluminium foil* tujuannya adalah mendapatkan suhu dan kelembaban yang fakum atau tidak terserap pada bahan baku. Tahapan terakhir yaitu pemilihan komponen-komponen untuk operasional sistem diantaranya adalah pemilihan *heater*, penghasil uap, sensor, mikrokontroler dan komponen pendukung lainnya.

3.3.2. Penempatan Sensor

Penempatan sensor berfungsi untuk mendapatkan data yang akurat pada sistem, pada sistem ini penempatan sensor suhu terbagi atas tiga bagian yaitu atas, tengah dan bawah. Kemudian untuk sensor kelembaban digunakan satu sensor, karena penghasil uap untuk sistem bersifat menyebar keseluruh ruang, penempatan sensor kelembaban ini pada

bagian tengah supaya dapat mewakili seluruh ruangan, dengan penempatan sensor secara tepat, maka suhu dan kelembaban pada alat *proofing* dapat terpenuhi dengan baik.

3.3.3. Sensor Suhu

Pemilihan sensor suhu harus sesuai dengan kebutuhan sistem supaya mendapatkan hasil data yang akurat. Suhu yang akan dikendalikan adalah 32°C-38°C, maka diperlukan pemilihan sensor yang mempunyai karakteristik perubahan suhu yang signifikan dan dapat mengendalikan suhu dalam *range* tersebut, sensor suhu yang dapat mengidentifikasi suhu -10 °C hingga +85 °C dan memiliki akurasi 0,5 °C adalah sensor DS18B20. Pemilihan sensor DS18B20 diharapkan mampu mengidentifikasi perubahan suhu yang minimum, sehingga dapat memberikan data yang akurat dalam pembacaan perubahan suhu saat sistem dioperasikan.

3.3.4. Sensor Kelembaban

Pemilihan sensor kelembaban harus sesuai dengan kebutuhan sistem, kelembaban yang dikendalikan untuk sistem yaitu 75% sampai 85 %. Salah satu sensor yang dapat mengidentifikasi kelembaban pada *range* 20% sampai 90%, dengan *error margine* $\pm 5\%$ adalah sensor DHT 11, dengan menggunakan sensor DHT 11 sudah mampu mengidentifikasi kelembaban yang dibutuhkan sistem sehingga dapat memberikan data yang akurat pada mikrokontroler.

3.3.5. Heater

Heater yang digunakan untuk alat *proofing* adalah elemen pemanas, karena elemen pemanas memiliki karakteristik cepat menghasilkan panas dengan waktu yang singkat. Elemen pemanas yang digunakan berkapasitas 300 watt, pemilihan dengan daya 300 watt karena peletakan *heater* pada alat *proofing* pada bagian luar, sehingga dibutuhkan pemanas yang dapat memenuhi kebutuhan sistem, dengan menggunakan elemen pemanas berkapasitas 300 watt dapat mempersingkat suhu mencapai *set point* dan memiliki respon yang singkat untuk menjaga kestabilan suhu pada sistem.

3.3.6. Rangkaian AC Dimmer

Rangkaian AC *Dimmer* berfungsi sebagai pengatur tegangan pemanas pada sistem. Maka dari itu pemilihan Rangkaian AC *Dimmer* harus tepat, ada beberapa pilihan AC *Dimmer* yang ada, salah satunya yaitu AC *Dimmer* dengan menggunakan potensiometer untuk merubah tegangan, jika AC *Dimmer* dengan menggunakan potensiometer kelemahannya adalah tidak bisa dikendalikan langsung dengan mikrokontroler, maka diperlukan komponen pendukung untuk memutar potensiometer pada rangkaian AC

Dimmer, dan jika menggunakan rangkaian AC *Dimmer* menggunakan potensiometer sangat riskan terjadi perubahan nilai tegangan yang signifikan, maka dari itu digunakan Rangkaian AC *Dimmer* yang keluaran dapat dikendalikan dengan menggunakan PWM pada program mikrokontroler sehingga tidak melibatkan komponen pendukung lainnya, dengan menggunakan rangkaian AC *Dimmer* ini pengendalian keluaran dapat dikendalikan dengan baik sehingga dapat digunakan sebagai pengendali tegangan *input* pada *heater* alat *proofing* roti .

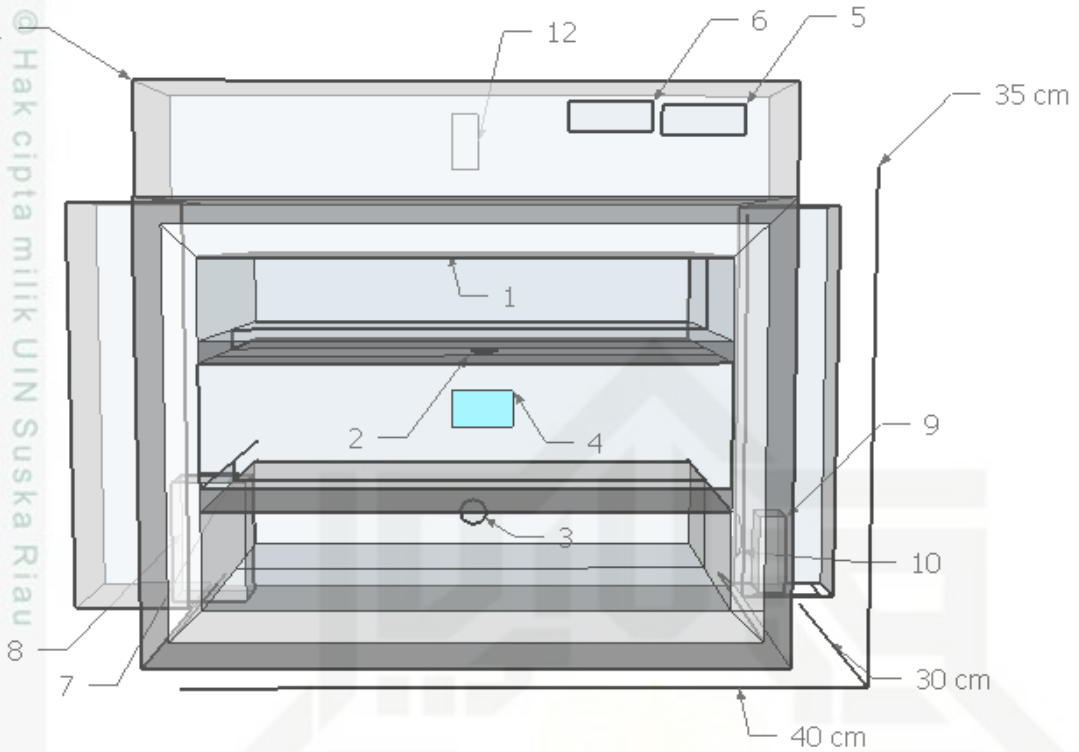
3.3.7. Mikrokontroler

Setelah mengetahui apa saja komponen-komponen yang dikendalikan, maka pemilihan mikrokontroler harus sesuai dengan kebutuhan sistem. Alat *proofing* roti ini dikendalikan dengan menggunakan Arduino Mege 2560 dan Arduino Uno, karena mikrokontroler akan mengendalikan suhu dan kelembaban. Arduino Mega 2560 digunakan untuk mengendalika suhu, untuk mengendalikan suhu maka diperlukan 3 sensor suhu, rangkaian AC *Dimmer* dan LCD sebagai indkator. Arduino Mega 2560 memiliki pin yang cukup untuk memenuhi kebutuhan komponen pendukung dan memiliki memori yang besar untuk mengendalikan seluruh komponen, maka dari itu pemilihan Arduino Mega 2560 digunakan sebagai pengendali suhu.

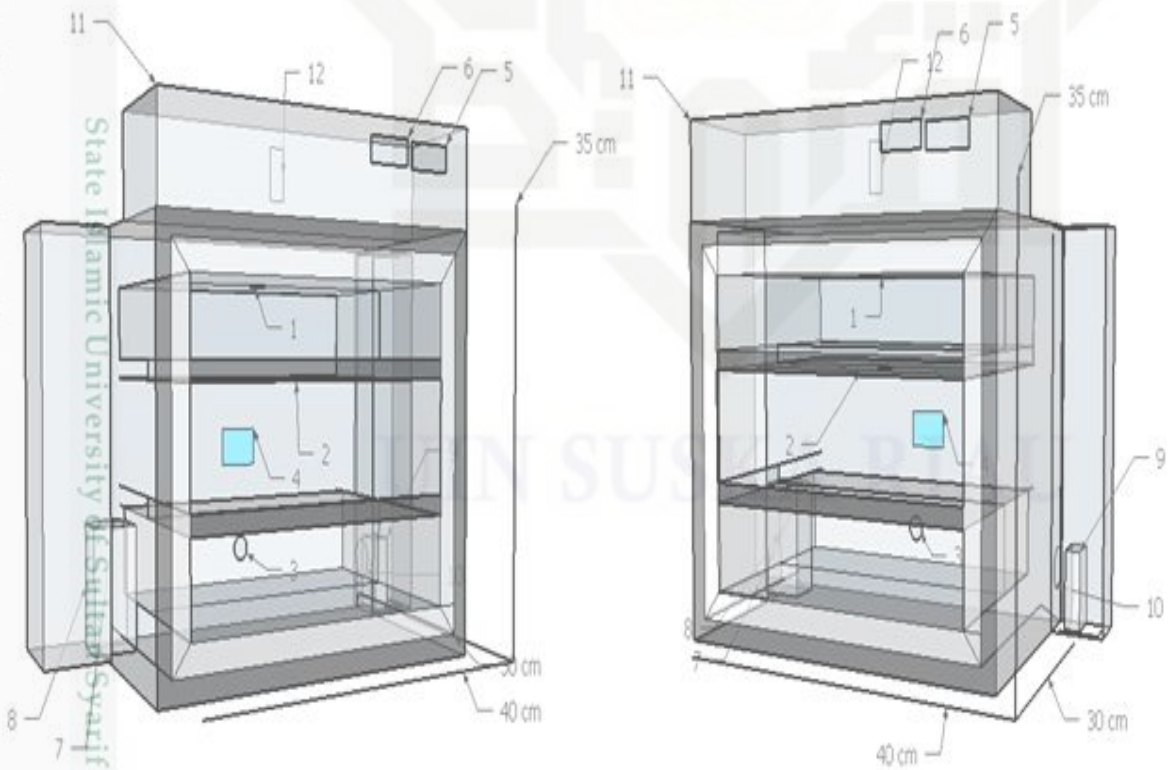
Pemilihan mikrokontroler yang tepat untuk mengendalikan kelembaban yaitu Arduino Uno, karena dari segi harga Arduino Uno lebih murah dibandingkan dengan Arduino Mega 2560 dan Arduino Uno sudah memenuhi kebutuhan untuk mengendalikan kelembaban baik dari kebutuhan pin maupun memori. Komponen pendukung untuk mengendalikan kelembaban yaitu satu sensor kelembaban, *driver* kipas dan LCD sebagai indikator, dengan menggunkan Arduino Uno semua komponen pendukung sistem sudah dapat terpenuhi, baik dari kebutuhan pin maupun memori yang dibutuhkan.

3.4. Model Perancangan

Perancangan model didapatkan berdasarkan analisis kebutuhan sistem yang sudah diuraikan pada pembahasan sebelumnya. Model perancangan alat *proofing* roti harus sesuai dengan kebutuhan dan tata letak harus rapi agar tidak boros pemakaian tempat dan penempatan komponen sesuai dengan kebutuhan sistem, perancangan tata letak komponen dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut di bawah ini:



Gambar 3.2 Model tata letak komponen dan penempatan sensor terlihat dari depan.



Gambar 3.3 Model tata letak komponen Alat *proofing* roti tampak depan kanan dan kiri

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

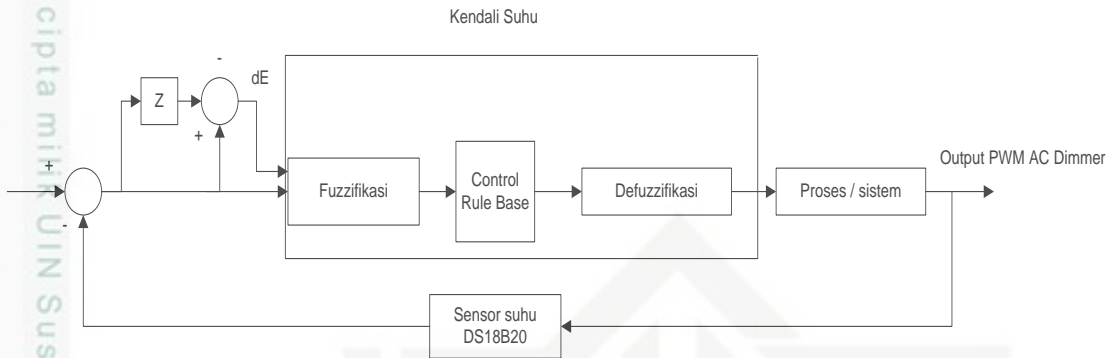
Keterangan gambar model perancangan :

1. Sensor DS18B20
2. Sensor DS18B20
3. Sensor DS18B20
4. Sensor DHT 11
5. LCD indikator kendali suhu
6. LCD indikator kendali kelembaban
7. Penghasil uap
8. Kipas untuk kelembaban
9. Pemanas
10. Kipas untuk pemanas
11. Box komponen-komponen pendukung alat *proofing*.
12. Tombol NO/OFF

Alat *proofing* di atas memiliki ukuran dengan panjang 40 cm, lebar 30 cm dan tinggi 35 cm. Penempatan sensor suhu terletak pada bagian atas, tengah dan bawah pada gambar di atas ditunjukkan dengan nomor 1,2 dan 3, selanjutnya penempatan sensor kelembaban pada alat *proofing* roti terletak pada bagian tengah dari gambar di atas ditunjukkan pada nomor 4. Pemanas pada alat *proofing* roti ini menggunakan elemen pemanas dan kipas digunakan untuk meratakan panas, pada gambar di atas elemen pemanas dan kipas ditunjukkan pada nomor 9 dan 10. Kemudian sebagai penghasil uap untuk memenuhi kelembaban pada sistem, diperlukan penghasil uap yang memiliki respon cepat dan kipas digunakan untuk meratakan kelembaban keseluruhan ruang alat *proofing*, dalam gambar di atas ditunjukkan pada nomor 8 untuk kipas dan nomor 7 adalah penghasil uap. Untuk mengetahui suhu dan kelembaban terukur pada sistem, maka diperlukan indikator untuk mengetahui suhu dan kelembaban terukur pada sistem, pada alat *proofing* roti ini menggunakan 2 LCD yang berfungsi untuk menampilkan suhu dan kelembaban terukur dalam sistem, dari gambar di atas LCD untuk suhu ditunjukkan pada nomor 5 dan LCD kelembaban ditunjukkan pada nomor 6. Penempatan komponen-komponen pendukung baik itu mikrokontroler, catu daya, rangkaian AC *Dimmer* dan *driver* kipas dilekatkan pada Box yang ditunjukkan pada nomor 11.

3.5. Diagram Perancangan Sistem Alat *Proofing* roti

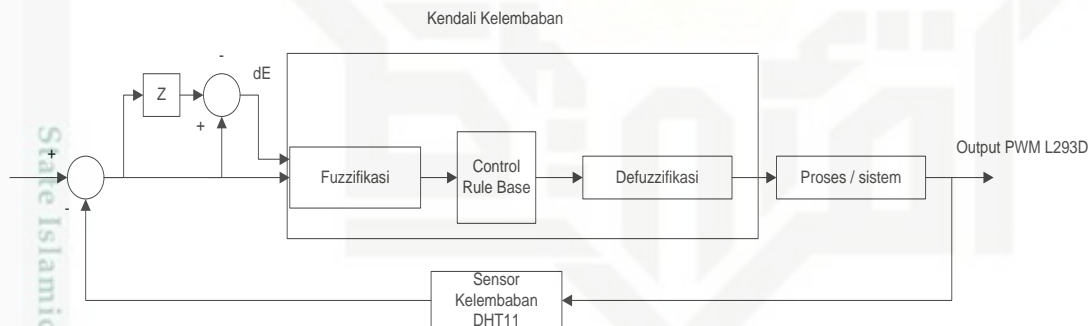
3.5.1 Diagram Perancangan Suhu



Gambar 3.4 Blok Diagram Kendali Suhu

Perancangan sistem kendali suhu menggunakan tiga buah sensor suhu yaitu BS18B20 yang berfungsi sebagai masukan pengendali. Keluaran dari kendali suhu berupa nilai PWM yang digunakan sebagai masukan AC *dimmer* yang akan terkoneksi pada elemen pemanas.

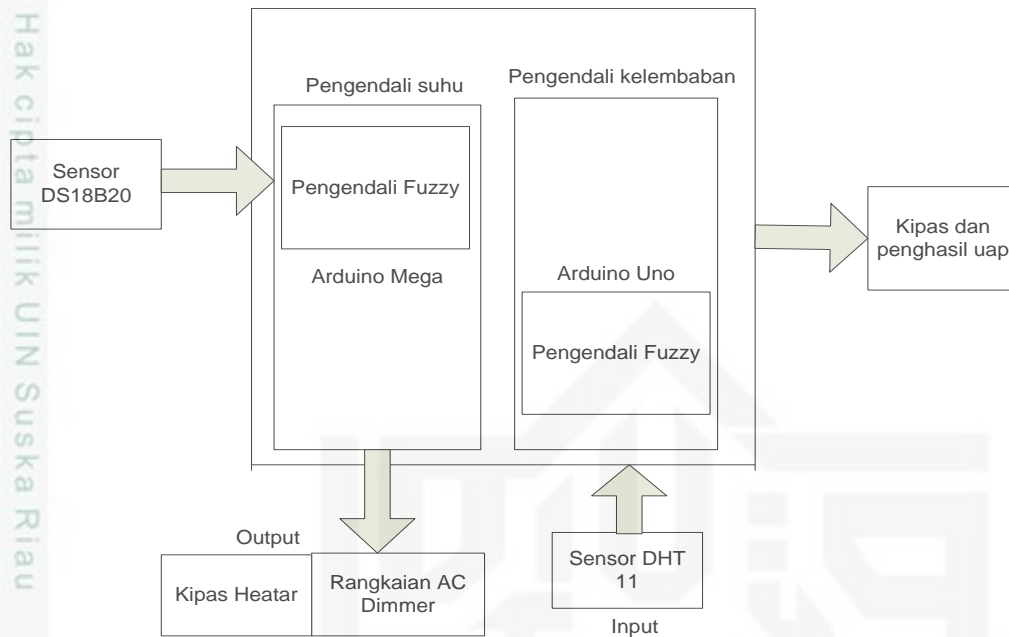
3.5.2 Diagram Perancangan Kelembaban



Gambar 3.5 Blok Diagram Kendali Kelembaban

Perancangan sistem kendali kelembaban menggunakan satu buah sensor kelembaban yaitu DHT 11, yang berfungsi memberikan masukan pada pengendali. Nilai masukan dari sensor DHT 11 berupa nilai *error* dan *delta error* yang kemudian digunakan sebagai pengendali Fuzzy. *Output* dari kendali logika Fuzzy kelembaban berupa nilai PWM yang digunakan untuk mengendalikan putaran kipas dengan bantuan *driver* kipas.

3.5.3 Diagram Perancangan Keseluruhan Sistem



Gambar 3.4 Blok diagram perancangan sistem

Berikut penjelasan fungsi setiap blok diagram perancangan sistem di atas

1. Fungsi sensor DS18B20 adalah sebagai sensor suhu yang digunakan untuk memberikan informasi suhu yang terukur pada alat *proofing* pada Arduino Mega 2560.
2. Fungsi sensor DHT 11 adalah sebagai sensor kelembaban yang digunakan untuk memberikan informasi keadaan kelembaban yang terukur pada alat *proofing* pada Arduino Uno.
3. LCD berfungsi untuk menampilkan suhu dan kelembaban yang terukur pada masing-masing sensor selama proses berlangsung.
4. Rangkaian AC *Dimmer* berfungsi sebagai *driver* pengatur tegangan *input* pada *heater* sehingga panas yang didapatkan dapat dikondisikan atau diatur, tegangan keluaran rangkaian AC *Dimmer* dapat diatur berdasarkan pemrograman pada Arduino Mega 2560.
5. Penghasil uap dan kipas pada sistem ini berfungsi untuk menghasilkan kelembaban pada sistem, kipas digunakan untuk mengatur banyak atau sedikitnya uap yang masuk pada alat *proofing*
6. *Heater* berfungsi sebagai penghasil panas pada sistem dengan menggunakan elemen setrika sebagai penghasil panas.

7. Pengendali Fuzzy berfungsi sebagai pengendali pada sistem untuk menjaga *set point* pada sistem tetap stabil.
8. Arduino Mega 2560 berfungsi sebagai pengendali suhu pada sistem dengan ditanamkan algoritma pemrograman logika Fuzzy sebagai pengambil keputusan.
9. Arduino Uno berfungsi sebagai pengendali kelembaban dengan ditanamkan algoritma pemrograman logika Fuzzy sebagai pengambil keputusan..

3.6. Perancangan Logika Fuzzy pada Sistem

Logika Fuzzy dapat mengatasi dinamika proses yang rumit dan kompleks, hal ini bisa didapat tanpa harus mengetahui model matematika seperti pada logika konvensional. Gagasan kuncinya adalah mengembangkan suatu kerangka yang variabel utamanya ketidakpastian presisi (*Imprecision*). Dimana suatu fungsi yang mengekspresikan derajat kepemilikan suatu himpunan dilambangkan terhadap suatu harga antara 0 sampai 1. Logika Fuzzy mengolah informasi dari variabel numerik menjadi variabel linguistik. Pengendali logika Fuzzy dirancang untuk mengatur besarnya variabel tegangan *output* dengan masukan berupa variabel *error* dan variabel *delta error*.

Variabel *error* didefinisikan sebagai selisih antara nilai suhu terukur dikurangi dengan nilai *set point*, sedangkan variabel *derror* didefinisikan sebagai selisih nilai *error* sekarang dikurangi dengan nilai *error* sebelumnya.

$$Error = \text{Suhu Set point} - \text{Suhu Terukur} \quad (3.1)$$

$$Derror = |Error_n| - |Error_{n-1}| \quad (3.2)$$

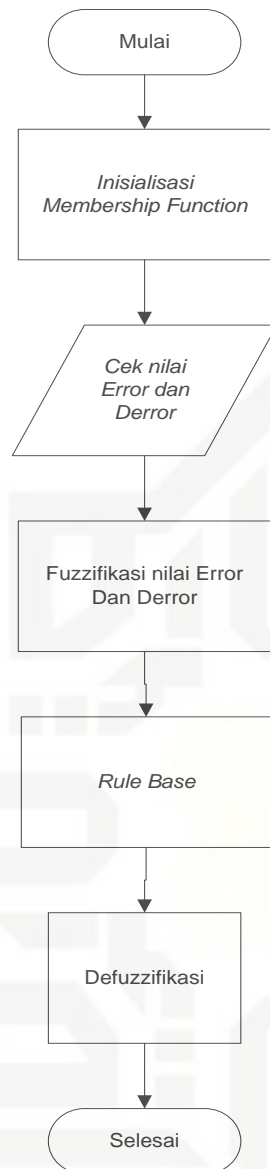
Untuk mendapatkan nilai *error* dan *Derror*, maka dilakukan pengukuran pada pembacaan sensor pada sistem, setelah data-data didapatkan tahapan selanjutnya adalah melakukan tahapan fuzzifikasi, pembentukan *rules base* dan tahapan defuzzifikasi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.5 Flowchat Logika Fuzzy

3.6.1. Perancangan Logika Fuzzy pada Kendali Suhu

3.6.1.1. Tahapan Fuzzifikasi

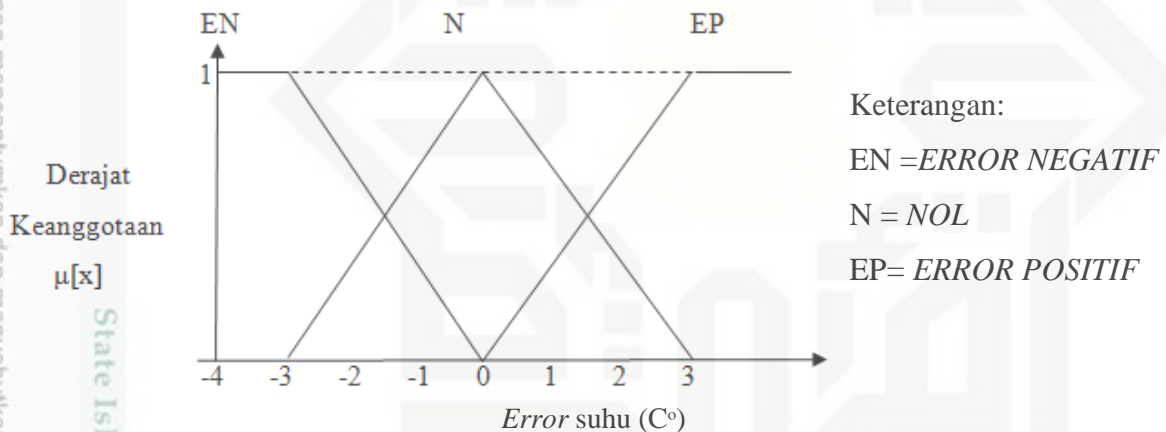
Pada perancangan sistem kendali logika Fuzzy tahapan fuzzifikasi merupakan proses pembentukan himpunan Fuzzy untuk setiap variabel yang akan diproses pada sistem logika Fuzzy. Tahapan pertama dalam fuzzifikasi yang harus dilakukan adalah mengumpulkan data berdasarkan pengamatan terhadap sistem yang akan dikendalikan. Setelah mendapatkan nilai atau data, selanjutnya mengelompokkan nilai-nilai tersebut kedalam variabel bahasa (*language variabel*) yang ditentukan berdasarkan pengalaman perancang. Ketika melakukan pengelompokan ini, secara defenisi perancang melakukan pengaturan (*adjustment*) terhadap fungsi keanggotaan untuk setiap variabel bahasa yang

ditentukan. Tahap fuzzifikasi dalam perancangan sistem logika Fuzzy diperlihatkan dalam gambar 3.6 untuk fungsi keanggotaan pada himpunan-himpunan Fuzzy Variabel *Error* suhu dan gambar 3.7 fungsi keanggotaan pada himpunan-himpunan Fuzzy pada Variabel *Error* suhu.

A. Fungsi Keanggotaan Himpunan Logika Fuzzy Variabel *Error* pada Suhu

Tahap awal adalah menentukan *membership function* untuk masing-masing masukan *error* dan *derror*. Masukan pengendali Fuzzy yang berupa *error* didapat dari hasil selisih antara *set point* dan suhu keluaran sistem, pada pengendalian suhu *set point* yaitu 35 °C dengan batas bawah 32 °C dan batas atas 38 °C, untuk menentukan nilai *range error* didapatkan dengan mengurangkan nilai batas bawah dan nilai batas atas dengan *set point* suhu sehingga didapatkan hasil untuk *error* batas bawah -3 dan batas atas +3.

Pemilihan *range error* suhu -3 sampai +3 supaya *set point* suhu tidak keluar dari batas yang ditentukan.



Gambar 3.6 Fungsi Keanggotaan Himpunan-himpunan Fuzzy pada Variabel *Error* suhu

Pemilihan 3 keanggotaan *error* pada suhu didapatkan dengan melakukan penelitian awal, dengan menggunakan 3 keanggotaan *error* suhu sudah dapat mengendalikan jika terjadi perubahan *error* suhu yang signifikan baik pada kondisi batas bawah dan atas yang diperbolehkan.

Pada variabel *Error* pada suhu, data yang dimiliki adalah -3, 0 dan 3, dengan demikian pada variabel ini dibagi menjadi 3 himpunan Fuzzy, yaitu EN (*ERROR NEGATIF*), N (*NOL*) dan EP (*ERROR POSITIF*). Himpunan Fuzzy M akan memiliki domain [-3, 0], N memiliki domain [-3, 3] dan P memiliki domain [0, 3].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

$$\mu_{EN} = \begin{cases} 1; & x \leq -3 \\ \frac{0-x}{0-(-3)} & -3 \leq x \leq 0 \\ 0; & x > 0 \end{cases} \quad (3.3)$$

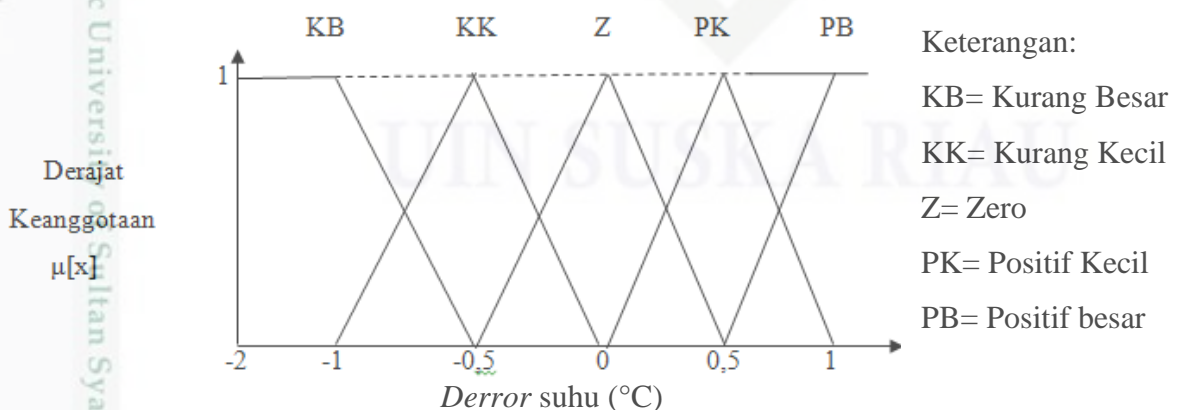
$$\mu_N = \begin{cases} 0; & x \leq -3 \\ \frac{x-(-3)}{3-(-3)} & -3 \leq x \leq 3 \\ \frac{3-x}{3-(-3)} & 0 \leq x \leq 3 \\ 0; & x \leq 0 \end{cases} \quad (3.4)$$

$$\mu_{EP} = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \\ \frac{x-0}{3-0} & 0 \leq x \leq 3 \\ 1; & x > 3 \end{cases} \quad (3.5)$$

B. Fungsi Keanggotaan Himpunan Logika Fuzzy Variabel *Derror* pada Suhu

Sebelum menentukan nilai variabel *Derror*, maka harus melakukan pengamatan terhadap karakteristik sistem. Nilai keanggotaan variabel *Derror* didapatkan berdasarkan respon sensor suhu terhadap perubahan suhu pada sistem. Sesuai dengan hasil pengamatan maka nilai variabel *Derror* yaitu -1 sampai dengan 1.

Pemilihan 5 keanggotaan *delta error* dikarenakan perubahan nilai *delta error* sangat kecil sehingga ditentukan dengan 5 keanggotaan dengan jarak *range* antar anggota satu dengan yang lainnya 0,5 dengan demikian pengambilan keputusan logika Fuzzy dapat sesuai dengan apa yang diharapkan.



Gambar 3.7 Fungsi Keanggotaan Himpunan-himpunan Fuzzy pada Variabel *Derror* suhu

Pada variabel *Derror* pada suhu, data yang dimiliki adalah -1, -0,5, 0, 0,5 dan 1, dengan demikian pada variabel ini dibagi menjadi 4 himpunan Fuzzy, yaitu KB (*KURANGI besar*), KK (*KURANGI kecil*), Z (*ZERO*), PK (*POSITIF kecil*) dan PB (*POSITIF besar*). Himpunan Fuzzy KB akan memiliki domain [-1, -0,5], KK akan memiliki domain [-0,5, 0], Z akan memiliki domain [-0,5, 0,5], PK memiliki domain [0, 1] dan PB memiliki domain [0,5, 1].

$$\mu_{KB} = \begin{cases} 1; & x \leq -1 \\ \frac{-0,5-x}{-0,5-(-1)} & -1 \leq x \leq -0,5 \\ 0; & x > -1 \end{cases} \quad (3.6)$$

$$\mu_{KK} = \begin{cases} 0; & x \leq -1 \\ \frac{x-(-1)}{-0,5-(-1)} & -1 \leq x \leq -0,5 \\ \frac{-0,5-x}{0-(-0,5)} & -0,5 \leq x \leq 0 \\ 0; & x > 0 \end{cases} \quad (3.7)$$

$$\mu_Z = \begin{cases} 0; & x \leq -0,5 \\ \frac{x-(-0,5)}{0-(-0,5)} & -0,5 \leq x \leq 0 \\ \frac{0-x}{0,5-0} & 0 \leq x \leq 0,5 \\ 0; & x > 0,5 \end{cases} \quad (3.8)$$

$$\mu_{PK} = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \\ \frac{x-0}{0,5-0} & 0 \leq x \leq 0,5 \\ \frac{0,5-x}{1-0,5} & 0,5 \leq x \leq 1 \\ 0; & x > 1 \end{cases} \quad (3.9)$$

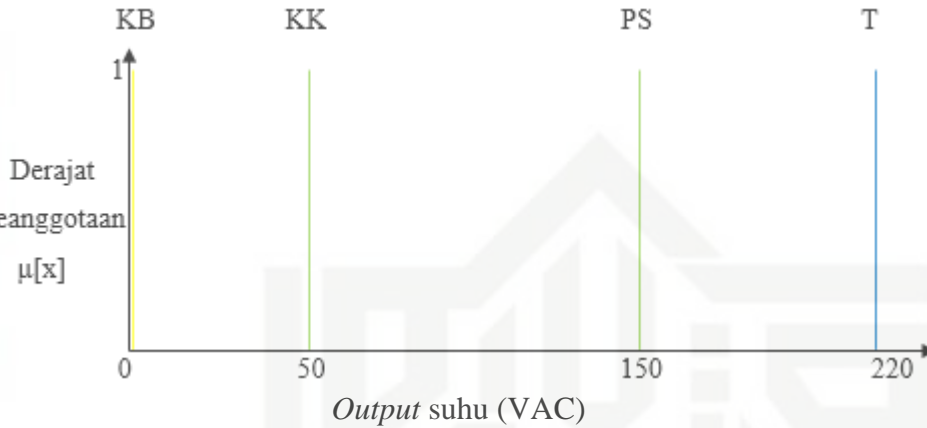
$$\mu_{PB} = \begin{cases} 0; & x \leq 0,5 \\ \frac{x-0,5}{1-0,5} & 0,5 \leq x \leq 1 \\ 1; & x > 1 \end{cases} \quad (3.10)$$

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

C. Fungsi Keanggotaan Himpunan Logika Fuzzy Variabel Output pada suhu

Variabel *output* pada kendali suhu adalah PWM yang berfungsi untuk mengendalikan AC *Dimmer*. Rangkaian AC *Dimmer* berfungsi untuk mengatur tegangan yang masuk pada pemanas. Adapun tegangan masukkan pada pemanas sebagai berikut:



Gambar 3.8 Output Membership Functional suhu

Pemilihan tegangan *output* pada kendali Fuzzy suhu berdasarkan hasil dari penelitian awal, dari hasil percobaan didapatkan hasil tegangan *output* 0, 50, 150 dan 220 VAC. *Range output* antar satu anggota satu dengan yang lain tidak sama, karena untuk mengendalikan pemanas jika suhu terlalu tinggi, maka tegangan diturunkan jauh dari tegangan awal.

Kemudian variabel *output* ini dibagi menjadi 4 himpunan Fuzzy, yaitu, KB (*KURANGI besar*), KK (*KURANGI kecil*), PS (*PAS*), dan T (*TAMBAH*). Himpunan Fuzzy KB akan memiliki domain [0], KK akan memiliki domain [50], PS memiliki domain [150] dan T memiliki domain [220].

3.6.1.2. Tahapan Pembentukan Rules-base dan Inferensi

Pemetaan variabel Fuzzy masukan kepada variabel Fuzzy keluran dilakukan dengan cara menentukan *rules* untuk semua kemungkinan. Metode *inferensi* yang dipakai adalah Sugeno, metode pengambilan keputusan (*inferensi*) yang digunakan dalam pemograman ini adalah metode *Min-Max*. Seperti halnya dengan proses fuzzifikasi, ketika menentukan *rules* base dilakukan secara intuitif dan berdasarkan pengamatan.

Tahapan pembentukan *rules* merupakan penalaran keputusan yang dirancang berdasarkan kebutuhan sistem, sehingga dapat menjaga *set point* yang telah ditentukan, adapun penalaran pengambilan keputusan sebagai berikut, jika suhu pada sistem naik terus meninggalkan *set point*, maka keputusan yang diambil yaitu kurangi panas dengan

besar, kemudian suhu pada sistem naik meninggalkan *set point* lalu menit berikutnya suhu mendekati *set point* maka keputusan yang diambil Kurangi panas besar. Pengambilan keputusan berikutnya yaitu jika suhu jauh meninggalkan *set point* dan menit berikutnya suhu pada *set point* maka pengambilan keputusan pengendali Fuzzy Kurangi panas besar, karena untuk menurunkan panas pada ruang tertutup memerlukan waktu yang lama. Kemudian jika suhu pada sistem jauh meninggalkan *set point* kemudian menit berikutnya suhu turun di bawah *set point* maka pengambilan keputusannya yaitu panas ditambah dengan daya maksimal.

Pengambilan keputusan berikutnya yaitu jika suhu pada sistem berada pada *set point* kemudian suhu pada menit pertama naik jauh meninggalkan *set point*, menit kedua suhu pada sistem mendekati *set point* dan menit berikutnya suhu pada *set point* maka pengambilan keputusannya yaitu panas di Kurangi besar. Pengambilan keputusan berikutnya jika suhu pada sistem berada pada *set point* lalu pada menit berikutnya suhu berada di bawah *set point* dan menit berikutnya suhu jauh meninggalkan *set point* maka pengambilan keputusannya yaitu panas pada sistem di Kurangi sedikit.

Kemudian pengambilan keputusan jika suhu pada sistem di bawah *set point* dan menit berikutnya suhu jauh meninggalkan *set point*, menit selanjutnya suhu mendekati *set point*, maka pengambilan keputusannya yaitu panas pada sistem di Kurangi sedikit. Pengambilan keputusan berikutnya jika suhu dibawah *set point* menit berikutnya suhu berada pada *set point* dan menit berikutnya suhu berada di bawah *set point* maka panas pada sistem sedang. Pengambilan keputusan yang terakhir jika suhu berada dibawah *set point* menit berikutnya suhu jauh meninggalkan *set point* maka panas pada sistem ditambah. Adapun penyusunan *rules* secara keseluruhan dapat dilihat pada table 3.1

Tabel 3.1 *Rules Base* kendali Logika *fuzzy* suhu

<i>Error</i> / <i>Derror</i>	<i>Error Negatif</i>	Nol	<i>Error Positif</i>
Kurangi Besar	Kurangi Besar	Kurangi Besar	Kurangi Kecil
Kurangi Kecil	Kurangi Besar	Kurangi Besar	Kurangi Kecil
Zero	Kurangi Besar	Kurangi Besar	Pas
Positif Kecil	Kurangi Besar	Kurangi Kecil	Pas
Positif Besar	Tambah	Kurangi Kecil	Tambah

Proses kendali Fuzzy suhu pada alat *proofing* roti menggunakan 15 aturan sebagai berikut:

1. IF *Error* = *Error Negatif* or *Derror* = *Negatif Besar* THEN *output* = Kurangi Besar.
2. IF *Error* = *Error Negatif* or *Derror* = *Negatif Kecil* THEN *output* = Kurangi Besar.
3. IF *Error* = *Error Negatif* or *Derror* = *Zero* THEN *output* = Kurangi Besar.
4. IF *Error* = *Error Negatif* or *Derror* = *Positif Kecil* THEN *output* = Kurangi Besar.
5. IF *Error* = *Error Negatif* or *Derror* = *Positif Besar* THEN *output* = Tambah.
6. IF *Error* = *Nol* or *Derror* = *Negatif Besar* THEN *output* = Kurangi Besar.
7. IF *Error* = *Nol* or *Derror* = *Negatif Kecil* THEN *output* = Kurangi Besar.
8. IF *Error* = *Nol* or *Derror* = *Zero* THEN *output* = Kurangi Besar.
9. IF *Error* = *Nol* or *Derror* = *Positif Kecil* THEN *output* = Kurangi Kecil.
10. IF *Error* = *Nol* or *Derror* = *Positif Besar* THEN *output* = Kurangi Kecil.
11. IF *Error* = *Error Positif* or *Derror* = *Negatif Besar* THEN *output* = Kurangi Kecil.
12. IF *Error* = *Error Positif* or *Derror* = *Negatif Kecil* THEN *output* = Kurangi Kecil.
13. IF *Error* = *Error Positif* or *Derror* = *Zero* THEN *output* = Pas.
14. IF *Error* = *Error Positif* or *Derror* = *Positif Kecil* THEN *output* = Pas.
15. IF *Error* = *Error Positif* or *Derror* = *Positif Besar* THEN *output* = Tambah.

3.6.1.3. Tahapan Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu logika Fuzzy Sugeno dengan menggunakan metode *Weighted average* (nilai rata-rata). Metode sugeno tidak memerlukan waktu untuk defuzzifikasi karena hasil akhirnya W_0 adalah suatu nilai *crisp*.

3.7. Perancangan Logika Fuzzy pada Kendali Kelembaban

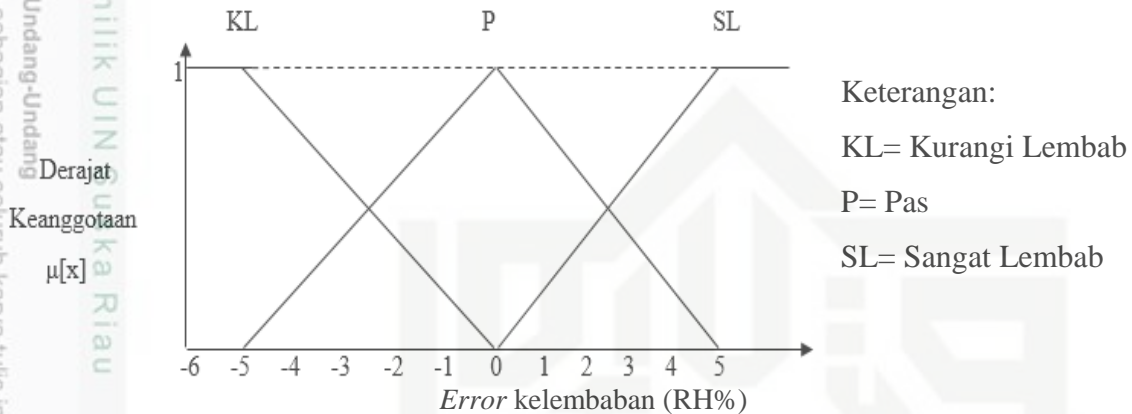
Penerapan logika Fuzzy pada kelembaban untuk mengendalikan sistem berdasarkan *set point* yang sudah ditentukan, untuk perancangan logika Fuzzy kelembaban yang akan dikendalikan batas bawah 75 % dan batas atas 85% dengan *set point* 80 % , data ini diambil berdasarkan penelitian Auliya dan Fransiska (2004). Tahapan pertama dalam perancangan logika Fuzzy, yaitu fuzzifikasi dengan mengumpulkan data berdasarkan pengamatan terhadap sistem yang akan dikendalikan. Setelah data dan nilai didapatkan maka, akan dikelompokkan berdasarkan variabel keanggotaan.

3.7.1. Tahapan Fuzzifikasi

A. Fungsi Keanggotaan Himpunan Logika Fuzzy Variabel *Error* Kelembaban

Tahap awal adalah menentukan *membership function* untuk masing-masing masukan *Error* dan *Derror*. Masukan pengendali Fuzzy yang berupa *Error* (e) didapat dari hasil selisih antara *set point* dan kelembaban keluaran sistem, sedangkan nilai *Derror* (de)

didapat dari selisih antara *Error* saat ini dengan *Error* sebelumnya. *Range* nilai variabel *Error* didapatkan dengan mengurangkan *set point* dengan nilai batas atas dan bawah kelembaban, maka didapatkan nilai *range* -5 sampai 5. Pemilihan *range error* kelembaban -5 sampai dengan 5, bertujuan untuk menjaga *set point* tidak keluar dari batas yang diizinkan, jika kelembaban terlalu tinggi atau pada batas paling rendah kelembaban.



Gambar 3.9 Fungsi Keanggotaan Himpunan-himpunan Fuzzy pada Variabel *Error* kelembaban

Pemilihan menggunakan 3 keanggotaan *error* kelembaban berdasarkan hasil penelitian awal, dari hasil percobaan dengan menggunakan 3 keanggotaan sudah dapat mengendalikan perubahan *error* pada kelembaban, jika terjadi perubahan *error* yang signifikan baik batas atas dan bawah pada kelembaban.

Pada variabel *Error* pada kelembaban, data yang dimiliki adalah -5, 0 dan 5 dengan demikian pada variabel ini dibagi menjadi 3 himpunan Fuzzy, yaitu KL (*KURANGI lembab*), P (*PAS*) dan SL (*SANGAT lembab*). Himpunan Fuzzy KL akan memiliki domain [-5, 0], P memiliki domain [-5, 5] dan SL memiliki domain [0, 5].

$$\mu_{KL} = \begin{cases} 1 & x \leq -5 \\ \frac{0-x}{0-(-5)} & -5 \leq x \leq 0 \\ 0; & x > 0 \end{cases} \quad (3.10)$$

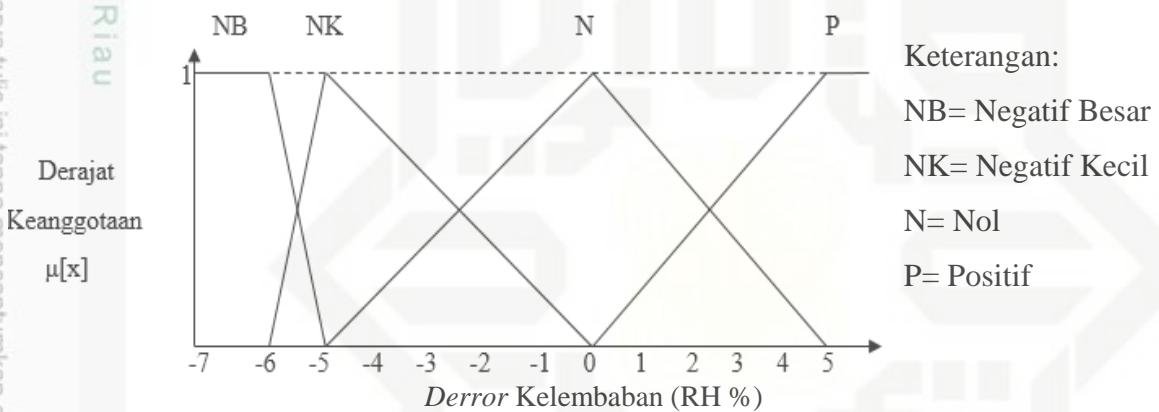
$$\mu_P = \begin{cases} 0; & x \leq -5 \\ \frac{x-(-5)}{0-(-5)} & -5 \leq x \leq 0 \\ \frac{5-x}{5-0} & 0 \leq x \leq 5 \\ 0; & x > 5 \end{cases} \quad (3.11)$$

$$\mu_{SL} = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \\ \frac{x-0}{5-0} & 0 \leq x \leq 5 \\ 1; & x > 5 \end{cases} \quad (3.12)$$

B. Fungsi Keanggotaan Himpunan Logika Fuzzy Variabel *Error Kelembaban*

Nilai *range Error* didapatkan dengan melakukan pengamatan berdasarkan karakteristik sistem, nilai variabel *Error* yaitu -7 sampai 5, nilai *range* tersebut diambil berdasarkan perubahan nilai kelembaban pada sistem.

Pemilihan jumlah keanggotaan *variable delta error* 4 keanggotaan, didapatkan berdasarkan hasil penelitian awal dengan menggunakan 4 keanggotaan *delta error* sudah dapat mengendalikan kelembaban jika terjadi perubahan *delta error*. *Range* antar keanggotaan negatif lebih rapat dibandingkan dengan nilai keanggotaan lainnya, bertujuan jika terjadi perubahan kelembaban jauh dibawah *set point*, maka keanggotaan *delta error* lebih sensitif untuk mengambil keputusan.



Gambar 3.10 Fungsi Keanggotaan Himpunan-himpunan Fuzzy pada Variabel *Error* kelembaban

Pada variabel *input* pada kelembaban, data yang dimiliki adalah -7, -6, -5, 0 dan 5 dengan demikian pada variabel ini dibagi menjadi 4 himpunan *fuzzy*, yaitu NB (*NEGATIF Besar*), NK (*NEGATIF Kecil*), N (*NOL*) dan P (*POSITIF*). Himpunan Fuzzy NB akan memiliki domain [-7, -5], NK akan memiliki domain [-6, 0], N akan memiliki domain [-5, 5], P akan memiliki domain [0, 5].

$$\mu_{NB} = \begin{cases} 1; & x \leq -6 \\ \frac{-5-x}{-5-(-6)}; & -6 \leq x \leq -5 \\ 0; & x > -5 \end{cases} \quad (3.13)$$

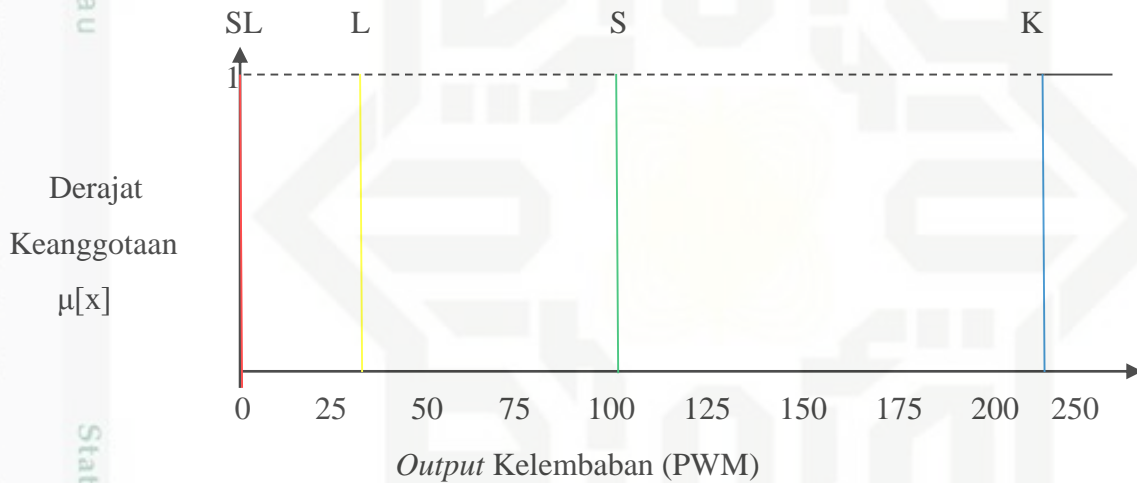
$$\mu_{NK} = \begin{cases} 0; & x \leq -6 \\ \frac{x-(-6)}{-5-(-6)}; & -6 \leq x \leq -5 \\ \frac{0-x}{0-(-5)}; & -5 \leq x \leq 0 \\ 0; & x > 0 \end{cases} \quad (3.14)$$

$$\mu_N = \begin{cases} 0; & x \leq -5 \\ \frac{x - (-5)}{0 - (-5)}; & -5 \leq x \leq 0 \\ \frac{5 - x}{5 - 0}; & 0 \leq x \leq 5 \\ 0; & x > 5 \end{cases} \quad (3.15)$$

$$\mu_P = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \\ \frac{x - 0}{5 - 0}; & 0 \leq x \leq 5 \\ 0; & x > 5 \end{cases} \quad (3.16)$$

C. Fungsi Keanggotaan Himpunan Logika Fuzzy Variabel *Output* Kelembaban

Variabel *output* pada kendali suhu adalah PWM yang berfungsi untuk mengendalikan *driver* kipas, setelah dilakukan percobaan dengan mengubah nilai PWM pada *driver* kipas, maka didapatkan nilai PWM sebagai berikut:



Gambar 3.11 *Output Membership Functional* kelembaban

Nilai *output* kendali Fuzzy kelembaban didapatkan dari hasil penelitian awal. Setelah dilakukan percobaan maka didapatkan nilai PWM yaitu 0, 30, 100 dan 225 yang digunakan sebagai masukan *driver* kipas.

Pada variabel *output* pada kelembaban, data yang dimiliki adalah 0, 30, 100 dan 225 dengan demikian pada variabel ini dibagi menjadi 4 himpunan Fuzzy, yaitu SL (*SANGAT LAMBAT*), L (*LAMBAT*), S (*SEDANG*), K (*KENCANG*). Himpunan Fuzzy SL akan memiliki domain [0], L memiliki domain [30], S akan memiliki domain [100] dan K akan memiliki domain [225].

3.7.2. Tahapan Pembentukan *rules-base* dan *Inferensi*

Pemetaan variabel Fuzzy masukan kepada variabel Fuzzy keluran dilakukan dengan cara menentukan *rules* untuk semua kemungkinan. Metode *inferensi* yang dipakai adalah Sugeno, metode pengambilan keputusan (*inferensi*) yang digunakan dalam pemograman

ini adalah metode *Min-Max*. Seperti halnya dengan proses fuzzifikasi , ketika menentukan *rules* base dilakukan secara intuitif dan berdasarkan pengamatan.

Tahapan pembentukan *rules* merupakan penalaran keputusan yang dirancang berdasarkan kebutuhan sistem, sehingga dapat menjaga *set point* yang telah ditentukan, adapun pengambilan keputusan dengan logika Fuzzy sebagai berikut, jika kelembaban pada sistem berada di atas *set point* kemudian menit pertama kelembaban jauh meninggalkan *set point*, menit kedua kelembaban mendekati *set point* dan menit ketiga kelembaban berada pada *set point* maka pengambilan keputusannya kipas berputar sangat lambat. Pengambilan keputusannya berikutnya yaitu jika kelembaban pada sistem di atas *set point* dan menit berikutnya kelembaban berada di bawah *set point* maka kipas berputar sedang.

Pengambilan keputusan berikutnya yaitu jika kelembaban berada pada *set point*, kemudian pada menit pertama kelembaban jauh meninggalkan *set point*, menit kedua kelembaban pada sistem mendekati *set point*, menit ketiga kelembaban berada pada *set point* dan pada menit keempat kelembaban berada di bawah *set point* maka pengambilan keputusannya yaitu kipas berputus sangat lambat, dikarenakan respons kelembaban cepat mengalami kenaikan.

Pengambilan keputusan berikutnya jika kelembaban berada di bawah *set point*, kemudian menit berikutnya kelembaban jauh meninggalkan *set point*, maka kipas akan berputar kencang, jika kelembaban di bawah *set point* dan menit berikutnya kelembaban tidak jauh meninggalkan *set point* maka pengambilan keputusannya yaitu kipas berputar sangat lambat. Kemudian pengambilan keputusan jika kelembaban di bawah *set point* dan menit berikutnya kelembaban berada pada *set point* maka kipas berputar sedang. Pengambilan keputusan jika kelembaban di bawah *set point* dan menit berikutnya kelembaban di bawah *set point* pengambilan keputusannya kipas berputar kencang. Adapun penyusunan *rules* secara keseluruhan dapat dilihat pada table 3.2.

Tabel 3.2 *Rules Base* kendali Logika Fuzzy Kelembaban

<i>Error</i> / <i>Error</i>	Kurangi Lembab	Pas	Sangat Lembab
Negatif Besar	Sangat Lambat	Sangat Lambat	Kencang
Negatif Kecil	Sangat Lambat	Sangat Lambat	Sangat Lambat
Nol	Sangat Lambat	Sangat Lambat	Sedang
Positif	Sedang	Sangat Lambat	kencang

Proses kendali Fuzzy suhu pada alat *proofing* roti menggunakan 15 aturan sebagai berikut:

1. IF *Error* = Kurangi Lembab And *Error* = *Negatif* Besar THEN *output* = Sangat Lambat.
2. IF *Error* = Kurangi Lembab And *Error* = *Negatif* Kecil THEN *output* = Sangat Lambat.
3. IF *Error* = Kurangi Lembab And *Error* = Nol THEN *output* = Sangat Lambat.
4. IF *Error* = Kurangi Lembab And *Error* = Positif THEN *output* = Sedang.
5. IF *Error* = Pas And *Error* = *Negatif* Besar THEN *output* = Sangat Lambat.
6. IF *Error* = Pas And *Error* = *Negatif* Kecil THEN *output* = Sangat Lambat.
7. IF *Error* = Pas And *Error* = Nol THEN *output* = Sangat Lambat.
8. IF *Error* = Pas And *Error* = Positif THEN *output* = Sangat Lambat.
9. IF *Error* = Sangat Lembab And *Error* = *Negatif* Besar THEN *output* = Kencang.
10. IF *Error* = Sangat Lembab And *Error* = *Negatif* Kecil THEN *output* = Sangat Lambat.
11. IF *Error* = Sangat Lembab And *Error* = Nol THEN *output* = Sedang
12. IF *Error* = Sangat Lembab And *Error* = Positif THEN *output* = kencang

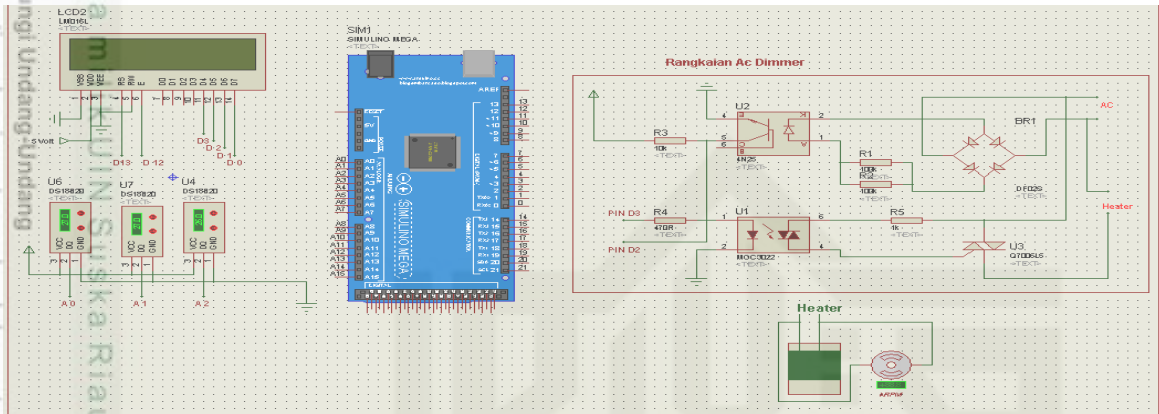
3.7.3. Tahap Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu logika Fuzzy Sugeno dengan menggunakan metode *Weighted average* (nilai rata-rata). Metode Sugeno tidak memerlukan waktu untuk defuzifikasi karena hasil akhirnya W_0 adalah suatu nilai *crisp*.

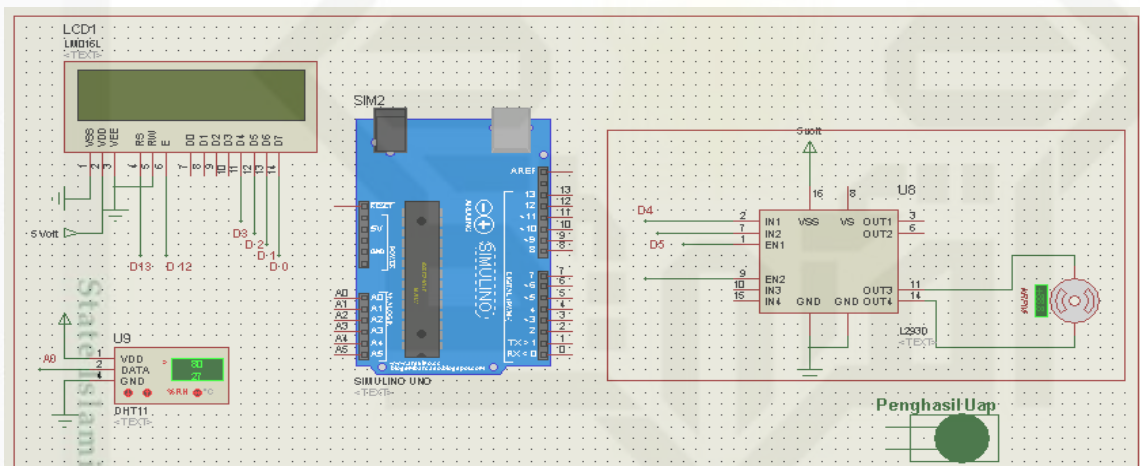
3.8. Konfigurasi Komponen-komponen

Perancangan skema pengkabelan menggunakan simulasi ISIS Professional 7, dalam perancangan pengkabelan ini dibutuhkan komponen-komponen pendukung, adapun komponen dalam perancangan pengkabelan adalah tiga sensor suhu DS18B20, Sensor

DHT 11, mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino Mega dan Arduino Uno, dua LCD 2 x 16 , rangkaian AC Dimmer, draiver kipas L293D, heater dan penghasil uap. Pengkabelan pada sistem ini terbagi dua bagian yaitu pengkabelan kendali suhu dan pengkabelan kendali kelembaban.



Gambar 3.12 Konfigurasi pin *input output* komponen sistem kendali Suhu pada alat *proofing*.



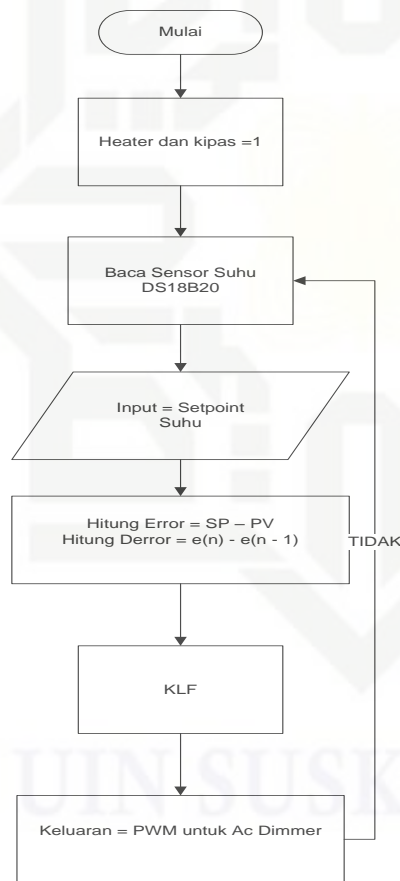
Gambar 3.13 Konfigurasi pin *input output* komponen sistem kendali Kelembaban pada alat *proofing*

3.9. Perancangan Perangkat Lunak

Untuk perancangan perangkat lunak hal pertama yang dilakukan yaitu membuat alur jalannya sistem atau skenario, kemudian menganalisa dengan membuat *flowchat* pada alat *proofing* roti ini memiliki dua parameter yang akan dikendalikan yaitu suhu dan kelembaban, maka dalam perancangan perangkat lunak ini akan dibahas satu persatu.

3.9.1. Perancangan Perangkat Lunak Kendali Suhu

Pengendalian suhu pada alat *proofing* roti merupakan salah satu parameter yang akan dikendalikan untuk mendapatkan hasil *proofing* roti yang diinginkan. Adapun alur pengendalian suhu pada alat *proofing* roti adalah sebagai berikut, tahapan pertama catu daya dinyalakan pastikan semua komponen sudah terkoneksi, kemudian *heater* aktif dengan tegangan 220 VAC sampai suhu ruang mencapai *set point* 35°C, selanjutnya sensor suhu DS18B20 memberikan informasi pada mikrokontroler Arduino Mega 2560 suhu ruang sudah mencapai *set point*. Tahapan selanjutnya Arduino Mega 2560 mengolah data yang masuk dengan menggunakan Algoritma logika Fuzzy, masukkan data dari sensor selanjutnya berdasarkan *training Error* dan *Derror* pembacaan sensor DS18B20. Untuk menampilkan suhu ruang hasil pembacaan sensor dapat dimonitoring pada LCD.

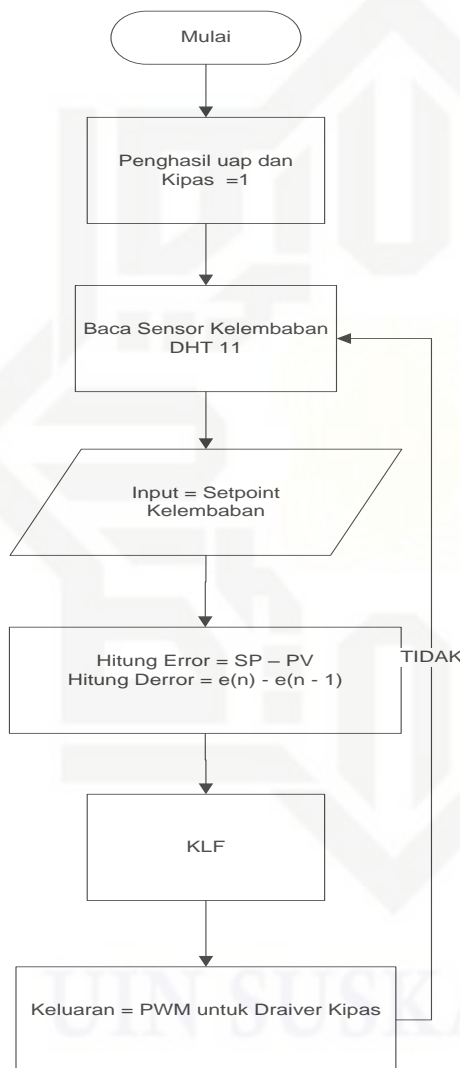


Gambar 3.14 Flowchat Kendali sistem Suhu

3.9.2. Perancangan Perangkat Lunak Kendali Kelembaban

Pengendalian kelembaban pada alat *proofing* roti ini aktif bersamaan dengan pengendalian suhu dengan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengendali kelembaban. Adapun alur kendali kelembaban yaitu, tahapan pertama penghasil kelembaban aktif dengan tegangan 24 VDC dengan dilengkapi kipas yang berfungsi sebagai pengatur

keperluan kelembaban yang dibutuhkan sistem, setelah kelembaban yang diperlukan sistem sudah mencapai *set point*, maka kipas akan dikendalikan menggunakan PWM untuk mengurangi kelembaban pengendalian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang tertanam algoritma logika Fuzzy. Untuk *input* data pada Arduino Uno selanjutnya dengan menggunakan sensor DHT 11 untuk *input* data dengan *training Error* dan *Derror* sebagai *inputan* data Arduino Uno dengan pengambilan keputusan menggunakan logika Fuzzy. Data yang terbaca sensor akan ditampilkan menggunakan LCD.



Gambar 3.15 Flowchat Kendali sistem Kelembaban

3.10. Jenis dan Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah langkah utama dalam penelitian. Dalam penelitian ini teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu pengamatan (*observation*), studi literatur dan perancangan sistem. Data yang dikumpulkan dijelaskan menjadi beberapa bagian, diantaranya adalah :

3.10.1 Sumber Data

- a. Sumber data primer, pengumpulan data primer dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung pada sistem yang telah dibuat kemudian dianalisa. Pengumpulan data primer didapatkan dengan cara mencatat hasil pembacaan suhu dan kelembaban yang ditampilkan di LCD, dan waktu pengambilan data setiap 1 menit.
- b. Sumber data sekunder, yaitu melakukan penelitian berdasarkan literatur ilmu terkait penelitian yang akan dilakukan, berupa buku-buku, jurnal penelitian terkait dan *website* resmi.

3.10.2 Tahap Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan untuk menguji seberapa besar kinerja alat serta untuk mengetahui hasil dari kerja alat tersebut. pengambilan data dimulai dari komponen-komponen pendukung sistem, kemudian membandingkan hasil pembacaan sensor dengan kalibrasi dari pabrik dengan pembacaan alat ukur termometer digital. Tahapan selanjutnya menghitung selisih pembacaan sensor dengan alat ukur, tujuannya untuk mendapatkan akursi suhu sebenarnya dengan menggunakan sensor dan dapat menghitung kestabilan sistem dan kesesuaian *set point* terhadap pembacaan sensor.

3.10.3 Alat Pengambil Data

Adapun alat yang digunakan dalam pengambilan data adalah sebagai berikut:

1. Leptop/ komputer
2. Multimeter
3. Termometer
4. Arduino Mega 2560 dan Arduino Uno
5. LCD

3.10.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan dan pengambilan data pada penelitian menggunakan metode observasi. Data yang didapat dari observasi berupa data kualitatif dan kuantitatif, pengambilan data didapatkan pada alat *proofing* roti yang telah dibuat.

3.11. Tahap Pengujian

Setelah pengambilan dan pengumpulan data dari alat *proofing* maka langkah selanjutnya adalah menganalisa data dan melakukan pengujian *hardwere* , *softwere* dan dilakukan pengujian seberapa besar kinerja alat. Adapun pengujian alat *proofing* yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

3.11.1 Pengujian Perangkat Lunak (*Software*)

Pengujian perangkat lunak dilakukan dengan melakukan evaluasi konfigurasi pin mikrokontroler yang akan digunakan. Evaluasi konfigurasi pin dimulai dari *input* sampai *output* yang digunakan, evaluasi konfigurasi pin bertujuan untuk menghindari kesalahan pembacaan *input* atau *output*. Tahapan yang dilakukan dalam pengujian selanjutnya adalah

- a. Semua program yang sudah dikerjakan pada *Software* Arduino IDE 1.8.1 kemudian meng-*compile* pastikan tidak ada status *error*.
- b. Hubungkan Board Arduino dengan USB lalu hubungkan pada PC yang akan digunakan, kemudian meng-*upload* program .
- c. Menghubungkan konfigurasi pin pada Arduino dengan perangkat *input* dan *output*.

3.11.2 Pengujian Perangkat Keras (*hardware*)

- a. Pengujian Catu daya

Alat *proofing* roti memerlukan tegangan yang bervariasi untuk komponen-komponen sistem. Tegangan yang diperlukan yaitu 12 VDC digunakan untuk catu daya *driver* kipas, 24 VDC sebagai catu daya penghasil kabut uap dan 12 VDC digunakan catu daya mikrokontroler. Langkah pengujian yang dilakukan yaitu mengukur keluaran catu daya dengan multimeter, kemudian membandingkan apakah hasil pembacaan alat ukur multimeter sesuai dengan tegangan yang diinginkan.

- b. Pengujian *Heater*

Pengujian *Heater* dilakukan dengan memberikan tegangan masukan yang bervariasi sehingga dapat mengetahui apakah panas yang dihasilkan dapat dikendalikan sesuai dengan *set point* suhu ruang.

- c. Pengujian AC *Dimmer*

Rangkaian AC *Dimmer* merupakan rangkaian yang berfungsi mengendalikan tegangan masukan *heater*. Pengujian AC *Dimmer* dapat dilakukan dengan hubungkan masukan dan keluaran pada Arduino, kemudian masukan program sederhana yang sudah tersedia. Untuk mengetahui respon keluaran AC *Dimmer* dapat dilakukan dengan mengganti nilai PWM pada program dan lakukan pengukuran keluaran AC *Dimmer* dengan menggunakan alat ukur multimeter.

- d. Pengujian *Driver* Kipas

Pengujian *driver* kipas dapat dilakukan dengan menghubungkan pin *driver* kipas pada Arduino, tahapan selanjutnya masukan program sederhana pada Arduino untuk mengetahui respon dari *driver* kipas dapat dilakukan dengan mengubah nilai PWM pada

program, dan lakukan pengukuran keluaran *driver* kipas dengan menggunakan alat ukur multimeter.

3.11.3 Pengujian Kinerja Alat *Proofing* Roti

a. Pengujian Kestabilan Alat *Proofing* Roti Dalam Kondisi Kosong

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari keseluruhan sistem tanpa gangguan saat proses pengujian. Alat *proofing* roti dioperasikan selama 15 menit dan dilakukan pengamatan atau pengambilan data yang ditampilkan pada LCD. Pengambilan data bertujuan untuk mengetahui perubahan suhu dan kelembaban saat proses berlangsung.

b. Pengujian Kestabilan Alat *Proofing* Roti pada Kondisi Fermentasi Adonan Roti

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kestabilan sistem jika diberikan gangguan yaitu adonan roti yang akan difermentasikan sebelum dilakukan pemanggangan. Alat *proofing* roti dioperasikan selama 15 menit, karena waktu ideal *proofing* akhir roti adalah ± 15 menit. Selama proses *proofing* berlangsung dilakukan pengambilan data dengan mencatat perubahan nilai yang ditampilkan pada LCD.

Data yang diperoleh berdasarkan pengamatan secara langsung dari masing-masing pengujian digunakan untuk membandingkan tingkat kestabilan sistem pada saat kondisi kosong dan pada saat digunakan untuk mengembangkan adonan roti. Kemudian dari masing-masing data yang diperoleh akan dianalisa, untuk mengetahui tingkat kestabilan pengendali logika Fuzzy pada alat *proofing* roti, untuk mencari *overshoot* dan *error steady state* dengan menggunakan rumus merujuk pada persamaan 2.5 dan 2.6.

3.12. Perumusan Keterpakaian Sistem

Alat *proofing* roti merupakan salah satu alat pendukung proses pembuatan roti, yang berfungsi sebagai ruang fermentasi adonan roti akhir. Penerapan alat *proofing* roti ditujukan pada industri roti skala rumah tangga atau (UKM), karena pada industri roti skala kecil proses fermentasi adonan roti akhir masih menggunakan cara manual, kelemahan proses fermentasi adonan roti dengan cara manual yaitu lamanya proses fermentasi dan adonan roti tidak mengembang secara seragam, dengan menggunakan alat *proofing* roti dengan kendali logika Fuzzy, maka industri roti skala kecil dapat menjaga kualitas produksi roti dan dapat membantu mempercepat proses pembuatan roti.

3.13. Pengujian Kelayakan Alat *Proofing* Roti

Setelah menentukan pemilihan pengguna alat *proofing* roti, maka langkah selanjutnya melakukan pengujian alat secara keseluruhan yang dilakukan oleh pengguna (*user*). Pengujian alat *proofing* roti dilakukan dengan metode kualitatif menggunakan

kuisisioner. Pengujian kelayakan dilakukan dengan melakukan *survey* di kecamatan Pangean Kabupaten Kuantan Singingi berapa jumlah kelompok UKM yang memproduksi pembuatan roti. Cara menentukan sampel menurut Arikunto (2006) mengatakan bahwa “apabila subjeknya Kurangi dari seratus, lebih baik diambil semua sehingga penelitiannya merupakan populasi. Tetapi, jika jumlah subjek besar, diambil 10-15% atau 15-25% atau lebih”. Jumlah desa atau kelurahan di kecamatan pangean kabupaten kuantan singingi terdapat 17 desa dengan jumlah kelompok UKM 15 kelompok, setelah melakukan *survey* langsung kelompok UKM atau industri rumah tangga yang memproduksi roti sebanyak 5 kelompok, maka dari itu jumlah yang akan dijadikan sampel pada penelitian ini adalah sebanyak 5 kelompok UKM atau rumah tangga.

Kuisisioner Penelitian						
" Implementasi Sistem Kendali Logika Fuzzy pada Mesin Pengembang Roti"						
A. IDENTITAS RESPONDEN						
1. Nama Responden :						
2. Nama Kelempok UKM :						
3. Nama Desa :						
4. Jenis Produksi Roti :						
<u>Petunjuk Pengisian</u>						
Jawablah pertanyaan di bawah ini, yang menyangkut harapan anda dalam kinerja dan hasil alat <i>proofing</i> roti dengan memberikan tanda (√) dikolom yang sesuai dengan ketentuan sebagai berikut:						
1. Sangat Tidak penting						
2. Tidak Penting						
3. Cukup						
4. Penting						
5. Sangat Penting						
No	Pertanyaan	Skala				
		1	2	3	4	5
Kepuasan Pengguna						
1	Apakah bahan yang digunakan untuk Alat <i>proofing</i> roti sesuai dengan kebutuhan di lapangan?					

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2	Apakah suhu dan kelembaban sesuai dengan proses fermentasi akhir adonan roti ?					
3	Apakah ukuran alat <i>proofing</i> roti sesuai untuk menunjang proses produksi ?					
Kemudahan						
1	Tampilan Suhu dan kelembaban pada alat <i>proofing</i> di tampilkan dengan LCD					
2	Apakah sesuai tata letak tombol NO-OFF ?					
Keandalan						
1	Apakah suhu dan kelembaban selama proses berlangsung mengalami perbedaan dengan <i>set point</i> ?					

3.14. Rincian Biaya Penelitian

Rincian biaya pengadaan komponen atau KIT alat *proofing* roti dapat dilihat pada tabel 3.3 berikut :

Rincian Biaya

No	Nama Barang	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1.	Arduino Mega 2560	1 buah	250.000	250.000
2.	Arduino Uno	1 buah	120.000	120.000
3.	Sensor DS18B20	4 buah	21.000	84.000
4.	Sensor DHT 11	1 buah	25.000	25.000
5.	LCD 2 X 16	2 buah	45.000	90.000
6.	MOC 3021	1 buah	10.000	10.000
7.	4N25	1 buah	5000	10.000
8.	Dioda 1 Ampere	8 buah	500	4000
9.	Resistor	10 buah	100	1000
10.	TRIAC BT138	1 buah	5000	5000
11.	L293D	1 buah	20.000	10.000
12.	Kabel	2 meter	5000	10.000
13.	Triplek 8 mm	1 buah	45.000	45.000
14.	Trafo 3 Ampere	1 buah	55.000	55.000
15.	IC 7805, 78012, 7824	1 buah	5000	15.000
16.	Elcho 3700 μ f	2 buah	5000	10.000
17.	Papan PCB	1 buah	5000	5000
Total				749.000