

**RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN BERBASIS IOT DENGAN
METODE FUZZY TSUKAMOTO**

SKRIPSI

**Oleh :
ANWAR NUR RAHMAN
NIM. 14650073**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN BERBASIS IOT DENGAN
METODE FUZZY TSUKAMOTO**

HALAMAN PENGAJUAN

SKRIPSI

Diajukan kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN)
Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

Oleh:

**ANWAR NUR RAHMAN
NIM. 14650073**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN BERBASIS IOT DENGAN
METODE FUZZY TSUKAMOTO**

SKRIPSI

Oleh:
ANWAR NUR RAHMAN
NIM. 14650073

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal, 18 Desember 2021

Dosen Pembimbing I



Roro Inda Melani, MT., M.Sc
NIP. 19780925 200501 2 008

Dosen Pembimbing II



Fajar Rohman Hariri, M.Kom
NIP.19890515 201801 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Fachrul Kurniawan, ST., M.MT., IPM
NIP.19771020 200912 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

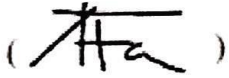


RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN BERBASIS IOT DENGAN METODE FUZZY TSUKAMOTO

SKRIPSI

Oleh:
ANWAR NUR RAHMAN
NIM. 14650073

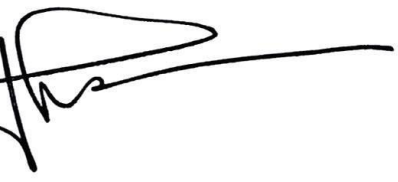
Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal, 18 Desember 2021

Susunan Dewan Penguji

Penguji Utama	:	<u>Fatchurrochman, M.Kom</u> NIP. 19700731 200501 1 002	()
Ketua Penguji	:	<u>Ajib Hanani, M.T</u> NIDT. 19840731 20160801 1 076	()
Sekretaris Penguji	:	<u>Roro Inda Melani, MT., M.Sc</u> NIP. 19780925 200501 2 008	()
Anggota Penguji	:	<u>Fajar Rohman Hariri, M.Kom</u> NIP. 19890515 201801 1 001	()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang




Dr. Fachrul Kurniawan, ST., M.MT., IPM
NIP. 19771020 200912 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Anwar Nur Rahman

NIM : 14650073

Jurusan : Teknik Informatika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : **“Rancang Bangun Sistem Pendingin Berbasis**

Iot Dengan Metode *Fuzzy Tsukamoto*”.

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi ini benar-benar disusun dan ditulis oleh yang bersangkutan diatas, dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pikiran oran lain dan diakuis sebagai hasil tulisan atau pikiran sendiri.

Malang, 18 Desember 2021

Yang membuat pernyataan,



Anwar Nur Rahman
NIM. 14650073

MOTTO

—————*Live with Full Ambision*—————

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT dan sholawat serta salam untuk yang paling dirindukan ummat islam Nabi Muhammad SAW, saya persembahkan karya ini kepada:

Kepada kedua orang tua penulis tercinta yaitu Mama Sunarti, Ayah Nurwata Budi Karyana. Mereka dengan kesabarannya seakan tidak ada batasnya. Selalu memberikan motivasi yang tak terhingga, serta do'a dan dukungan yang membuat saya sampai pada titik ini. Terima kasihku yang tak henti-hentinya saya ucapkan sepanjang waktu. Semoga Allah SWT memberikan umur yang panjang, kesehatan, dan memudahkan segala urusan dan dilancarkan segala usaha kalian. Aamiin Ya Rabbal 'Alamin

Kepada dosen pembimbing penulis Ibu Roro Inda Melani, M.T, M.Sc dan Bapak Fajar Rohman Hariri, M.Kom yang telah dengan sabar membimbing penelitian skripsi di tengah pandemi covid-19 ini, selalu mendukung, memberikan semangat, dan memberikan motivasi untuk menjalani setiap tahap ujian skripsi.

Kepada dosen wali penulis Bapak Dr. Cahyo Crysdiyan yang telah sabar memberikan motivasi, semangat, dan dukungan selama menjadi mahasiswa.

Seluruh dosen Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, dan seluruh guru-guru yang telah membimbing dan memberikan ilmunya yang sangat bermanfaat bagi penulis.

Toto Ricky Fernando dan Sukran Adiyono yang selalu memberikan paksaan berupa motivasi serta semangat, dan telah membantu penulis dalam mengerjakan penelitian skripsi ini saat mengalami kesulitan.

Sahabat-sahabat angkatan 2014 yang selalu bersama dan berbagi suka dan duka serta memberikan bantuan dalam proses penyelesaian skripsi. Mereka adalah Mhd. Irfan, Filza Chalid Bahreisy, Toto Ricky Fernando, M. Galang Arbi Sutanto, Sukran Adiyono, Adam Jaelani, Saiful Bahri, Nanda Akbarul dan Rizky Dwi Putra.

Untuk semua teman-teman Biner seperjuangan, terima kasih telah menjadi warna dalam kehidupan kuliah penulis. Semoga dimasa yang akan datang kita dipertemukan dengan segala kesuksesan yang kita raih.

Penulis mengucapkan terima kasih yang luar biasa kepada semua yang berperan dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga ukhwah kita tetap terjaga dan selalu diridhoi Allah SWT. Allahumma Aamiin.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji syukur penulis atas kehadiran Allah SWT, berkat limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN BERBASIS IOT DENGAN METODE FUZZY TSUKAMOTO**” sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Strata-1 program studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Penyusunan pengerjaan skripsi ini telah melibatkan banyak pihak yang sangat membantu dalam banyak hal. Oleh sebab itu, disini penulis sampaikan rasa terimakasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Prof. Dr. M. Zainuddin, MA, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Roro Inda Melani, M.T, M.Sc selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan, kritik, saran, dan motivasi yang diberikan.
5. Fajar Rohman Hariri, M.Kom selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan, kritik, saran, dan motivasi yang diberikan.

6. Dr. Cahyo Crysdiyan selaku Dosen Wali atas bimbingan, kritik, saran, do'a, dan motivasi yang diberikan.
7. Orang tua tercinta yang telah banyak memberikan do'a dan dukungan moral serta materi kepada penulis hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
8. Bapak dan Ibu dosen Teknik Informatika beserta para asisten dosen, segenap staf karyawan, karyawan dan teman-teman angkatan 2014 Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
9. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan semua.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi. Dan semoga bernilai ibadah di hadapan Allah SWT. *Amiin Ya Rabbal Alamiin.*

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Malang,

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
المخلص	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terkait	6
2.2 Metode <i>Fuzzy</i>	8
2.2.1 Metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i>	8
2.3 Internet of Things (IoT).....	9
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI	11
3.1 Perancangan dan Pembangunan	11
3.2 Kebutuhan Sistem.....	11
3.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras	11
3.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak	17
3.3 Desain Sistem	17
3.4 Desain Interface BLYNK	21
3.5 Implementasi Metode Fuzzy Tsukamoto	22

3.5.1	Pembentukan Himpunan Fuzzy	22
3.5.2	Pembentukan <i>Rule Fuzzy</i>	23
3.5.3	Mesin Inferensi.....	24
3.5.4	Defuzzifikasi	24
BAB IV UJI COBA DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Langkah Uji Coba	25
4.2	Menghubungkan NodeMcu dengan DHT11	25
4.3	Proses Pengujian Suhu Kulkas	27
4.4	Uji Coba Sistem.....	28
4.5	Data Uji Coba	29
4.6	Hasil Uji Coba	30
4.7	Integrasi Penelitian dengan Al-Qur'an	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		37
5.1	Kesimpulan	37
5.2	Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Esp8266.....	12
Gambar 3. 2 Dht11.....	13
Gambar 3. 3 Peltier	14
Gambar 3. 4 Water Block.....	15
Gambar 3. 5 Seven Segment.....	15
Gambar 3. 6 Mosfet.....	16
Gambar 3. 7 Waterpump	16
Gambar 3. 8 Kipas.....	17
Gambar 3. 9 Konteks Diagram.....	18
Gambar 3. 10 DFD Level 0.....	18
Gambar 3. 11 DFD Level 1.....	19
Gambar 3. 12 Blok Diagram	19
Gambar 3. 13 Flowchart.....	20
Gambar 3. 14 User Interface	21
Gambar 3. 15 Membership function <i>error</i> suhu	23
Gambar 3. 16 Membership function pwm peltier	23
Gambar 4. 1 Code uji coba DHT11	236
Gambar 4. 2 Hasil Uji Coba DHT11.....	237
Gambar 4. 3 Kulkas Mini.....	237
Gambar 4. 4 Suhu pada APK BLYNK	238
Gambar 4. 5 Thermoelektrik.....	239
Gambar 4. 6 Hasil perhitungan matlab	35

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Uji Coba Alat	29
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian	30

ABSTRAK

Nur Rahman, Anwar. 2021. **RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN BERBASIS IOT DENGAN METODE FUZZY TSUKAMOTO**. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing (I) Roro Ina Melani, MT., M.Sc. (II) Fajar Rohman Hariri, M.Kom.

Kata Kunci : Sistem Pendingin, ESP8266 NodeMcu, IoT, Fuzzy Tsukamoto

Sistem pendingin memiliki peranan yang cukup penting dalam kehidupan sehari-hari, sebagai usaha manusia untuk dapat mengkonsumsi makanan dan minuman dalam jangka waktu yang lebih lama sebelum masa kadaluwarsa dari suatu produk. Terutama minuman karena minuman mudah dibawa orang ketika bepergian dengan kendaraan roda empat. Namun dari minuman tersebut kita harus tahu apakah mudah fermentasi atau tidak. Untuk membantu orang bepergian dengan kendaraan roda empat, maka sebuah alat sistem pendingin atau kulkas berbasis IoT berukuran kecil dapat membantu dalam mengurangi terjadinya fermentasi. Pengembangan sistem pendingin ini menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* yang berfungsi untuk memberikan nilai kemampuan dalam melakukan pendinginan dari sistem pendingin. Dalam menentukan kemampuan pendinginan variabel inputan yang dipakai yaitu *error* suhu. Nilai *error* suhu didapat dari nilai suhu kulkas(sistem pendingin) dikurangi suhu yang ingin dicapai. Sedang untuk output dari perhitungan metode *fuzzy tsukamoto* berupa pwm dari peltier. Berdasarkan pengujian yang dilakukan dari sistem pendingin ini, peltier akan melakukan pendinginan berdasarkan hasil nilai output yang dikirim oleh ESP8266. Rata-rata persentase dari tercapainya suhu yang ingin dicapai sebesar 83,333%.

ABSTRACT

Nur Rahman, Anwar. 2021. **DESIGN AND DEVELOPMENT OF COOLER SYSTEM OF IOT BASED WITH FUZZY TSUKAMOTO METHOD.**

Undergraduate Thesis. Informatics Engineering Department. Faculty of Science and Technology. State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor (I) Roro Inda Melani, MT., M.Sc. (II) Fajar Rohman Hariri, M.Kom.

Keywords : Cooler System , ESP8266 NodeMcu, *IoT*, *Fuzzy Tsukamoto*

The cooler system has an important role in life everyday, as human effort to be able to consume food and drink for a longer period of time before expiration by the product. Especially drinks, because drinks are easy for people to carry when traveling with four-wheeled vehicles. But from the drink we have to know whether it is easy to ferment or not. To help traveler with four-wheeled vehicles, then a cooler system device or refrigerator IoT based which small size can help in reduce the occurrence of fermentation. Cooler system developments by *fuzzy tsukamoto* method which serves to provide a value for the ability to perform cooling from cooler system. In determining of the cooling capability, the input variable used is the *error* temperature. The value of *error* temperature is obtained from the refrigerator(cooler system) temperature value minus the temperature you want to achieve. As for the output of the Tsukamoto fuzzy method calculation in the form of PWM from Peltier. Based on the tests carried out of this cooler system, peltier will cool down based on the output value sent by ESP8266. The average percentage of achieving the desired temperature is 83.333%.

المخلص

نور الرحمن، أنور. 2021. "تصميم نظام التبريد القائم على IOT مع طريقة تسوكاموتو غامض" خوارزمية. اطروحة. قسم هندسة المعلوماتية، كلية العلوم و علم التكنولوجيا. مولانا مالك إبراهيم جامعة الدولة الإسلامية مالانج. المشرف (I): رو رو إندا ميلاني الماجستير. (II) فجر الرحمن حريري الماجستير

الكلمات الرئيسية : نظام تبريد ، ESP8266 NodeMcu ، IoT ، فوزي تسوكاموتو

أنظمة التبريد لها دور مهم إلى حد ما في الحياة اليومية، كجهد بشري لتكون قادرة على استهلاك الطعام والمشروبات لفترة أطول قبل انتهاء المنتج. خاصة المشروبات لأن المشروبات سهلة للناس لحملها عند السفر في المركبات ذات العجلات الأربع. ولكن من هذه المشروبات يجب أن نعرف ما إذا كان من السهل أن تخمر أم لا. لمساعدة الأشخاص على السفر في مركبات رباعية العجلات، يمكن لنظام تبريد أو ثلاجة صغيرة تعتمد على IoT أن تساعد في تقليل التخمر. تطوير هذا النظام التبريد يستخدم طريقة تسوكاموتو غامض الذي يعمل على توفير القدرة على تبريد نظام التبريد. في تحديد قدرة التبريد من المتغيرات المدخلة المستخدمة، وهي أخطاء درجة الحرارة. يتم الحصول على قيمة الخطأ في درجة الحرارة من قيمة درجة حرارة الثلاجة (نظام التبريد) ناقص درجة الحرارة التي يتعين تحقيقها. بينما لإخراج طريقة غامض حساب تسوكاموتو في شكل pwm من peltier. واستنادا إلى الاختبارات التي أجريت من نظام التبريد هذا، سيقوم peltier بإجراء التبريد استنادا إلى قيم الإخراج المرسل من قبل ESP8266. متوسط نسبة الحرارة المطلوب تحقيقها هو 83.333%.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Sistem pendingin memiliki peranan yang cukup penting dalam kehidupan sehari-hari, sebagai usaha manusia untuk dapat mengkonsumsi makanan dan minuman dalam jangka waktu yang lebih lama sebelum masa kadaluwarsa dari suatu produk.

Terutama minuman merupakan salah satu dari kebutuhan yang pokok bagi manusia. Orang-orang memiliki kesukaan atau kebutuhan sendiri dalam memilih minuman yang hangat atau yang dingin atau adapula yang sejuk. Ketika dalam melakukan perjalanan jauh minuman hangat atau panas biasa disimpan ke dalam termos, namun berbeda dengan minuman yang dingin karena lebih sering dikonsumsi hingga habis dulu. Adapun minuman yang mudah fermentasi memang lebih baik untuk segera dikonsumsi hingga habis karena ketika minuman tersebut telah basi akan terjadi penurunan kualitas dan kelayakan untuk dikonsumsi.

Adapun dari tanda-tanda minuman basi yaitu:

- a. Mengalami perubahan warna
- b. Muncul lapisan lendir pada minuman
- c. Menimbulkan bau atau aroma tidak sedap
- d. Tekstur dari minuman mengalami perubahan, seperti lembek atau berlendir
- e. Pada minuman terlihat seperti ada jamur

Meskipun mengonsumsi minuman basi, tidak mesti menyebabkan gangguan kesehatan, namun sebaiknya tidak dikonsumsi. Adapun gejala dari keracunan makanan basi yang paling umum adalah sakit perut, diare, demam, mual, kram perut, dan muntah. Gejala tersebut juga dapat muncul ketika anda mengonsumsi dari minuman yang sudah terkontaminasi patogen, seperti ketika keracunan susu basi.

Misalnya pada suhu kamar umur simpan maksimum susu adalah 4 jam jika di ruang terbuka meskipun dapat diperpanjang hingga 6-8 jam, jika kondisi lingkungan bersih atau steril. Meski demikian, peneliti merekomendasikan bahwa susu sebaiknya segera disimpan di dalam kulkas jika tidak ingin segera digunakan. Dalam suhu 4° C daya tahan dari susu yang sudah disimpan dalam kulkas maksimal adalah 4 hari. Bahkan, susu dapat bertahan hingga 5 hari, jika anda menyimpannya di bagian freezer pada kulkas..

Dalam Al-Qur'an di surat Al-Baqarah ayat 233, Allah SWT berfirman perihal ibu yang menyusui dalam suratnya yang berbunyi,

وَالْوَالِدَاتُ يُرْضِعْنَ أَوْلَادَهُنَّ حَوْلَيْنِ كَامِلَيْنِ ۖ لِمَنْ أَرَادَ أَنْ يُتِمَّ الرَّضَاعَةَ ۗ وَعَلَى
 الْمَوْلُودِ لَهُ رِزْقُهُنَّ وَكِسْوَتُهُنَّ بِالْمَعْرُوفِ ۗ لَا تُكَلَّفُ نَفْسٌ إِلَّا وُسْعَهَا ۗ لَا تُضَارَّ
 وَالِدَةٌ بَوْلِدِهَا وَلَا مَوْلُودٌ لَهُ بِوَلَدِهِ ۗ وَعَلَى الْوَارِثِ مِثْلُ ذَلِكَ ۗ فَإِنْ أَرَادَا فِصَالًا
 عَنْ تَرَاضٍ مِنْهُمَا وَتَشَاوُرٍ فَلَا جُنَاحَ عَلَيْهِمَا ۗ وَإِنْ أَرَدْتُمْ أَنْ تَسْتَرْضِعُوا أَوْلَادَكُمْ
 فَلَا جُنَاحَ عَلَيْكُمْ إِذَا سَلَّمْتُمْ مَا آتَيْتُمْ بِالْمَعْرُوفِ ۗ وَاتَّقُوا اللَّهَ وَاعْلَمُوا أَنَّ اللَّهَ بِمَا
 تَعْمَلُونَ بَصِيرٌ

“Dan bagi para ibu hendaklah menyusui anak-anaknya selama dua tahun penuh, yaitu bagi yang ingin menyempurnakan penyusuan. Dan kewajiban ayah memberi makan dan pakaian kepada para ibu dengan cara ma'ruf. Seseorang tidak dibebani melainkan menurut kadar kesanggupannya. Janganlah seorang ibu menderita kesengsaraan karena anaknya dan seorang ayah karena anaknya, dan warispun berkewajiban demikian. Apabila keduanya ingin menyapih (sebelum dua tahun) dengan kerelaan keduanya dan permusyawaratan, maka tidak ada dosa atas keduanya. Dan jika kamu ingin anakmu disusukan oleh orang lain, maka tidak ada dosa bagimu

apabila kamu memberikan pembayaran menurut yang patut. Bertakwalah kamu kepada Allah dan ketahuilah bahwa Allah Maha Melihat apa yang kamu kerjakan”(Q.S Al-Baqarah : 233).

Dari ayat tersebut dijelaskan bahwa susu yang rusak memiliki ciri-ciri seperti: adanya gumpalan, berbau masam, rasanya masam, perubahan warna yang seharusnya putih kekuningan menjadi tampak kemerahan dan putih menggumpal. Di sisi lain karena susu mudah sekali fermentasi(basi) maka jika tidak bisa diminum hingga habis alangkah lebih baik jika disimpan di dalam mesin pendingin. Tidak hanya susu juga mudah sekali fermentasi, namun jika ingin membawa jus, susu dan minuman lain yang mudah fermentasi sebagai bekal dalam perjalanan, maka dibutuhkan mesin pendingin *portable* yang mudah dibawa dan disimpan dalam kendaraan bermobil.

Berdasarkan keterangan di atas, penulis mencoba melakukan penelitian guna sebagai alternatif penyimpanan minuman pada kulkas mini dari sterofom yang mana akan menjaga minuman tersebut agar tidak cepat rusak. Selain itu, karena bahan wadah/media dari kulkas mini dari sterofom akan memungkinkan mudah dibawa kemana-mana karena lebih ringan. Kulkas mini tersebut akan diberi *remote* berbasis sistem IoT menggunakan ESP8266 NodeMcu serta menerapkan metode *Fuzzy Tsukamoto*. NodeMcu merupakan development board yang juga menyediakan *firmware berbasis eLua* untuk chip wifi ESP8266. *Firmware* NodeMcu adalah projek pendukung dari *development kit* NodeMcu yang menyertakan *development board opensource* siap pakai dengan menggunakan chip ESP8266. Dengan perangkat ini diharapkan dapat memberikan alternatif sebagai upaya memudahkan penyimpanan minuman dalam perjalanan. Untuk menerapkan sistem ini menjaga suhu kulkas agar tetap

terjaga di suhu yang sudah ditentukan maka dibutuhkan metode *fuzzy tsukamoto* agar suhu tetap konstan/disuhu yang sama. Kegunaan metode ini yaitu konsep matematisnya yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti. Metode ini digunakan karena dapat memuat data non-biner dan non-linier sehingga logika *fuzzy tsukamoto* cocok digunakan karena menggunakan nilai-nilai linguistik non-linier. Metode *fuzzy tsukamoto* menyimpulkan bahwa implikasi temperatur yang dihasilkan lebih sederhana selanjutnya menjadi lebih mudah untuk menghitung defuzzifikasi langsung menentukan arah atau keluaran berdasarkan masukan yang diterima arahan atau keluaran tegas sesuai dengan masukan yang diterima.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan konteks yang telah dijelaskan di latar belakang sebelumnya, dapat diketahui bahwa masalah yang teridentifikasi dalam menjadi fokus penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana menjaga minuman yang mudah fermentasi ketika melakukan dalam perjalanan dengan mobil?
- b. Bagaimana penerapan perangkat IoT ini dapat diimplementasikan pada alat pendingin/kulkas dengan menggunakan ESP8266 NodeMcu?
- c. Bagaimana penerapan metode *Fuzzy Tsukamoto* pada perangkat IoT?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan konteks yang diidentifikasi masalah sebelumnya, maka tujuan penelitian ini adalah:

- a. Penelitian ini untuk menjaga minuman bekal tidak cepat fermentasi.

- b. Penelitian ini untuk mengimplementasikan sistem IoT pada alat pendingin/kulkas dengan menggunakan mikrokontroler ESP8266 NodeMcu.
- c. Penelitian ini agar melakukan perhitungan dengan metode *Fuzzy Tsukamoto*.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memawa manfaat sebagai berikut:

- a. Menjaga minuman tidak cepat fermentasi.
- b. Melakukan proses kontrol suhu kulkas dengan sistem IoT.
- c. Pengimplementasian metode *Fuzzy Tsukamoto* pada model sistem IoT.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini untuk menargetkan dan memfasilitasi penelitian keterbatasan tertentu harus ada dalam proses ini termasuk seagai berikut:

- a. Alat pendingin/kulkas digunakan sebagai penyimpan minuman.
- b. Sterofom sebagai wadah/media alat pendingin/kulkas.
- c. NodeMcu ESP-12E digunakan untuk mengontrol suhu kulkas dari jarak jauh dengan sistem IoT.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

(Shoma, 2019) Dalam jurnalnya ia mempelajari bagaimana logika *fuzzy tsukamoto* bekerja untuk menerapkan logika *fuzzy* pada pengendalian kualitas udara di area merokok dan sistem memiliki tingkat kesalahan yang rendah dibandingkan dengan perhitungan secara manual (dengan Excel) 0,45% dibandingkan persentase akurasi 99,5% saat menjalankan program. Dengan menggunakan eragai tahapan pengujian dan perbandingan yang telah dilakukan diperoleh eerapa kesimpulan antara lain:

1. Logika *fuzzy* yang berjalan pada sistem memiliki kesalahan 0,45% sedangkan dengan cara perhitungan yang manual (dengan excel) yang artinya program berjalan dengan akurasi sebesar 99,5%.
2. Menggunakan logika fuzzy kecepatan putaran kipas dapat diatur erdasarkan nilai input ukuran sensor yang diaca oleh sensor asap MQ 2 dan sensor suhu DHT11.

(Kuswinta, 2019) dalam jurnalnya melakukan penelitian tentang pemantauan kadar pH dan ketinggian air dalam aquaponik dengan metode fuzzy tsukamoto dalam perhitungan sistemnya. Sistem *fuzzy tsukamoto* dapat disimpulkan bahwa hasil yang tersirat leih sederhana kemudian menjadi lebih mudah untuk menghitung defuzzifikasi langsung menentukan arah atau output berdasarkan input yang diterima. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa

identifikasi air lebih akurat tergantung pada nilai kontradiksi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan kesimpulannya adalah sebagai berikut.

1. Sistem aquaponik dapat berjalan dengan baik, dan menunjukkan hasil informasi data berdasarkan hasil dari perhitungan *fuzzy*.
2. Sensor pH meter dapat mengukur kadar pH air pada aquaponik dengan toleransi *error* sebesar 6,3% melalui alat ukur pH manual.
3. Sensor ultrasonic dapat mengukur ketinggian air pada aquaponik dengan toleransi *error* sebesar 7,8% dari pengukuran menggunakan meterukur manual.
4. Sistem aquaponik dapat menampilkan hasil perhitungan *fuzzy* berdasarkan data pH dan ketinggian air dari sensor.

(Hasanuddin, 2019) penelitian terkait penerapan perhitungan metode *Fuzzy Tsukamoto* pada sistem *controlling* serta *monitoring* tanaman hidroponik yang mana periodenya setiap waktu. Dengan aturan metode *Fuzzy Tsukamoto* dapat mempermudah dalam pemilihan *if-then* pada sistem penulis.

(Wakhidah, 2019) dalam jurnalnya melakukan penelitian tentang indentifikasi status gizi balita di kabupaten Jepara. Berdasarkan pada analisa dan implementasi dari sistemnya, penerapan *Metode Tsukamoto* dalam perhitungan gizi balita dengan variabel umur atau usia, berat badan dan tinggi badan sudah berhasil. Hasil dari pehitungan *Metode Tsukamoto* didapatkan keputusan yaitu gizi buruk, gizi kurang, normal, gizi lebih, dan obesitas.

(Gunawan, 2013) dalam jurnalnya melakukan penelitian purwarupa sistem kendali kecepatan mobil dengan sistem inferensi *Fuzzy* metode *Tsukamoto*, yang

mana ada 2 mobil yaitu mobil alfa sebagai referensi sistem dan beta sebagai mobil yang terkontrol sistem inferensi Fuzzy.

2.2 Metode Fuzzy

Logika fuzzy adalah metodologi sistem kontrol pemecah masalah yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem dan metode ini dapat diterapkan pada perangkat keras, perangkat lunak, ataupun dari kombinasi keduanya. Yang menjadi kelebihan dari *logika fuzzy* yaitu kemampuan dalam proses penalaran secara bahasa sehingga ketika dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematik yang rumit.

2.2.1 Metode Fuzzy Tsukamoto

(Sutojo, 2011)Umumnya metode *fuzzy* memiliki bentuk model seperti berikut:

$$\text{If (X IS A) and (Y IS B) Then (Z IS C)}$$

Yang mana A, B, dan C adalah himpunan *fuzzy*. Misalkan diketahui 2 rule berikut.

$$\text{If (X IS } A_1) \text{ and (Y IS } B_1) \text{ Then (Z IS } C_1)$$

$$\text{If (X IS } A_2) \text{ and (Y IS } B_2) \text{ Then (Z IS } C_2)$$

Maka untuk interferensinya, metode *tsukamoto* memakai tahapan sebagai berikut.

1. *Fuzzyikasi*
2. Pembentukan basis pengetahuan *fuzzy* (*rule* dalam bentuk *If...Then*)

3. Mesin inferensi

Dengan fungsi implikasi *MIN* untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap rule ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$) yang masing-masing dihitung keluaran secara tegas (*crisp*) hasil inferensinya pada masing-masing rule ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$)

4. Defuzzyfikasi dengan dihitung rata-ratanya

Hasil akhir output(z) dari rata-rata pembobotan:

$$z = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2}{\alpha_1 + \alpha_2}$$

2.3 Internet of Things (IoT)

Internet of Things adalah sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari koneksi Internet yang terhubung secara terus-menerus termasuk pengendalian berbagi data dan banyak lagi. Makanan, elektronik, barang koleksi semuanya terhubung ke jaringan lokal dan global melalui sensor bawaan dan selalu "ON" (Sugiono, 2017). Evolusi IoT dapat diamati dari tingkat konvergensi teknologi nirkabel microelectromechanical (MEMS) internet dan kode QR (Quick Response). IoT juga biasa diidentikkan dengan RFID (Radio Frequency Identification) sebagai metode komunikasi. Selain itu juga termasuk teknologi berbasis sensor seperti teknologi nirkabel QR Codes yang sering kita jumpai.

Tidak ada keraguan tentang kemampuan IoT itu sendiri. Banyak teknologi yang telah mengimplementasikan sistem IoT seperti sensor cahaya sensor suara dari teknologi teraru Google yaitu Google Ai dan Amazon Alexa. Dan baru-baru ini implementasi Smart City telah dilakukan di beberapa negara maju seperti China dan Jerman. Dengan demikian segala bentuk aktivitas penduduk kota dapat

terpantau dengan baik oleh sebuah sistem dengan jaringan database berskala besar.

Internet of Things bekerja menggunakan pemrograman argumen dimana setiap perintah argumen menghasilkan interaksi antara mesin yang terhuung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan pada jarak berapa pun. Internet merupakan penghubung antara dua interaksi mesin sedangkan manusia hanya berperan seagai moderator dan pengawas langsung pengoperasian alat-alat tersebut. Tantangan terbesar dalam menyiapkan Internet of Things adalah menyiapkan jaringan komunikasi itu sendiri yang merupakan jaringan yang sangat kompleks dan membutuhkan sistem keamanan yang ketat.

BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini, akan menjabarkan mengenai metode penelitian yang dimulai dengan beberapa tahapan, antara lain:

3.1 Perancangan dan Pembangunan

Pada pembuatan sistem diperlukan suatu perancangan yang tepat, sehingga dalam melaksanakan pembangunan suatu sistem akan menjadi lebih baik. dalam melakukan perancangan dan pembangunan suatu sistem tentunya mesti jelas apa yang menjadi tujuan pembuatan sistem tersebut. Perancangan dan pembangunan sistem ini dibahas untuk mempermudah bagi ibu-ibu yang berkerja yang memiliki bayi dan menyusui dalam menyimpansusuketika ditempat kerjanya. Dalam mewujudkan sistem tersebut metode *Fuzzy Tsukamoto* dalam menjaga segmentasi suhu kulkas agar suhu tetap stabil.

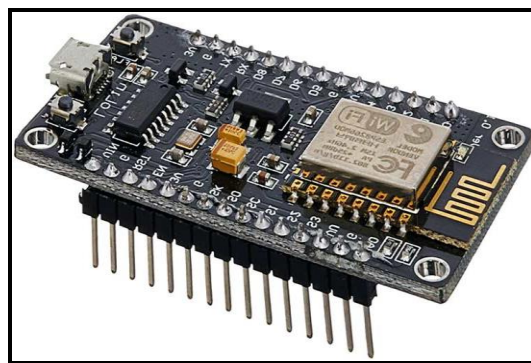
3.2 Kebutuhan Sistem

3.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras

1. NodeMcu ESP8266

NodeMcu adalah sebuah *opensource platform* IoT dan pengembangan Kit yang menggunakan bahasa pemrograman Lua guna membantu programmer untuk membuat *prototype* produk IoT atau bisa juga dengan memakai *sketch* dengan Arduino IDE. Dari segi biaya maupun efisiensi tempat penggunaan NodeMcu lebih menguntungkan, karena NodeMcu memiliki ukuran yang kecil, lebih praktis dan harganya jauh lebih murah

dibandingkan dengan Arduino Uno. Arduino Uno dan NodeMcu merupakan mikrokontroler yang banyak diminati dan sama-sama menggunakan bahasa pemrograman C++, hanya saja Arduino Uno belum memiliki modul wifi dan belum berbasis IoT. Untuk dapat menggunakan wifi Arduino Uno memerlukan perangkat tambahan seperti wifi shield. NodeMcu merupakan salah satu produk yang mendapatkan hak khusus dari Arduino untuk dapat menggunakan aplikasi Arduino sehingga bahasa pemrograman yang digunakan sama dengan board Arduino pada umumnya. Dalam perangkat ini NodeMcu digunakan sebagai mikrokontroler yang akan dikaitkan dengan aplikasi android Blynk sebagai alat pengendali ataupun *monitoring*. Dengan koneksi dari *Wifi* NodeMcu akan menghubungkan data suhu yang tampil pada alat ke aplikasi android (Dewi, 2019).

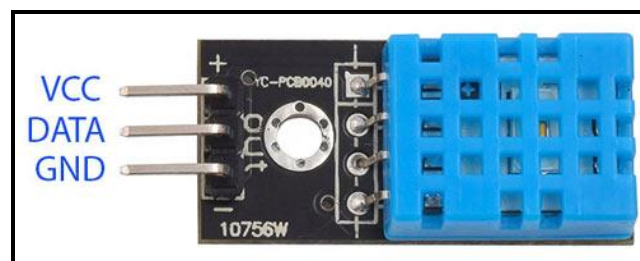


Gambar 3. 1 Esp8266

2. Dht11

Sensor DHT11 adalah modul sensor yang berfungsi untuk mensensing objek suhu dan kelembaban yang memiliki *output* tegangan analog yang dapat diolah lebih lanjut menggunakan mikrokontroler. Modul sensor ini tergolong ke dalam elemen resistif seperti perangkat pengukur suhu seperti

contohnya yaitu NTC. Kelebihan dari modul sensor ini dibanding modul sensor lainnya yaitu dari segi kualitas pembacaan data sensing yang lebih responsif yang memiliki kecepatan dalam hal sensing objek suhu dan kelembaban, dan data yang terbaca tidak mudah terinterferensi. Sensor DHT11 pada umumnya memiliki fitur kalibrasi nilai pembacaan suhu dan kelembaban yang cukup akurat. Penyimpanan data kalibrasi tersebut terdapat pada memori program OTP yang disebut juga dengan nama koefisien kalibrasi. Sensor DHT11 tersebut sudah banyak digunakan oleh para peneliti dalam merancang sistem kendali suhu, *monitoring* suhu dan kelembaban (Najmurokhman, 2018). Sensor ini memiliki 4 kaki pin, dan terdapat juga sensor DHT11 dengan *breakout* PCB yang terdapat hanya memiliki 3 kaki pin seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3. 2 Dht11

Spesifikasi dari dht11 yaitu :

- Tegangan masukan: 5 Vdc
- Rentang temperatur :0-50 ° C kesalahan ± 2 ° C
- Kelembaban :20-90% RH $\pm 5\%$ RH *error*

3. Peltier

Peltier seperti alat pendingin tetapi pada prinsipnya akan menghasilkan

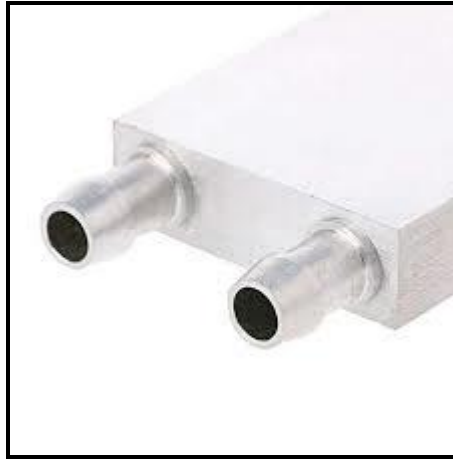
panas dan dingin di kedua sisi jika diisi. Namun dengan semakin majunya dunia ilmu pengetahuan banyak orang yang merombak dan menjadikan peltier ini sebagai solusi pendinginan prosesor di PC karena ketika Peltier dialiri arus DC 12 volt satu sisi akan panas sedangkan sisi lainnya akan dingin. Elemen Peltier ini ramah lingkungan karena tidak menggunakan gas freon untuk proses pendinginannya sehingga tidak berbahaya bagi lingkungan. (Yudiyanto, 2020). Peltier memiliki bentuk sebagai berikut:



Gambar 3. 3 Peltier

4. *Water Block*

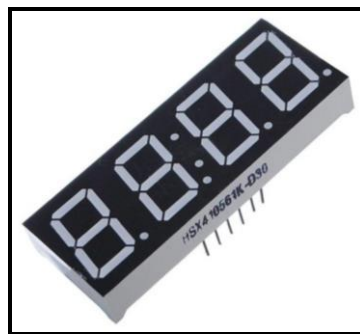
Water block adalah blok berongga yang dapat diisi atau dialiri dengan air. *Water block* terbuat dari logam dengan konduktivitas termal yang tinggi sehingga dapat memubang atau menyerap panas dengan baik. *Water block* dapat digunakan sebagai sistem pendingin bentuk *water block* dapat dilihat pada gambar diawah ini.



Gambar 3. 4 *Water Block*

5. *Seven Segment*

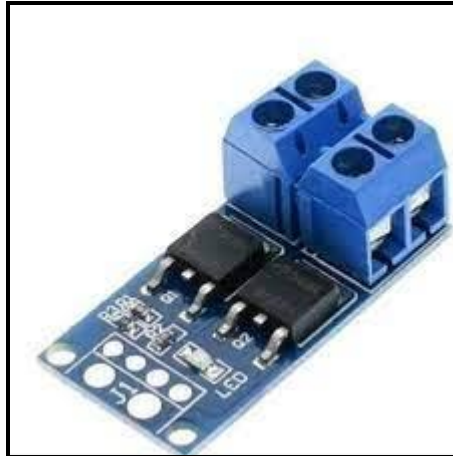
Seven Segment adalah komponen elektronik tujuh segmen mampu menampilkan tempat desimal melalui kombinasi segmen. *Seven segment* adalah ruas yang digunakan untuk menampilkan angka atau huruf. Ketujuh segmen ini terdiri dari 7 *segment* LED yang disusun dengan angka 8. Setiap segmen terdiri dari sejumlah LED. (Anggreni, 2014).



Gambar 3. 5 *Seven Segment*

6. MOSFET

MOSFET atau Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor adalah salah satu jenis transistor yang merupakan komponen sentral dari suatu rangkaian terpadu (integrated circuit) dan suatu alat yang akan digunakan sebagai semikonduktor yang dapat digunakan sebagai saklar dan sebagai penguat sinyal dalam perangkat elektronika (Fadliandi, 2017).



Gambar 3. 6 Mosfet

7. Pompa/ *Waterpump* 12V

Pompa adalah alat untuk mengalirkan air dari suatu tempat ketempat lain. Pompa berfungsi sebagai distributor air dengan menggunakan selang.



Gambar 3. 7 *Waterpump*

8. Kipas 12v

Kipas digunakan untuk menyalurkan udara agar udara dalam suatu tempat lebih sejuk.



Gambar 3. 8 Kipas

3.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

1. Arduino IDE

Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk memprogram Arduino. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman java. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi *input* dan *output* menjadi lebih mudah.

2. Blynk APK

BLYNK adalah *platform* untuk aplikasi OS *Mobile* (iOS dan Android) yang bertujuan untuk kendali module *Arduino*, *Raspberry Pi*, *ESP8266*, *WEMOS D1*, dan module sejenisnya melalui Internet.

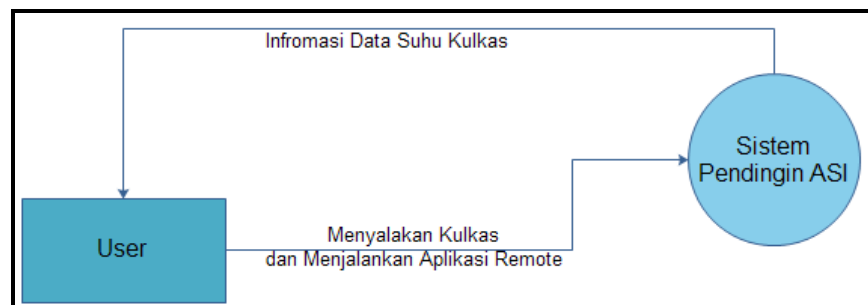
3.3 Desain Sistem

Pada umumnya, desain proses dasar pendukung perancangan untuk membangun sebuah aplikasi menggunakan *UML (Unified Modelling Language)*. *UML* merupakan sebuah “bahasa” yang telah menjadi *standart* dalam industri untuk visualisasi, merancang, dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak

(Dharwiyanti & Wahono, 2003). Penjelasan mengenai sistem yang diterapkan dalam aplikasi penelitian ini sebagai berikut:

A. Konteks Diagram (DFD Level 0)

Pada gambar dibawah ini adalah konteks diagram atau bisa juga disebut *DFD (Data Flow Diagram)* level 0. *DFD* berikut akan menggambarkan bagaimana aliran data yang terjadi dalam aplikasi yang dibuat oleh peneliti.

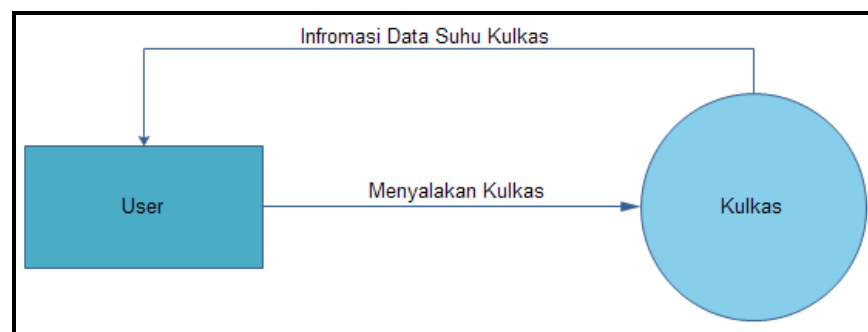


Gambar 3. 9 Konteks Diagram

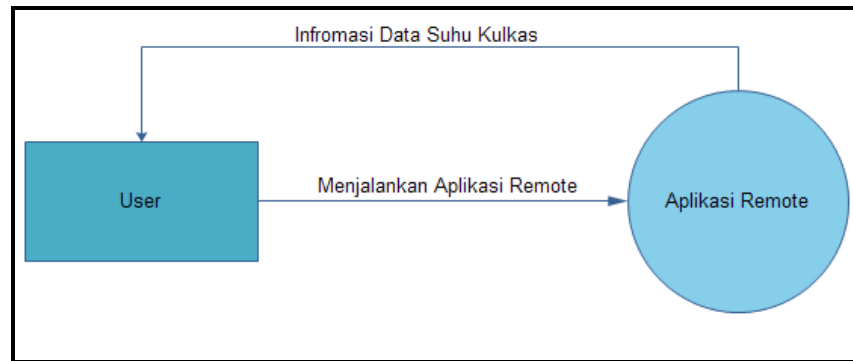
User menjalankan kulkas serta dapat memantau suhu kulkas serta mengatur suhu kulkas sesuai yang diinput.

B. DFD Level 1

Dalam konteks diagram atau *DFD* level 0 digambarkan bagaimana aliran data yang terjadi dalam aplikasi. Pada *DFD* level ini, akan dijelaskan lebih detail dari aliran data tersebut.



Gambar 3. 10 DFD Level 0

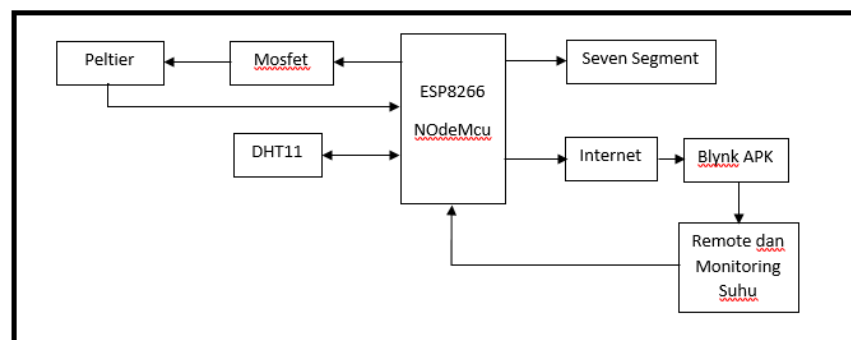


Gambar 3. 11 DFD Level 1

Pada gambar 3.10 dan gambar 3.11 user dapat menyalakan kulkas dan mengetahui suhu dari kulkas melalui display dari kulkas maupun dari aplikasi di *smartphone*.

C. Blok Diagram

Blok Diagram adalah alur kerja sistem yang menjelaskan cara kerja sistem dalam bentuk grafik agar mudah dipahami.

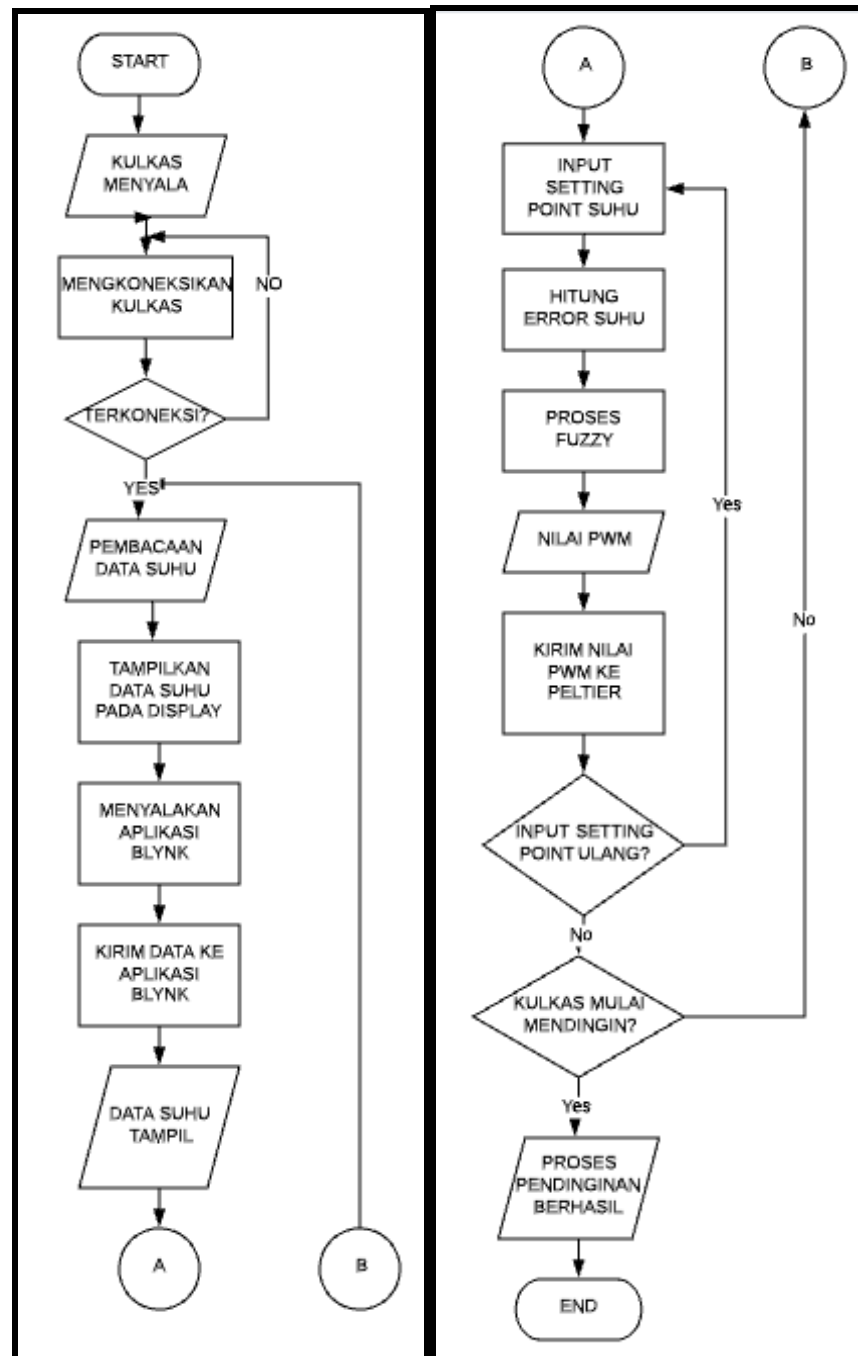


Gambar 3. 12 Blok Diagram

Pada gambar 3.12 NodeMcu menjadi penghubung antara alat sistem pendingin yaitu peltier, pembacaan sensor suhu dari DHT11, tampilan data suhu pada *seven segment* di kulkas, dan menjadi konektor aplikasi Blynk di *smartphone* dalam melakukan proses *input setting* suhu dan *monitoring* suhu ke kulkas untuk mencapai suhu yang diinputkan user.

D. Flowchart

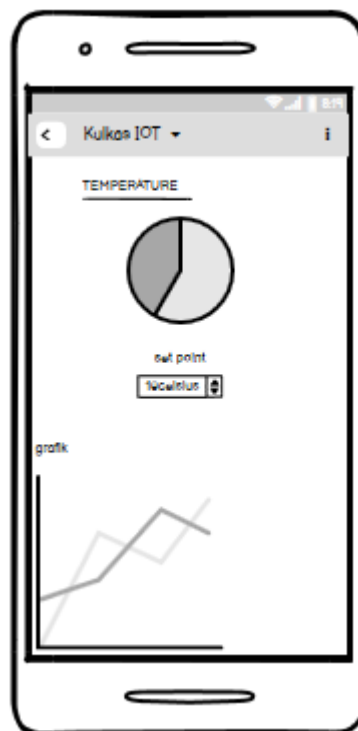
Untuk mempersiapkan desain sistem pendingin perlu dirancang aplikasi secara rinci dan tertib yang diinginkan. Gambar 3.13 berikut adalah diagram sistem atau flowchart yang diterapkan pada penelitian ini.



Gambar 3. 13 Flowchart

Cara kerja alat secara umum setelah menyalakan alat adalah alat akan terhubung langsung dengan aplikasi Blynk pada *smathphone* dan user dapat melakukan setting suhu pada kulkas mini. Data setting suhu akan diterima oleh alat yaitu kulkas mini dan pendingin(peltier) akan bekerja mendinginkan kulkas mini sampai suhu mencapai *settingpoint*. Dalam proses pendinginan terdapat proses *Fuzzy* yang akan menyesuaikan kondisi pendingin sesuai dari suhu aktual dari DHT11. Kemudian data aktual DHT11 akan dikirimkan ke Blynk dan ditampilkan pada display *sevensegment*.

3.4 Desain Interface BLYNK



Gambar 3. 14 *User Interface*

Gambar diatas adalah tampilan *interface* halaman utama untuk memonitoring suhu serta mengsetting suhu kulkas.

3.5 Implementasi Metode *Fuzzy Tsukamoto*

Sistem otomasi dan monitoring pengendali suhu dan kelembapan ini akan dikendalikan langsung oleh *microcontroller*. Untuk mengambil keputusan terhadap respon kondisi suatu ruangan, *microcontroller* ini menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*.

Sebelum menentukan himpunan keanggotaan dari setiap variabel fuzzy langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan kurva yang digunakan untuk menampilkan pemetaan dari titik entri data dan nilai keanggotaannya (Kusumadewi:2006). Pada penerapan pembentukan nilai keanggotaan ini, representasi kurva bentuk bahu digunakan karena pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun, tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan.

3.5.1 Pembentukan dari Himpunan Fuzzy

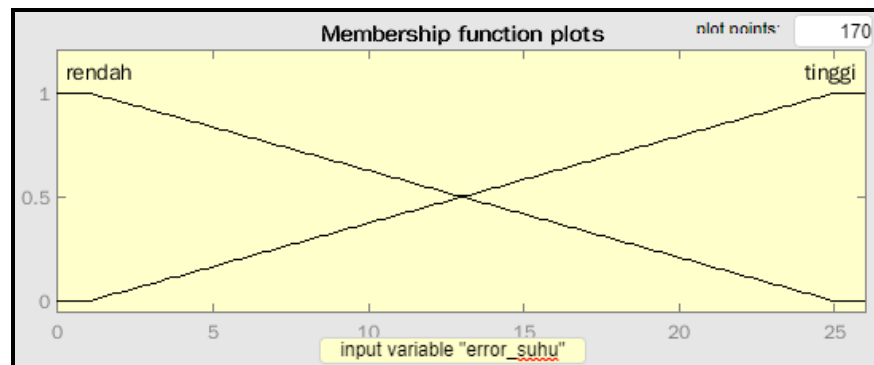
1. Nilai keanggotaan derajat *error* suhu

Variabel kondisi suhu dalam ruangan dibagi menjadi dua bagian, penerapan *inferensi fuzzy* untuk kendali suhu ruangan pada pendingin kulkas, yaitu: rendah, dan tinggi dengan *range* 0-25°C. Dimana nilai *range* pada model keanggotaan *error* suhu yang digunakan berdasarkan *error* dari suhu yang ingin dicapai yaitu dari suhu mulai ke *setpoint* ($\text{error suhu} = \text{suhu awal} - \text{setpoint}$).

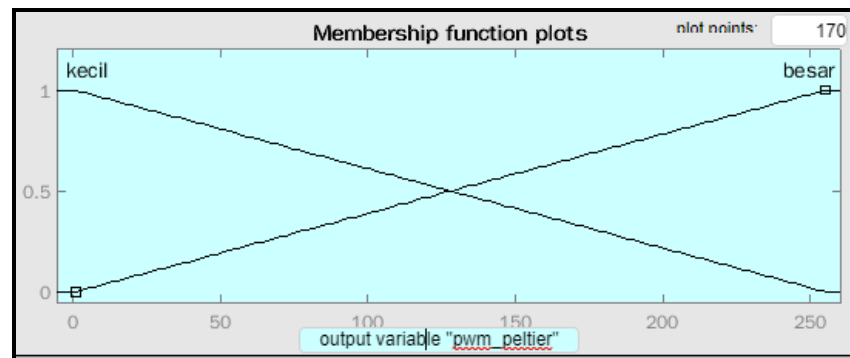
2. Derajat keanggotaan pwm peltier

Derajat keanggotaan dari pwm peltier merupakan kategori *output* dari fuzzy yang akan diaplikasikan. *Range* pwm yang mana dimulai dari 0-255 dan dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu: kecil, dan besar.

Grafik fungsi keanggotaan dari *error* suhu dan pwm peltier seperti gambar dibawah.



Gambar 3. 15 *Membership function error suhu*



Gambar 3. 16 *Membership function pwm peltier*

3.5.2 Pembentukan *Rule Fuzzy*

Adapun *rule fuzzy* yang telah dibuat sebagai berikut:

1. If *error* suhu is rendah then pwm peltier is kecil.
2. If *error* suhu is tinggi then pwm peltier is besar.

Rule berasal dari analisis yang cocok dalam melakukan pembagian variabel untuk menghasilkan *output* pwm pada peltier sesuai kebutuhan suhu yang ingin dicapai dari *input*.

3.5.3 Mesin Inferensi

Perhitungan ini sesuai dari rule yang ada dengan mencari alfa predikat dari *error* suhu rendah dan *error* suhu tinggi untuk menghasilkan nilai besar dan kecil dari nilai output pwm secara tegas.

3.5.4 Defuzzifikasi

Setelah mendapatkan nilai dari *alfa* predikat dan output pwm, dari variabel tersebut akan dicari keluaran akhir rata-rata untuk menghasilkan nilai *output* pwm yang akan dikirimkan ke peltier.

BAB IV

UJI COBA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, dijelaskan hasil dan pemahasan dari sistem yang dilakukan pada penelitian ini. Beberapa hal yang akan diahas antara lain proses pengujian dan hasil pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kinerja perangkat keras dan perangkat lunak sistem dan apakah dapat berfungsi seperti yang diharapkan dengan apa yang direncanakan dan terintegrasi dengan prinsip-prinsip Islam.

4.1 Langkah Uji Coba

Langkah uji coba dilakukan untuk mengetahui hasil dari implementasi *hardware*, dan *software* apakah dapat berjalan sesuai yang diharapkan atau sebaliknya. Terdapat dua tahap uji coba yang dilakukan yakni uji coba terhadap *rule-rule* untuk mengetahui tingkat akurasinya, dan uji coba terhadap kinerja sistemnya, agar mengetahui apakah sistem bisa bekerja sesuai yang diharapkan atau sebaliknya, adapun tahapan uji coba yang dilakukan adalah, yang pertama adalah berusaha menghasilkan suhu ruangan sesuai yang telah ditentukan, dan data suhu yang dijadikan acuan pada pengujian ini, untuk menghasilkan suhu, maka dimanfaatkan korek api dalam menguji terdapat perbedaan suhu. Memanipulasi suhu bertujuan memudahkan proses uji coba dan pengamatan terhadap kinerja *rule* dan sistem pengatur suhu dan kelembapan ruangan yang telah dibuat.

4.2 Menghubungkan NodeMcu dengan DHT11

NodeMcu dalam penelitian ini berfungsi sebagai media penghubung dan pengontrol dengan DHT11 dan *hardware* lainnya. Ardiuno IDE merupakan

software yang digunakan dalam pemrograman NodeMcu. Pertama pengujian *hardware* yaitu dengan cara menyambungkan NodeMcu dengan DHT11 sebagai sensor pendingin yang nantinya mengukur suhu dari suhu dingin yang dijalankan set pendingin peltier pada media sterofom.

Apabila mikrokontroler sudah menyala mikrokontroler NodeMcu dapat berfungsi. Kemudian dilakukan pengujian pada *software* Arduino IDE dengan *code* berikut:

```
#include <DHT.h>
DHT dht(2, DHT11); //Pin, Jenis DHT

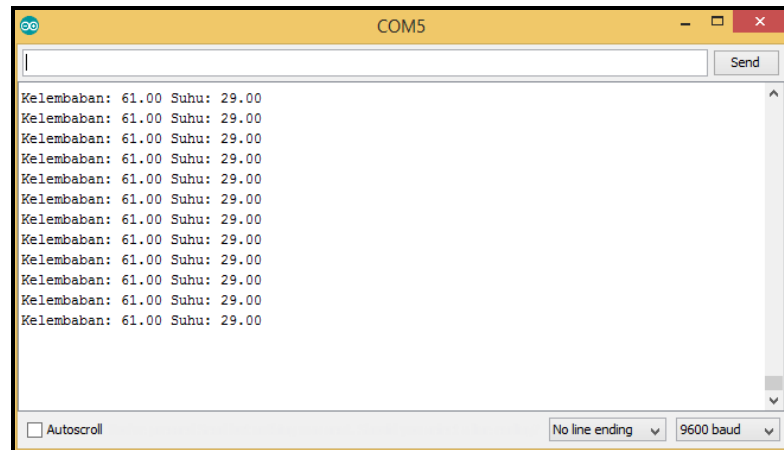
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
}

void loop(){
  float kelembaban = dht.readHumidity();
  float suhu = dht.readTemperature();

  Serial.print("kelembaban: ");
  Serial.print(kelembaban);
  Serial.print(" ");
  Serial.print("suhu: ");
  Serial.println(suhu);
}
```

Gambar 4. 1 Code uji coba DHT11

Sensor DHT11 sebagai pengukur suhu memiliki 3 kaki yaitu: *VCC*, *GROUND*, dan *OUT* yang masing-masing tersambungkan ke NodeMcu. Setelah code pada laptop telah terupload maka akan muncul data suhu saat ini pada serial monitor dalam Arduino IDE seperti berikut:



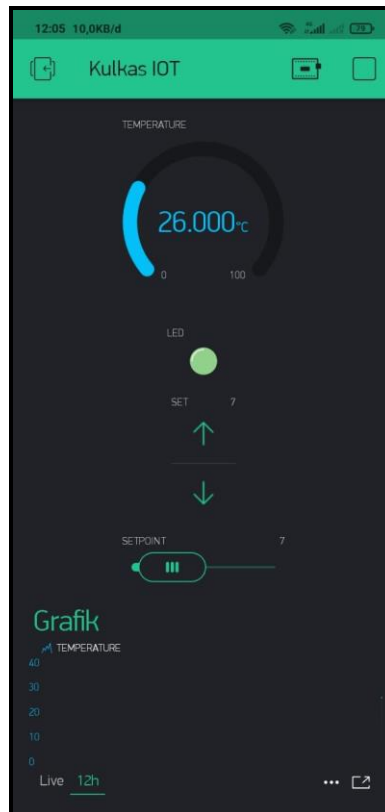
Gambar 4. 2 Hasil Uji Coba DHT11

4.3 Proses Pengujian Suhu Kulkas

Dalam pengujian ini, kulkas yang telah terhubung wifi akan membaca suhu dalam ruangan kulkas, kemudian sensor DHT11 akan membaca suhu dingin yang terjalan dari peltier dan akan tampil nominal suhu pada seven segment dan APK BLYNK. Pada APK BLYNK akan termonitor nominal suhu serta dapat menginput setpoint suhu yang ingin dicapai seperti gambar dibawah.



Gambar 4. 3 Kulkas Mini



Gambar 4. 4 Suhu pada APK BLYNK

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa output nominal suhu 26°C yang tampil pada seven segment dan pada APK BLYNK sama.

4.4 Uji Coba Sistem

Pengujian sistem ini dilakukan untuk memastikan bahwa komponen perangkat keras yang dirakit dapat diproses sehingga dapat menjalankan aplikasi Blynk serta memastikan metode *Fuzzy Tsukamoto* menghitung nilai *error* suhu dan nilai pwm dari peltier yang sebagai variabel perhitungan metode. Setelah dipastikan kulkas menyala mulai dari komponen-komponen, NodeMcu yang terhubung wifi dan aplikasi Blynk terkoneksi, kita dapat melakukan inputan setpoint suhu dan fungsi fuzzy akan berlangsung, serta informasi data *error* suhu, kelompok *input*, serta kelompok *output* pwm.



Gambar 4. 5 Thermoelektrik

4.5 Data Uji Coba

Data pada Tabel 4.1 adalah beberapa data yang dipilih dan diambil sebagai data pengamatan.

Tabel 4. 1 Data Uji Coba Alat

No	Suhu DHT11	Setting Point Suhu
1.	28	15
2.	29	11
3.	27	12
4.	24	13
5.	26	13
6.	29	14
7.	19	10
8.	27	9
9.	17	8
10.	16	14

11.	18	10
12.	20	9
13.	10	10
14.	16	11
15.	26	16
16.	16	15
17.	30	13
18.	25	13
19.	18	11
20.	11	8

Tabel diatas dilakukan dengan 20 kali percobaan di beberapa periode waktu acak. Suhu DHT11 yaitu suhu yang dideteksi oleh sensor DHT11 di dalam media kulkas, kemudian hasil deteksi suhu akan muncul pada *display seven segment* serta aplikasi Blynk pada android. Sedangkan *Setting Point* suhu yaitu *set point* yang dilakukan dalam mengatur nominal suhu yang ingin dicapai melalui aplikasi Blynk dan dikirim ke NodeMcu agar diproses kembali oleh alat sesuai *set point* yang terkirim.

4.6 Hasil Uji Coba

Hasil penelitian ini dilakukan dalam 20 kali percobaan yang menghasilkan output berupa PWM dari peltier nampak pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian

No	Suhu DHT11	Setting Point Suhu	<i>ERROR SUHU</i> [x] (INPUT)	PWM(OUTPUT)
1	28	15	13	128
2	29	11	18	180,9166667
3	27	12	15	149,1666667

4	24	13	11	106,8333333
5	26	13	13	128
6	29	14	15	149,1666667
7	19	10	9	85,66666667
8	27	9	18	180,9166667
9	17	8	9	85,66666667
10	16	14	2	11,58333333
11	18	10	8	75,08333333
12	20	9	11	106,8333333
13	10	10	0	1
14	16	11	5	43,33333333
15	26	16	10	96,25
16	16	15	1	1
17	30	13	17	170,3333333
18	25	13	12	117,4166667
19	18	11	7	64,5
20	11	8	3	22,16666667

Dari hasil uji coba yang telah dilakukan akan diperoleh hasil dari *error* suhu dan hasil *output* berupa pwm dari peltier yang diperoleh dari perhitungan Fuzzy Tsukamoto. *Error* suhu diperoleh dari suhu DHT11 yang tampil dari *display seven segment* dan aplikasi Blynk yang dikurangi *setting point* dari aplikasi Blynk. Adapun proses perhitungan *output* PWM peltier berdasarkan *error* suhu adalah dimulai dari fuzzifikasi dengan mencari nilai-nilai keanggotaan dari *error* suhu yang terbagi 2 kelompok yaitu: rendah dan tinggi dengan range *error* suhu 1-25 yang nilai range didapat dari suhu tertinggi yang pernah terdeteksi sensor DHT11 33°C dan suhu terendahnya adalah 8°C, yang hasilnya dari suhu 33°C untuk ke 8°C dibutuhkan penurunan suhu 25°C.

Untuk mencari nilai dari fungsi keanggotaan rendah menggunakan rumus.

$$\mu_{rendah}[x] = \begin{cases} 1, x < 1 \\ \frac{25-x}{25-1}, 25 \geq x \geq 1 \\ 0, x > 25 \end{cases}$$

Untuk mencari nilai dari fungsi keanggotaan tinggi menggunakan rumus.

$$\mu_{tinggi}[x] = \begin{cases} 0, & x < 1 \\ \frac{x-1}{25-1}, & 25 \geq x \geq 1 \\ 1, & x > 25 \end{cases}$$

Output dari perhitungan metode *Fuzzy Tsukamoto* akan berupa nilai pwm dari peltier, yang mana pwm peltier memiliki parameter 1-255.

Sebagai contoh diambil dari pengujian pertama yang mana nilai suhu DHT11 28°C dan nilai setting point 15, untuk mencari nilai *error* suhu didapat dari suhu DHT11 dikurangi *setting point* maka jika dihitung.

$$\begin{aligned} \text{Error Suhu} &= \text{DHT11} - \text{SETTING POINT} \\ &= 28 - 15 \\ &= 13 \end{aligned}$$

Karena nilai *error* suhu sudah ditemukan, maka pada tahap pertama kita dapat menghitung $\mu_{rendah}[x]$ dan $\mu_{tinggi}[x]$ yang mana x adalah *error* suhu.

$$\mu_{rendah}[13] = \begin{cases} 1, & x < 1 \\ \frac{25-x}{25-1}, & 25 \geq x \geq 1 \\ 0, & x > 25 \end{cases}$$

$$\mu_{tinggi}[13] = \begin{cases} 0, & x < 1 \\ \frac{x-1}{25-1}, & 25 \geq x \geq 1 \\ 1, & x > 25 \end{cases}$$

Derajat keanggotaan untuk *error* suhu 13 adalah:

$$\mu_{rendah}[13] = \frac{25-13}{25-1} = \frac{12}{24} = 0,5$$

$$\mu_{tinggi}[13] = \frac{13-1}{25-1} = \frac{12}{24} = 0,5$$

Kemudian pada tahap kedua adalah pembentukan rule-rule yang dibentuk dari analisis sesuai nilai *error* suhu yang diketahui. Bahwa ketika *error* suhu tinggi diperlukan output nilai PWM peltier yang besar sedangkan untuk *error* suhu rendah cukup memerlukan output nilai PWM peltier yang kecil. Maka rule yang dibuat adalah

- a. [R1] If *error* suhu is rendah then pwm peltier is kecil.
- b. [R2] If *error* suhu is tinggi then pwm peltier is besar.

Pada tahap ketiga akan mencari nilai α -predikat berdasarkan rule base serta menghitung keluaran hasil inferensi(nilai *output*[z]) secara tegas(crisp) dari masing-masing rule berdasarkan nilai α -predikat yang diperoleh.

- a. [R1] If *error* suhu is rendah then pwm peltier is kecil.

$$\alpha\text{-predikat1} = \min(\mu_{\text{error suhu rendah}}[13])$$

$$\alpha\text{-predikat1} = 0,5$$

$$\frac{255 - z1}{255 - 1} = \alpha - \text{predikat1}$$

$$255 - z1 = 0,5 * 254$$

$$z1 = 255 - 127$$

$$z1 = 128$$

- b. [R2] If *error* suhu is tinggi then pwm peltier is besar.

$$\alpha\text{-predikat2} = \min(\mu_{\text{error suhu tinggi}}[13])$$

$$\alpha\text{-predikat2} = 0,5$$

$$\frac{z2 - 1}{255 - 1} = \alpha - \text{predikat2}$$

$$z2 - 1 = 0,5 * 254$$

$$z2 = 127 + 1$$

$$z_2 = 128$$

Setelah mendapatkan nilai α -predikat dan output[z] di tahap keempat defuzzifikasi melakukan perhitungan rata-rata(*average*), dengan mengubah output fuzzy yang diperoleh dari mesin inferensi menjadi nilai tegas(*crisp*) menggunakan fungsi keanggotaan yang sesuai dengan saat melakukan fuzzifikasi.

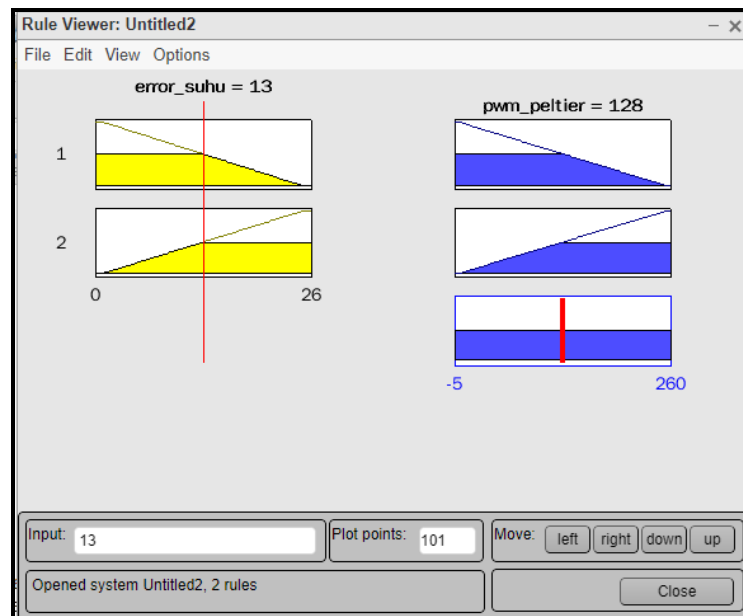
$$Z = \frac{(\alpha_{\text{predikat1}} * z_1) + (\alpha_{\text{predikat2}} * z_2)}{\alpha_{\text{predikat1}} + \alpha_{\text{predikat2}}}$$

$$Z = \frac{(0,5 * 128) + (0,5 * 128)}{0,5 + 0,5}$$

$$Z = \frac{(64) + (64)}{1}$$

$$Z = 128$$

Berikut hasil dengan menggunakan matlab pada gambar dibawah.



Gambar 4. 6 Hasil perhitungan matlab

Nilai output pwm yang telah didapat yaitu 128 akan dikirim ke peltier agar diproses dalam seberapa besar peltier menjalankan pendinginan dari yang telah terinput. Dengan begitu peltier dalam kulkas akan menjalankan kemampuan pendinginan sebesar 128 PWM yang mana pada suhu awal dan suhu *input* yang ingin dicapainya sebesar 28°C dan 15°C dan menghasilkan suhu 18°C dalam kurun waktu penurunan suhu 20 menit. Maka tingkat keakuratan yang didapat dari sistem pendingin peltier 83,333%.

4.7 Integrasi Penelitian dengan Al-Qur'an

Dalam kehidupan manusia, air atau minuman adalah kebutuhan pokok serta salah satu cara manusia dalam menjaga kesehatan. Namun manusia perlu memperhatikan apa yang akan mereka minum karena tidak semua minuman dapat bertahan lama pada ruang terbuka sebagai contoh susu, yang mana susu jika dibiarkan tanpa disimpan dalam mesin pendingin maka akan cepat basi, karena hal tersebut semestinya kita harus tau apakah masih baik minuman yang kita minum. Berdasarkan penelitian susu perlu dijaga pada suhu 4°C agar tidak cepat fermentasi, yang mana minuman tersebut harus dimasukkan atau disimpan di dalam mesin pendingin.

Pentingnya air atau minuman untuk kehidupan manusia tecermin pada Al-Qur'an yang menganjurkan agar manusia memperhatikan minumannya sebagaimana tersurat dalam QS Al – Waqiah ayat 68:

أَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ

Artinya:

Maka terangkanlah kepadaku tentang air yang kamu minum? (Q.S Al-Waqiah: 68).

Tafsir Jalalayn:

Terangkanlah kepada-Ku tentang air yang kalian minum (Q.S Al-Waqiah: 68).

Kalimat dari ayat tersebut berbentuk pertanyaan yang merupakan suatu peringatan secara halus dan tidak langsung agar dapat diperhatikan kembali minuman yang akan kita minum.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab penutup ini akan memberikan kesimpulan dari penelitian yang telah dikerjakan serta saran bagi perkembangan penelitian yang selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pendingin dapat menjaga minuman yang cepat fermentasi seperti susu dengan jangka waktu lebih lama dibandingkan dengan dibiarkan diruang terbuka.
2. Sistem pendingin IoT yang dikontrol ESP8266 nodeMcu dapat memproses pendinginan melalui *smartphone* dengan input nilai suhu dari user.
3. Bahwa metode *Fuzzy Tsukamoto* dapat diimplementasikan dalam perhitungan mencari output nilai pwm peltier guna sistem pendingin IoT dapat bekerja dalam mendinginkan minuman untuk menjaga masa minuman berfermentasi dengan kondisi suhu kulkas yang diperlukan dan diinputkan user. Dari data percobaan sistem pendingin sebanyak 20 kali uji coba menghasilkan tingkat keakuratan dari sistem yaitu sebesar 83%.

5.2 Saran

Bedasarkan pengujian dalam penelitian “Rancang Bangun Sistem Pendingin Berbasis IoT Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto” ada banyak kekurangan serta kelemahan pada penelitian ini sehingga perlu adanya pengembangan lebih lanjut. Adapun salah satunya dari peltier yang memiliki 2 sisi panas dan dingin yang membuat suhu kulkas tidak dapat konstan dalam mendinginkan ruangan kulkas. Pada pengembangan penelitian selanjutnya dapat pula dilakukan dengan pamanbahkan jumlah peltier, bisa juga menggunakan kipas yang lebih besar, media dari kulkas yang lebih rapat dan lebih baik, bisa juga mencoba menambahkan sistem pendinginan dengan freon serta dapat mencoba memperkecil daya listrik agar lebih hemat penggunaan dayanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggreni. (2014). BEL CERDAS CERMAT MENGGUNAKAN REMOTE CONTROL WIRELESS BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S52. *Buletin Fisika*, 1-5.
- Dewi. (2019). *PROTOTYPE SMART HOME DENGAN MODUL NODEMCU ESP8266 BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)*. Mojokerto: Perpus Unim.
- Fadliondi. (2017). The Humidity Dependence of Pentacene Organic Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor. *TELKOMNIKA*, 578-582.
- Gunawan. (2013). Purwarupa Sistem Kendali Kecepatan Mobil Berdasarkan Jarak dengan Sistem Inferensi Fuzzy Tsukamoto. *IJEIS*, 117-126.
- Hasanuddin. (2019). SISTEM KONTROL DAN MONITORING TANAMAN HIDROPONIK SECARA REAL TIME MENGGUNAKAN METODE FUZZY INFERENCE SYSTEM MODEL TSUKAMOTO. *semanTIK*, 61-63.
- Kuswinta. (2019). Implementasi IoT Cerdas Berbasis Inference Fuzzy Tsukamoto Pada Pemantauan Kadar pH Dan Ketinggian Air Dalam Akuaponik. *J-COSINE*, 65-66.
- Najmurrokhman. (2018). PROTOTIPE PENGENDALI SUHU DAN KELEMBABAN UNTUK COLD STORAGE MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA328 DAN SENSOR DHT11. *Jurnal Teknologi*, 73-77.
- Shoma. (2019). *Penerapan Logika Fuzzy Untuk Pengendalian Kualitas Udara Pada Ruangan Smoking Area Dengan Mikrokontroler*. Malang: ITN.
- Sugiono. (2017). Kontrol Jarak Jauh Sistem Irigasi Sawah Berbasis Internet Of Things (IoT). *INTEGER: Journal of Information Technology*, 41-42.
- Sutojo. (2011). *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Wakhidah. (2019). DECISION SUPPORT SYSTEM FOR NUTRITION DETERMINATION OF USING FUZZY LOGIC TSUKAMOTO METHOD (CASE STUDY IN HEALTH DEPARTEMENT OF JEPARA REGENCY). *Pengembangan Rekayasa dan Teknologi*, 82-90.
- Yudiyanto. (2020). PEMANFAATAN PELTIER SEBAGAI SISTEM PENDINGINAN UNTUK MEDICINE COOLER BOX. *SNITT*, 213-315.