

Prototipe Sistem Pengkondisian Sirkulasi Udara Pada Lapangan Futsal Mini Dengan Metode *Fuzzy Logic*

Rahma Uyun Amalia^{1*}, Ardik Wijayanto², Rusminto Tjatur Widodo³

Teknik Elektronika, Politeknik Elektrtronika Negeri Surabaya, Surabaya Jl. Raya ITS Sukolilo Kampus PENS

*¹ rahmauyunamalia@ee.student.pens.ac.id

² ardik@pens.ac.id

³ widodo@pens.ac.id

Kata Kunci :

ABSTRAK

*Air Circulation
DHT22 Sensor
Fuzzy Logic
Futsal Field
Infrared Sensor*

Penerapan New Normal dilakukan pada segala sendi kegiatan masyarakat, untuk menjaga agar badan tetap sehat maka perlu dilakukan olahraga secara rutin. Futsal adalah salah satu olahraga yang saat ini sedang trend dan dilakuan dalam gedung olahraga, sehingga gedung lapangan futsal juga perlu mencapai kenormalan baru. Dalam rangka menjaga fungsi dari lapangan futsal sebagai tempat yang sehat, maka diperlukan sistem untuk menjaga sirkulasi udara di lapangan futsal. Sirkulasi udara di lapangan futsal perlu dikendalikan agar menjaga suhu udara pada suhu tertentu dan meminimalisir dampak penyebaran virus covid19 dengan membatasi jumlah orang di dalam gedung lapangan futsal. Sistem yang dibangun untuk merealisasikan hal tersebut dengan menerapkan kontrol sirkulasi udara menggunakan fuzzy logic dengan parameter suhu dan menghitung banyaknya orang yang ada didalam lapangan futsal. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah DHT22 yang berfungsi untuk mengukur temperatur dan sensor IR (InfraRed) yang berfungsi sebagai penghitung jumlah orang. Modul ESP32 digunakan untuk pengiriman data yang terkumpul dari pembacaan sensor melalui jaringan wifi ke android melalui aplikasi blynk. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan adalah kendali Fuzzy dapat bekerja dengan baik, karena dapat menjaga suhu tidak lebih dari 31,97oC, sedangkan jika tidak menggunakan kendali suhu akan terbaca senlai 32,84oC dan akan terus mengalami kenaikan.

The implementation of the New Normal is carried out in all aspects of community activities, to keep the body healthy it is necessary to do regular exercise. Futsal is one of the sports that is currently trending and is carried out in a sports hall, so that the futsal field building also needs to reach a new normal. In order to maintain the function of the futsal field as a healthy place, a system is needed to maintain air circulation in the futsal field. Air circulation in the futsal field needs to be controlled in order to maintain the air temperature at a certain temperature and minimize the impact of the spread of the covid19 virus by limiting the number of people in the futsal field



building. The system built to realize this is by implementing air circulation control using fuzzy logic with temperature parameters and counting the number of people on the futsal field. The sensors used in this study are DHT22 which functions to measure temperature and IR (InfraRed) sensors which function as a counter for the number of people. The ESP32 module is used for sending data collected from sensor readings via the wifi network to android via the blynk application. The results of the research that has been done is that the Fuzzy control can work well, because it can maintain a temperature of no more than 31.97oC, whereas if you don't use the temperature control it will read 32.84oC and will continue to increase

1. Pendahuluan

Risiko pergerakan orang dan berkumpulnya masyarakat pada tempat dan fasilitas umum, memiliki potensi penularan Covid-19 yang cukup besar. Masyarakat harus melakukan perubahan pola hidup dengan tatanan dan adaptasi kebiasaan yang baru (new normal) agar dapat hidup produktif dan terhindar dari penularan Covid-19. Upaya ini dimulai dari pembatasan sosial, penerapan protokol kesehatan pada semua bangunan gedung hingga memodifikasi dan mengupayakan bangunan sehat[1]. Bangunan yang tidak sehat disebut juga dengan Sick Building Syndrome yang dapat disebabkan oleh banyak hal, diantaranya adalah Sistem ventilasi dan sirkulasi udara gedung yang buruk [2]. Infiltrasi udara dengan sistem ventilasi alami dapat digunakan untuk meningkatkan kenyamanan termal pada ruang-ruang dalam bangunan[3].

Penyebaran virus ini tidak lagi hanya melalui droplet, namun juga melalui udara sebagai media perantaranya, aspek kenyamanan termal, kualitas udara ruang dan ventilasi bangunan merupakan prioritas intervensi yang harus dilakukan pada bangunan pada masa transisi ini. Dengan meningkatkan laju sirkulasi udara luar, bangunan akan dapat memiliki kualitas udara ruang yang baik, dan juga menjaga kesehatan termal dalam ruang [4]. Letak maupun jumlah ventilasi yang terkait dengan pertukaran udara juga berpengaruh terhadap kenyamanan [5]. Kenyamanan yang diperhatikan atau yang diteliti adalah mengenai kenyamanan termal. Kenyamanan termal merupakan salah satu unsur yang menyangkut kondisi suhu ruangan yang nyaman [6]. Suhu di Indonesia dapat diklasifikasikan menjadi sejuk nyaman, nyaman optimal dan hangat nyaman. Di rentang suhu antara 20,5oC – 31 oC dengan kelembaban antara 50% – 80% manusia [7]

Berdasarkan keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/MENKES/328/2020 tentang protokol Kesehatan bagi masyarakat di tempat dan Fasilitas Umum Dalam Rangka Pencegahan dan Pengendalian Corona Virus Disease 2019 (Covid-19) masyarakat tetap dianjurkan melakukan aktivitas fisik, latihan fisik, dan olahraga untuk meningkatkan daya tahan tubuh dan mengendalikan faktor risiko penyakit. Pada keputusan Menteri ini diterapkan protokol Kesehatan dalam pencegahan Covid-19 di tempat dan fasilitas umum salah satunya adalah di tempat olahraga atau kebugaran. Sedapat mungkin menghindari pemakaian AC, sebaiknya sirkulasi udara lewat pintu jendela terbuka. Memasuki masa transisi menuju paska pandemi, berbagai adaptasi dilakukan baik manusia maupun bangunan gedung untuk mencapai sistem kenormalan baru [8].

Pada studi kasus yang dilakukan oleh Roihah (2008) dalam analisis standarisasi pada lapangan futsal Metro Sport Center Imam Bonjol, Semarang penghawaan pada lapangan futsal Metro Sport Center Imam Bonjol memiliki penghawaan yang kurang dan penghawaan di tribun hanya digunakan 2 kipas angin yang letaknya terlalu tinggi sehingga sirkulasi udara atau penghawaan di tribun masih kurang. Oleh karena itu dalam rangka menjaga fungsi dari lapangan futsal sebagai tempat yang sehat maka diperlukan sistem untuk menjaga sirkulasi udara di lapangan futsal. Sirkulasi udara di lapangan futsal perlu dikendalikan agar menjaga kualitas udara dan meminimalisir dampak penyebaran virus covid19. Sistem yang dibangun untuk merealisasikan hal tersebut dengan menerapkan pengkondisian sirkulasi udara menggunakan fuzzy logic dengan parameter suhu dan banyaknya orang yang ada di dalam lapangan futsal. Pada sistem menggunakan sensor DHT22 yang berfungsi untuk mengukur suhu di area lapangan futsal dan sensor IR (InfraRed) yang berfungsi sebagai penghitung jumlah orang yang masuk dan keluar dari lapangan futsal.

Penerapan teknologi Internet of Thing (IoT) dalam sistem ini bertujuan untuk mengolah data menggunakan modul ESP32 ke database dan dapat dilihat pada aplikasi blynk.

2. Metode Penelitian

2.1 Metode

Perangkat

Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian terapan. Dimana metode penelitian terapan adalah penelitian yang hasilnya dapat diterapkan untuk memecahkan permasalahan-permasalahan yang dihadapi. Penerapan konsep penelitian ini akan diimplementasikan pada mikrokontroler yang diprogram untuk sistem permodelan prototipe, analisis dan perancangan sistem berorientasi pada pendekatan objek.

Metode Pengambilan Data:

Metode Observasi

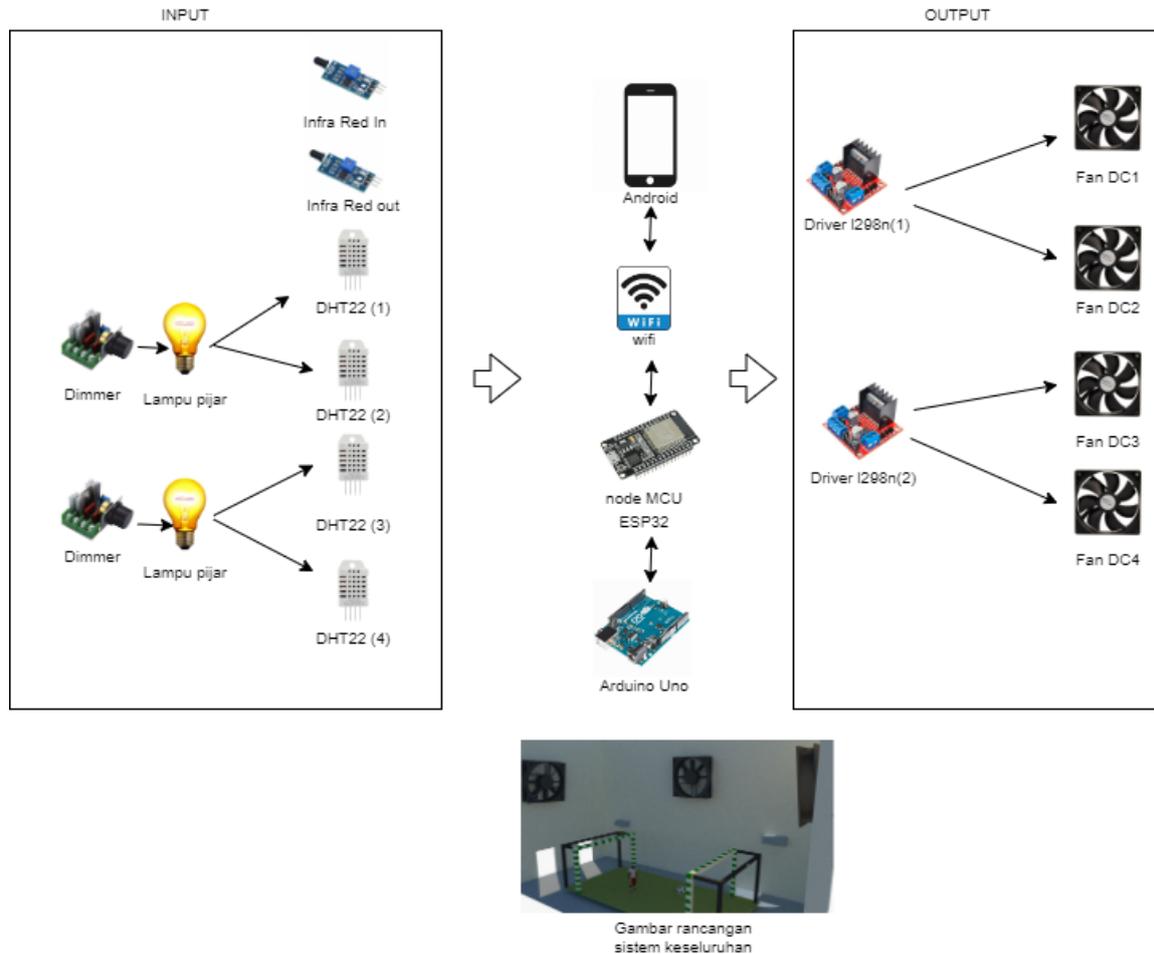
Observasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengamatan terhadap kondisi sebenarnya dan kondisi suhu pada lapangan futsal Zuper 2 Keputih, Sukolilo Surabaya yang berguna untuk melakukan permodelan pada prototipe lapangan futsal. Dalam penelitian ini dibuat prototipe dengan skala 1:10, dimana pada ukuran lapangan futsal yang asli adalah 12,5m x 25m maka ukuran pada prototipe adalah 1,25m x 1m.

2.2 Metode Studi Pustaka

Metode pengambilan data yang diperoleh dengan meneliti, mempelajari dan membaca jurnal, buku, skripsi, tesis yang berhubungan dengan sistem yang digunakan pada penelitian, kendali logika fuzzy dan desain prototipe yang dijabarkan seperti dibawah ini:

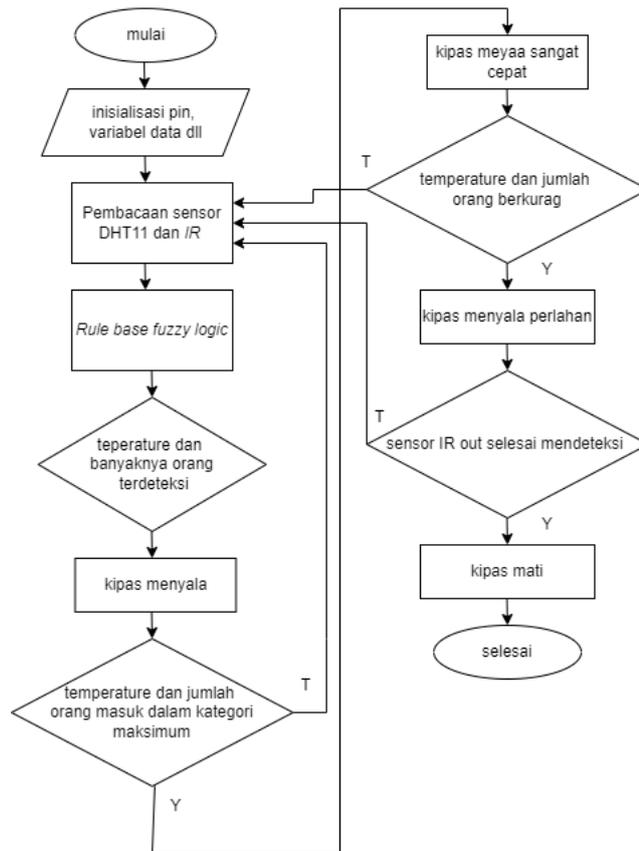
1. Sistem yang Digunakan

Sistem yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari komponen-komponen elektronika, desain sistem yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam gambar 1 dibawah ini



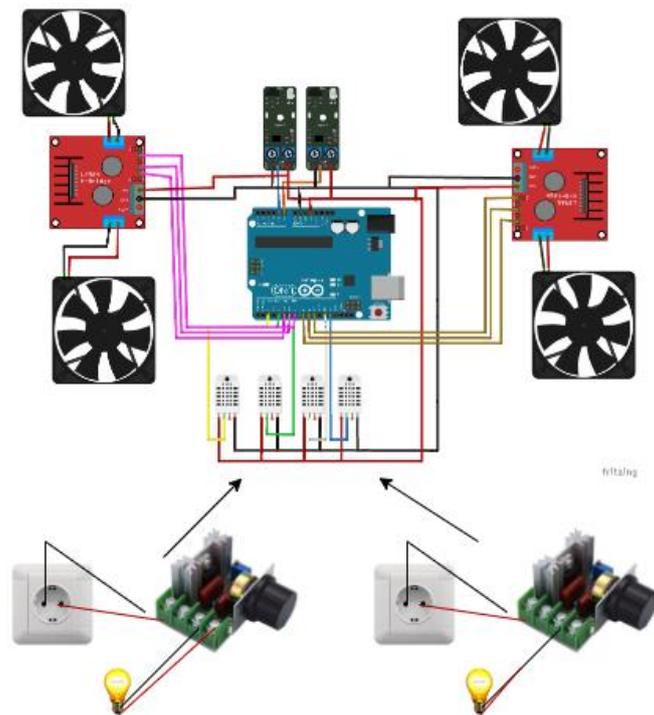
Gambar 1 Sistem Secara Keseluruhan

Dalam gambar diatas dilihat sistem pengkondisian sirkulasi udara pada lapangan futsal mempunyai 2 variabel input data yaitu banyak nya orang dan suhu udara. Pembacaan tersebut dilakukan oleh sensor DHT22 dan Sensor InfraRed kemudian diolah oleh Arduino Uno dengan mengimplmentasikan kendali logika Fuzzy untuk menghasilkan keluaran pada sistem berupa kipas DC dengan mengatur kecepatan pada 4 buah kipas DC sesuai dengan input yang dibaca pada sensor DHT22 dan sensor InfraRed. Dalam sistem simulasi panas digunakan lampu pijar yang nilai nya dapat diatur nya sesuai dengan input banyaknya orang. Data yang terbaca pada sensor kemudian akan dikirimkan oleh ESP32 yang telah mendapatkan data dari Arduino dan mengirimkannya ke aplikasi Blynk menggunakan bantuan wifi. Alur kerja sistem dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini



Gambar 2 Diagram Alir Kerja Sistem

Desain rangkaian elektrikal komponen sistem pengkondisian sirkulasi udara lapangan futsal ditunjukkan pada gambar 3 dibawah ini



Gambar 3 Rangkaian Elektrikal Komponen

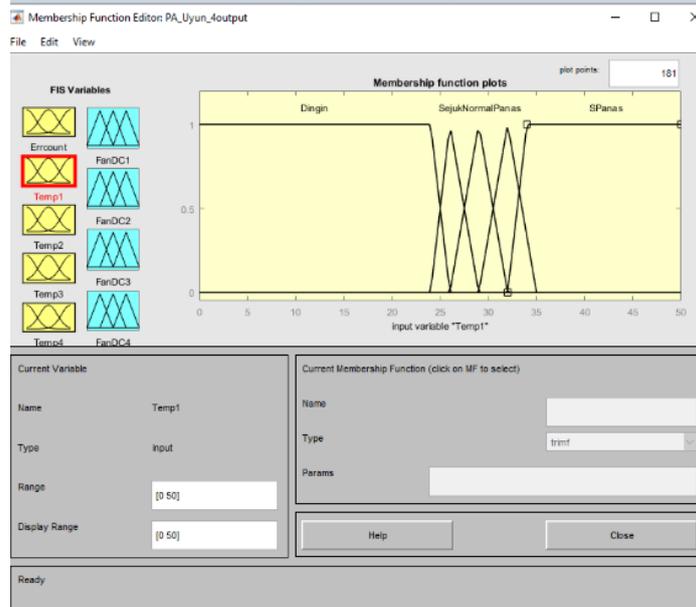
2.3 Kontrol Logika Fuzzy

1. Fuzzifikasi

Terdapat 1 nilai masukan pada fuzzifikasi yaitu variabel error temperatur. Selain itu, terdapat 1 nilai keluaran pada fuzzifikasi yaitu variabel kipas pendingin.

a. Keanggotaan error temperatur

Fungsi keanggotaan dari variabel error temperatur yang terletak di sistem kendali dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4 Fungsi Keanggotaan Variabel Error Temperatur

Tabel 1 dibawah ini adalah klasifikasi fungsi keanggotaan pada variabel error temperature dengan menggunakan trapezoidal pada bahu kanan dan kiri sedangkan untuk anggota lainnya menggunakan triangular

Tabel 1. Fuzzifikasi pada variabel error temperatur

Fungsi Keanggotaan	Jangkauan kelas (<i>Error Temperature</i>) ^o C
Dingin	0-26
Sejuk	24-29
Normal	26-32
Panas	29-35
Sangat Panas	32-35

- Rumus matematika dari fungsi keanggotaan dingin adalah sebagai berikut

$$\mu_{\text{dingin}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 24 \\ \frac{26-x}{2}, & 24 < x < 26 \\ 0, & x \geq 26 \end{cases}$$

- Rumus matematika dari fungsi keanggotaan sejuk adalah sebagai berikut

$$\mu_{\text{sejuk}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 24 \\ \frac{x-24}{2}, & 24 < x < 26 \\ \frac{29-x}{3}, & 26 < x < 29 \\ 0, & x \geq 29 \end{cases}$$

- Rumus matematika dari fungsi keanggotaan Normal adalah sebagai berikut

$$\mu_{\text{normal}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 26 \\ \frac{x-26}{3}, & 26 < x < 29 \\ \frac{32-x}{3}, & 29 < x < 32 \\ 0, & x \geq 32 \end{cases}$$

- Rumus matematika dari fungsi keanggotaan Panas adalah sebagai berikut

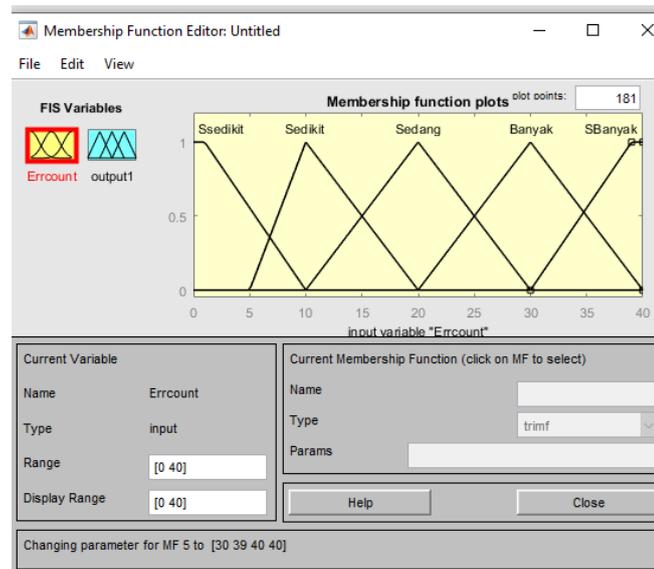
$$\mu_{\text{panas}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 29 \\ \frac{x-29}{3}, & 29 < x < 32 \\ \frac{35-x}{3}, & 32 < x < 35 \\ 0, & x \geq 35 \end{cases}$$

- Rumus matematika dari fungsi keanggotaan Sangat Panas adalah sebagai berikut

$$\mu_{\text{SangatPanas}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 32 \\ \frac{x-32}{3}, & 32 < x < 35 \\ 1, & x \geq 35 \end{cases}$$

Dari rumus-rumus fungsi keanggotaan diatas, maka telah didapatkan nilai dari fungsi keanggotaan dingin, sejuk, normal, panas, dan sangat panas

b. Keanggotaan error temperatur



Gambar 5 Fungsi Keanggotaan Banyaknya Orang

Fuzzifikasi untuk nilai keluaran dari banyaknya orang memiliki 5 kelas anggota yaitu sangat sedikit, sedikit, sedang, banyak dan sangat banyak. Fungsi keanggotaan dari banyaknya orang dapat dilihat pada table 2 dibawah

Tabel 2. Fuzzifikasi Keanggotaan Banyak Orang

Fungsi keanggotaan	Jangkauan Kelas
Sangat Sedikit	0-10
Sedikit	5-20
Sedang	10-30
Banyak	20-40
Sangat banyak	30-40

- Rumus matematika dari fungsi keanggotaan sangat sedikit adalah sebagai berikut

$$\mu_{\text{SangatSedikit}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 5 \\ \frac{10-x}{5}, & 5 < x < 10 \\ 1, & x \geq 10 \end{cases}$$

- Rumus matematika dari fungsi keanggotaan Sedikit adalah sebagai berikut

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 5 \\ \frac{x-5}{5}, & 5 \leq x \leq 10 \\ \frac{20-x}{10}, & 10 \leq x \leq 20 \\ 0, & x \geq 20 \end{cases}$$

- Rumus matematika dari fungsi keanggotaan Sedang adalah sebagai berikut

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 10 \\ \frac{x-10}{10}, & 10 \leq x \leq 20 \\ \frac{30-x}{10}, & 20 \leq x \leq 30 \\ 0, & x \geq 30 \end{cases}$$

- Rumus matematika dari fungsi keanggotaan Banyak adalah sebagai berikut

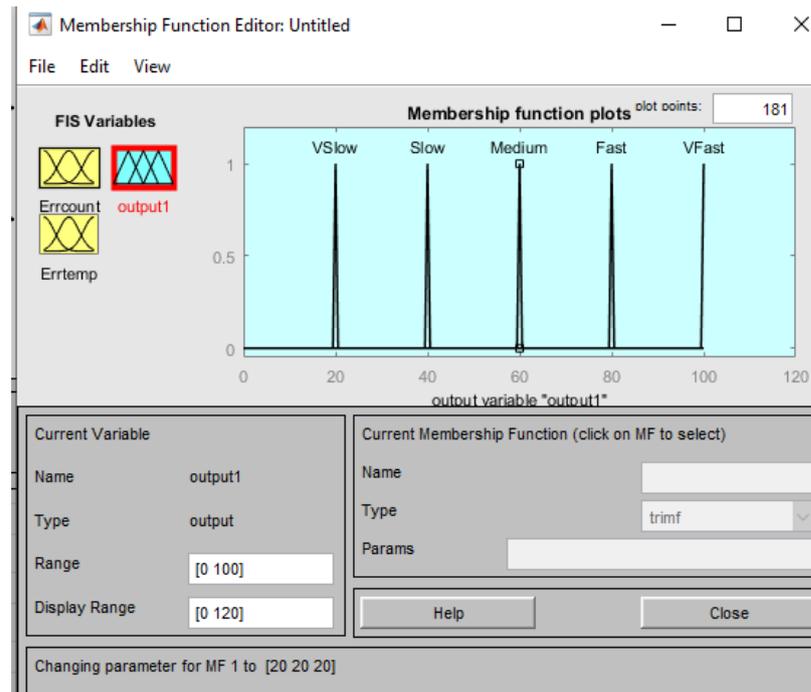
$$\mu_{\text{banyak}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 20 \\ \frac{x-20}{10}, & 20 \leq x \leq 30 \\ \frac{40-x}{10}, & 30 \leq x \leq 40 \\ 0, & x \geq 40 \end{cases}$$

- Rumus matematika dari fungsi keanggotaan Sangat Banyak adalah sebagai berikut

$$\mu_{\text{SangatBanyak}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 30 \\ \frac{x-30}{10}, & 30 \leq x \leq 40 \\ 0, & x \geq 40 \end{cases}$$

Dari rumus-rumus fungsi keanggotaan diatas, maka telah didapatkan nilai fungsi keanggotaan banyaknya orang dengan klasifikasi Sangat sedikit, sedikit, sedang, banyak dan sangat banyak.

Fuzzifikasi untuk nilai keluaran yaitu Fan DC memiliki 5 kelas yang dapat dilihat pada gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6 Fungsi Keanggotaan Fan DC

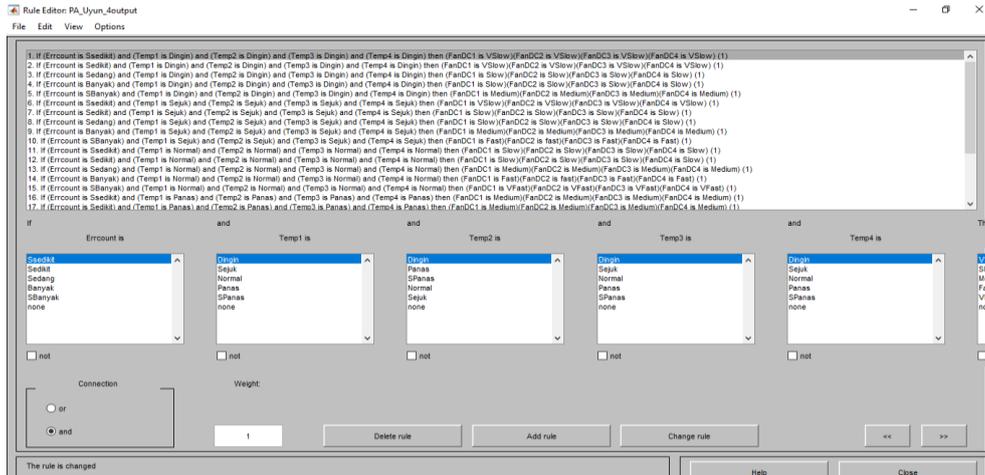
Fungsi keanggotaan pada keluaran Fan DC pada perancangan ini menggunakan fungsi triangular berada pada nilai 20-100 berupa nilai PWM, jangkauan kelas dan fungsi keanggotaan pada Fan DC dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Fuzzifikasi pada Fan DC

Fungsi Keanggotaan	Jangkauan Kelas (PWM)
Vslow	20
Slow	40
Medium	60
Fast	80
VFast	100

2. Mekanisme Inferensi

Dengan nilai tegas (crisp) dari setiap sensor dan nilai tegas (crisp) dari setiap keluaran, maka dapat dibuat aturan dasar untuk sistem tersebut menggunakan aplikasi Matlab seperti yang ditampilkan pada Gambar 7



Gambar 7 Aturan Dasar

Aturan dasar (*Rule base*) ini terdiri dari aturan diantaranya adalah *error* temperatur dingin dan banyaknya orang sedikit maka fan DC akan bergerak *very slow*. Ketika error temperatur dingin dan banyaknya orang sedang maka fan DC akan berberak *slow*.

Penulis membuat data sampel pada sistem *fuzzy* dengan nilai setting point 28°C. Pada fuzzifikasi terjadi maka nilai tegas (*crisp*) mewakili nilai linguistik. Kemudian nilai tersebut disatukan dengan kelas yang ada. Hasil dari fuzzifikasi tersebut ditampilkan pada Tabel 4

Tabel 4. Data Nilai Linguistik Pada Fuzzifikasi

Input	Nilai Input	Nilai Fuzzifikasi
		$\mu_{sejuk} (x=26)$
Temperatur	28°C	$= \frac{x-24}{2}$
		$= \frac{26-24}{2}$
		$= 1$

3. Defuzzifikasi

Tahap defuzzifikasi merupakan langkah terakhir pada sistem fuzzy untuk menghasilkan nilai tegas (*crisp*) yang tepat sebagai nilai keluaran. Berikut ini merupakan contoh perhitungan fungsi keanggotaan dari nilai temperatur. Perhitungan ini menggunakan Metode model *fuzzy* Mamdani dengan Metode *Center of Area* (COA). Rumus Metode COA adalah sebagai berikut ini:

$$COA = \frac{\int_z \mu_A(z)zdz}{\int_z \mu(z)dz} = \frac{Besar\ Momen\ (M)}{Besar\ Area\ (A)} \tag{1}$$

4. Desain Prototipe Yang Digunakan

Desain awal dari sistem prototype lapangan adalah sebuah kotak yang terbuat dari Bahan triplek dipilih untuk digunakan sebagai bahan dasar membuat prototype lapangan futsal. Bahan ini dipilih karena sifatnya yang seperti tembok atau bahan pengganti cor tembok yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Dimensi prototype lapangan futsal dirancang dengan ukuran Panjang 1,2m dan lebar 1m. Desain awal prototype lapangan futsal ditunjukkan dalam penelitian tugas akhir ditunjukkan pada gambar 8 bawah di bawah ini:



Gambar 8 Desain Prototipe Lapangan Futsal

2.4 Desain Sistem Aplikasi Android

Aplikasi Blynk merupakan aplikasi yang didesain untuk mengerjakan pekerjaan IoT [10]. Aplikasi Android pada proyek akhir ini berfungsi untuk menampilkan secara berkala data pada temperature DHT(1), DHT22(2), DHT22(3) dan DHT22(4) serta jumlah orang yang ada di dalam lapangan.

Tampilan halaman depan dari aplikasi Android dapat dilihat pada Gambar 9



Gambar 9 Halaman Pada Aplikasi Blynk

3. Hasil dan Analisis

3.1 Hasil Desain Sistem

Desain mekanik untuk prototype lapangan futsal telah berhasil dibuat. Terdapat 4 buah kipas DC yang ditempatkan di setiap sudut dari triplek dan 4 buah sensor DHT yang diletakkan di dekat kipas DC, kemudian sensor *InfraRed in* diletakkan pada bagian kanan depan dan *InfraRed out* diletakkan di bagian kiri depan. Untuk mensimulasikan panas nya orang digantikan dengan lampu pijar yang letaknya dapat disesuaikan. Hasil desain mekanin ditampilkan pada gambar 10



Gambar 10 hasil Desain Mekanik Prototipe Lapangan Futsal

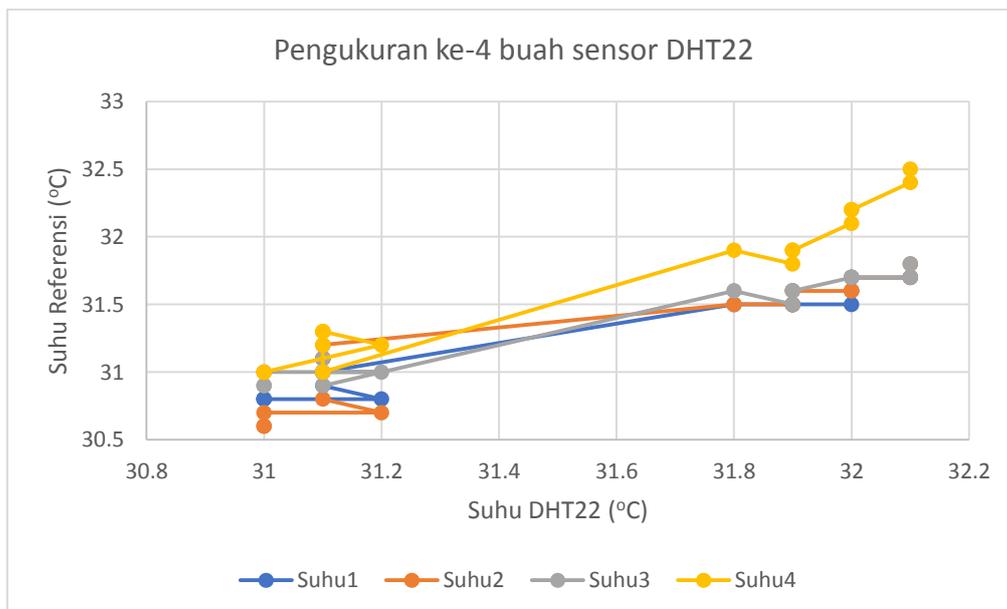
3.2 Pengujian Sensor DHT22

Sensor DHT22 digunakan sebagai pengukur temperatur dan kelembaban pada prototipe lapangan futsal yang digunakan pada penelitian ini. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai temperatur yang ditampilkan sensor DHT22 dengan nilai temperatur dan kelembaban yang ditampilkan oleh *Hygrometer*, sehingga dari kedua data tersebut dapat dihitung nilai *%error* yang terjadi pada sensor DHT22. Pengujian sensor DHT22 dilakukan menggunakan Arduino IDE. Percobaan pengukuran dari ke-4 buah sensor dengan *Hygrometer* ditunjukkan pada gambar 11 dibawah ini



Gambar 11 Pengujian Sensor DHT22

Setelah dilakukan pengukuran pada keempat sensor DHT22, dan *Hygrometer* didapatkan nilai pengukuran yang hampir sama antara sensor 1 sampai 4 yang ditunjukkan pada gambar 12 dibawah ini.



Gambar 12 Hasil Pembacaan Temperatur ke-4 Sensor DHT22

Dari grafik diatas, didapatkan nilai matematis untuk masing-masing sensor DHT 22 yang ke-1

ke-2 ke-3 dan ke-4 yang ditunjukkan oleh persamaan linier (2),(3), (4) dan (5) , Selanjutnya nilai dari persamaan ini digunakan untuk menghitung suhu hitung dan akan dimasukkan ke dalam program Arduino

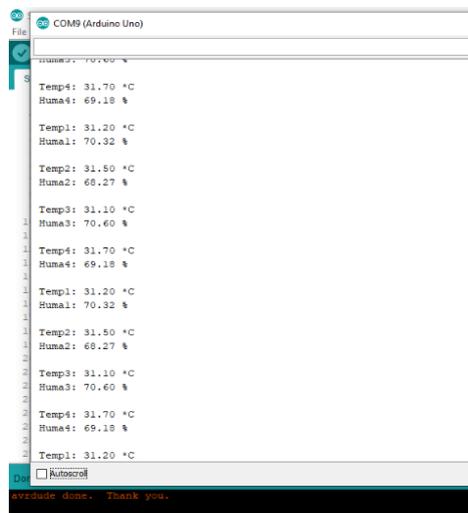
$$Y1 = 1,2693*suhu1 - 8,1356 \quad (2)$$

$$Y2 = 1,0319*suhu2 - 0,7328 \quad (3)$$

$$Y3 = 1,2832*suhu3 - 8,6637 \quad (4)$$

$$Y4 = 0,8343*suhu4 + 5,144 \quad (5)$$

Setelah persamaan diatas dimasukkan pada masing-masing sensor, hasil pembacaan temperatur yang didapatkan tersebut hampir sama. Gambar 13 menunjukkan hasil pembacaan dari ke-4 buah sensor DHT 22 yang sudah di kalibrasi.



Gambar 13 Hasil kalibrasi Temperatur ke-4 Sensor DHT22

3.3 Pengujian Kendali Logika Fuzzy

Pada pengujian sistem ini dilakukan pengujian hasil keluaran sistem menggunakan Arduino IDE dan Matlab. Pengujian ini dibutuhkan oleh penulis agar dapat mengetahui hasil keluaran yang didapatkan oleh Arduino IDE dan Matlab

1. Pengujian menggunakan Matlab

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan fitur *toolbox* logika Fuzzy pada Matlab. Hasil pengujian menggunakan Matlab ditampilkan oleh tabel 5

Tabel 5. Hasil Uji Logika Fuzzy di Matlab

No	Input		Output			
	Banyak Orang	Temperatur (°C)	Fan DC1	Fan DC2	Fan DC3	Fan DC4
1.	20	25	40	40	40	40
2.	0	25	20	20	20	20
3.	15	30	57,5	57,5	57,5	57,5

4.	40	28	93,3	93,3	93,3	93,3
5.	25	32	90	90	90	90

Berdasarkan data pada table 4.6 hasil uji kendali logika Fuzzy di Matlab bahwa ketika banyaknya orang 0 dan temperatur menunjukkan angka 25°C maka akan menghasilkan nilai kecepatan Fan DC1,2,3 dan 4 sebesar 20. Hal tersebut juga sesuai pada tampilan *toolbox* pada Matlab.

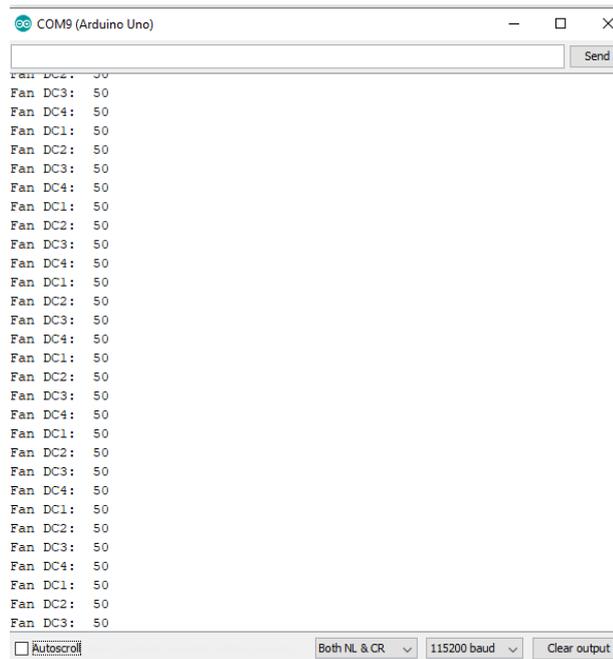
Tampilan toolbox hasil kendali logika *fuzzy* pada sistem yang diujikan menggunakan Matlab dapat dilihat pada gambar 14 dibawah ini.



Gambar 14 Tampilan Toolbox Hasil Uji di matlab

2. Pengujian Menggunakan Arduino IDE

Pengujian sistem kendali logika fuzzy ini dilakukan dengan menggunakan Arduino IDE. Penulis melakukan pengujian menggunakan Arduino IDE agar dapat mengetahui hasil keluaran dari sistem prototipe pengkondisian sirkulasi udara pada lapangan futsal. Hasil data pengujian menggunakan Arduino IDE ditampilkan pada gambar 15



Gambar 15 Tampilan Nilai Keluaran pada FanDC di Serial Number Arduino Uno

Dalam percobaan menggunakan Arduino IDE dengan nilai banyak nya orang sejumlah 10, temperatur ke-1 25°C , temperature ke 2 40°C , temperatur ke-3 29°C dan temperatur ke- 4 sebesar 20°C didapatkan nilai keluaran untuk Fan DC 1,2,3 dan 4 senilai 50 dimana besar nilai yang dihasilkan pada uji Matlab sama dengan hasil uji keluaran pada Arduino. Hasil uji kendali logika fuzzy pada Arduino IDE ditampilkan pada tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Hasil uji kendali logika Fuzzy di Arduino IDE

No	Input				Output				
	Orang	Temp1 ($^{\circ}\text{C}$)			Fan DC				
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	0	0	0	0	0	20	20	20	20
2.	10	25	40	29	30	50	50	50	50
3.	0	40	40	40	40	75	75	75	75
4.	40	32	28	33	30	50	50	50	50
5.	40	40	40	40	40	90	90	90	90

Berdasarkan table 6 dapat diketahui bahwa nilai keluaran dari Arduino IDE sesuai dengan nilai keluran ketika menggunakan matlab.

3.4 Pengujian Panas Lapangan Menggunakan Lampu Pijar

Untuk mensimulasikan panas lapangan futsal secara *real* atau mendekati kondisi lapangan

aslinya maka digunakan lampu pijar yang dihubungkan dengan dimmer analog. Untuk membandingkan data asli dan simulasi maka dilakukan pengukuran suhu dan kelembaban udara di Arena futsal Zuper dengan menggunakan *hygrometer*. Arena Futsal Zuper ini memiliki 2 lapangan Tabel 7 dibawah ini adalah data suhu lapangan yang diambil pada Sabtu, 3 Desember 2022 pukul 13.14 wib- 13.37 wib Zuper Futsal 2 yang terletak di Keputih, Sukolilo Surabaya

Tabel 7. Kondisi Temperatur Lapangan Futsal

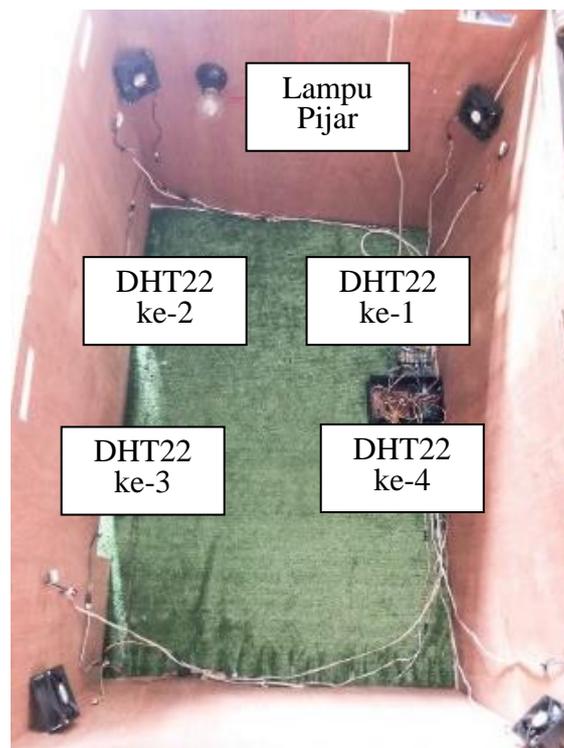
No	Suhu (°C)	Posisi
1.	32,6°C	Bagian Depan Lapangan
2.	33,0°C	Kanan Depan
3.	34,1°C	Kiri & Kanan Belakang
4.	35,5°C	Kiri Depan

Dari data diatas, dapat disimpulkan bahwa kondisi temperatur pada lapangan futsal mengalami perbedaan di setiap sudut lapangan nya, oleh karena itu pada prototipe digunakan 4 buah sensor sensor DHT22 yang diletakkan di setiap sudut triplek dan dibuat simulasi panas dengan lampu pijar.

3.5 Pengujian Penerapan keseluruhan Sistem

Pengkondisian Sirkulasi Udara Pada prototipe Lapangan Futsal dilakukan guna mengetahui bahwa penelitian ini telah berhasil dibuat dan mencapai tujuan yang diinginkan.

Pada pengujian ini digunakan 2 buah panas dari bola lampu pijar sebagai simulasi panas dari jumlah orang yang diletakkan di sensor DHT22 ke-3 dan sensor DHT22 ke-4 yang bersumber dari lampu pijar, gambaran simulasi tersebut ditunjukkan pada gambar 16



Gambar 16 Simulasi Sistem Keseluruhan

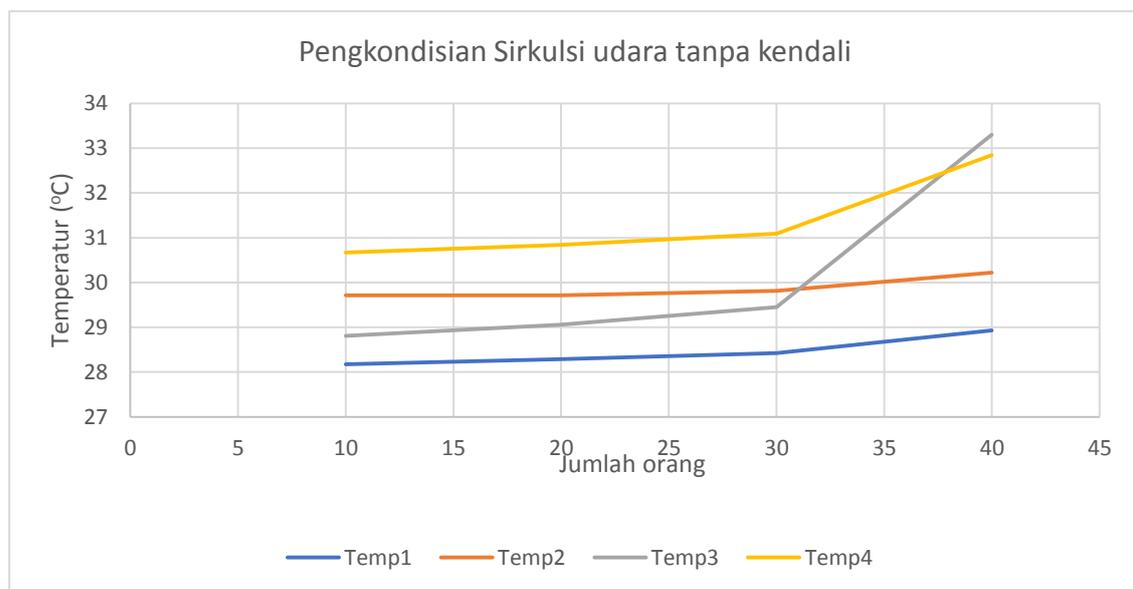
1. Pengujian Tanpa Menggunakan Kendali

Pada pengujian pertama dilakukan tanpa menggunakan kendali dengan menggunakan 2 buah panas pada sensor DHT ke-3 dan sensor DHT ke-4 yang bersumber dari lampu pijar. Data pengukuran tersebut dapat dilihat pada tabel 8

Tabel 8. Data Pengukuran tanpa menggunakan kendali

Jumlah orang	Temp1 (°C)	Temp2 (°C)	Temp3 (°C)	Temp4 (°C)	Rat-Rata (°C)
10	28,17	29,71	28,81	30,67	29,34
20	28,29	29,71	29,06	30,84	29,47
30	28,42	29,81	29,45	31,09	29,69
40	28,93	30,22	33,3	32,84	31,32

Dari data pengukuran suhu diatas yaitu pengukuran dengan menggunakan 2 faktor panas tanpa menggunakan kendali dapat dilihat bahwa pada temperature 3 dan 4 yang diberi panas oleh lampu pijar mengalami kenaikan suhu yang signifikan. Dibawah ini merupakan gambar grafik 17 dari pengukuran suhu tanpa kendali



Gambar 17. Pengkondisian sistem sirkulasi udara tanpa kendali

Dari grafik yang disajikan diatas, dengan memberikan simulasi panas pada sensor temperature DHT22 ke-3 dan DHT22 ke-4 dapat terlihat bahwa suhu akan semakin meningkat dan mengalami kenaikan, sehingga akan mengakibatkan suhu pada lapangan futsal akan sangat panas.

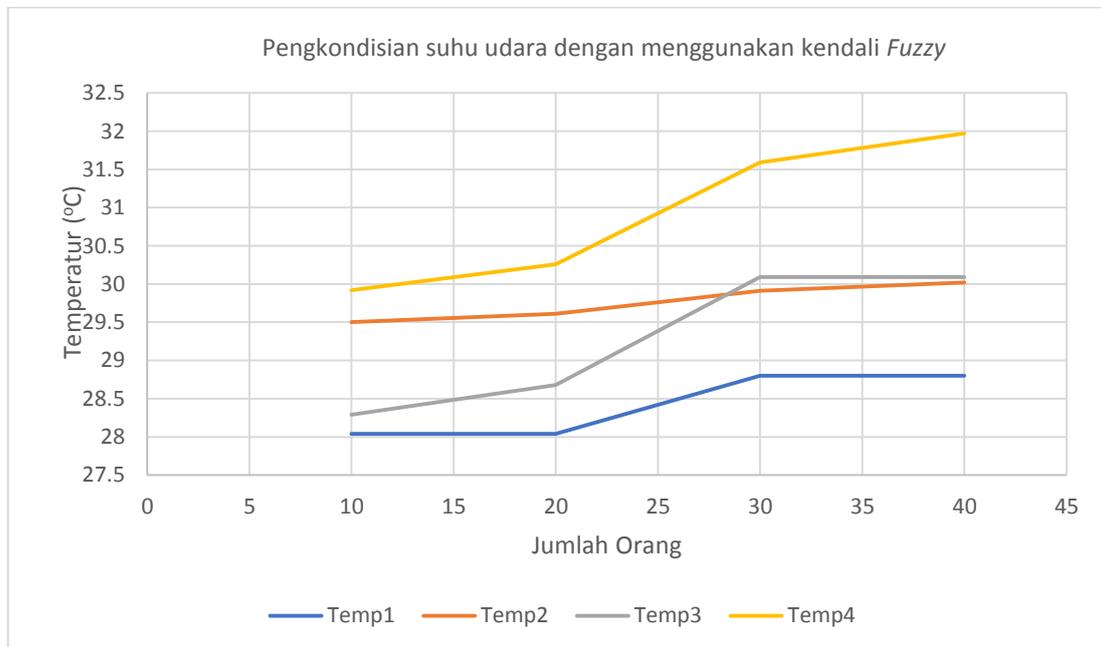
2. Pengujian Dengan Kendali Fuzzy

Tabel 9 dibawah ini merupakan pengujian dengan menggunakan kendali *Fuzzy* untuk mengkondisikan sirkulasi udara pada lapangan futsal

Tabel 9. Data Pengukuran dengan menggunakan kendali *fuzzy*

Jumlah orang	Temp1 (°C)	Temp2 (°C)	Temp3 (°C)	Temp4 (°C)	Rata-Rata(°C)
10	28,04	29,5	28,29	29,92	28,93
20	28,04	29,61	28,68	30,26	29,14
30	28,8	29,91	30,09	31,59	30,09
40	28,8	30,02	30,09	31,97	30,22

Dari data pengukuran suhu diatas yaitu pengukuran dengan menggunakan 2 faktor panas dengan menggunakan kendali dapat dilihat bahwa pada temperature 3 dan 4 yang diberi panas oleh lampu pijar mengalami kestabilan. Dibawah ini merupakan gambar grafik 18 dari pengukuran suhu dengan kendali.

**Gambar 18. Pengkondisian dengan menggunakan kendali *fuzzy***

Dari percobaan pengendalian sirkulasi udara dengan menggunakan kendali logika *fuzzy* dimana pada sensor temperature DHT ke-3 dan DHT22 ke-4 mengalami penurunan.

4. Kesimpulan

Pada penelitian prototipe sistem pengkondisian sirkulasi udara pada lapangan futsal mini berjalan dengan baik ketika menggunakan metode *fuzzy* dibandingkan tanpa menggunakan kendali. Nilai pembacaan rata-rata tanpa kendali pada jumlah orang 10 sebesar 29,34°C, pada jumlah orang sebesar 29,47°C, pada jumlah orang 30 sebesar 29,69°C, pada jumlah orang 40 sebesar 31,32°C. Sedangkan jika digunakan kendali logika *fuzzy* nilai temperatur pada jumlah orang 10 sebesar 28,93°C, pada jumlah orang 20 sebesar 29,14°C, pada jumlah orang 30 sebesar 30,09°C dan pada

jumlah orang 40 sebesar 30,22°C.

Daftar Pustaka

R. Djalante *et al.*, “Review and analysis of current responses to COVID-19 in Indonesia: Period of January to March 2020,” *Prog. Disaster Sci.*, vol. 6, 2020.

A. Camelia, “Sick Building Syndrome Dan Indoor Air Quality,” *Ilmu Kesehat. Masy.*, vol. 2, no. 2, pp. 79–84, 2011.

E. Gratia, I. Bruyère, and A. De Herde, “How to use natural ventilation to cool narrow office buildings,” *Build. Environ.*, vol. 39, no. 10, pp. 1157–1170, 2004.

A. Ratnasari and I. S. Asharhani, “Aspek Kualitas Udara, Kenyamanan Termal Dan Ventilasi Sebagai Acuan Adaptasi Hunian Pada Masa Pandemi,” *Arsir*, p. 24, 2021.

A. Sarinda, Sudarti, Subiki, and M. Program, “Analisis Perubahan Suhu Ruangan terhadap Kenyamanan Termal di Gedung 3 FKIP Universitas Jember 1,” *J. Pembelajaran Fis.*, vol. 6, no. 3, pp. 305–311, 2017.

A. Alkausar and M. B. Susetyarto, “Analisis Kondisi Kenyamanan Termal Pada Ruangan Dalam Rumah Banjar Balai Bini Di Tepian Sungai Kuin Utara, Banjarmasin,” *J. Penelit. Dan Karya Ilm. Lemb. Penelit. Univ. Trisakti*, vol. 4, no. 2, pp. 91–97, 2019.

W. Setiady and Y. B. A. Apatya, “Design Design the temperature and humidity classification of the workspace by using a decision tree model.,” *Electro Luceat*, vol. 6, no. 2, pp. 169–178, 2020.

Muhyiddin, “Covid-19, New Normal, dan Perencanaan Pembangunan di Indonesia,” *J. Perenc. Pembang. Indones. J. Dev. Plan.*, vol. 4, no. 2, pp. 240–252, 2020.

L. Roihah, “Analisis Standarisasi Pada Lapangan Futsal Metro,” pp. 301–310, 2008.

Q. Fitriyah, T. V. Putri, A. W. P, and M. P. E. W, “Pemanfaatan Aplikasi Blynk Sebagai Alat Bantu Monitoring,” *Pros. Semin. Nas. NCIET*, vol. 1, no. C, pp. 84–92, 2020.