



Embedded System

Rancang Bangun Pelembab Udara Ruangan (*Humidifier*) berbasis Mikrokontroler

Aina Nurul Fitri¹, Dodon Yendri*²,

^{1,2}Departemen Teknik Komputer, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Diterima Redaksi: 5 Januari 2023
 Revisi: 30 April 2023
 Ditebitkan Online: 30 April 2023

KEYWORDS

Humidity, Humidifier, DHT11, Ultrasonik, Passive Infrared Sensors

CORRESPONDENCE

E-mail: dodon@fti.unand.ac.id

ABSTRACT

A comfortable room becomes a necessity and even an absolute obligation. Room air quality is very important as a microenvironment related to the risk of air pollution. Air humidity is one of the factors that affect the physical quality of room air. Humidity that is too high or low can cause the growth of micro-organisms. The ideal room air humidity is in the range of 40% -60% Rh recommended by the regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia number 1077/MENKES/PER/V/2011. humidifier is a device used for humidifying rooms that works by spraying water vapor into the air. Using humidifier not only makes the air fresh but can also help deal with irritations triggered by dry air such as dry skin, runny nose and sore throat. Therefore, a Humidifier system is designed that starts automatically which can detect room humidity, detect people and monitor the water level in the system and display information results on the LCD and applications. This study uses a DHT11 sensor to detect room humidity, a PIR sensor to detect a person's presence, an ultrasonic sensor to detect the water level in the container and displays sensor data on the Android application. From this research, the system can successfully activate and deactivate the ultrasonic mist maker based on the results of measuring room humidity using the DHT11 sensor with a success percentage of 98.99%. The system successfully detects people's movements using a passive infrared sensor within a distance of 150 cm with an angle range of 40 ° to 140 °. As well as measuring the water level using an ultrasonic sensor with a success rate of 99.85% and successfully giving a warning in the form of activating a buzzer with a percentage success rate of 100%.

1. PENDAHULUAN

Banyak aktivitas yang dilakukan di dalam ruangan membuat kita hampir menghabiskan waktu sekitar 90% di dalam ruangan seperti rumah, sekolah, kantor dan bangunan umum. Kualitas udara ruangan menjadi sangat penting sebagai lingkungan mikro yang berkaitan dengan resiko dari pencemaran udara. Pencemaran udara ruangan dipengaruhi oleh kualitas biologi, kualitas kimiawi dan kualitas fisik udara dalam ruangan [1]. Ruangan yang nyaman menjadi sebuah kebutuhan bahkan sebuah kewajiban mutlak yang ada. Kenyamanan terdiri dari kenyamanan psikis dan kenyamanan fisik. Kenyamanan psikis terkait dengan kenyamanan kejiwaan yang terukur secara subjektif. Sedang kenyamanan fisik dapat terukur secara objektif (kuantitatif) yang meliputi kenyamanan *spasial*, *visual*, *audial* dan *termal*. Kenyamanan *termal* merupakan salah satu unsur kenyamanan yang sangat penting karena menyangkut kondisi ruangan yang nyaman. Kenyamanan *thermal* meliputi kelembaban, temperature udara dan kecepatan aliran udara [2]. Kelembaban yang terlalu tinggi maupun rendah dapat menyebabkan suburnya pertumbuhan mikroorganisme. Standar kualitas kelembaban udara ruangan yang baik di anjurkan oleh peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor

1077/MENKES/PER/V/2011 tentang pedoman penyehatan udara dalam ruangan, berada pada rentang 40%-60% Rh. Sedangkan untuk kelembaban ruangan pekerja perkantoran tercantum pada peraturan Menteri Republik Indonesia nomor 48 tahun 2016 tentang Standar Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Perkantoran juga menganjurkan bahwa kelembaban ruangan kerja berada pada rentang 40%-60%. Penggunaan AC (*air conditioner*) dalam kehidupan sehari hari untuk pendingin ruangan dapat menyebabkan rendahnya kelembaban udara dan menyebabkan terjadi gangguan kesehatan seperti mata kering [3]. Juga dapat menimbulkan fenomena *Sick Building Syndrom* (SBS) yang merupakan akumulasi dari berbagai permasalahan kesehatan yang disebabkan kualitas udara diantaranya bersin dan kulit kering [4]. Kondisi kulit yang terlalu kering menimbulkan efek bersisik pada kulit sehingga menyebabkan kulit menjadi mudah iritasi. Dampak pemakaian AC secara terus menerus digunakan bisa di minimalisir dengan penggunaan *humidifier*. *Humidifier* merupakan alat yang digunakan untuk pelembab ruangan yang bekerja dengan cara menyemprotkan uap air ke udara. Penggunaan *humidifier* tidak hanya membuat udara segar tetapi juga dapat membantu mengatasi iritasi yang dipicu oleh udara kering seperti kulit kering, pilek hingga sakit tenggorokan [5]. Untuk menjaga kelembaban ruangan ideal dibutuhkan sistem

untuk *monitoring* kelembaban udara ruangan tersebut. Pada penelitian [6] pengontrolan ruangan berfokus terhadap suhu ruangan dengan menggunakan sensor DHT11 sebagai pendeteksi suhu, sistem yang dirancang masih menggunakan tombol *on/off* secara manual untuk menghidupkan sistem tersebut. Pada penelitian selanjutnya [7] yaitu perancangan alat *diffuser* berbasis IOT, alat yang dirancang bertujuan untuk pewangi ruangan dengan memperhatikan kelembaban untuk melakukan penyemprotan serta penginformasian suhu dan kelembaban serial monitor dan web server. Pada penelitian [8] perancangan sistem pengontrol kelembaban udara yang akan mengaktifkan *humidifier* saat kelembaban berada di bawah batas yang ditentukan ($\leq 81\%$) dan mengaktifkan kipas DC saat kelembaban berada di atas batas yang ditentukan ($\geq 85\%$). Dari penelitian di atas tidak terdapat *monitoring* air yang dilakukan untuk mendeteksi ketinggian air yang ada pada sistem. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penulis mengangkat topik tugas akhir dengan judul “*Rancang Bangun Pelembab Ruangan (Humidifier) berbasis Mikrokontroler*”. Dalam perancangannya sistem aktif ketika sensor DHT 11 mengukur kelembaban ruangan dalam batas ideal (40% - 60% Rh). *Ultrasonic mist maker* akan aktif untuk menaikkan kelembaban serta akan berhenti bekerja jika kelembaban yang terdeteksi $>60\%$ dan notifikasi akan muncul di smartphone pengguna. Untuk *monitoring* air dalam sistem dilakukan dengan memberikan tanda bunyi dari buzzer bahwa pendeteksian sensor ultrasonik mendeteksi jumlah air pada sistem sudah berkurang. Informasi data sistem dapat diketahui pengguna melalui aplikasi dan LCD.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kelembaban

Kelembaban merupakan tingkatan kebasahan udara dimana jumlah air yang terkandung di udara yang dinyatakan dengan persentase nisbi atau relatif terhadap titik jenuhnya. Satuan kelembaban yang umum digunakan adalah Rh (*Relative Humidity*) yang nilai dinyatakan dalam bentuk persentase. Kelembaban yang terlalu tinggi maupun rendah dapat menyebabkan suburnya pertumbuhan mikroorganisme. sehingga harus dijaga pada kisaran 40% hingga 60% [9]. Alat pengukur kelembaban udara adalah *hygrometer*. Kelembaban udara ada 2 jenis sebagai berikut [10]:

1. Kelembaban relative (nisbi)

Kelembaban relative adalah perbandingan antara massa uap air yang terkandung dalam satu satuan volume udara dengan massa uap air maksimum yang dapat dikandung pada suhu dan tekanan yang sama. Dimana satuan dari *Relative Humidity* dinyatakan dalam bentuk %.

2. Kelembaban mutlak (absolut)

Kelembaban mutlak merupakan massa uap air yang terkandung dalam satu satuan udara yang dinyatakan dalam satuan gram/m³.

2.2 Humidifikasi

Humidifikasi adalah prosesnya perpindahan air dari fase cair masuk ke dalam campuran gas (udara dan uap air), atau merupakan suatu proses pelembaban. Humidifikasi terjadi melalui pada saat proses kontak antara air dan udara. Mekanisme terjadinya humidifikasi yaitu pada awalnya terjadi kontak antara cairan dan uap air-udara, kemudian terjadi perpindahan massa

antara cairan dan uap- air udara dimana uap air-udara tidak larut pada cairan tersebut [7].

2.3. Ultrasonik Mist Maker

Ultrasonic mist maker merupakan sebuah alat untuk menambah jumlah air di udara dalam suatu ruangan dengan mengubah air menjadi uap. Fungsi utama dari *ultrasonic mist maker* yaitu untuk mempertahankan suatu ruangan agar tetap dalam keadaan lembab. Cara kerja dari alat ini yaitu ketika diafragma ultrasonik bergetar pada frekuensi yang sangat tinggi akan memecah air menjadi tetesan halus yang keluar sebagai kabut dingin dan dapat mengubahnya kembali menjadi uap air [11]. Alat ini dapat aktif bekerja pada tegangan 5 V.



Gambar 1. Ultrasonik Mist Maker [7]

2.4. ESP32

ESP32 mencakup perangkat keras berupa *System On Chip*. ESP32 dengan sistem SoC berbiaya dan berdaya rendah dengan *WiFi* mode ganda dan kemampuan bluetooth. Dirancang untuk perangkat seluler, perangkat elektronik yang dapat dikenakan, dan aplikasi IoT [12].



Gambar 2. ESP32 [12]

ESP32 memiliki spesifikasi seperti yang ditampilkan pada tabel 1 [12].

Tabel 1. Spesifikasi ESP32

Microprocessor Xtensa Dual-Core	32 Bit LX6
Freq Clock	up to 240 MHZ
SRAM	520 kB
Flash memory	4 MB
WiFi transceiver	11b/g/n
Bluetooth	4.2/BLE
GPIO	48 pin
channel ADC (Analog to Digital Converter)	15 pin
PWM (Pulse Width Modulation)	25 pin
channel DAC (Digital to Analog Converter)	2 pin

2.5. Sensor DHT11

Sensor DHT-11 memiliki dua fungsional yaitu sebagai sensor suhu dan sensor kelembaban, dan *outputnya* berupa data digital. Memiliki fitur kalibrasi nilai pembacaan suhu dan kelembaban yang cukup akurat pembacaan data *sensing* yang lebih responsif yang memiliki kecepatan dalam hal *sensing* objek suhu dan kelembaban. Penyimpanan data kalibrasi tersebut terdapat pada memori program OTP. Jangkauan pengukuran temperatur dari sensor ini adalah 0-50°C dan jangkauan pengukuran kelembaban relatif sebesar 20-90%. Sensor DHT11 membutuhkan catu daya sebesar 3 sampai 5,5 Volt DC. Keakuratan untuk kelembaban

relatifnya sebesar $\pm 4\%$ dan keakuratan untuk temperatur sebesar $\pm 2^\circ\text{C}$ [13].



Gambar 3. Sensor DHT11[13]

2.6. Sensor Passive Infrared

Sensor *Passive Infrared* (PIR) merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi pancaran sinar infra merah dari suatu objek. Sensor PIR dapat mendeteksi pancaran dari berbagai objek karena semua objek memancarkan energi radiasi, semakin panas suatu objek maka semakin banyak juga energi radiasi yang dipancarkan. Sensor ini tidak memancarkan sinar infra merah namun hanya dapat menerima pancaran sinar infra merah dari luar dengan membandingkan pancaran inframerah yang diterima setiap satuan waktu, sehingga jika ada pergerakan maka akan terjadi perubahan pembacaan sensor [14]. Sensor PIR memiliki dua slot slot yang terbuat dari bahan khusus yang sensitif terhadap radiasi. Saat sensor dalam keadaan diam, kedua slot akan mendeteksi jumlah radiasi yang terpancar dari ruangan, dinding, atau luar ruangan. Ketika manusia atau hewan yang memiliki tubuh yang hangat melewati sensor PIR, maka menyebabkan perubahan *diferensial* positif antara dua bagian. Ketika meninggalkan area jangkauan, maka menghasilkan perubahan *diferensial* negatif [15].



Gambar 4. Sensor Passive Infrared [14]

2.7 Sensor Ultrasonik (HC-SR04)

Sensor Ultrasonik (HC-SR04) adalah sensor yang berfungsi pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik dengan mengubah besaran fisis (suara) menjadi besaran listrik maupun sebaliknya yang dikonversi menjadi jarak. Prinsip kerja sensor ultrasonik yaitu pantulan gelombang suara digunakan untuk mendefinisikan atau jarak suatu objek dengan frekuensi tertentu. Jenis objek yang dapat diindranya adalah zat padat, zat cair dan butiran. Kemampuan sensor ultrasonik dalam mengukur jarak benda dari 2cm – 400 cm dengan tingkat presisi sebesar 3 mm dan sudut yang dapat dideteksi mencapai 15° [16].



Gambar 5. Sensor Ultrasonik HC-SR04 [16]

2.8 LCD Monitor 16 x 2

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan alat elektronika yang berfungsi untuk menampilkan *output* data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik sebuah sistem dengan cara membentuk suatu citra atau gambaran pada sebuah layar. Dengan menggunakan kristal cair (*liquid crystal*) untuk menghasilkan gambar yang terlihat. LCD merefleksikan dan mentransmisikan cahaya yang melewatinya. Sehingga, LCD memerlukan *backlight* atau Cahaya latar belakang untuk sumber cahayanya. Penggunaan

LCD 16x2 untuk menampilkan 32 karakter terdiri dari 2 baris dengan tiap baris menampilkan 16 karakter [17].



Gambar 6. LCD Monitor 16x2 [17]

2.9 Relay

Relay merupakan rangkaian elektronika yang digunakan untuk mengendalikan sesuatu dari jarak jauh. Relay terdiri dari empat komponen yaitu *Electromagnet (Coil)*, *Armature*, *Switch Contact Point* (Saklar) dan *Spring*. Relay menggunakan prinsip elektromagnetik yang bertujuan untuk menggerakkan kontak saklar sehingga hanya dengan arus listrik yang rendah (*low power*) masih dapat menghantarkan arus listrik yang bertegangan lebih tinggi [18]. Dimana kemagnetan yang dihasilkan oleh kumparan *coil* yang diberi arus listrik. Ketika *coil* mendapat energi listrik, maka akan timbul gaya *elektromagnet* yang akan menarik *armature* yang berpegas, dan *contact* akan menutup dimana medan magnet dibangkitkan di sekitar kumparan sehingga mengubah posisi sakelar pada relay, yang menghasilkan arus yang lebih besar [19].



Gambar 7. Relay [19]

Karakteristik relay [20]:

- 1) Impedansi kumparan biasanya ditentukan oleh ketebalan dan jumlah lilitan kawat yang digunakan. Umumnya, dibutuhkan 1-50K Ω agar impedansi mendapatkan konduktivitas yang baik.
- 2) Daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan relaysamadengan nilai tegangan dikalikan arus.
- 3) Jumlah kontak jangkar dapat membuka dan menutup lebih darisatu kontak pada satu waktu, tergantung pada jenis kontak dan relay. Jarak antara kontak menentukan tegangan maksimum yang diperbolehkan antar kontak.

2.10 Buzzer

Buzzer merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi suara. Buzzer difungsikan sebagai alarm sinyal [21].



Gambar 8. Buzzer [21]

2.11 Arduino IDE

Arduino IDE atau *Integrated Development Environment* merupakan *software* yang dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. Arduino IDE *software* terdiri dari beberapa fitur seperti editor program, *uploader* dan *compiler*. Editor program yaitu memungkinkan pengguna untuk menulis dan meng-edit program dalam bahasa *processing*. *Compiler* berfungsi sebagai mengubah kode program menjadi bahasa mesin, dimana *mikrokontroler* tidak dapat memahami bahasa pemrosesan, yang dipahami *mikrokontroler* adalah Bahasa mesin atau kode biner. Pada *compiler* program yang ditulis dalam bentuk file*.hex. *Uploader* yaitu sebuah modul

yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori *board* Arduino [22].



Gambar 9. Arduino IDE

2.12 Kodular

Kodular merupakan situs web yang menyediakan berbagai macam *tools* yang hampir sama dengan App Inventor yang mana digunakan untuk membuat aplikasi pada *android* dengan menggunakan *block programming*. Kelebihan dari kodular yaitu menyediakan fitur yang disebut *kodular store* dan *kodular extension IDE* yang mana bisa mempermudah *developer* dalam mengupload aplikasi *Android* ke *kodular store*. Pada kodular juga bisa melakukan *customisasi* tema sesuai dengan keinginan pembuat aplikasi, tujuannya agar nyaman dalam menggunakan situs tersebut untuk membuat aplikasi *android* [23].



Gambar 10. Website Kodular

2.13 Firebase

Firebase merupakan suatu layanan dari Google yang digunakan untuk mempermudah para pengembang dalam mengembangkan aplikasi. Dua fitur yang menarik dari Firebase yaitu *Remote Config* dan *Firestore Database*. Selain itu terdapat fitur pendukung untuk aplikasi yang membutuhkan pemberitahuan yaitu *Cloud Messaging*. *Firestore Database* merupakan fitur *database* yang tersedia untuk aplikasi *realtime*. Ketika data berubah, maka aplikasi yang terhubung dengan Firebase akan memperbaharui secara langsung melalui setiap perangkat baik website ataupun *mobile* [24].

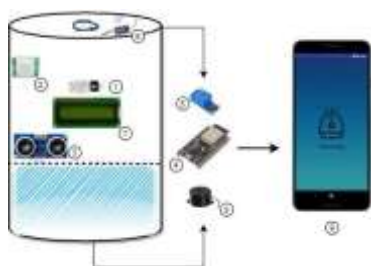


Gambar 11. Firebase

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Rancangan Umum Sistem

Rancangan umum sistem ini berisi tentang bagaimana gambaran sistem secara keseluruhan.

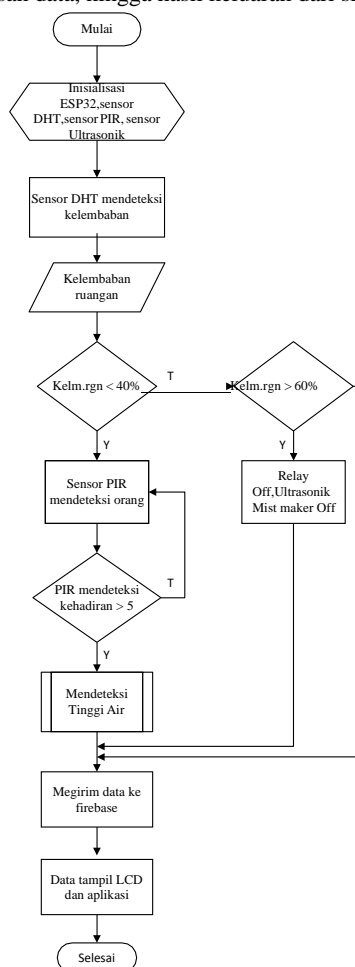


Gambar 12. Rancangan Umum Sistem

Pada gambar 12, terdapat tiga indikator *input* yakni sensor kelembaban DHT11, sensor *passive infrared* dan sensor ultrasonik. *Input* dari masing-masing sensor nantinya akan diproses oleh *mikrokontroler* ESP32. Keluaran dari sistem ini berupa *ultrasonik mist maker*, LCD, buzzer dan notifikasi aplikasi. Dimana sensor DHT11 digunakan untuk mengukur kelembaban ruangan, apakah kelembaban ruangan berada di di batas ideal atau tidaknya. Sensor *passive infrared* digunakan untuk mendeteksi keberadaan seseorang melalui pergerakan orang tersebut. Untuk sensor ultrasonik akan mengukur ketinggian air yang tersedia pada sistem. Hasil pengukuran masing-masing sensor akan dikirim dan diproses ke ESP32 sebagai *mikrokontroler* untuk mengeksekusi data input dan memberikan keluaran berupa mengaktifkan *ultrasonik mist maker* dengan menggunakan *relay* untuk menaikkan kelembaban dengan mengubah air menjadi uap. Buzzer digunakan sebagai peringatan dengan mengeluarkan bunyi bahwa sistem mengalami kendala dalam jumlah air pada sistem berkurang. Untuk menampilkan informasi data pada sistem menggunakan LCD dan aplikasi *android* yang terhubung dengan *firebase*.

3.2. Rancangan Umum Proses

Pada rancangan umum proses akan menjelaskan rancangan dari program pada sistem yang akan bekerja, dilanjutkan dengan pemrosesan data, hingga hasil keluaran dari sistem.

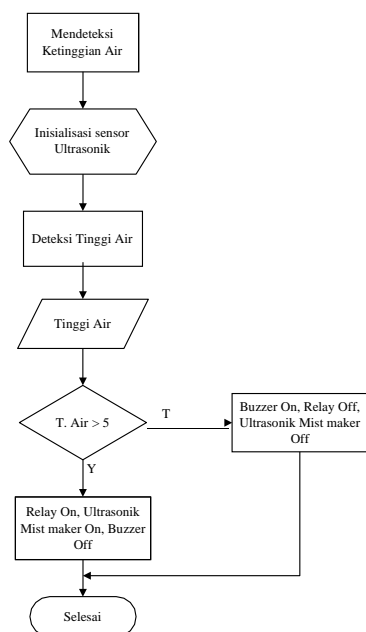


Gambar 13. Flowchart rancangan umum proses

Pada gambar 13 dapat dilihat alur program pada rancangan proses. Proses dimulai dengan penginisialisasian sensor DHT11,

sensor Ultrasonik HC-SR04. Sistem akan bekerja saat sensor DHT11 mendeteksi kelembaban ruangan.. Nilai kelembaban ruangan yang didapatkan menjadi input pada proses pengkondisian, jika nilai kelembaban $\leq 40\%$ Rh. Selanjutnya sensor PIR mendeteksi keberadaan seseorang didalam ruangan, jika pendeteksian counter sensor > 5 maka sistem akan berlanjut pada tahap memonitoring air namun jika pendeteksian sensor < 5 maka sistem akan berlanjut pada tahap pendeteksian orang oleh sensor PIR. Sistem akan membaca nilai sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian air dan melakukan *monitoring* terhadap pengukuran air pada sistem. Jika nilai kelembaban yang didapatkan $\geq 60\%$ Rh maka *relay* dan *ultrasonik mist maker* dalam keadaan *off* dan menampilkan informasi kepada pengguna melalui LCD dan aplikasi android.

3.3. Rancangan Sub Proses Ketinggian Air



Gambar 14. Flowchart Rancangan Sub Proses ketinggian air

Pada gambar 14 merupakan proses bagaimana alur program untuk pedeteksian air pada sistem. Penginisialisasi sensor ultrasonik HC-SR04 kemudian sensor akan mendeteksi ketinggian air. Nilai ketinggian air yang didapatkan akan menjadi input pada proses pengkondisian. Jika pengkondisian ketinggian air yang didapatkan > 5 cm maka sistem akan melanjutkan proses berikutnya. Selanjutnya sistem akan mengaktifkan relay dan *ultrasonik mist maker* aktif untuk menaikkan kelembaban ruangan dan buzzer dalam keadaan off. Dimana data kelembaban ruangan dan jumlah air yang tersedia akan ditampilkan pada LCD dan aplikasi. Sebaliknya jika ketinggian air < 5 cm sistem akan mengnonaktifkan relay, *ultrasonik mist maker* dan mengaktifkan buzzer dan menampilkan informasi penambahan air kepada pengguna melalui LCD dan aplikasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

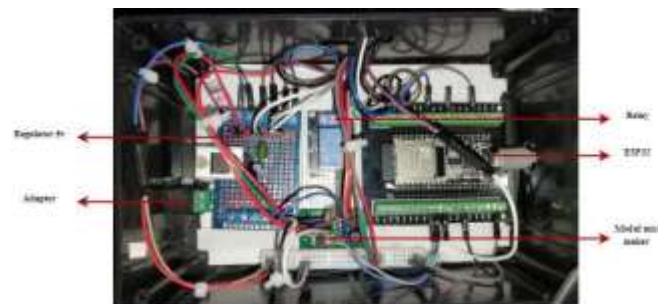
4.1. Implementasi Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan pada sistem terdiri dari ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor DHT11, sensor Ultrasonik HC-SR04, buzzer, LCD, Ultrasonik Mist Maker, relay dan

komponenn pendukung lainnya. Implementasi perangkat keras pada sistem ini diperlihatkan pada gambar 15 bagian a dan b:



Bagian a. Alat tampak depan dan tampak dalam



Bagian b. Kotak Alat

Gambar 15. Pengimplementasian Perangkat keras

Berikut penjelasan pada gambar 15:

- ESP32, digunakan sebagai mikrokontroler yang memproses seluruh kerja dari sistem pendeteksi kelembaban ruangan.
- Sensor DHT11, digunakan untuk mengukur kelembaban ruangan.
- Sensor passive infrared, digunakan untuk mendeteksi pergerakan manusia di dalam ruangan.
- Sensor ultrasonik HC-SR04, digunakan untuk mengukur ketinggian air pada sistem.
- Relay, digunakan untuk mengalirkan dan memutuskan arus listrik pada *ultrasonik mist maker*.
- Ultrasonik mist maker*, digunakan untuk menyemprotkan air dalam bentuk uap.
- Buzzer, digunakan untuk peringatan bahwa sistem mengalami kendala.
- LCD, digunakan untuk menampilkan data tentang sistem.
- Regulator, digunakan untuk menurunkan tegangan 12V menjadi 5V
- Adaptor, digunakan untuk mengubah arus AC menjadi arus DC sebesar 12V

4.2. Pengujian dan Analisa

Pengujian Sensor DHT11

Pengujian ini dilakukan untuk melihat keakuratan dari sensor DHT11 dengan membandingkan tingkat akurasi dari alat ukur hygrometer berdasarkan kelembaban ruangan. Diuji keakuratannya sesuai dengan tabel 2:

Tabel 2. Pengujian Sensor DHT11

Percobaan ke	Hygrometer Humy (%)	DHT11 Humy (%)	Selisih	Error %
1	36	37	1	2,78

2		37	1	2,78
3		36	0	0
4		36	0	0
5		36	0	0
6	40	40	0	0
7		40	0	0
8		39	1	2,5
9		39	1	2,5
10		40	0	0
11	55	57	2	3,64
12		57	2	3,64
13		55	0	0
14		55	0	0
15		55	0	0
16	60	60	0	0
17		60	0	0
18		60	0	0
19		58	2	3,33
20		59	1	1,67
21	80	81	1	1,25
22		81	1	1,25
23		80	0	0
24		80	0	0
25		80	0	0
Rata-rata selisih pengukuran			0,52	
Rata-rata error			1,01	

Berdasarkan tabel 2 diatas, pengujian sensor DHT11 dengan hygrometer dilakukan sebanyak dua puluh lima kali. Untuk mencari persentasi error, rata-rata error dan rata-rata selisih pengukuran kelembaban diperoleh dari persamaan (1), (2) dan (3)

$$Persentasi\ error = \frac{|Nilai\ sensor - Nilai\ Alat\ ukur|}{(Nilai\ Alat\ Ukur)} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

$$Rata - rata\ error = \frac{\Sigma\ \% \ Error}{(jumlah\ data)} \dots\dots\dots(2)$$

$$Rata - rata\ selisih\ pengukuran = \frac{\Sigma\ Selisih\ Pengukuran}{(jumlah\ data)} \dots\dots(3)$$

Dari Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa pembacaan sensor DHT11 dan hygrometer dalam mengukur kelembaban ruangan dengan hasil rata-rata selisih pengukuran sebesar 0,52 dan nilai rata-rata error yang didapatkan sebesar 1,01% dengan tingkat persentase keberhasilan sebesar 98,99%. Dapat disimpulkan bahwa pengukuran menggunakan sensor DHT11 dapat membaca kelembaban ruangan dengan baik.

Pengujian Sensor PIR

Pengujian sensor passive infrared HC-SR501 dilakukan dengan cara bergerak ke daerah jangkauan sensor untuk mengetahui jarak dan besar sudut jangkauan deteksi sensor PIR. Sensor PIR bernilai high jika terdeteksi gerakan dan bernilai low jika tidak terdeteksi gerakan.

Tabel 3. Pengujian Sensor PIR

No	Objek Deteksi	Kondisi	Jarak (cm)	J.Sudut	Hasil Percobaan
1	Manusia	Bergerak	30	30°	Tidak terdeteksi
				40°	terdeteksi

2	Manusia	Diam	30	60°	terdeteksi				
				90°	terdeteksi				
				120°	terdeteksi				
				150°	Tidak terdeteksi				
				30°	Tidak terdeteksi				
		Bergerak	50	40°	Tidak terdeteksi				
				60°	Tidak terdeteksi				
				90°	Tidak terdeteksi				
				120°	Tidak terdeteksi				
				150°	Tidak terdeteksi				
				30°	Tidak terdeteksi				
				40°	Tidak terdeteksi				
				60°	Tidak terdeteksi				
				90°	Tidak terdeteksi				
				120°	Tidak terdeteksi				
150°	Tidak terdeteksi								
3	Manusia	Bergerak	100	30°	Tidak terdeteksi				
				40°	terdeteksi				
				60°	terdeteksi				
				90°	terdeteksi				
				120°	terdeteksi				
		Diam	100	150°	Tidak terdeteksi				
				30°	Tidak terdeteksi				
				40°	Tidak terdeteksi				
				60°	Tidak terdeteksi				
				90°	Tidak terdeteksi				
				120°	Tidak terdeteksi				
				150°	Tidak terdeteksi				
				4	Manusia	Bergerak	150	30°	Tidak terdeteksi

	Diam	40°	terdeteksi
		60°	terdeteksi
		90°	terdeteksi
		120°	terdeteksi
		150°	Tidak terdeteksi
		30°	Tidak terdeteksi
		40°	Tidak terdeteksi
		60°	Tidak terdeteksi
		90°	Tidak terdeteksi
		120°	Tidak terdeteksi
		150°	Tidak terdeteksi

Pada Tabel 3 dilakukan pengujian sensor *passive infrared* dengan manusia dimana terdapat dua kondisi dalam keadaan bergerak dan diam. Dalam percobaan yang dilakukan sensor *passive infrared* dapat mendeteksi manusia jika manusia dalam keadaan bergerak dikarenakan sensor mendeteksi adanya radiasi panas tubuh manusia yang dapat diubah menjadi tegangan. Sebaliknya jika seseorang dalam keadaan diam sensor tidak dapat mendeteksi orang tersebut. Pada percobaan jarak pendeteksian sensor *passive infrared* mencapai 150 cm dengan jangkauan sudut dari 40 ° sampai 140 °.

Berikut dilakukan percobaan pada sensor *passive infrared* dengan mengganti objek manusia dengan benda lain seperti boneka, gambar dan buku dengan jarak dan jangkauan sudut tertentu. Berikut hasil percobaan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Objek pendeteksi	Jarak (cm)	J. Sudut	H. Percobaan
1	Boneka	30	30°	Tdk. terdeteksi
			40°	Tdk. terdeteksi
			60°	Tdk. terdeteksi
			90°	Tdk. terdeteksi
			120°	Tdk. terdeteksi
			150°	Tdk. terdeteksi
2	Gambar	50	30°	Tdk. terdeteksi
			40°	Tdk. terdeteksi
			60°	Tdk. terdeteksi
			90°	Tdk. terdeteksi
			120°	Tdk. terdeteksi
			150°	Tdk. terdeteksi
3	Buku	100	30°	Tdk. terdeteksi
			40°	Tdk. terdeteksi
			60°	Tdk. terdeteksi
			90°	Tdk. terdeteksi
			120°	Tdk. terdeteksi
			150°	Tdk. terdeteksi

Pada tabel 4 didapatkan hasil bahwa sensor *passive infrared* tidak dapat mendeteksi objek yang berada dalam jarak dan sudut jangkauan sensor dikarenakan objek yang dideteksi sensor tidak mengeluarkan energi panas dan memancarkan infra merah yang dimana energi tersebut hanya ada pada makhluk hidup yang bergerak. pancaran sinar infra merah dari luar dengan membandingkan pancaran inframerah yang diterima setiap satuan waktu, sehingga jika ada pergerakan maka akan terjadi perubahan pembacaan sensor.

Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian ini dilakukan untuk melihat keakuratan dari sensor ultrasonic dengan membandingkan tingkat akurasi dari pengukuran menggunakan alat ukur penggaris berdasarkan keberadaan objek didepannya dengan batasan jarak yang dibuat yaitu 0 sampai 13, diuji keakuratannya sesuai dengan Tabel 5:

Tabel 5. Pengujian Sensor Ultrasonik

Percobaan ke-	Penggaris (cm)	Ultrasonik (cm)	Selisih	Error (%)
1	1	0.80	0.20	0.2
2		1.24	0.24	0.24
3		1.24	0.24	0.24
4		1.26	0.26	0.26
5	3	3.72	0.72	0.24
6		3.72	0.72	0.24
7		3.45	0.45	0.20
8		3.45	0.45	0.20
9	5	4.80	0.20	0.04
10		5.40	0.40	0.1
11		5.20	0.20	0.04
12		5.20	0.20	0.04
13	7	7.16	0.16	0.02
14		7.16	0.16	0.02
15		7.21	0.21	0.03
16		7.21	0.21	0.03
17	9	8.99	0.01	0.001
18		9.04	0.04	0.004
19		9.04	0.04	0.004
20		8.60	0.40	0.044
21	11	10.15	0.15	0.014
22		10.15	0.15	0.014
23		11.90	0.90	0.1
24		11.90	0.90	0.1
25	13	12.78	0.22	0.02
26		13.02	0.02	0.002
27		13.33	0.33	0.03
28		13.33	0.33	0.03
Rata-rata selisih pengukuran			0.30	
Rata-rata error			0.10	

$$\text{Persentase error} = \frac{|\text{Nilai sensor} - \text{Nilai Alat ukur}|}{(\text{Nilai Alat Ukur})} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Rata - rata error} = \frac{\sum \% \text{ Error}}{(\text{Jumlah data})} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Rata - rata selisih pengukuran} = \frac{\sum \text{Selisih Pengukuran}}{(\text{Jumlah data})} \dots\dots\dots (3)$$

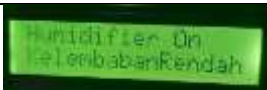



Berdasarkan tabel 5 diatas dari dua puluh delapan percobaan yang dilakukan pada sensor *ultrasonic* untuk mengukur ketinggian air pada sistem dengan tingkat rata-rata selisih







pengukuran sebesar 0.60 dan tingkat rata rata error keseluruhan sebesar 0.15 % dan disimpulkan bahwa sensor memiliki akurasi yang cukup tinggi dengan tingkat keberhasilan 99,85%.

4.3. Pengujian Sistem

Pengujian sistem secara keseluruhan ini bertujuan untuk menguji apakah sistem dapat bekerja sesuai.

Tabel 6. Pengujian Sistem

Percobaan Ke	Nilai sensor dan Kondisi Sistem		Tampilan LCD
1	Sensor DHT11 (%)	28 %	
	Sensor PIR	>5	
	Sensor Ultrasonik (cm)	>5	
	Kondisi Relay dan Ultrasonik Mist Maker	On	
Kondisi Buzzer	Off		
2	Sensor DHT11 (%)	37 %	
	Sensor PIR	<5	
	Sensor Ultrasonik (cm)	>5	
	Kondisi Relay dan Ultrasonik Mist Maker	Off	
Kondisi Buzzer	Off		
3	Sensor DHT11 (%)	38 %	
	Sensor PIR	<5	

	Sensor Ultrasonik (cm)	>5	
	Kondisi Relay dan Ultrasonik Mist Maker	Off	
	Kondisi Buzzer	Off	
4	Sensor DHT11 (%)	39 %	
	Sensor PIR	>5	
	Sensor Ultrasonik (cm)	<5	
	Kondisi Relay dan Ultrasonik Mist Maker	Off	
Buzzer	On		
5	Sensor DHT11 (%)	55 %	
	Sensor PIR	>5	
	Sensor Ultrasonik (cm)	>5	
	Kondisi Relay dan Ultrasonik Mist Maker	On	
Buzzer	Off		

6	Sensor DHT11 (%)	89 %	
	Sensor PIR	<5	
	Sensor Ultrasonik (cm)	<5	
	Kondisi Relay dan Ultrasonik Mist Maker	On	
	Buzzer	Off	
7	Sensor DHT11 (%)	89 %	
	Sensor PIR	>5	
	Sensor Ultrasonik (cm)	<5	
	Kondisi Relay dan Ultrasonik Mist Maker	Off	
	Buzzer	Off	

Pada Tabel 6 Sistem bekerja berdasarkan tiga *input* sensor yaitu pendeteksian kelembaban ruangan oleh sensor DHT11, pendeteksian gerakan orang oleh sensor PIR dan ketinggian air berdasarkan sensor ultrasonik. Dengan *output* sistem tergantung nilai sensor yang didapatkan. Saat sensor DHT11 mendeteksi kelembaban selanjutnya sensor PIR mendeteksi kehadiran orang dan sensor *ultrasonic* mendeteksi ketinggian air pada sistem. *Ultrasonic mist maker* akan aktif berdasarkan perintah dari *relay* yang berdasarkan *input* dari ketiga sensor tersebut. Jika sensor DHT11 mendeteksi kelembaban < 40% selanjutnya sensor PIR mendeteksi kehadiran orang jika kehadiran orang dengan *counter* > 5 dan sensor ultrasonik mendeteksi ketinggian air >5 cm jika ketiga *input* sensor tersebut memenuhi maka sistem mengaktifkan *relay* dan *ultrasonic mist maker*. Namun jika salah satu *input*-tan tidak memenuhi sistem tidak akan mengaktifkan *ultrasonic mist maker* dan informasi mengenai sistem ditampilkan pada LCD. Untuk kelembaban ruangan yang berada pada rentang 40%-60% yang dideteksi oleh sensor DHT11 sistem menampilkan informasi mengenai nilai kelembaban dan suhu

ruangan pada LCD sedangkan untuk aplikasi sistem menampilkan mengenai kelembaban dan ketinggian air. Jika pendeteksian kelembaban ruangan oleh sensor DHT11 > 60% sistem akan menampilkan informasi mengenai kondisi ruangan berdasarkan jumlah pendeteksian sensor PIR. Jika pendeteksian sensor PIR dengan *counter* <5 sistem akan menampilkan pada LCD mengenai informasi kelembaban dan suhu ruangan. Namun, jika sensor PIR mendeteksi dan mendapatkan *counter* >5 sistem akan menampilkan pada LCD mengenai jenis kelembaban ruangan dan perintah untuk menaikkan suhu ke penggunaannya.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan Analisa yang telah dilakukan terhadap sistem rancangan bangun humidifier berbasis mikrokontroler diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem berhasil mengaktifkan dan menonaktifkan ultrasonic mist maker berdasarkan hasil pengukuran kelembaban ruangan menggunakan sensor DHT11 dengan persentase keberhasilan 98,99%
2. Sistem berhasil mendeteksi gerakan orang menggunakan sensor passive infrared dalam jarak 150 cm dengan jangkauan sudut 40 ° sampai 120 °.
3. Sistem pengukuran ketinggian air berhasil dibuat menggunakan sensor ultrasonic dengan persentase tingkat keberhasilan sebesar 99,85% dan berhasil memberikan peringatan berupa mengaktifkan buzzer dengan persentase tingkat keberhasilan 100%.
4. Sistem berhasil menampilkan informasi kepada pengguna melalui LCD dan aplikasi mobile mampu menampilkan hasil data pendeteksian sensor secara real time dengan terkoneksi jaringan internet.

5.2. Saran

1. Dapat dilakukan pengembangan dengan menggunakan metode seperti PID, fuzzy dan lain untuk mengatur hidup *ultrasonic mist maker*
2. Manajemen kabel dan kotak alat pada sistem harus lebih baik lagi agar terlihat lebih praktis dan rapi.

REFERENCES

- [1] Menteri Kesehatan Indonesia, "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/Menkes/Per/V/2011 Tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah".2011.
- [2] K.R.T.P Sari,Elsanda,Ary.(2020).*Analisa Perbedaan Suhu dan Kelembaban Ruangan Pada Kamar Berdinding Keramik*. Jurnal Inkofar Fakultas Teknik Universitas Nusantara PGRI Kediri Vol.1 No.2
- [3] Amalia widya,Rani Himaya.(2020). *Hubungan Penggunaan Air Conditioner (AC) di Ruang Kelas Terhadap Kejadian Sindrom Mata Kering Pada Pelajar SMA Negeri Bandar Lampung*. Medical Journal Of Lampung University Vol. 9 No. 1.

- [4] Siti Belinda A,Aspin.(2019).*Pengaruh Penggunaan Ac (Air Conditioner) Terhadap Fenomena Sick Building Syndrome Pada Ruang Administrasi Di Universitas Halu Oleo*. Jurnal Malige Arsitektur. Vol. 1 No.2 Pp. 70-77.
- [5] Meva Nareza.2020. Ketahui Manfaat Humidifier untuk Kesehatan <https://www.alodokter.com/ketahui-manfaat-humidifier-untuk-kesehatan>. Diakses 20 Januari 2022.
- [6] Yolnasdi,Arviansyah,Dkk.(2020). *Rancang Bangun Pengontrol Suhu Ruangan Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*. Journal Of Information Technology And Computer Science (Intecom) Vol. 3 No. 2.
- [7] Henry Syahfitra.(2021). *Rancang Bangun Diffuser Berbasis Iot Untuk Menciptakan Ruangan Sehat*.Laporan Tugas Akhir.Jurusan Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
- [8] Ade andriani BR Manik.(2020). *Rancang Bangun Alat Pengontrol Kelembaban Udara Ruangan Dengan Menggunakan Sensor Suhu DHT22 Berbasis Arduino Nano*.Laporan Tugas Akhir.Jurusan Fisika Universitas Sumatera Utara.
- [9] Supriatna,dkk (2015). *Pendeteksi Suhu Dan Kelembaban Pada Proses Pembuatan Pupuk Organik*. Politeknik Negeri Malang.
- [10] Kevin Diantoro,Reni,Ibrahim.(2020) *Implementasi Sensor MQ 4 dan Sensor DHT 22 pada Sistem Kompos Pintar Berbasis IoT (SIKOMPI)*.Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro Vol. 14 No.3
- [11] Ahmad Ilham Ramadhani.(2018).*Rancang Bangun Sistem Otomasi Kontrol Temperatur, Kelembapan, Dan Level Air Pada Penye-Maian Tanaman Hidroponik Berbasis Mikro-Kontroler*.Laporan Tugas Akhir Jurusan Komputer Kontrol Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [12] Putra, Robi Dwi (2021).*Prototype Gelang Tangan Pendeteksi Jarak PhysicalDistancing Man To Man*. Diploma Thesis, Universitas Andalas.
- [13] A Najmurokhan, Kusnandar.dkk. (2018). *Prototipe Pengendali Suhu Dan Kelembaban Untuk Cold Storage Menggunakan Mikrokontroler Atmega328 Dan Sensor Dht11*.Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta Volume.10 No.1
- [14] Toyib, Iwan,dkk.(2019). *Penggunaan Sensor Passive Infrared Receiver (Pir) Untuk Mendeteksi Gerak Berbasis Short Message Service Gateway*.Jurnal Pseudocode, Volume VINO.2.
- [15] R.S Kadja,M. M Tobi dan Kayetanus (2019). “*Makalah Peralatan Tegangan Tinggi Relay*”. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
- [16] Jonshon Tarigan, Minsyahril,dkk.(2021).*Perancangan Alat Pendeteksi Banjir Mandiri Berbasis Sms Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Arduino Uno*. Jurnal Teknik Mesin Vol. 4 No. 1, 01 – 07.
- [17] Citra Berliana, Mohammad Hafiz Hersyah (2022). *Rancang Bangun Timbangan Beras Digital Dengan Keluaran Tiga Jenis Beras Berbasis Mikrokontroler*. JITCE (Journal on Computer Hardware, Signal Processing, Embedded System and Networking). Vol. 03, No. 02, Oktober 2022: 102 – 110.
- [18] Prasetyo Diyan Rebiyanto, Ahmad.(2017).*Rancang Bangun Sistem Kontrol Dan Monitoring Kelembaban Dan Temperaturruangan Pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis Internet Of Things*.Jurnal Kajian Teknik Elektro Vol. 2 No. 2 Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta.
- [19] Anisa widya, H. N. I. S. M. *Kontrol Relay Melalui Wifi Esp8266 Dengan Aplikasi Blynk Berbasis Os Android*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [20] F.A.T Utami, W. Kasoep, N.P Novani (2022). *Prototipe Sistem Pendeteksi dan Penetralisir Asap Rokok pada Ruangan dengan Fitur Monitoring Suhu dan Kelembaban*. JITCE (Journal on Computer Hardware, Signal Processing, Embedded System and Networking). Vol. 03, No. 01, April 2022: 32 – 44.
- [21] G.D. Ramady, Herawati,dkk.(2020). *Rancang Bangun Model Simulasi Sistem Pendeteksi Dan Pembuangan Asap Rokok Otomatis Berbasis Arduino*.Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI Vol. VI No. 2.
- [22] I. Komang, “Rancang Bangun Sistem Pengunci Loker Otomatis Dengan Kendali Akses Menggunakan Rfid Dan Sim 800L,” *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik*, Vol. 1, No. 1, hal. 33–41, 2020.
- [23] Kumala, A, Winardi, S. 2020. *Aplikasi Pencatatan Perbaikan Kendaraan Bermotor Berbasis Android*. Jurnal Intra Tech, Vol 4, No.2, Oktober 2020, 112-120.
- [24] E. A. W. Sanad, “Pemanfaatan Realtime Database di Platform Firebase Pada Aplikasi E-Tourism Kabupaten Nabire.”. Jurnal Penelitian Enjiniring, Vol. 22, No. 1, hal.20-26,20