

**RANCANG BANGUN PEMODELAN SISTEM OTOMATISASI SUHU
DAN KELEMBABAN BERBASIS ARDUINO**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Negeri Yogyakarta untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Fisika



Disusun oleh :

Joko Triyanto

NIM : 17306144015

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

2021

RANCANG BANGUN PEMODELAN SISTEM OTOMATISASI SUHU DAN KELEMBABAN BERBASIS ARDUINO

Oleh
Joko Triyanto
NIM : 17306144015

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mewujudkan rancangan pemodelan sistem otomatisasi suhu dan kelembaban berbasis arduino, mengetahui kinerja dari model sistem otomatisasi suhu dan kelembaban berbasis arduino, dan mengetahui nilai kelembaban pada ruang terbatas saat dikenai alat sistem otomatisasi suhu dan kelembaban.

Penelitian ini terbagi dalam tiga tahapan yaitu perancangan alat baik perangkat keras maupun lunak, pembuatan alat, dan pengujian alat. Alat ini menggunakan sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembaban lingkungan. Mikrokontroler akan memberikan perintah ke rangkaian *output* sehingga akan melakukan pengkabutan dan penganginan secara otomatis sesuai dengan *set point* dengan memasukkan program ke dalam mikrokontroler Arduino Uno. Penghentian proses pengkabutan dan penganginan terjadi ketika nilai suhu dan kelembaban yang terukur pada ruang terbatas pada rentang yang diinginkan.

Penelitian yang dilakukan menghasilkan sistem kontrol suhu dan kelembaban otomatis yang dapat menghidupkan dan mematikan pompa air motor DC dan kipas angin secara otomatis. Pompa air motor DC yang berfungsi untuk memompa air dari bak air menuju ruang terbatas sehingga terjadi pengkabutan akan menyala pada rentang kelembaban 65%-85% dengan suhu lebih dari 28 °C yang terdeteksi oleh sensor DHT22. Kipas angin yang berfungsi untuk melakukan penganginan akan menyala ketika suhu yang terdeteksi oleh sensor berada diatas 28 °C. Nilai kelembaban rata-rata yang didapat untuk pengukuran pada siang hari adalah $(85,1 \pm 0,2)\%$ dan pengukuran pada sore hari adalah $(85,5 \pm 1,6)\%$.

Kata kunci : suhu, kelembaban, DHT22, Arduino uno, ruang terbatas

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Joko Triyanto

NIM : 17306144015

Prodi/ Jurdik : Fisika

Judul TAS : Rancang Bangun Pemodelan Sistem Otomatisasi Suhu dan Kelembaban Berbasis Arduino

Menyatakan bahwa Karya Ilmiah ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau telah digunakan sebagai persyaratan penyelesaian studi di Perguruan Tinggi lain kecuali pada bagian-bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan.

Apabila ternyata terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, 22 Oktober 2021

Yang Menyatakan



Joko Triyanto

NIM. 17306144015

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

RANCANG BANGUN PEMODELAN SISTEM OTOMATISASI SUHU DAN KELEMBABAN BERBASIS ARDUINO

Disusun oleh:

Joko Triyanto

17306144015

Telah memenuhi syarat dan disetujui Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan
Ujian Akhir Tugas Akhir Skripsi bagi yang
bersangkutan.

Yogyakarta, 22 November 2021

Mengetahui,

a/m Ketua Program Studi



Dr. Warsono, S.Pd., M.Si.
NIP. 196811011999031002

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Skripsi



Sumarna, M.Si., M.Eng.
NIP. 196103081991011001

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

RANCANG BANGUN PEMODELAN SISTEM OTOMATISASI SUHU DAN KELEMBABAN BERBASIS ARDUINO

Disusun Oleh:

Joko Triyanto

17306144015

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
Pada tanggal 10 Desember 2021

Tim Penguji

Nama/ Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Sumarna, M.Si.,M.Eng. Ketua Penguji/ Pembimbing		27 Desember 2021
Drs. Nur Kadarisman, M.Si. Penguji I		17 Desember 2021
Dr. Kuncoro Asih Nugroho, S.Pd., M.Pd., M.Sc. Penguji II		20 Desember 2021

Yogyakarta, 27 Desember 2021

Fakultas Matematika Ilmu dan Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,




Prof. Dr. Ariswan, M.Si.

NIP 195909141988031003

MOTTO HIDUP

*“ Berjuang Keras seperti Naruto, Hidup Bebas seperti Luffy, dan Hidup seperti
Larry”*

(Joko Triyanto)

“Hidup Memanglah Kejam bagi Mereka Yang Tidak Punya Kumis”

(Patrik Star)

“ Sarani mukō e, Plus Ultra”

(Boku no Hero Academia)

PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur saya persembahkan hasil tugas Skripsi ini kepada :

1. Keluarga Besar penulis yang senantiasa memberikan dukungan materi maupun spiritual dalam menyelesaikan tugas akhir Skripsi ini khususnya kepada Kedua orang tua baik Ibu maupun Alm. Bapak, serta kakak dan adik penulis.
2. Segenap *civitas* akademika Universitas Negeri Yogyakarta baik dosen Pembimbing, staff pengajar, karyawan, dan seluruh Mahasiswa.
3. Teman teman penulis khususnya teman seperjuangan Fisika E 2017 serta semua teman yang telah memberikan dukungan semangat.
4. Terima Kasih kepada Laptop, HP, Printer, dan barang lainnya yang sudah berpartisipasi dan menemani dalam pembuatan tugas Skripsi.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir Skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Pemodelan Sistem Otomatisasi Suhu dan Kelembaban Berbasis Arduino”. Pengambilan data ini dilaksanakan di Kontrakan Physics Heritage Jalan Plosokuning Raya Gg Mawar RT.21/ RW.9, Minomartani, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta dan Laboratorium Fisika UNY.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan berupa saran, dukungan, dan semangat dalam pelaksanaan pengambilan data dan penyelesaian tugas akhir Skripsi kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ariswan, M.Si. selaku dekan FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang telah mengesahkan penyusunan laporan tugas akhir skripsi.
2. Bapak Dr. Warsono, S.Pd.,M.Si. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika yang telah membantu dan memperlancar administrasi penyusunan tugas akhir skripsi.
3. Bapak Sumarna, M.Si.,M.Eng. selaku pembimbing yang telah sabar dalam memberikan bimbingan, dukungan, saran, dan nasehat selama penelitian.
4. Semua pihak yang terlibat dalam penelitian dan penyusunan tugas akhir skripsi yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu.

Semoga semua pihak yang telah memberikan bantuan selama penelitian sampai terselesaikannya tugas akhir skripsi ini mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa dalam pelaksanaan dan penyusunan

tugas akhir skripsi ini memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun sebagai bahan introspeksi untuk kedepannya. Penulis mengucapkan terima kasih dan semoga tugas akhir skripsi ini berguna bagi pembaca.

Yogyakarta, 22 Oktober 2021

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Joko Triyanto', written in a cursive style.

Joko Triyanto

NIM. 17306144015

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
SURAT PERNYATAAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
MOTTO HIDUP	v
PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
A. Kajian Teori.....	7
1. Suhu.....	7
2. Kelembaban.....	9
3. Mikrokontroler	10
4. Arduino UNO	13
5. LCD 16x2	14
6. Sensor DHT 22	15
7. Relay.....	18
8. Motor Servo.....	20

9. Kipas Angin AC	21
10. Pompa DC	22
B. Kerangka Pikir.....	23
BAB III METODE PENELITIAN	25
A. Waktu dan Tempat Penelitian	25
B. Alat dan Bahan Penelitian	25
C. Perancangan Alat.....	27
D. Pengujian Alat	35
E. Metode Analisis Data	37
F. Diagram Alir	40
BAB IV HASIL PEMBAHASAN	41
A. Pengujian	41
B. Pembahasan	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
A. Kesimpulan.....	57
B. Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Tabel set point alat	34
Tabel 2.	Fitting kalibrasi suhu	42
Tabel 3.	<i>Fitting</i> kalibrasi kelembaban	43
Tabel 4.	Tabel hasil pengujian relay	46
Tabel 5.	Hasil pengujian servo.....	47
Tabel 6.	Fitting grafik antara sudut dan tegangan.....	48
Tabel 7.	Pengujian LCD I2C	49
Tabel 8.	Hasil pengujian pada siang hari	51
Tabel 9.	Hasil pengujian pada sore hari.....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Blok diagram mikrokontroler	10
Gambar 2.	Arduino Uno R3	13
Gambar 3.	Module LCD I2C.....	15
Gambar 4.	Modul Sensor DHT22	16
Gambar 5.	Komponen Relay	19
Gambar 6.	Pin kaki motor servo.....	20
Gambar 7.	Kipas Angin Fan.....	21
Gambar 8.	Pompa Air DC	22
Gambar 9.	Diagram blok sistem.....	27
Gambar 10.	Rangkaian sensor DHT22	28
Gambar 11.	Rangkaian <i>relay</i>	29
Gambar 12.	Rangkaian Servo.....	30
Gambar 13.	Rangkaian LCD	30
Gambar 14.	Rangkaian keseluruhan sistem kontrol.....	31
Gambar 15.	Desain ruang terbatas	32
Gambar 16.	Gambar <i>software</i> arduino	32
Gambar 17.	Penyusunan <i>script</i> program	33
Gambar 18.	<i>Compile</i> program	34
Gambar 19.	<i>Upload</i> program	34
Gambar 20.	Penyusunan keseluruhan	37
Gambar 21.	Grafik persamaan regresi linier	38
Gambar 22.	Diagram alir sistem otomatisasi suhu dan kelembaban.....	40
Gambar 23.	Grafik Kalibrasi Suhu.....	42
Gambar 24.	Grafik Kalibrasi Kelembaban.....	43
Gambar 25.	Grafik Hubungan antara suhu dan waktu pengambilan data setelah kalibrasi	44
Gambar 26.	Grafik hubungan antara kelembaban dan waktu setelah kalibrasi	45
Gambar 27.	Grafik hubungan antara sudut putar dan tegangan.....	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Script Program Sistem Keseluruhan.....	62
Lampiran 2.	Konfigurasi pin LCD I2C.....	65
Lampiran 3.	Hasil pengujian sensor DHT22 sebelum kalibrasi	66
Lampiran 4.	Hasil pengujian sensor DHT22 setelah kalibrasi.....	67
Lampiran 5.	Hasil rancangan keseluruhan alat	68

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang sebagian besar penduduknya bermata pencaharian di bidang pertanian. Pertanian merupakan sektor yang sangat penting bagi kebutuhan pangan serta sebagai penyedia lapangan pekerjaan masyarakat dalam sentra produksi. Perkembangan di bidang pertanian perlu dilakukan secara kontinyu untuk menunjang perekonomian nasional. Tanaman pangan menjadi salah satu jenis pertanian yang diusahakan dalam bidang pertanian. Jenis tanaman pangan yang menjadi makanan pokok diantaranya adalah padi, jagung, ubi, sagu, dan tanaman *hortikultura* termasuk sayuran maupun buah-buahan (Syaifudin dan Masanto, 2011).

Salah satu tanaman *hortikultura* yang banyak dibudidayakan adalah jamur. Jamur merupakan jenis sayuran yang mengandung lemak, karbohidrat, dan kalori rendah. Jenis jamur yang berkembang pesat adalah jamur tiram dikarenakan termasuk tanaman yang mudah dalam pembudidayaannya. Jamur tiram ini memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi dan juga hasil olahan dari jamur tiram menjadi makanan favorit di kalangan masyarakat karena rasa yang lezat dan harga murah. Seiring dengan pesatnya pertumbuhan penduduk, permintaan jamur tiram di masyarakat juga meningkat. Kebutuhan konsumsi jamur tiram meningkat sebanding dengan pertumbuhan jumlah penduduk, pendapatan maupun pola makan penduduk, sehingga permintaan konsumsi

yang tinggi harus diimbangi dengan produksi yang tinggi pula (Syaifudin dan Masanto, 2011).

Jamur tiram memiliki bentuk fisik berwarna putih krem dengan diameter tubuh 3 sampai 14 cm. Pertumbuhan jamur tiram sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitarnya. Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan jamur antara air, pH, media tumbuh (serbuk gergaji maupun bahan media lainnya), suhu, kelembaban, dan ketersediaan sumber nutrisi. Fase miselium jamur tiram tumbuh optimal pada suhu 26-30 °C dan kelembaban 65-70%, sedangkan pada tumbuhnya buah membutuhkan suhu 18-20 °C dan kelembaban 80-85%. Tunas dan tubuh buah yang tumbuh pada lingkungan yang memiliki kelembaban di bawah 80% akan mengalami gangguan penyerapan sehingga mengalami kekeringan bahkan kematian (Syaifudin dan Masanto, 2011). Dapat disimpulkan bahwa kondisi yang optimal digunakan dalam pertumbuhan jamur tiram adalah pada suhu di antara 26-30 °C dengan tingkat kelembaban 65-85%.

Budidaya jamur tiram kurang cocok dilakukan di lingkungan dataran rendah karena cenderung memiliki suhu lingkungan yang tinggi. Oleh karena itu diperlukan usaha lebih untuk menjaga lingkungan agar mencapai lingkungan yang memiliki suhu dan kelembaban yang sesuai dengan kebutuhan tanaman jamur tiram. Salah satu cara yang biasa dilakukan untuk menjaga kelembaban adalah dengan penyemprotan atau pengkabutan dan juga penganginan. Penyemprotan atau pengkabutan dapat meningkatkan tingkat kelembaban di udara. Meningkatnya nilai kelembaban juga menyebabkan suhu

udara semakin menurun. Namun umumnya masih banyak petani yang melakukan penyemprotan secara manual. Hal ini mengakibatkan petani harus secara rutin meninjau suhu dan kelembaban secara manual sehingga harus mengeluarkan perhatian, waktu, dan tenaga lebih (Rohmah dan Dewanta, 2019).

Berdasarkan permasalahan di atas, otomatisasi sangat diperlukan untuk menunjang produksi jamur dengan perhatian, waktu, dan tenaga yang lebih sedikit. Kemajuan teknologi membuat pekerjaan lebih mudah dilakukan. Teknologi yang dimaksud adalah sistem kontrol suhu dan kelembaban otomatis. Hasil penelitian Siti (2021) menunjukkan bahwa sistem kontrol suhu otomatis yang mematikan alat pengkabutan dan penganginan ketika suhu berada pada *set point* yaitu $(28 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ dan menyalakan alat pengkabutan dan penganginan ketika suhu berada di atas *set point*. perubahan suhu terkecil yang dapat direspon sistem adalah $0,5 ^\circ\text{C}$ dengan waktu tanggap alat terhadap perubahan adalah $(8,9 \pm 0,8)$ menit pada siang hari dan $(7,7 \pm 0,4)$ menit pada sore hari.

Penelitian yang dilakukan sebelumnya masih menggunakan komponen sederhana sehingga masih memiliki kekurangan yaitu perubahan suhu yang dapat direspon sistem cukup besar dan juga alat waktu tanggap alat yang lama, selain itu juga belum adanya *display* nilai suhu yang terukur. Oleh karena itu, perlu diciptakannya alat yang lebih akurat, *responsif*, dan dapat dikontrol dengan mudah menggunakan suatu program. Sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT22. Di dalam

sensor ini terdapat dua komponen sensor yaitu *Humidity* sensor sebagai sensor kelembaban dan NTC (*Negative Temperature Coefficient*) sebagai sensor suhu di mana semakin besar suhu yang dideteksi maka semakin kecil hambatan. Mikrokontroler Arduino Uno berfungsi sebagai alat kendali otomatis. Sinyal *input* yang didapat dari sensor akan diolah menjadi sinyal *output* oleh mikrokontroler. Sinyal *output* akan diteruskan ke alat untuk melakukan penyemprotan dan penganginan yaitu alat semprot pompa air motor DC dan kipas angin. Sistem otomatisasi ini bekerja sesuai dengan *set point* yang sudah ditentukan. *Set point* yang dimaksud berupa suatu program yang dimasukkan ke mikrokontroler.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut :

1. Suhu yang diperlukan untuk pertumbuhan jamur tiram agar optimal adalah 26-30 °C dengan kelembaban 65-85%.
2. Pembudidayaan jamur yang kurang maksimal jika dilakukan di dataran rendah yang cenderung memiliki suhu lingkungan tinggi.
3. Proses pembudidayaan jamur serta monitoring masih dilakukan secara manual.
4. Perlunya sistem kontrol otomatis suhu dan kelembaban agar ruang tempat budidaya dapat dibuat sesuai kebutuhan.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang sudah diidentifikasi diperlukan batasan masalah sebagai berikut :

1. Rancang bangun alat sistem otomatisasi suhu dan kelembaban berbasis arduino masih berupa *prototype* atau pemodelan.
2. Sensor DHT sebagai *input* dan *output* berupa alat semprot pompa air motor DC dan kipas untuk penganginan.
3. Sistem kontrol hanya memiliki keluaran *on* dan *off* pada pompa air motor DC dan kipas angin. Sistem akan bekerja sesuai dengan *set point* yang sudah ditentukan.
4. Sistem kontrol yang dikembangkan masih dalam skala laboratorium.
5. Ruang terbatas yang digunakan masih berupa miniatur dengan ukuran 60 x 60 x 60 cm.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat disimpulkan perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang pemodelan sistem otomatisasi suhu dan kelembaban berbasis arduino?
2. Bagaimana cara membuat pemodelan sistem kontrol suhu dan kelembaban otomatis berbasis Arduino?
3. Bagaimana hasil pengujian keseluruhan sistem kontrol otomatis berbasis Arduino?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mewujudkan rancangan pemodelan sistem otomatisasi suhu dan kelembaban berbasis arduino.
2. Mengetahui kinerja dari model sistem otomatisasi suhu dan kelembaban pada berbasis arduino.
3. Mengetahui nilai kelembaban rata-rata pada ruang terbatas saat dikenai alat sistem otomatisasi suhu dan kelembaban.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari pembuatan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Terciptanya suatu alat sistem otomatisasi suhu dan kelembaban sehingga pengontrolan tidak dilakukan secara manual lagi.
2. Diharapkan pembuatan alat ini dapat menjadi referensi penelitian selanjutnya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Suhu

Suhu merupakan ukuran atau derajat panas atau dinginnya suatu sistem. Suhu didefinisikan sebagai ukuran energi kinetik molekuler internal rata-rata suatu benda (Paul A. Tipler, 1998). Panas yang dialirkan pada suatu benda mengakibatkan suhu benda naik jika panas pada benda meningkat. Hubungan antara satuan dan panas tidak merupakan suatu konstanta. Hal ini dikarenakan besarnya peningkatan suhu dipengaruhi oleh daya tampung panas (*heat capacity*) yang dimiliki oleh benda penerima panas (Lakitan, 2002). Suatu benda dikatakan panas jika memiliki suhu yang tinggi. Sebaliknya suatu benda dikatakan dingin jika memiliki suhu yang rendah. Perpindahan panas dapat didefinisikan sebagai perpindahan energi dari daerah yang memiliki temperatur tinggi ke daerah yang memiliki temperatur lebih rendah. Perpindahan panas secara umum dibagi menjadi tiga yaitu :

a) Konduksi

Konduksi adalah proses perpindahan panas dimana panas mengalir dari daerah yang bersuhu tinggi ke daerah yang bersuhu rendah, tetapi media perpindahan panas tetap. Laju aliran panas dapat dipengaruhi oleh luas permukaan suatu benda yang saling bersentuhan, perbedaan suhu awal kedua benda, dan konduktivitas

panas masing masing benda. Konduktivitas panas merupakan tingkat kemudahan dalam mengalirkan panas yang dimiliki oleh suatu benda (Holman, 1987).

b) Radiasi

Radiasi adalah proses dimana panas mengalir dari daerah yang bersuhu tinggi ke daerah yang bersuhu rendah tanpa memerlukan suatu media atau dapat berlangsung pada ruang hampa. Contohnya adalah perpindahan panas dari matahari yang sampai ke bumi. Perpindahan panas radiasi berlangsung dengan panjang gelombang pada interval tertentu. Semua benda memancarkan panas radiasi secara terus menerus dengan intensitas yang berbeda beda tergantung suhu dan sifat permukaan (Holman, 2002).

c) Konveksi

Konveksi adalah proses transport energi atau pengangkutan kalor oleh gerak benda yang dipanaskan. Pada umumnya proses konveksi terjadi pada zat cair dan gas (Kern, 1950). Perpindahan energi dengan cara konveksi berlangsung dalam beberapa tahap diantaranya yang pertama panas akan mengalir dengan cara konduksi dari permukaan ke partikel fluida akan menaikkan suhu dan energi partikel fluida. Partikel fluida akan bergerak dari daerah bersuhu rendah dan akan bercampur dengan dan memindahkan energi ke fluida lainnya. Hal ini alirannya adalah aliran fluida maupun energi (Ambarita, 2011).

2. Kelembaban

Kelembaban adalah konsentrasi uap air di udara. Angka konsentrasi ini dapat diekspresikan dalam kelembaban absolut, kelembaban spesifik atau kelembaban relatif. Alat yang digunakan untuk mengukur kelembaban disebut higrometer. Perubahan tekanan sebagian uap air di udara berhubungan dengan perubahan suhu. Konsentrasi air di udara pada tingkat permukaan laut dapat mencapai 3% pada suhu 30 °C, dan tidak melebihi 0,5% pada suhu 0 °C .

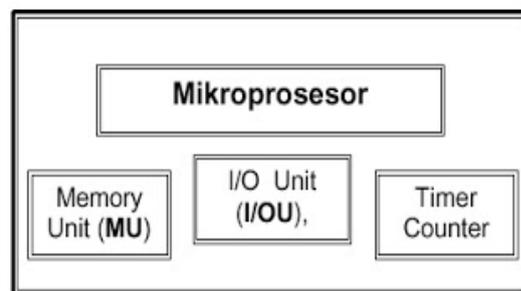
Kelembaban terbagi menjadi beberapa jenis yaitu:

- a) Kelembaban mutlak (absolut) mengacu pada jumlah uap air yang terdapat dalam gram pada 1 cm³ atau jumlah uap air yang terkandung di udara pada suatu daerah tertentu yang dinyatakan dalam gram uap air per meter kubik udara. Kelembaban mutlak tergantung pada suhu, yang mempengaruhi kemampuan udara untuk menahan uap air. Setiap suhu memiliki batas jumlah uap air yang dikandungnya.
- b) Kelembaban relatif (*relative*) adalah perbandingan uap air di udara dengan jumlah maksimum uap air di udara pada suhu yang sama, dinyatakan dalam persen. Pada suhu udara yang tinggi maka kelembaban relatif akan semakin kecil. Kelembaban relatif maksimum adalah 100%. Pada saat itu terjadi titik pengembunan, artinya pendinginan terus berlangsung dan terjadilah kondensasi yaitu uap air menjadi titik air dan jika melampaui titik beku terjadilah kristal

es atau salju. Kelembaban relatif dari suatu campuran udara-air didefinisikan sebagai rasio dari tekanan parsial uap air dalam campuran terhadap tekanan uap jenuh air pada temperatur tersebut (Santoso, 2007).

3. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan *microcomputer* dalam satu *Integrated Circuit* (IC) tunggal. Mikrokontroler memiliki CPU, *Input/Output* (I/O) seri, RWM, ROM, I/O paralel, counter-timer, dan rangkaian *clock* dalam satu IC seperti terlihat pada Gambar 2.1. Dengan kata lain, mikrokontroler merupakan komponen atau alat elektronika digital yang mempunyai I/O serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Sebenarnya mikrokontroler bekerja dengan cara membaca dan menulis data yang diterimanya (Immerse, 2014).



Gambar 1. Blok diagram mikrokontroler

Sistem atau peralatan yang menggunakan mikrokontroler sering disebut sebagai *embedded system* atau *dedicated system*. *Embedded system* merupakan sistem pengendali yang tertanam pada suatu produk, sedangkan *dedicated sistem* adalah sistem pengendali yang hanya

digunakan untuk suatu fungsi tertentu. Salah satu contohnya adalah printer yang menerapkan *embedded system* karena didalamnya terdapat mikrokontroler sebagai pengendali dan juga *dedicated system* karena hanya berfungsi untuk menerima data dan mencetak data. Hal ini berbeda dengan suatu PC yang digunakan untuk berbagai macam kebutuhan, oleh karena itu mikroprosesor pada PC disebut juga sebagai *general purpose microprocessor* (mikroprosesor serba guna). Berbagai macam *software* yang disimpan pada media penyimpanan PC dapat dijalankan, tidak seperti mikrokontroler hanya terdapat satu *software* aplikasi (mechatronicscrew, 2011).

Secara umum mikrokontroler terbagi menjadi 3 keluarga besar yang terdapat di pasaran. Setiap keluarga memiliki ciri khas dan karakteristik sendiri sendiri, berikut pembagian keluarga dalam mikrokontroler:

a) Jenis MCS51

Mikrokonktroler MCS51 termasuk ke dalam jenis mikrokonktroler CISC (*Complex Instruction Set Computer*). Sebagian besar instruksinya dieksekusi dalam 12 siklus *clock*. Mikrokontroler MCS51 pertama kali diperkenalkan oleh perusahaan Intel di akhir tahun 1970. Mikrokontroler MCS51 merupakan kontroler 8-bit yang mampu mengakses 64 *Kilobyte* memori dan 64 *Kilobyte* data memori (eksternal). Salah satu kemampuan dari mikrokontroler MCS51 adalah pemasukan pemroses boolean yang mengijinkan operasi

logika boolean tingkatan bit yang dapat dilakukan secara langsung dan secara efisien dalam register internal dan RAM sehingga MCS51 digunakan dalam rancangan awal PLC (*Programmable Logic Control*).

b) AVR Mikrokontroler

Vegard's Risc processor atau biasa disingkat menjadi AVR merupakan mikrokontroler RISC 8 bit. Karena RISC sebagian besar kode instruksinya diatur dalam satu siklus *clock*. AVR merupakan jenis mikrokontroler yang paling banyak digunakan. AVR dikelompokkan menjadi 4 kelas berdasarkan memori, *peripheral* dan fungsinya. Keempat kelas tersebut terdiri dari jenis ATTiny, AT90Sxx, ATMega dan AT86RFxx

c) PIC

PIC adalah jenis mikrokontroler tipe RISC yang merupakan produk dari perusahaan *Microchip Technology* dan dibuat menggunakan teknologi *General Instruments* 16 bit CPU yaitu CP1600. Bit PIC dibuat untuk meningkatkan performa sistem peningkatan pada sistem I/O pada tahun 1975. Saat ini PIC dilengkapi dengan EPROM dan komunikasi serial, UAT, kernel kontrol motor dan lain lain. PIC memiliki memori program dari 512 kata hingga 32 kata, satu kata disini sama dengan satu instruksi bahasa *assembly* yang bervariasi dari 12 hingga 16 bit, tergantung dari tipe PIC micro tersebut.

4. Arduino UNO



Gambar 2. Arduino Uno R3

Sumber : (www.farnell.com)

Arduino merupakan sebuah perangkat keras (modul mikrokontroler) dengan komponen utama sebuah IC mikrokontroler yang terdiri dari prosesor, RAM, dan EPROM. IC yang digunakan pada perangkat keras Arduino UNO adalah Atmel Atmega 328p 10 bit dengan jumlah pin sebanyak 28 buah. IC mikrokontroler Atmega 328p dapat diprogram pada perangkat lunak yang dinamakan *Integrated Development Environment* (IDE). Pada perangkat keras Arduino UNO sudah terdapat USB yang digunakan untuk berkomunikasi dengan PC. IDE digunakan untuk memprogram perangkat kerasnya. IDE berfungsi sebagai penulis bahasa pemrograman tingkat tinggi yang menerjemahkan menjadi bahasa mesin yang dapat dipahami oleh IC mikrokontroler sehingga dapat membaca dan mengeksekusi program yang telah ditulis oleh seorang

programmer. Perangkat lunak yang paling banyak digunakan sebagai pemrogram IC mikrokontroler Atmega 328p pada adalah Arduino IDE. Arduino IDE menggunakan pemrograman dengan bahasa tingkat tinggi yaitu bahasa C++ (Steven F., 2012: 3).

5. LCD 16x2

Liquid Crystal Display (LCD) adalah komponen yang digunakan sebagai media penampil yang memanfaatkan kristal cair . LCD digunakan pada berbagai perangkat elektronik seperti kalkulator, televisi, ataupun layar komputer. LCD yang digunakan adalah LCD berukuran 16 x 2 dengan tambahan *chip module* I2C. LCD digunakan sebagai penampil status kerja alat seperti keluaran dari sensor DHT22. Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah:

- a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris
- b. Memiliki 192 *dot matriks*
- c. Terdapat karakter generator terprogram
- d. Dilengkapi dengan *backlight*
- e. Kontras pada dot matriks bisa diatur
- f. Catu daya +5 Volt DC.
- g. Kompatibel dengan berbagai mikrokontroler/mikroprosesor lain.



Gambar 3. Module LCD I2C

Sumber : (*Handson technology datasheet*)

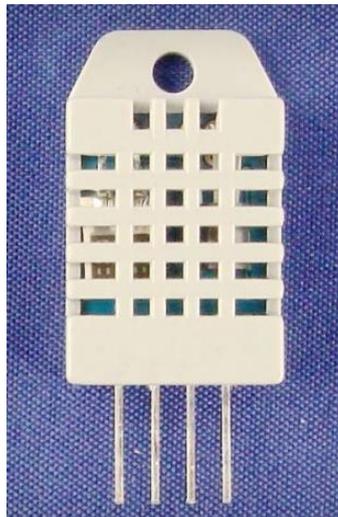
Berikut adalah konfigurasi kaki LCD untuk mengkoneksikan ke arduino ditampilkan pada lampiran 2.

6. Sensor DHT 22

Sensor adalah suatu perangkat yang dapat mengubah besaran non-elektrik menjadi elektrik yang digunakan sebagai alat untuk mendeteksi / mengukur suatu besaran fisis berupa variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia dengan diubah menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor terdiri dari transduser yang memiliki penguat atau tanpa penguat sinyal dalam satu sistem penginderaan.. Sensor merupakan transduser yang digunakan untuk mendeteksi kondisi proses perubahan yang ada di alam. Transduser merupakan perangkat keras untuk mengubah informasi suatu bentuk energi ke informasi bentuk energi yang lain secara proporsional. Sensor adalah suatu komponen yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-

gejala atau sinyal-sinyal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya(D Sharon, dkk, 1982).

Sensor DHT22 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara relatif (*Relative Humidity*) yang keluarannya dalam bentuk sinyal digital (Nedelkovski, 2016). DHT22 termasuk sensor kelembaban kapasitif dan pengukuran suhu menggunakan elemen NTC yang terhubung dengan 8-bit *single computer*(Liu.T, 2013). Sensor DHT22 terbuat dari bahan semikonduktor berbentuk variabel sensor resistif. Sensor akan mendeteksi perubahan suhu lingkungan sekitar sehingga akan menyebabkan terjadinya perubahan nilai besaran tahanan listrik bahan tersebut (Nedelkovski, 2016). Bentuk sensor DHT22 diperlihatkan pada gambar berikut :



Gambar 4. Modul Sensor DHT22

Sumber : (*Aeosong Electronics Co.,Ltd*)

Daya yang digunakan sebesar 3V-6V DC. DHT22 dapat mengukur suhu dengan rentang nilai sebesar $-40^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ dengan tingkat presisi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ dan mengukur kelembaban udara dengan rentang nilai sebesar $0\%\sim 100\%$ dengan tingkat presisi $\pm 2\%$. Pembacaan nilai kelembaban udara relatif sangat bergantung pada suhu oleh karena itu pada DHT22 sudah diterapkan teknologi kompensasi suhu sehingga pengukurannya lebih akurat. Dalam penggunaan DHT22, sebaiknya DHT22 dipasang jauh dari komponen yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan suhu (Liu.T, 2013).

Komunikasi DHT22

Komunikasi dan data bus tunggal digunakan untuk komunikasi antara MCU dan DHT22 dengan waktu 5ms untuk satu kali komunikasi (Liu T, 2013). Data yang ditransfer berupa data integral dan data desimal.

Berikut adalah untuk rumus data komunikasi DHT22 :

Data terdiri dari 16 bit data RH (Kelembaban), 16 bit data suhu, dan 8 bit data *check-sum*.

MCU menerima 40 bit data dari modul AM232 DHT22

Misalkan :

0000 0010 1000 1111 0000 0001 0100 0101 0101 0011

Keterangan :

0000 0010 1000 1111 = 16 bit data RH

0000 0001 0100 0101 = 16 bit data Suhu

0101 0011 = 8 bit data sum

Konversi Biner ke desimal

a) Pengubahan 16 bit data RH

$$000\ 0010\ 1000\ 1111 = 655$$

$$RH = 655/10 = 65,5 \%$$

b) Pengubahan 16 bit data Suhu

$$0000\ 0001\ 0100\ 0101 = 325$$

$$T = 325/10 = 32,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

c) *Checksum*

$$\begin{aligned} \text{Sum} &= 0000\ 0010 + 1000\ 1111 + 0000\ 0001 + 0100\ 0101 \\ &= 0101\ 0011 \end{aligned}$$

$$\text{Checksum} = 8 \text{ bit terakhir dari sum} = 0100\ 0101^2$$

7. Relay

Relay merupakan komponen yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah konektor (saklar) yang tersusun. Konektor akan tertutup (*off*) atau terbuka (*on*) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri listrik. *Relay* merupakan saklar elektromagnetik yang membantu untuk membuka dan menutup sirkuit secara elektronik (Imam dan Gaur, 2018).

Relay menggunakan prinsip elektromagnetik yang dapat menggerakkan kontak saklar sehingga dapat menghantarkan listrik yang bertegangan tinggi dengan menggunakan arus listrik yang kecil (Fazriati, 2018). Komponen relay memiliki 3 pin seperti pada gambar 2.5.



Gambar 5. Komponen Relay

Sumber : (Elecrow, 2018)

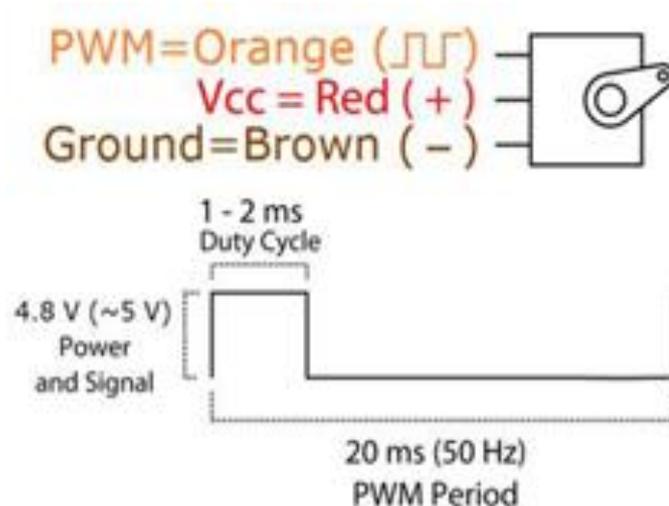
Relay memiliki empat komponen dasar yaitu terdiri dari *coil*, *armature*, saklar, dan *spring*. Berdasarkan prinsip kerjanya *relay* dapat bekerja karena adanya medan magnet yang dapat menggerakkan saklar ke kondisi *on* atau *off*. Saat kumparan diberikan tegangan maka akan timbul medan magnet karena adanya arus yang mengalir pada lilitan kawat. Kumparan akan menarik saklar dari kontak NC ke NO. Tegangan pada kumparan dimatikan maka arus yang mengalir pada kumparan akan hilang sehingga pegas medan magnet akan hilang dan menyebabkan pegas akan menarik ke saklar NC (Isfarizky, Fardian, dan Mufti, 2017). Beberapa fungsi relay diantaranya :

- a) Digunakan untuk menjalankan fungsi logika.
- b) Digunakan untuk memberikan fungsi penundaan waktu.
- c) Relay digunakan untuk mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan bantuan sinyal tegangan rendah.

- d) Berfungsi untuk melindungi motor atau komponen yang kelebihan tegangan atau terjadi hubungan singkat.

8. Motor Servo

Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah yaitu CW (*clockwise*) atau perputarannya searah dengan jarum jam dan CCW (*counterclockwise*) atau perputarannya berlawanan dengan arah jarum jam. Arah dan besar sudut putaran dikendalikan dengan pemberian sinyal PWM (*Pulse-Width Modulation*) pada bagian pin kontrol. Motor servo memiliki 3 pin yaitu *power*, *ground*, dan kontrol (MDP, 2011). Setiap pin tersebut diwakilkan dengan warna kabel yang berbeda yaitu *orange*, *red*, *brown* yang berguna untuk mempermudah dalam pemasangan dengan rangkaian. Ketiga pin dapat dilihat seperti pada gambar 2.6 di bawah :



Gambar 6. Pin kaki motor servo

Sumber : (Micro Servo. SG90 Datasheet)

Arah putaran motor servo dipengaruhi oleh sinyal yang diberikan. Proses pemberian sinyal pada motor servo berupa sinyal PWM dimana periode sinyal memiliki besar sudut putaran yang berbeda-beda.

9. Kipas Angin AC

Kipas angin AC digunakan untuk menghasilkan pergerakan udara. Fungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, ventilasi (*exhaust fan*), dan pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Kipas angin juga ditemukan di mesin penyedot debu dan berbagai ornamen untuk dekorasi ruangan. (Syarif dkk, 2016). Kipas yang digunakan adalah kipas AC yang memiliki tegangan input 220VAC dengan dimensi 12 x 12 x 3,8 cm.



Gambar 7. Kipas Angin Fan

Sumber : (id.aliexpress.com)

10. Pompa DC

Pompa air adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat lain melalui saluran pipa dengan menggunakan tenaga listrik untuk mendorong air yang dipindahkan. Pada prinsip kerjanya pompa bekerja dengan membuat perbedaan tekanan dan bagian isap. Perbedaan tekanan tersebut terjadi pada roda *impeller* yang membuat fluida diisap oleh pompa melalui sisi isap. Perbedaan ini yang menyebabkan cairan terhisap dan dapat berpindah dari suatu *reservoir* ke tempat lain. Pompa yang digunakan pada penelitian ini ditenagai oleh motor DC 12VDC. Pompa air cocok digunakan untuk menyiram tanaman, sistem irigasi tanaman, dan lain lain.



Gambar 8. Pompa Air DC

Sumber : (Tokopedia.com)

B. Kerangka Pikir

Sistem kontrol otomatis pada penelitian ini bekerja sesuai dengan *set point* yang sudah ditetapkan yaitu ketika suhu berada di atas 28 °C dengan rentang kelembaban diantara 65%-85%. Sistem pengkabutan akan menyala dan selain itu sistem pengkabutan akan berhenti. Sedangkan untuk suhu di atas 28 °C maka sistem penganginan akan menyala dan jika suhu berada dibawah atau sama dengan 28 °C maka sistem penganginan akan berhenti. Menyala atau tidaknya sistem *output* ini dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban yang terdeteksi oleh sensor.

Pengujian penelitian rancang bangun ini masih dalam skala laboratorium. Ruang terbatas yang dipakai berukuran 60 cm x 60 cm x 60 cm. Miniatur ruang terbatas ini dibuat menggunakan paralon sebagai pondasi dan plastik UV (*Ultra Violet*) sebagai dinding. Ruang terbatas tidak sepenuhnya rapat sehingga masih ada celah yang memungkinkan adanya pengaruh dari lingkungan.

Sistem kontrol menggunakan sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban. Sensor ini terdiri dari 2 komponen sensor yaitu NTC (*Negative Temperature Coefficient*) sebagai sensor suhu dan *Humidity Sensing Component* sebagai sensor kelembaban. NTC merupakan resistor variabel yang resistansinya dapat berubah ubah terhadap perubahan suhu. Nilai suhu berbanding terbalik dengan nilai resistansi artinya semakin besar suhu yang terdeteksi oleh sensor maka nilai resistansi akan berkurang. Sedangkan pada komponen pendeteksi kelembaban terdapat

substrat menahan kelembaban dengan elektroda. Ketika uap air mengenai substrat, ion akan dilepaskan oleh substrat yang menyebabkan perubahan konduktivitas pada elektroda. Kelembaban relatif yang lebih tinggi akan mengurangi resistansi pada elektroda atau sebaliknya. Data nilai yang terdeteksi oleh sensor akan dikirimkan ke Mikrokontroler berupa bilangan biner yang sebelumnya sudah dikonversi dari hambatan ke bilangan biner oleh modul AM2302. Dengan penentuan *set point* berupa program yang sudah dimasukkan ke Arduino uno maka Arduino akan memberikan perintah ke sistem *output* sehingga pengkabutan dan penganginan akan bekerja. Pada prinsipnya alat ini lebih efektif untuk mengatur kelembaban pada ruang terbatas karena suhu pada ruang dipengaruhi perubahan kelembaban dan pengaruh kondisi lingkungan sekitar.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan mulai bulan April 2021 sampai bulan Juni 2021. Tempat pelaksanaan penelitian dilakukan di kontrakan Jalan Plosokuning Raya Gg Mawar RT.21/ RW.9, Minomartani, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta dan Laboratorium Fisika FMIPA UNY.

B. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan alat sistem kontrol suhu dan kelembaban otomatis adalah sebagai berikut :

1. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :
 - a. Merancang dan mewujudkan pemodelan sistem otomatisasi suhu dan kelembaban :
 - *Software* EasyEDA
 - *Software* Arduino IDE
 - Gergaji
 - Solder
 - Tenol
 - Penggaris
 - Obeng
 - b. Melakukan kalibrasi sensor dan mengambil data :

- Alat ukur suhu dan kelembaban HTC-1
 - Multimeter
 - Stopwatch
- c. Menganalisis data :
- Software Origin
 - Software Ms. Word
 - Software Ms. Excel
2. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :
- a. Komponen sistem kontrol :
- Sensor suhu dan kelembaban DHT22
 - Mikrokontroler Arduino Uno R3
 - *Relay*
 - Servo sg90
 - LCD I2C 16x2
 - Kabel jumper
 - Pompa air motor DC
 - Kipas angin
 - Selang
 - *Nozzle*
 - Adaptor 12 volt 5 ampere
 - *Converter* AC to DC
 - Potensio pompa air motor DC
 - Pin kabel jumper

- Kabel penjepit buaya
- b. Miniatur ruang terbatas dengan ukuran (60 x 60 x 60) *cm* berbahan dasar :
- plastik UV *hidroponik* dengan tebal 0,1 *mm* yang digunakan sebagai dinding pembungkus.
 - paralon ukuran ½ *inch*.

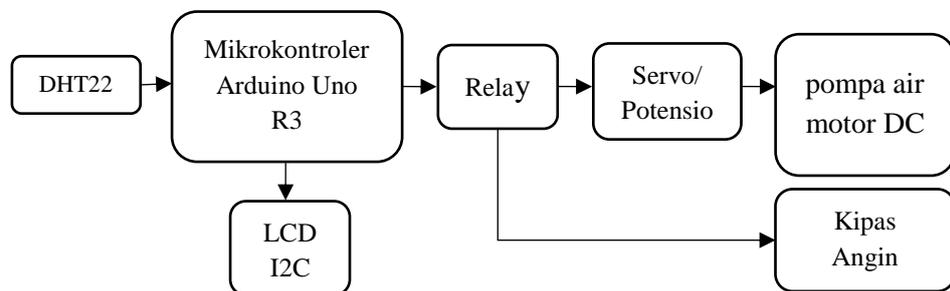
C. Perancangan Alat

Perancangan alat merupakan tahapan yang dilakukan untuk mendesain dan merancang alat sehingga alat dapat berfungsi sesuai yang diinginkan.

Berikut adalah proses tahapan perancangan alat :

1. Diagram Blok

Diagram blok rancang bangun pemodelan sistem otomatisasi suhu dan kelembaban berbasis arduino adalah sebagai berikut:



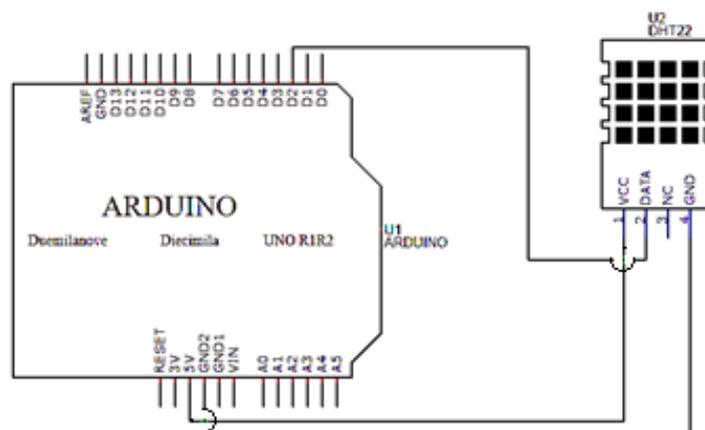
Gambar 9. Diagram blok sistem

2. Perancangan Desain Alat

Sistem kontrol meliputi berbagai komponen diantaranya komponen sensor, sistem kontrol, serta komponen alat penyemprotan dan penganginan.

a) Desain rangkaian sensor

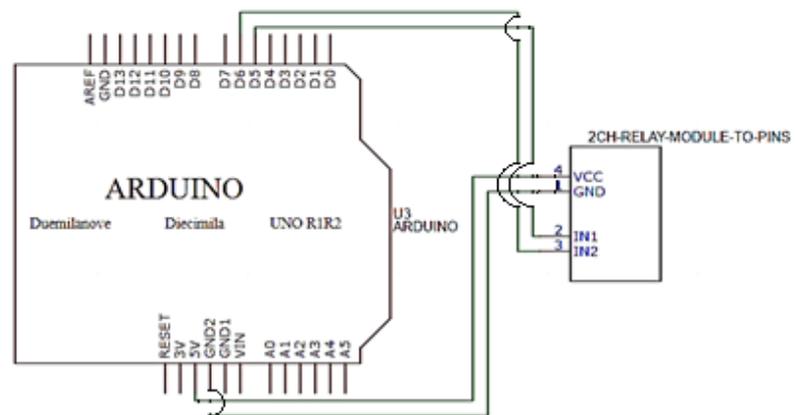
Rangkaian sensor digunakan untuk membaca suhu dan kelembaban. Sensor yang digunakan adalah sensor DHT22. Sensor ini terdiri dari 2 komponen sensor yaitu *Negative Temperature Coefficient* (NTC) sebagai sensor suhu dan *Humidity Sensing Component* sebagai sensor kelembaban. NTC merupakan resistor variabel yang resistansinya dapat berubah ubah terhadap perubahan suhu. Nilai resistansi semakin kecil ketika suhu yang terdeteksi semakin besar. Komponen pendeteksi kelembaban terdapat substrat penahan kelembaban dengan elektroda. Perubahan konduktivitas pada elektroda terjadi ketika uap air mengenai substrat, ion akan dilepaskan oleh substrat. Kelembaban relatif yang lebih tinggi akan mengurangi resistansi pada elektroda atau sebaliknya. Data nilai yang terdeteksi oleh sensor akan dikirimkan ke Mikrokontroler berupa bilangan biner yang sebelumnya sudah dikonversi oleh modul AM2302.



Gambar 10. Rangkaian sensor DHT22

b) Desain rangkaian *relay*

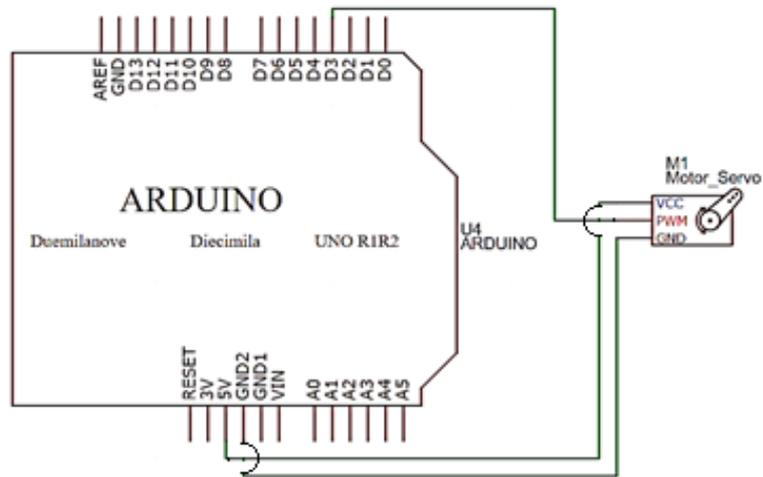
Rangkaian *relay* digunakan sebagai saklar pada alat penyemprotan dan kipas angin. Data suhu dan kelembaban yang terbaca oleh sensor akan diproses oleh Arduino menjadi keluaran yang diteruskan ke relay sesuai dengan program yang sudah dibuat. Relay akan berada pada kondisi *on* atau *off* sesuai dengan *set point* yang sudah ditetapkan.



Gambar 11. Rangkaian *relay*

c) Desain rangkaian servo

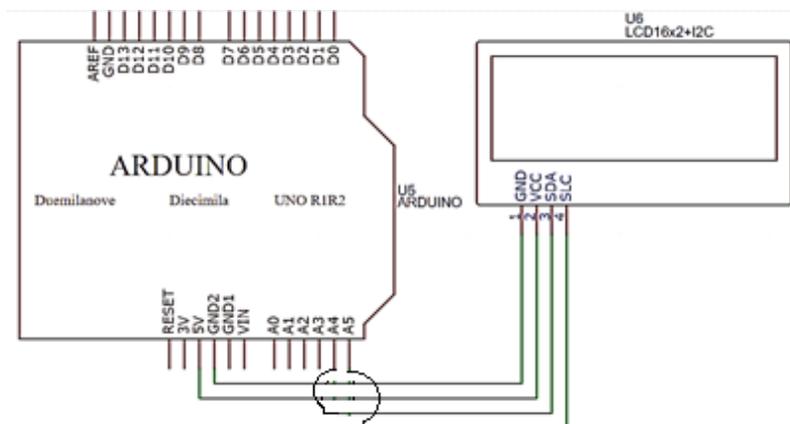
Rangkaian servo digunakan untuk memutar potensiometer yang terhubung ke pompa air motor DC. Servo akan memutar jika suhu yang terbaca oleh sensor bernilai lebih dari 28 °C. Setiap kenaikan 1 °C akan memutar servo 5 derajat. Mikrokontroler menganalisis nilai suhu dan kelembaban yang terbaca oleh sensor DHT22 dan mengirimkan perintah ke *servo* berupa sinyal PWM (Pulse Width Modulation) sehingga *servo* dapat berputar sesuai yang diinginkan.



Gambar 12. Rangkaian Servo

d) Desain rangkaian LCD

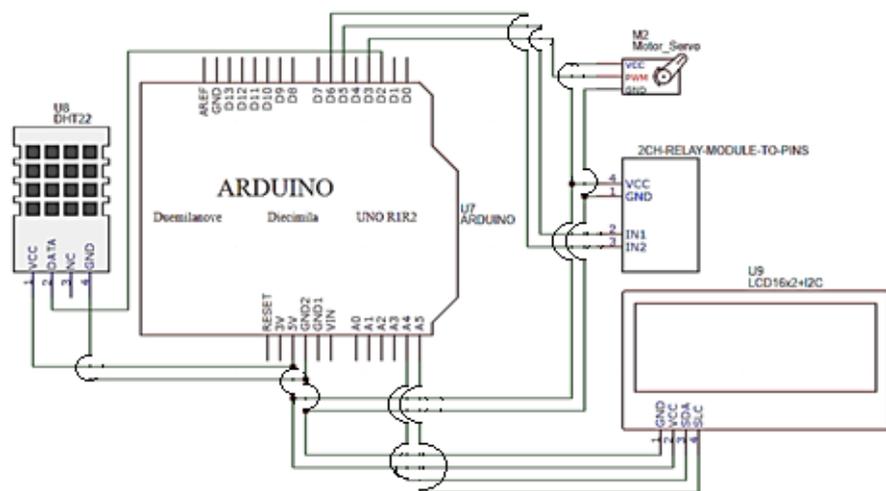
Rangkaian LCD ini menggunakan LCD i2c 16x2 berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran suhu dan kelembaban yang terbaca oleh sensor DHT22. Data suhu dan kelembaban yang berupa bilangan biner akan diteruskan ke LCD oleh mikrokontroler. Proses transfer data berupa *shift register* melalui pin SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial clock*) yang terdapat pada arduino.



Gambar 13. Rangkaian LCD

e) Desain keseluruhan alat

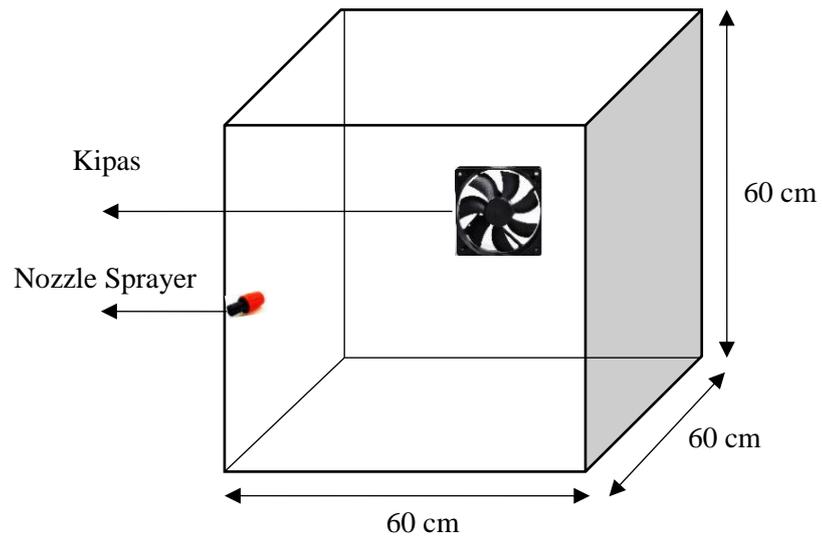
Desain keseluruhan alat merupakan gabungan dari rangkaian tiap komponen sehingga tercipta sistem kontrol. Suhu dan kelembaban yang terbaca oleh sensor DHT22 akan ditampilkan pada LCD I2C. Mikrokontroler akan memproses data yang terbaca oleh sensor dan akan memberikan keluaran yang akan diteruskan ke relay dan juga *servo*.



Gambar 14. Rangkaian keseluruhan sistem kontrol

f) Desain ruang terbatas

Ruang terbatas ini berupa bentuk miniatur dengan ukuran 60 x 60 x 60 cm. Miniatur dibuat menggunakan paralon dengan ukuran $\frac{1}{2}$ inch sebagai pondasi dan plastik UV *Hidroponik* sebagai dinding pembungkus. Ruang terbatas ini digunakan sebagai media pengujian alat rancangan pemodelan sistem suhu dan kelembaban berbasis arduino yang telah dibuat.



Gambar 15. Desain ruang terbatas

3. Perancangan Program Perangkat Lunak Alat/ *software*

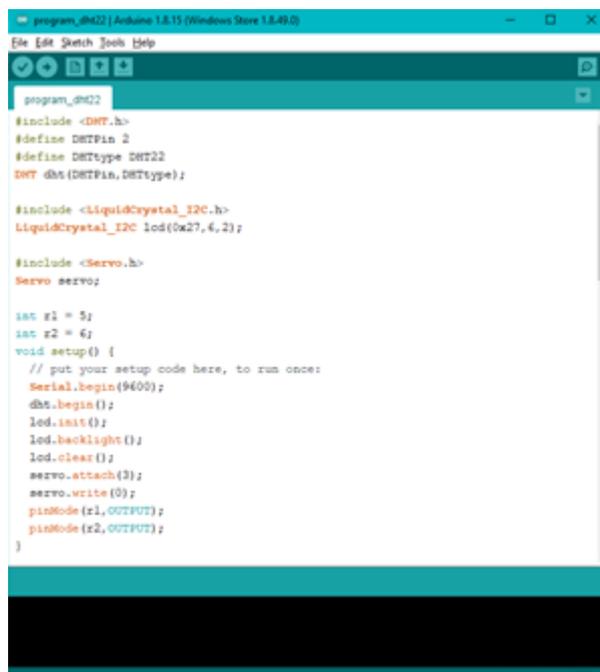
Perancangan *software* dilakukan dengan tujuan untuk membuat program yang digunakan untuk memberikan perintah kendali dari rancangan alat yang sudah dibuat sebelumnya. Langkah langkah pembuatan program adalah sebagai berikut :

- a. Menginstall *software* Arduino Uno yang dapat diakses di <https://arduino.cc>.
- b. Membuka *software* arduino uno yang sudah di *download* dan terinstall sebelumnya.



Gambar 16. Gambar *software* arduino

- c. Menginstall *library* yang dibutuhkan untuk membuat program. Klik *sketch* pada menu bar lalu klik *include library*. klik *manage library* lalu cari dan install *library* yang diperlukan.
- d. Menyusun *script* program agar alat dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Program yang dibuat meliputi program untuk masing-masing rangkaian dan juga program untuk gabungan dari keseluruhan rangkaian.



```
program_dht22 | Arduino 1.8.15 (Windows Store 1.8.40.0)
File Edit Sketch Tools Help
program_dht22
#include <DHT.h>
#define DHTPin 2
#define DHTtype DHT22
DHT dht (DHTPin, DHTtype);

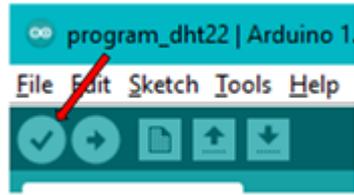
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 6, 2);

#include <Servo.h>
Servo servo;

int r1 = 5;
int r2 = 6;
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.clear();
  servo.attach(3);
  servo.write(0);
  pinMode(r1, OUTPUT);
  pinMode(r2, OUTPUT);
}
```

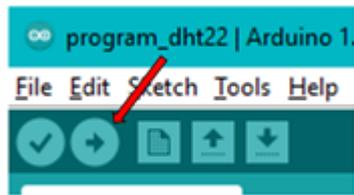
Gambar 17. Penyusunan *script* program

- e. Melakukan *compile* program yang bertujuan untuk mengecek apakah program sudah benar atau tidak dengan cara menekan gambar centang pada pojok kiri atas seperti pada gambar 18. *Compile* program



Gambar 18. *Compile* program

- f. Menghubungkan mikrokontroler dengan komputer menggunakan kabel *usb*.
- g. Melakukan *upload* program ke mikrokontroler jika program yang dibuat sudah benar.



Gambar 19. *Upload* program

4. *Set point* alat

Tabel 1. Tabel set point alat

No	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Pompa Air Motor DC	Kipas Angin
1	< 28	< 85	OFF	OFF
2	< 28	= 85	OFF	OFF
3	< 28	> 85	OFF	OFF
4	= 28	< 85	OFF	OFF
5	= 28	= 85	OFF	OFF
6	= 28	> 85	OFF	OFF
7	> 28	< 85	ON	ON
8	> 28	= 85	ON	ON
9	> 28	> 85	OFF	ON

D. Pengujian Alat

Tahap pengujian alat ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui karakteristik tiap bagian rangkaian komponen alat dan juga mengetahui fungsi dan prinsip kerja dari keseluruhan alat rancangan. Pengujian ini dilakukan dengan langkah langkah sebagai berikut :

1. Pengujian rangkaian sensor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sensitivitas sensor DHT22 dengan langkah langkah sebagai berikut :

- a. Menyusun rangkaian seperti pada gambar 10. Rangkaian sensor DHT22.
- b. Menghubungkan rangkaian ke sumber daya.
- c. Menempatkan sensor DHT22 berdekatan dengan alat pengukur suhu dan kelembaban HTC-1.
- d. Mengukur suhu dan kelembaban dengan variasi waktu setengah jam.
- e. Melihat nilai suhu dan kelembaban pada serial monitor yang terdapat pada software arduino dan mencatatnya ke dalam tabel.

2. Pengujian rangkaian *relay*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *relay* sudah berfungsi sesuai dengan *set point* yang sudah ditentukan pada program.

Langkah pengujian nya adalah sebagai berikut :

- a. Menyusun rangkaian seperti pada gambar 11. Rangkaian *Relay*.
- b. Menghubungkan rangkaian ke sumber daya.
- c. Melakukan uji sesuai dengan tabel *set point*.

d. Mencatat hasil uji pada tabel.

3. Pengujian rangkaian servo

Pengujian servo dilakukan untuk mengetahui daya yang masuk ke pompa air motor DC seiring dengan perputaran derajat pada servo. Langkah pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Menyusun rangkaian seperti pada gambar 12. Rangkaian Servo.
- b. Menghubungkan rangkaian ke sumber daya.
- c. Menghubungkan potensio dengan adaptor pompa air motor DC.
- d. Melakukan variasi perputaran servo tiap 5 derajat.
- e. Mencatat arus dan tegangan pada keluaran potensio.

4. Pengujian rangkaian LCD

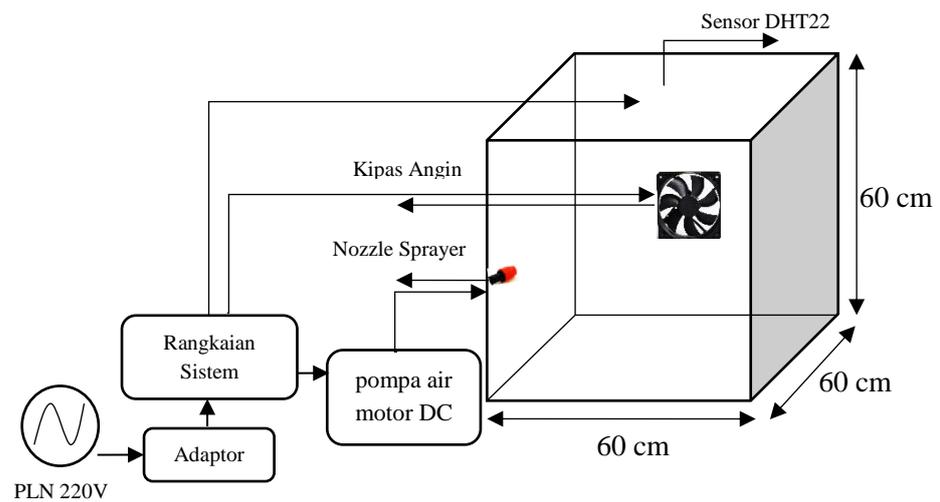
Pengujian rangkaian LCD bertujuan untuk mengetahui apakah LCD berfungsi dengan baik dan menampilkan data suhu dan kelembaban yang terbaca pada sensor DHT22 sesuai dengan yang tertera pada serial monitor di *software* arduino. Langkah langkah pengujian LCD adalah sebagai berikut :

- a. Menyusun rangkaian seperti pada gambar 13. Rangkaian LCD.
- b. Menghubungkan rangkaian ke sumber daya.
- c. Menghubungkan rangkaian LCD dengan rangkaian sensor.
- d. Mencatat nilai suhu dan kelembaban yang tertera pada LCD I2C dengan variasi waktu 30 detik.
- e. Mencatatnya bersamaan dengan nilai suhu dan kelembaban yang tertera pada serial monitor.

5. Pengujian keseluruhan rangkaian alat

Pengujian keseluruhan alat bertujuan untuk mengetahui apakah sistem kontrol sudah berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang dirancang atau tidak. Langkah pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Menyusun alat seperti pada gambar 20. Penyusunan keseluruhan di bawah ini :



Gambar 20. Penyusunan keseluruhan

- b. Menghubungkan semua rangkaian ke sumber daya PLN.
- c. Melihat dan mencatat suhu dan kelembaban yang terlihat pada LCD.
- d. Mengamati dan mencatat alat penyemprotan pompa air motor DC dan kipas apakah berada pada kondisi *on* atau *off*.
- e. Mengulangi langkah c-d dengan variasi waktu 5 menit.

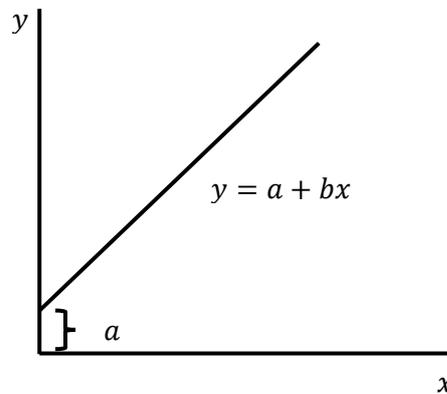
E. Metode Analisis Data

1. Membuat grafik masukan dan keluaran pada masing masing rangkaian komponen.

2. Kalibrasi sensor DHT22

Kalibrasi merupakan proses verifikasi bahwa suatu akurasi alat ukur sesuai dengan rancangannya. Kalibrasi biasa dilakukan dengan membandingkan suatu alat ukur rancangan dengan alat ukur standar. Pada penelitian ini dilakukan kalibrasi sensor DHT22 terhadap alat ukur suhu dan kelembaban HTC-1 sebagai acuan. Metode yang digunakan untuk kalibrasi adalah regresi linier.

Persamaan regresi linier merupakan suatu model persamaan yang menggambarkan suatu hubungan antara variabel bebas (x) dengan variabel tak bebas (y) seperti pada gambar 21. Grafik persamaan regresi linier :



Gambar 21. Grafik persamaan regresi linier

Persamaan regresi linier sederhana secara matematik ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$y = a + bx \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

y = garis regresi/ variable *response* (hasil pengukuran menggunakan sensor DHT22)

a = konstanta (*intercept*), perpotongan dengan sumbu vertikal

b = gradien garis (*slope*)

x = variabel bebas (hasil pengukuran menggunakan alat ukur HTC-1)

maka persamaan hasil kalibrasi adalah sebagai berikut :

$$x = \frac{y-a}{b} \dots\dots\dots (2)$$

Persamaan kalibrasi suhu

$$\text{Suhu kalibrasi} = \frac{\text{Suhu pengukuran sensor DHT22}-a}{b} \dots\dots\dots (3)$$

Persamaan kalibrasi kelembaban

$$\text{Kelembaban kalibrasi} = \frac{\text{Kelembaban pengukuran DHT22}-a}{b} \dots\dots\dots (4)$$

3. Menghitung nilai rata rata kelembaban :

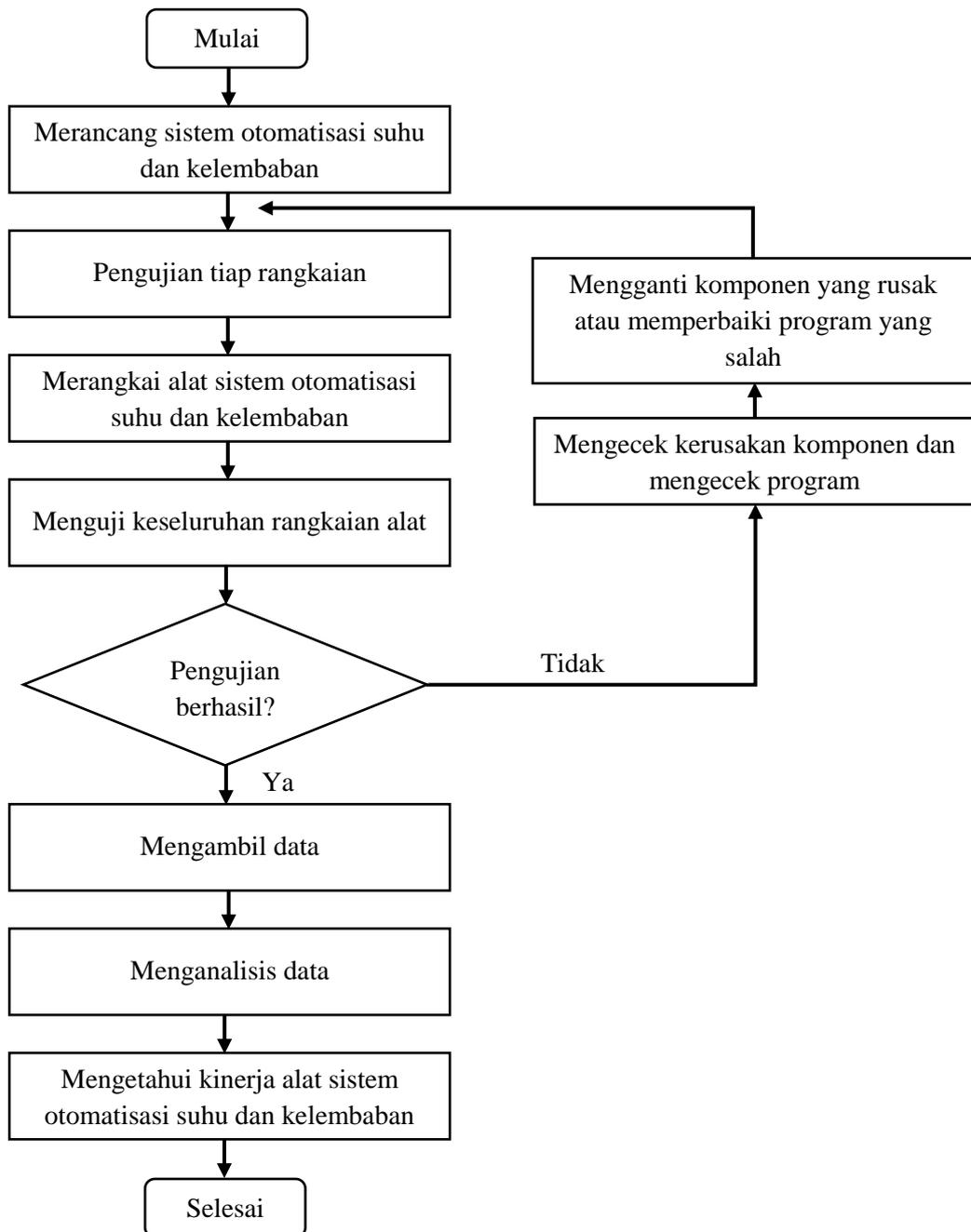
$$\bar{H} = \frac{\sum_2^n Hn}{n} \dots\dots\dots (5)$$

Nilai ketidakpastiannya :

$$\Delta\bar{H} = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{n \sum Hn^2 - (\sum Hn)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (5)$$

F. Diagram Alir

Secara umum tahapan penelitian digambarkan pada diagram alir di bawah ini :



Gambar 22. Diagram alir sistem otomatisasi suhu dan kelembaban

BAB IV

HASIL PEMBAHASAN

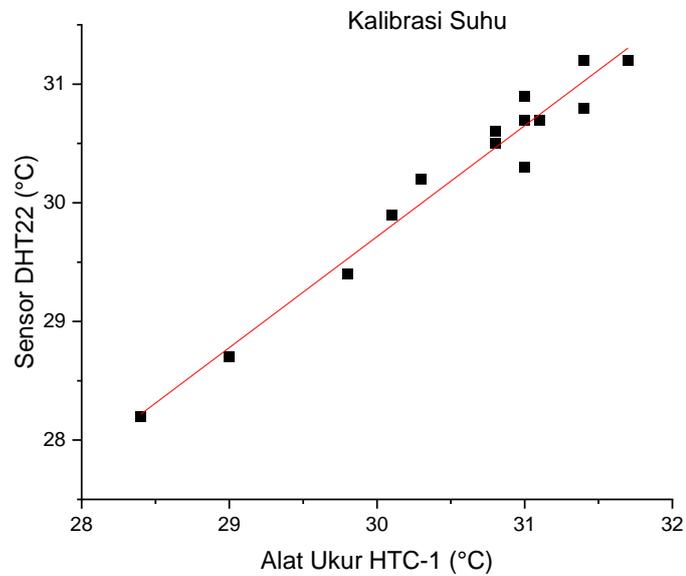
A. Pengujian

Pengujian alat ini dilakukan untuk mengetahui kinerja masing-masing komponen dan keseluruhan alat sudah bekerja dengan baik atau tidak. Hasil dari pengujian diharapkan dapat memberikan data yang sesuai dengan yang diharapkan dari rancangan alat sebelumnya. Pengujian yang dilakukan meliputi:

1. Pengujian sensor DHT22

Pengujian sensor DHT22 dilakukan dari jam 8.00 WIB sampai 14.30 WIB. Variasi waktu pengambilan data yaitu 30 menit. Pengukuran menggunakan sensor DHT22 dibandingkan dengan alat pengukur suhu dan kelembaban standar HTC-1. Didapatkan hasil pengukuran seperti pada lampiran lampiran 3. Perlu adanya kalibrasi sensor dengan tujuan untuk mendapatkan hasil pengukuran sensor yang lebih akurat. Metode yang digunakan dalam proses kalibrasi adalah regresi linier. Hasil dari pengukuran menggunakan sensor DHT22 sebagai sumbu x dan hasil pengukuran menggunakan alat ukur suhu dan kelembaban HTC-1 sebagai sumbu y . Didapatkan nilai gradien (konstanta regresi) dan nilai perpotongan sumbu y (konstanta *intercept*) dari grafik yang telah dibuat. Persamaan regresi linier hasil kalibrasi tersebut dimasukkan ke dalam program pada mikrokontroler Arduino Uno.

a) Kalibrasi Suhu



Gambar 23. Grafik Kalibrasi Suhu

Tabel 2. Fitting kalibrasi suhu

Equation	$y = a + b*x$
Plot	Sensor DHT22
Weight	No Weighting
Intercept	$1,65254 \pm 1,5829$
Slope	$0,9354 \pm 0,05178$
Residual Sum of Squares	0,37494
Pearson's r	0,98211
R-Square (COD)	0,96454
Adj. R-Square	0,96158

Berdasarkan grafik kalibrasi suhu di atas diketahui persamaan hasil dari

regresi linier sebagai berikut :

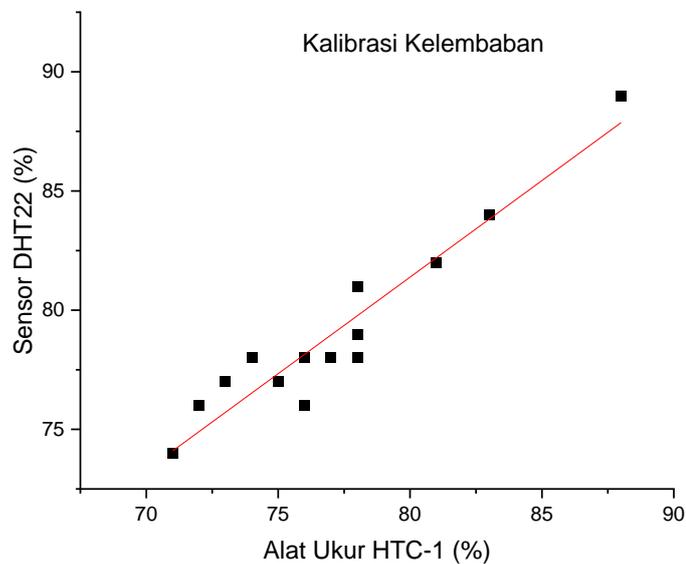
$$y = 0,9354 * x + 1,65254$$

$$x = \frac{y-1,65254}{0,9354}$$

maka :

$$\text{Suhu hasil kalibrasi} = \frac{\text{Suhu pengukuran sensor DHT22} - 1,65254}{0,9354}$$

b) Kalibrasi Kelembaban



Gambar 24. Grafik Kalibrasi Kelembaban

Tabel 3. *Fitting* kalibrasi kelembaban

Equation	$y = a + b \cdot x$
Plot	Sensor DHT22
Weight	No Weighting
Intercept	$16,58324 \pm 5,66472$
Slope	$0,81003 \pm 0,07331$
Residual Sum of Squares	17,26734
Pearson's r	0,9542
R-Square (COD)	0,9105
Adj. R-Square	0,90304

Berdasarkan grafik kalibrasi suhu di atas diketahui persamaan hasil dari regresi linier sebagai berikut :

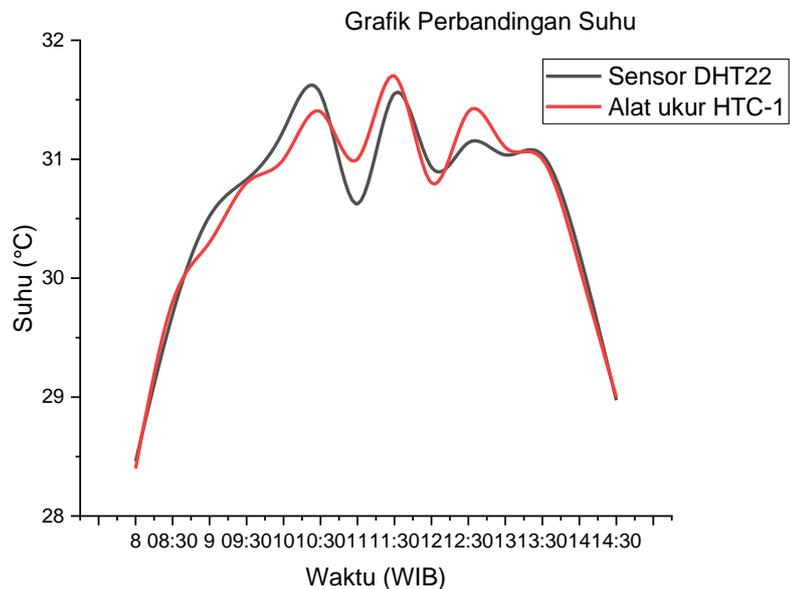
$$y = 0,81003 \cdot x + 16,58324$$

$$x = \frac{y - 16,58324}{0,81003}$$

maka :

$$\text{kelembaban kalibrasi} = \frac{\text{kelembaban pengukuran} - 16,58324}{0,81003}$$

Berdasarkan tabel hasil pengujian sensor DHT22 setelah dilakukan kalibrasi pada lampiran 4 dibuat dua buah grafik. Grafik yang pertama adalah grafik hubungan antara suhu dan waktu pengambilan data. Grafik ini digunakan untuk mengetahui ketelitian sensor suhu pada DHT22 dibandingkan dengan sensor suhu pada alat pengukur suhu dan kelembaban HTC-1. Berikut adalah *plot* grafik yang dibuat menggunakan *software Origin* :

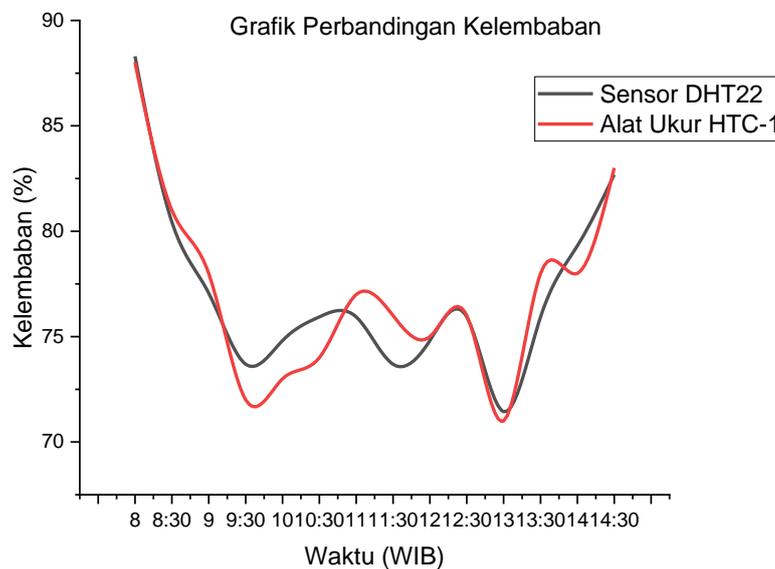


Gambar 25. Grafik Hubungan antara suhu dan waktu pengambilan data setelah kalibrasi

Grafik di atas menunjukkan perubahan suhu terhadap waktu pengambilan data setelah kalibrasi. Perubahan suhu dari jam 8.00 WIB sampai jam 10.30 WIB cenderung naik dikarenakan cuaca cerah. Namun

pada jam 12.30 WIB sampai jam 14.30 nilai suhu cenderung turun dikarenakan cuaca mulai mendung. Setelah dilakukan kalibrasi, selisih suhu terbesar adalah 0,4 °C dan terkecil adalah 0 °C. Hal ini membuktikan bahwa kalibrasi menggunakan regresi linier memberikan hasil pengukuran suhu yang lebih mendekati hasil pengukuran pada alat ukur suhu dan kelembaban HTC-1.

Grafik yang kedua merupakan grafik hubungan antara kelembaban dan waktu pengambilan data setelah kalibrasi yang dibuat menggunakan *software* Origin :



Gambar 26. Grafik hubungan antara kelembaban dan waktu setelah kalibrasi

Setelah dilakukan kalibrasi, selisih suhu terbesar adalah 2% dan terkecil adalah 0%. Hal ini membuktikan bahwa kalibrasi menggunakan

regresi linier memberikan hasil pengukuran kelembaban yang lebih mendekati hasil pengukuran pada alat ukur suhu dan kelembaban HTC-1.

2. Pengujian *Relay*

Pengujian *relay* dilakukan dengan melakukan variasi *input* suhu dan kelembaban dengan *set point* sebagai acuan. Pengujian dilakukan dengan memberikan *input* secara langsung ke dalam mikrokontroler dan melihat hasil keluaran pada *relay* berada pada kondisi *on* atau *off*. Didapatkan hasil data seperti pada tabel 2 dibawah :

Tabel 4. Tabel hasil pengujian relay

No	Suhu (°C)	Kelembaban(%)	Relay 1	Relay 2
1	27	70	OFF	OFF
2	27	85	OFF	OFF
3	27	90	OFF	OFF
4	28	70	OFF	OFF
5	28	85	OFF	OFF
6	28	90	OFF	OFF
7	29	70	ON	ON
8	29	85	ON	ON
9	29	90	OFF	ON

Tabel di atas menunjukkan bahwa relay sudah berfungsi dengan baik dan sesuai dengan *set point* yang ditetapkan pada mikrokontroler.

3. Pengujian Servo

Pengujian servo dilakukan dengan melakukan variasi sudut putar. Data yang diambil adalah nilai tegangan yang terhubung ke pompa air motor

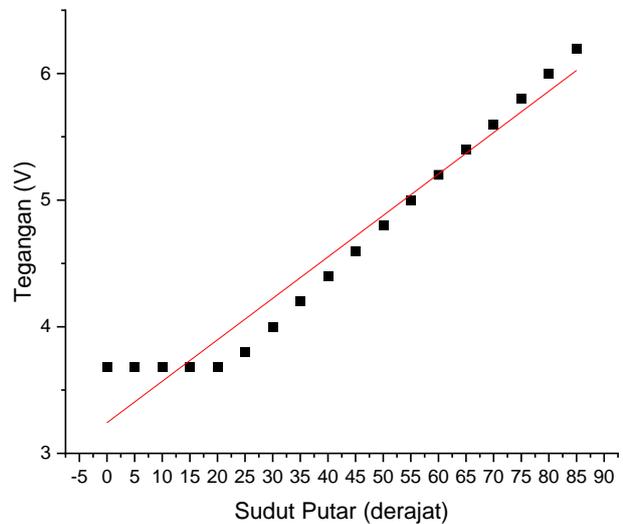
DC. Variasi sudut putar sebesar 5 °C tiap data yang diambil. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel 3 di bawah :

Tabel 5. Hasil pengujian servo

No	Sudut (°C)	Tegangan V ($V \pm 0,2 V$)
1	0	3,68
2	5	3,68
3	10	3,68
4	15	3,68
5	20	3,68
6	25	3,8
7	30	4
8	35	4,2
9	40	4,4
10	45	4,6
11	50	4,8
12	55	5
13	60	5,2
14	65	5,4
15	70	5,6
16	75	5,8
17	80	6
18	85	6,2

Besarnya perputaran sudut dipengaruhi oleh nilai suhu yang terukur oleh sensor. Semakin besar nilai suhu yang terukur oleh sensor maka semakin besar pula sudut putar. Perputaran servo ini berfungsi untuk memutar potensio yang terdapat pada komponen pembagi tegangan. Semakin besar sudut putar maka semakin besar pula tegangan yang

diteruskan ke pompa air motor DC. Dibuat *plot* grafik hubungan antara sudut putar dan tegangan dari tabel 5 seperti gambar di bawah :



Gambar 27. Grafik hubungan antara sudut putar dan tegangan

Tabel 6. Fitting grafik antara sudut dan tegangan

Equation	$y = a + b \cdot x$
Plot	Tegangan
Weight	No Weighting
Intercept	$3,24211 \pm 0,08707$
Slope	$0,03273 \pm 0,00175$
Residual Sum of Squares	0,59266
Pearson's r	0,97792
R-Square (COD)	0,95633
Adj. R-Square	0,9536

Grafik di atas menunjukkan tegangan pada sudut antara 0° sampai dengan 20° tidak ada perubahan tegangan atau tegangan berada pada kondisi konstan. Hal ini dikarenakan tidak ada perubahan *resistansi* yang terjadi ketika memutar potensio. Sedangkan pada pengukuran antara sudut 20° sampai dengan 85° terlihat tegangan yang terukur semakin besar.

Artinya semakin besar sudut putar maka semakin besar pula nilai tegangan yang terukur. Kenaikan tegangan yang terukur berubah secara linier. Hal ini dapat dilihat pada pengukuran ke 6 sampai ke 18 bahwa nilai selisih pengukuran tiap variasi sudut putar sama yaitu 0,2V.

4. Pengujian LCD I2C 16x2

Pengujian LCD dilakukan dengan membandingkan nilai suhu dan kelembaban yang ditampilkan pada LCD dan serial monitor. Pengambilan data dilakukan setiap 30 detik dengan memanfaatkan rangkaian sensor sebagai *input*. Hasil pengamatan ditampilkan pada tabel 7.

Tabel 7. Pengujian LCD I2C

Waktu (menit)	LCD		Serial Monitor		Selisih Suhu	Selisih Kelembaban
	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)		
0	27,9	80,8	27,9	80,8	0	0
0,5	27,9	80,4	27,9	80,4	0	0
1	27,9	80,3	27,9	80,3	0	0
1,5	27,9	80,4	27,9	80,4	0	0
2	28	80,2	28	80,2	0	0
2,5	28	80,2	28	80,2	0	0
3	28	80,4	28	80,4	0	0
3,5	27,9	80,3	27,9	80,3	0	0
4	27,9	80,1	27,9	80,1	0	0
4,5	27,9	80,2	27,9	80,2	0	0
5	27,8	80,3	27,8	80,3	0	0
5,5	27,8	80,4	27,8	80,4	0	0
6	27,7	80,5	27,7	80,5	0	0
6,5	27,7	80,7	27,7	80,7	0	0
7	27,6	80,7	27,6	80,7	0	0
7,5	27,6	80,7	27,6	80,7	0	0

Pada pengukuran pertama sampai dengan terakhir nilai suhu dan kelembaban yang terbaca pada serial monitor dan LCD adalah sama. Nilai pengukuran suhu dan kelembaban menunjukkan bahwa LCD sudah bekerja dengan baik menampilkan nilai suhu dan kelembaban sesuai dengan yang ada pada serial monitor. Hal ini ditandai dengan tidak adanya selisih nilai baik suhu maupun kelembaban yang ditampilkan pada serial monitor maupun LCD.

5. Pengujian Keseluruhan Alat

Pengujian keseluruhan alat bertujuan untuk mengetahui sistem kontrol sudah berfungsi sesuai yang diharapkan atau tidak. Selain itu juga untuk mengetahui sistem kerja secara keseluruhan. Pengujian keseluruhan dilakukan dengan menempatkan sensor dan keluaran seperti pada gambar 20. Penyusunan keseluruhan yang terdapat pada BAB III. Pengujian dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada siang hari dan sore hari. Pengujian pada siang hari dilakukan dari pukul 10.00 WIB sampai dengan 11.30 WIB dengan variasi pengambilan data 5 menit. Penghidupan sistem otomatisasi suhu dan kelembaban otomatis pada ruang terbatas berbasis arduino dilakukan secara bersamaan dengan pengambilan data pertama. Didapatkan hasil pengukuran seperti pada tabel 8. Hasil pengujian pada siang hari.

Hasil pengujian pada siang hari di bawah :

Tabel 8. Hasil pengujian pada siang hari

Waktu (menit)	T (°C)	H (%)	Pompa Air Motor DC	Kipas Angin
0	32.4	78.4	ON	ON
5	31.1	85.4	OFF	ON
10	30.8	85.7	OFF	ON
15	30.8	84.5	ON	ON
20	30.7	85.8	OFF	ON
25	30.7	84.7	ON	ON
30	31.3	85.7	OFF	ON
35	31.4	85.8	OFF	ON
40	31.3	84.1	ON	ON
45	31.2	85.8	OFF	ON
50	31.4	84.5	ON	ON
55	31.6	84	ON	ON
60	31.1	84.5	ON	ON
65	31.3	84.3	ON	ON
70	31.4	84.5	ON	ON
75	30.9	86.6	OFF	ON
80	31.4	84.3	ON	ON
85	30.8	86.3	ON	ON
90	31.2	85.8	OFF	ON

Pengukuran pada siang hari dilakukan selama 90 menit. Suhu yang terukur paling besar bernilai 32,4 °C dan suhu paling kecil yang terukur adalah 30,7 °C. Hal ini menyebabkan kipas angin selalu berada pada kondisi *ON* selama pengukuran. Sesuai dengan *set point* disaat suhu yang terdeteksi berada di atas 28 °C maka kipas angin akan berada pada kondisi *ON*. Kondisi pompa air motor DC sudah sesuai dengan *set point* yaitu pompa air motor DC berada pada kondisi *ON* ketika kelembaban yang terbaca di bawah 85% dan akan berada pada kondisi *OFF* ketika kelembaban yang terukur di atas 85%. Pada pengukuran pertama dan kedua baik pengukuran suhu dan kelembaban terdapat selisih nilai yang besar yaitu penurunan suhu 1.3 °C dan kenaikan kelembaban 7%. Hal ini menandakan bahwa sistem otomatisasi membutuhkan waktu untuk mencapai kestabilan. Nilai rata rata kelembaban yang terukur pada siang hari :

Nilai rata rata kelembaban :

$$\bar{H} = \frac{\sum_2^n Hn}{n} = \frac{1532,3}{17} = 85,1 \%$$

Nilai ketidakpastiannya :

$$\Delta\bar{H} = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{n\sum Hn^2 - (\sum Hn)^2}{n-1}} = 0,2\%$$

$$\text{Maka } \bar{H} \pm \Delta\bar{H} = (85,1 \pm 2)\%$$

Pengukuran pada sore hari dilakukan selama 80 menit dari jam 16.00 WIB sampai dengan jam 17.20 WIB. Variasi pengambilan data adalah 5 menit. Didapatkan hasil seperti pada tabel 5 di bawah :

Tabel 9. Hasil pengujian pada sore hari

Waktu (menit)	T (°C)	H (%)	Pompa Air Motor DC	Kipas Angin
0	32.4	71	ON	ON
5	29.8	85.4	OFF	ON
10	29.9	85.5	OFF	ON
15	29.6	85.5	OFF	ON
20	29.6	85.8	OFF	ON
25	29.4	85	ON	ON
30	29.7	84.9	ON	ON
35	29.4	85.4	OFF	ON
40	29.4	86	OFF	ON
45	29.4	86.7	OFF	ON
50	29.1	85.6	OFF	ON
55	29.1	85.4	OFF	ON
60	29.1	85.5	OFF	ON
65	28.9	85.4	OFF	ON
70	28.9	84.8	ON	ON
75	28.7	85.8	OFF	ON
80	28.6	85.6	OFF	ON

Suhu yang terukur paling besar terdapat pada data pengukuran pertama sebesar 32.4 °C dan suhu terkecil yang terukur sebesar 28,6 °C. Suhu yang terukur selama pengukuran tidak kurang dari atau sama dengan

28 °C maka kipas berada pada kondisi *ON* selama pengukuran. Besarnya rata rata kelembaban pengukuran pada sore hari :

Nilai rata rata kelembaban :

$$\bar{H} = \frac{\sum_2^n Hn}{n} = \frac{1532,3}{17} = 85,5 \%$$

Nilai ketidakpastiannya :

$$\Delta\bar{H} = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{n\sum Hn^2 - (\sum Hn)^2}{n-1}} = 1,6\%$$

Maka $\bar{H} \pm \Delta\bar{H} = (85,5 \pm 1,6)\%$

B. Pembahasan

Pada alat sistem kontrol otomatisasi suhu dan kelembaban secara otomatis menghidupkan penyemprotan air dan penganginan. Metode penyemprotan air dilakukan dengan menggunakan pompa air motor DC. Pompa air akan mengalirkan air dari bak ke ruang terbatas melalui selang dan air dipancarkan menjadi butiran air oleh *noozle* yang terletak pada sudut ruangan. Butiran air ini yang akan menjadi embun yang menyebabkan meningkatnya nilai kelembaban relatif pada ruang terbatas. Penganginan dilakukan dengan menggunakan kipas angin. Kipas angin berfungsi untuk mengalirkan panas. Tahapan tahapan untuk menghidupkan sistem penyemprotan dan penganginan dimulai oleh sensor DHT22 yang membaca suhu dan kelembaban yang ada di ruangan terbatas yang sudah dibuat dan memberikan *output* berupa sinyal digital yang akan diteruskan ke mikrokontroler arduino uno R3. Arduino akan memberikan perintah berdasarkan *set point* yang dirancang. Mikrokontroler akan memberikan sinyal

HIGH ke *relay* yang terhubung ke pompa air motor DC sehingga pompa air motor DC akan berada pada kondisi *on* atau menyala jika suhu yang terukur lebih dari 28 °C dan kelembaban yang terbaca kurang dari 85 %. Mikrokontroler akan memberikan sinyal LOW ke *relay* yang terhubung ke pompa air motor DC sehingga pompa air motor DC akan berada pada kondisi *off* atau mati jika kelembaban yang terbaca lebih dari 85%. Suhu yang terukur lebih dari 28 °C tiap kenaikan 1 °C akan memutar servo sebesar 5°. Servo ini digunakan untuk memutar potensio yang berfungsi untuk mengatur intensitas air yang disemprotkan oleh pompa air motor DC jika suhu yang terukur oleh sensor lebih dari 28 °C maka arduino akan memberikan sinyal HIGH ke *relay* yang terhubung ke kipas sehingga kipas angin akan berada pada kondisi *on* atau menyala. Sedangkan jika suhu yang terukur kurang dari atau sama dengan 28 °C maka arduino akan memberikan sinyal LOW ke *relay* yang terhubung ke kipas angin sehingga kipas berada pada kondisi *off* atau mati.

Pengujian keseluruhan alat dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada siang hari dan sore hari. Hasil dari pengujian pada siang hari menunjukkan bahwa kipas berada pada kondisi *on* selama pengukuran yaitu pada rentang suhu terkecil yaitu 30,7 °C dan suhu terbesar yaitu 32,4 °C. Hal ini sesuai dengan *set point* yang sudah ditetapkan yaitu kipas angin akan berada pada kondisi *on* pada suhu lebih dari 28 °C. pompa air motor DC berada pada kondisi *on* pada rentang tingkat kelembaban terkecil yang terbaca oleh sensor yaitu 78,4 % dan tingkat kelembaban terbesar 84,7%. Hal ini sesuai dengan *set point* yang ditetapkan yaitu pompa air motor DC akan berada pada kondisi *on* saat tingkat

kelembaban berada kurang dari atau sama dengan 85%. Nilai suhu yang terbaca sensor dipengaruhi oleh kondisi lingkungan atau cuaca.

Hasil pengujian pada sore hari menunjukkan bahwa kipas angin berada pada kondisi *on* selama pengambilan data yaitu pada rentang suhu terkecil yang terbaca oleh sensor 28.6 °C dan suhu terbesar yang terbaca sensor 32,4 °C. Hal ini sesuai dengan nilai *set point* yang sudah ditetapkan yaitu kipas angin akan berada pada kondisi *on* jika suhu yang terbaca oleh sensor lebih besar dari 28°C. Sedangkan pompa air motor DC berada pada kondisi *on* saat kelembaban yang terbaca oleh sensor berada pada rentang 71% untuk nilai terkecil dan 85% untuk nilai terbesar tingkat kelembaban yang terbaca oleh sensor. Hal ini sudah sesuai dengan *set point* yang ditetapkan. Nilai suhu yang terbaca keseluruhan cenderung turun karena dipengaruhi cuaca lingkungan yang semakin sore semakin menurun.

Baik pengujian pada siang hari maupun sore hari pada pengukuran pertama dan kedua baik suhu maupun terlihat perubahan yang sangat signifikan. Hal ini disebabkan karena pada sistem otomatisasi suhu dan kelembaban membutuhkan waktu untuk menjadikan ruang terbatas mencapai nilai kelembaban yang stabil sehingga terlihat kenaikan yang tinggi. Pada pengukuran kedua sampai pengukuran terakhir terlihat hasil pengukuran tingkat kelembaban yang cukup stabil ketika ruang dipengaruhi oleh sistem kerja alat. Pada pengukuran siang hari diperoleh nilai tingkat kelembaban rata-rata sebesar $\bar{H} \pm \Delta\bar{H} = (85,1 \pm 0,2)\%$ dan pada pengukuran sore hari sebesar $\bar{H} \pm \Delta\bar{H} = (85,5 \pm 1,6)\%$.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Telah dirancang pemodelan sistem otomatisasi suhu dan kelembaban berbasis Arduino menggunakan sensor DHT22 sebagai *input* dengan pompa air motor DC dan kipas sebagai *output*. pompa air motor DC dan kipas akan berada pada kondisi *on* (menyala) atau *off* (mati) berdasarkan *set point* yang sudah ditentukan.
2. Pemodelan sudah terwujud seperti yang dirancang dimana pompa air motor DC akan menyala ketika suhu yang terukur lebih dari 28 °C dan kelembaban yang terbaca dibawah 85 %. Pompa air akan mati ketika kelembaban yang terukur lebih dari 85 %. Suhu yang terbaca diatas 28 °C akan memutar *servo* sebesar 1 derajat tiap kenaikan suhu 1 °C. Kipas akan menyala ketika suhu yang terukur lebih dari 28 °C dan akan mati jika suhu yang terukur kurang dari atau sama dengan 28 °C. Hasil pengujian keseluruhan alat sudah bekerja dengan baik sebagaimana mestinya sesuai dengan kondisi yang sudah ditetapkan. Semua komponen juga sudah berfungsi dengan baik.
3. a) Nilai rata rata kelembaban yang terukur pada siang hari adalah
(85,1 ± 2)%
b) Nilai rata rata kelembaban yang terukur pada sore hari adalah
(85,5 ± 1,6)%

B. Saran

Penulis menyadari bahwa alat ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Alat dapat membuat suhu dalam ruang menjadi stabil dan bisa dikendalikan.
2. Alat dapat dikembangkan dengan menambah sistem agar alat dapat dikendalikan dan dimonitoring dari jarak jauh.
3. Ditambahkan indikator berupa *output* suara.
4. Sistem kontrol ini dapat diterapkan pada ruang yang lebih besar sehingga dapat lebih mendekati rumah tanaman yang sesungguhnya.
5. Dapat diaplikasikan untuk tanaman jamur.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiasarah, Siti Nur. 2021. *Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu Otomatis pada Ruang Budidaya Jamur*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ambarita, Himsar. 2012. *Perpindahan Panas Konduksi dan Penyelesaian Analitik dan Numerik*. Medan: Departemen Teknik Mesin FT USU.
- Anonim. 2011. *Motor Servo*. MDP, S.G. M S. www.mdp.ac.id. Diakses pada tanggal 2 Juli 2021.
- Anonim. 2011. *Pengantar Mikrokontroler*. Mechatronicscrew. <https://mechatronicscrew.wordpress.com/praktikum/praktikummekatronika/mikrokontroler/>. Diakses pada tanggal 5 Juli 2021.
- Anonim. 2014. *Pengenalan Mikrokontroler*. Immersa Lab. <http://www.immersalab.com/pengenalan-mikrokontroler.html>. Diakses pada tanggal 15 Juli 2021.
- Fazriati, Y. 2018. *Simulasi Sistem Irigasi Otomatis pada Tanaman Padi Menggunakan Modul Mikrokontroler Arduino dan Modul GPRS*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara
- Holman, J & P. 1987. *Heat Transfer*. New York: McGraw-Hill.
- Holman, J & P, Jasjfi E. 2002. *Perpindahan Kalor*. Jakarta: Erlangga.
- Imam, A, Gaur D. 2018. *Smart Greenhouse Monitoring using Internet of Things*. IJARECE 7(5):519-523.
- Isfarizky, Z., Fardian dan Mufti, A. 2017. *Rancang Bangun Sistem Kontrol Pemakaian Listrik Secara Multi Channel Berbasis Arduino (Studi Kasus Kantor LBH Banda Aceh)*. KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro 2(2): 30-35.
- Lakitan, Benyamin. 2002. *Dasar-Dasar Klimatologi*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Liu, T. 2013. *Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT22 (DHT22 also named as AM2302)*. Aosong Electronics.[En línea]. <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22>. Diakses pada tanggal 23 Juli 2021.

- Nedelkovski, D. 2016. *DHT11 & DHT22 Sensors Temperature and Humidity Tutorial using Arduino*. New York: Mechatronics.
- Putra S, M. Kelana. 2007. *Rancangan Bangunan dan Analisa Perpindahan Panas pada Ketel Uap Bertenaga Listrik*. Medan: USU.
- Rohmah, A & Dewanta, Satriyo A. 2019. *Sistem Kendali dan Akuisisi Data Suhu serta Kelembaban Ruang Budidaya Jamur Tiram (Pleurotus Ostreatus) Berbasis Internet of Things (IoT)*. ELINVO (Electronics, Informatics, and Vocational Education)
- Steven, F. 2012. *Arduino Uno: Processing for Everyone*. Laramiye: Morgan & Claypool Publishers.
- Supu, Idawati, dkk. 2016. *Pengaruh Suhu terhadap Perpindahan Panas pada Material yang Berbeda*. Program Studi Fisika. Universitas Cokroaminoto Palopo.
- Syarif, E. M., Dr.Sri Setyaningsih, M.Si., & Andi Chairunnas,S.Kom M.Pd. 2016. *Model Pengatur Kecepatan Kipas Menggunakan Sensor Asap Berbasis Arduino Uno*. Bogor: Program Studi Ilmu Komputer Fmipa Universitas Pakuan.
- Tipler, Paul A. 1998. *Physics for Scientists and Engineers*. (Edisi 3. Jilid 1). Diterjemahkan oleh Dra. Lea Prasetio, M.Sc dan Rahmad W. Adi, Ph.D. Jakarta: Erlangga.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Script Program Sistem Keseluruhan

```
//include library
#include <DHT.h>
#define DHTPin 2
#define DHTtype DHT22
DHT dht(DHTPin,DHTtype);

#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,6,2);

#include <Servo.h>
Servo servo;

//mendeskripsikan variabel
int r1 = 5;
int r2 = 6;
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.clear();
  servo.attach(3);
  servo.write(0);
  pinMode(r1,OUTPUT);
  pinMode(r2,OUTPUT);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:

  //baca nilai suhu dan kelembaban sensor DHT22
```

```

float t = dht.readTemperature();
float h = dht.readHumidity();
Serial.print(" Suhu : " );
Serial.print(t);
Serial.print("°C");
Serial.print(" Kelembaban : " );
Serial.print(h);
Serial.println("%");

//menampilkan nilai suhu dan kelembaban pada LCD I2C
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Suhu    : ");
lcd.setCursor(12,0);
lcd.print(t);
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Kelembaban : ");
lcd.setCursor(12,1);
lcd.print(h);
delay(1000);

//memasukkan fungsi kalibrasi
float tk = (t - 1.65254)/0.9354;
float hk = (h - 16.58324)/0.81003;

//set point alat
{
if (tk > 28 & hk <= 85){
    digitalWrite(r1,HIGH);
    int ts = (tk-28)*5;
    servo.write(ts);
    delay(1000);}
else if (tk <= 28 & hk > 85){
    digitalWrite(r1,LOW);
    servo.write(0);
}
}

```

```
    delay(1000);}
else if (tk > 28 & hk > 85){
    digitalWrite(r1,LOW);
    servo.write(0);
    delay(1000);}
}{
if (tk > 28){
    digitalWrite(r2,HIGH);
    delay(1000);}
else if (tk <= 28){
    digitalWrite(r2,LOW);
    delay(1000);}
}
}
```

Lampiran 2. Konfigurasi pin LCD I2C

No pin	Simbol	Keterangan
1	GND	Ground
2	Vcc	Tegangan Supply +5V
3	Vo	Pengaturan kontras
4	RS	0 = kontrol input, 1 = data input
5	R/W	Read/ Write
6	E	Enable
Jul-14	D0-D7	Data
15	VB1	Backlight +5 V
16	VB0	Backlight ground

Lampiran 3. Hasil pengujian sensor DHT22 sebelum kalibrasi

Jam	Sensor DHT22		Alat ukur HTC-1		Selisih Suhu	Selisih Kelembaban
	T (°C)	H(%)	T (°C)	H(%)		
8	28,2	89	28,4	88	0,2	1
08:30	29,4	82	29,8	81	0,4	1
9	30,2	79	30,3	78	0,1	1
09:30	30,5	76	30,8	72	0,3	4
10	30,9	77	31	73	0,1	4
10:30	31,2	78	31,4	74	0,2	4
11	30,3	78	31	77	0,7	1
11:30	31,2	76	31,7	76	0,5	0
12	30,6	77	30,8	75	0,2	2
12:30	30,8	78	31,4	76	0,6	2
13	30,7	74	31,1	71	0,4	3
13:30	30,7	78	31	78	0,3	0
14	29,9	81	30,1	78	0,2	3
14:30	28,7	84	29	83	0,3	1

Lampiran 4. Hasil pengujian sensor DHT22 setelah kalibrasi

Jam	Sensor DHT22		Alat ukur HTC-1		Selisih Suhu	Selisih Kelembaban
	T (°C)	H(%)	T (°C)	H(%)		
8	28,5	88	28,4	88	0,1	0
08:30	29,7	80	29,8	81	0,1	1
9	30,5	77	30,3	78	0,2	1
09:30	30,8	74	30,8	72	0,0	2
10	31,2	75	31	73	0,2	2
10:30	31,6	76	31,4	74	0,2	2
11	30,6	76	31	77	0,4	1
11:30	31,6	74	31,7	76	0,1	2
12	30,9	75	30,8	75	0,1	0
12:30	31,1	76	31,4	76	0,3	0
13	31,0	71	31,1	71	0,1	0
13:30	31,0	76	31	78	0,0	2
14	30,2	79	30,1	78	0,1	1
14:30	29,0	83	29	83	0,0	0

Lampiran 5. Hasil rancangan keseluruhan alat

