BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di era cerdas saat ini, berbagai teknologi inovatif, seperti sensor suhu canggih, telah diciptakan untuk memperlancar dan mendukung aktivitas manusia. Sensor canggih ini tidak hanya memantau suhu lingkungan dengan presisi tinggi, tetapi juga berfungsi sebagai sinyal cerdas untuk mengaktifkan dan mengatur berbagai alat dan perangkat. Dengan terintegrasi secara mulus ke dalam benda sehari-hari dan sistem industri, sensor ini secara signifikan meningkatkan kenyamanan, keamanan, dan efisiensi. Hasilnya, rutinitas harian dan tempat kerja kita mendapatkan manfaat dari peningkatan otomatisasi, mengurangi upaya manual, dan memungkinkan lingkungan yang lebih cerdas dan lebih responsif bagi semua orang. (Anzilni Khairul, 2013).

Inovasi dalam sensor suhu mencakup bahan canggih, desain inovatif, dan integrasi dengan teknologi pintar, merevolusi akurasi, responsivitas, dan konektivitas tanpa batas dalam berbagai aplikasi (Skultety et al, 2018; Benez et al, 2014; Chybowsky, 2016). Dalam sistem yang dirancang secara cerdas, sensor yang akurat harus disesuaikan secara tepat dengan objek yang diukur untuk memastikan kinerja optimal dan hasil yang dapat diandalkan.

Suhu dan kelembapan merupakan besaran fisika fundamental yang berfungsi sebagai indikator vital untuk memahami dan mengelola sistem makroskopis di berbagai aplikasi. Parameter ini memengaruhi segala hal mulai dari

prakiraan cuaca dan pengendalian iklim hingga pertanian dan proses industri. Pengukuran suhu dan kelembapan yang akurat sangat penting, dan secara tradisional, hal ini dicapai melalui penggunaan instrumen konvensional seperti termohigrometer—perangkat yang menggabungkan sensor suhu dan kelembapan menjadi satu alat portabel. Meskipun andal, alat tradisional ini sering kali tidak memiliki kemampuan untuk pemantauan berkelanjutan dan waktu nyata, yang semakin dibutuhkan dalam aplikasi modern. Dalam lingkungan terkendali seperti rumah kaca, gudang penyimpanan, dan laboratorium, menjaga kondisi optimal sangat penting untuk menjaga kualitas produk, memastikan kesehatan tanaman, atau melakukan eksperimen ilmiah yang tepat. Dalam pengaturan seperti itu, pemantauan parameter suhu dan kelembapan selama 24 jam tidak hanya bermanfaat tetapi juga diperlukan. Kewaspadaan konstan ini memungkinkan penyesuaian segera, mencegah pembusukan, pertumbuhan jamur, atau kerusakan peralatan. Namun, metode pengukuran tradisional sering kali gagal dalam menyediakan data frekuensi tinggi dan akurasi tinggi yang dibutuhkan untuk lingkungan yang dinamis ini. Kemajuan pesat dalam teknologi elektronik dan sensor telah merevolusi pemantauan lingkungan. Proliferasi dan keterjangkauan sensor elektronik dan papan mikrokontroler—seperti Arduino dan Raspberry Pi—telah memfasilitasi pengembangan sistem pemantauan yang canggih dan hemat biaya. Sistem ini dapat memberikan data waktu nyata dengan presisi tinggi, sehingga cocok untuk aplikasi kontrol yang kompleks. Di antara sensor yang paling banyak digunakan ialah DHT11 dan DHT22 untuk pengukuran suhu dan kelembapan gabungan, serta LM35 dan DS18B20 untuk suhu saja. Meskipun sensor DHT22 menawarkan

akurasi yang lebih unggul dibandingkan dengan DHT11, semua sensor ini memiliki keterbatasan yang melekat yang berasal dari desain dan toleransi manufakturnya yang spesifik. Pengukuran yang diperoleh dari sensor tersebut terkadang dapat menyimpang dari termohigrometer tingkat referensi, sehingga menimbulkan pertanyaan tentang keandalannya dalam kondisi lapangan. Perbedaan ini menggarisbawahi pentingnya pengujian dan kalibrasi sensor yang menyeluruh untuk memastikan kinerja yang dapat diandalkan dalam aplikasi dunia nyata. Dalam konteks ini, penelitian ini berfokus pada evaluasi kinerja empat sensor populer—DHT11, DHT22, LM35, dan DS18B20. Dengan melakukan pengujian sistematis dalam kondisi terkendali dan seperti di lapangan, penelitian ini bertujuan untuk menilai keakuratan, stabilitas, dan kesesuaiannya untuk pemantauan lingkungan berkelanjutan. Wawasan tersebut sangat penting untuk memilih sensor yang tepat yang disesuaikan dengan persyaratan khusus berbagai industri, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem kontrol lingkungan. (Erus Rustami, 2022).

B. Rumusan Masalah

Bagaimana cara mengetahui kinerja/ akurasi Berbagai Sensor Suhu Pada Sistem Pengukuran Temprature ?

C. Tujuan Penelitian

Membandingkan hasil pembacaan beberapa type sensor suhu terhadap sensor temperature digital paten

D. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang diberikan dalam penelitian ialah:

1. Pembangkit suhu yang digunakan ialah Blower
2. Jenis sensor yang digunakan sebagai bahan uji performansi ialah DHT11, DHT22, LM35, DS18B20, type temperature digital.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini Mengetahui Tingkat akurasi pembacaan beberapa type sensor suhu terhadap sensor temperature digital paten

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. SUHU

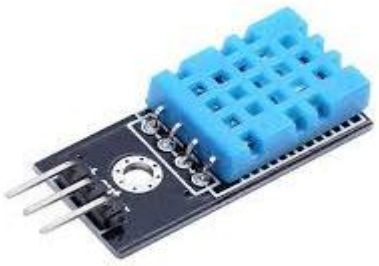
Suhu merupakan pengukuran penting yang menunjukkan seberapa panas atau dingin suatu benda, yang menunjukkan tingkat energi atom-atomnya. Ketika atom memiliki energi yang lebih besar, mereka bergerak lebih kuat, yang mengarah ke pembacaan suhu yang lebih tinggi. Partikel-partikel kecil ini terus bergerak bergetar, memantul, atau berpindah posisi sehingga suhu merupakan cerminan aktivitas energik mereka. Untuk mengukurnya secara akurat, termometer digunakan, yang menyediakan cara sederhana namun efektif untuk mengukur keadaan termal benda atau lingkungan apa pun.

Dalam bidang pengukuran suhu, Kelvin (K) merupakan satuan SI resmi yang menyediakan standar yang akurat dan diterima secara universal untuk keperluan ilmiah. Meskipun demikian, kehidupan sehari-hari dan banyak industri sering kali bergantung pada skala suhu lain seperti Celsius, Fahrenheit, dan Rankine. Di Indonesia dan sebagian besar dunia, Celsius ialah yang paling umum, di mana 0°C menandai titik beku air dan 100°C menandakan titik didihnya pada tekanan atmosfer standar. Skala Celsius dan Kelvin memiliki ukuran derajat yang sama; yaitu, perubahan 1°C setara dengan perubahan 1 K. Akan tetapi, titik nol keduanya berbeda secara signifikan: nol Celsius didasarkan pada titik beku air, sedangkan nol Kelvin, yang dikenal sebagai nol absolut, ialah suhu serendah mungkin di mana

partikel memiliki gerakan termal minimal, pada -273,15°C. Perbedaan ini menggarisbawahi dasar ilmiah skala Kelvin, yang dirancang untuk pengukuran suhu absolut, yang kontras dengan skala Celsius yang lebih praktis yang digunakan dalam konteks sehari-hari.

2. SENSOR DHT11

Sensor DHT11 ialah perangkat serbaguna yang dirancang untuk mengukur suhu udara dan kelembapan dengan presisi. Didukung oleh pasokan 5V yang andal, sensor ini dilengkapi termistor NTC yang mendeteksi variasi suhu secara akurat, memastikan pengumpulan data secara real-time. Selain itu, konverter analog-ke-digital 8-bit terintegrasi mengubah sinyal analog sensor menjadi data digital, memfasilitasi integrasi yang mulus dengan mikrokontroler dan sistem elektronik lainnya. Faktor bentuknya yang ringkas membuatnya ideal untuk aplikasi dengan ruang terbatas, sementara jangkauan transmisi sinyalnya yang mengesankan hingga 20 meter memungkinkan penyebaran yang fleksibel di berbagai lingkungan. Kombinasi fitur ini menjadikan DHT11 pilihan populer untuk stasiun cuaca, sistem HVAC, dan proyek rumah pintar. (Muhammad Irsyam dan Alamsyahzali Tanjung, 2019).



Gambar 2. 1SENSOR DHT11

Gambar 2.6 mengilustrasikan bahwa sensor DHT11 dilengkapi dengan tiga pin. Pin pertama berfungsi sebagai terminal positif (+), atau VCC, yang memasok tegangan atau arus yang diperlukan. Pin kedua berfungsi sebagai output (OUT), yang menyediakan sinyal data sensor. Pin ketiga ialah terminal negatif (–), atau GND, yang berfungsi sebagai koneksi ground atau power return. Sensor DHT11 menunjukkan respons resistif terhadap variasi kelembapan sekitar, khususnya perubahan kandungan uap air di udara. Secara internal, sensor berisi sirkuit terpadu khusus yang mampu mengubah sinyal analog menjadi data digital untuk diproses dan dianalisis.

a. karakteristik yang dimiliki oleh sensor DHT11

1. Tegangan input mencapai 3v – 5v
2. Dapat mengukur kelembaban udara mencapai 20% - 80% dengan tingkat akurasi kurang lebih sebesar 5%
3. Dapat mengukur suh udara mencapai 0 – 50 derajat Celcius dengan tingkat akurasi kurang lebih sebesar 2 derajat Celcius
4. Memilikiki arus maksimal sebesar 2,5 mA saat proses konversi atau meminta data
5. Output yang dikeluarkan berupa digital

b. Cara kerja sensor DHT11

1. Sensor DHT11 menerima pulsa mulai
2. Sensor DHT11 mengirimkan pulsa balasan
3. Sensor DHT11 mengirimkan data suhu dan kelembapan beserta checksum
4. Data diterima dan pin DHT11 masuk ke mode konsumsi daya rendah

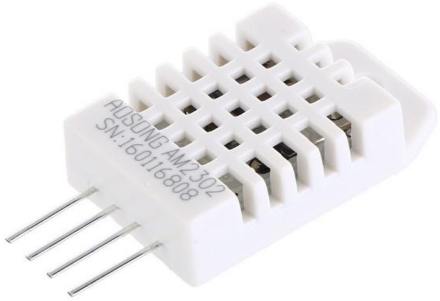
3. SENSOR DHT22

Sensor DHT22 ialah perangkat canggih yang dirancang untuk mengukur suhu dan kelembapan secara akurat, menjadikannya komponen penting untuk proyek pemantauan lingkungan. Saat mengintegrasikan DHT22 dengan Arduino, penting untuk menyertakan resistor tambahan guna memastikan pengkondisian tegangan yang tepat, yang membantu menstabilkan pembacaan dan melindungi sensor. Modul ini memiliki dua sensor khusus: sensor kelembapan kapasitif yang mendeteksi molekul air dengan memantau perubahan kapasitansi, yang menyediakan tingkat kelembapan yang tepat; dan sensor suhu yang dibuat dari bahan semikonduktor, yang mengubah resistansinya berdasarkan fluktuasi suhu. Modul DHT22 direkayasa agar mudah digunakan, menawarkan desain siap pakai yang sepenuhnya kompatibel dengan berbagai mikrokontroler, termasuk Arduino. Performanya yang andal dan integrasinya yang mudah menjadikannya pilihan populer di kalangan penghobi dan profesional yang ingin mengumpulkan data lingkungan yang akurat.

a. Cara kerja dari sensor DHT22

Dalam pengaturan yang ramping dan cerdas, sensor semikonduktor mengukur suhu dan kelembapan dengan cepat, mengirimkan data digital yang akurat ke mikrokontroler Wemos dalam waktu kurang dari 40 milidetik—memastikan pembacaan yang hampir bersamaan dan secara real-time. Mikrokontroler pertama-tama mengirimkan data suhu, menangkap perubahan lingkungan secara langsung, kemudian segera menindaklanjutinya dengan informasi kelembapan. Pertukaran cepat ini memungkinkan pemantauan dan kontrol yang lancar, menjadikan sistem

ini ideal untuk lingkungan cerdas di mana data yang tepat waktu sangat penting untuk otomatisasi, kenyamanan, dan keselamatan. (Abdul Kadir, 2017)



Gambar 2. 2 SENSOR DHT22

1. Supply Voltage : 5V
2. Temperature Range : -40-80° / resolution 0.1°C / error < ± 0.5°C
3. Humidity Range : 0-100%RH / resolution 0.1%RH error±2%RH
4. Size : 38 x 20mm

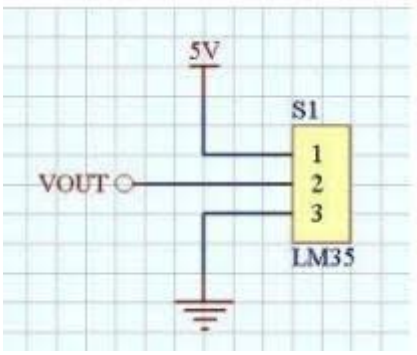
4. SENSOR LM35

LM35 ialah sensor suhu yang ramping dan ringkas yang dirancang dengan bentuk yang sangat menyerupai transistor standar, khususnya yang ditempatkan dalam kemasan TO-92. Desainnya yang serbaguna memungkinkannya mengukur suhu secara akurat hingga 100°C, sehingga ideal untuk berbagai aplikasi mulai dari kontrol proses industri hingga elektronik pribadi. Fungsionalitas inti LM35 melibatkan konversi suhu menjadi tegangan listrik proporsional, yang menghasilkan keluaran linier sebesar 10 milivolt per derajat Celsius. Hubungan tegangan-ke-suhu yang lugas ini menyederhanakan proses pembacaan dan penafsiran data suhu. Diproduksi oleh National Semiconductor, LM35 menonjol karena akurasinya yang tinggi dan kemudahan integrasi ke dalam berbagai sistem.

Keluaran impedansinya yang rendah memastikan pembacaan yang stabil bahkan saat terhubung ke kabel panjang atau beberapa perangkat, sehingga mengurangi kebutuhan akan buffering yang rumit. Linearitas keluaran sensor berarti bahwa ia menghasilkan hasil yang konsisten di seluruh rentang pengukurannya, sehingga menghilangkan kebutuhan akan kalibrasi atau penyesuaian yang ekstensif. Beroperasi secara efisien pada tegangan suplai 5V, LM35 hanya mengonsumsi sekitar 60 mikroampere arus, yang membantu meminimalkan pemanasan sendiri yang dapat sedikit mendistorsi pengukuran. Kombinasi presisi, kesederhanaan, dan konsumsi daya rendah menjadikan LM35 pilihan yang sangat baik bagi desainer yang mencari solusi penginderaan suhu yang andal dengan kompleksitas minimal.

1) Struktur Sensor LM35

Sensor suhu LM35 memiliki desain ramping dengan tiga pin yang membuatnya ideal untuk pengukuran suhu yang presisi. Pin 1 didedikasikan untuk memasok tegangan yang diperlukan, biasanya dalam kisaran 4 hingga 30 volt, memastikan pengoperasian yang andal di berbagai aplikasi. Pin 2 berfungsi sebagai output, menyediakan tegangan yang proporsional dengan suhu yang diukur, berkisar antara 0 hingga 1,5 volt. Khususnya, tegangan output sensor meningkat sebesar 10 milivolt untuk setiap kenaikan suhu sebesar satu derajat Celsius, memungkinkan pembacaan suhu yang akurat dan mudah dalam desain yang ringkas dan cerdas



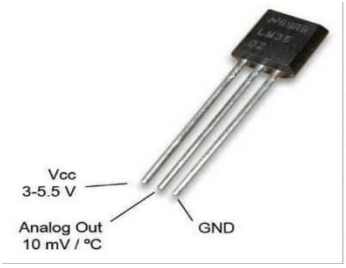
Gambar 2. 3 Struktur Sensor LM35

Sensor suhu LM35-DZ memiliki desain sirkuit yang sederhana namun sangat efektif, sehingga menjadikannya pilihan ideal untuk berbagai aplikasi. Tegangan keluarannya (Vout) menunjukkan hubungan linier yang tepat dengan suhu sekitar, meningkat sebesar 10mV untuk setiap derajat Celsius. Misalnya, pembacaan 530mV secara langsung sesuai dengan 53°C, sedangkan tegangan yang lebih rendah sebesar 320mV menunjukkan suhu 32°C. Penskalaan linier ini menyederhanakan proses konversi pembacaan tegangan menjadi pengukuran suhu yang akurat, sehingga menghilangkan perhitungan atau prosedur kalibrasi yang rumit. Kepraktisannya, dipadukan dengan kinerja yang andal, menjadikan LM35-DZ sebagai sensor pilihan dalam pemantauan lingkungan, sistem HVAC, dan proyek tertanam yang membutuhkan penginderaan suhu yang tepat.

Desain sirkuit fundamental, meskipun ideal untuk eksperimen awal dan tujuan pendidikan, tidak memadai saat presisi dibutuhkan. Selama pengujian, terlihat jelas bahwa tegangan keluaran sensor secara inheren tidak stabil, menunjukkan fluktuasi bahkan saat suhu tetap konstan. Ketidakstabilan ini semakin diperparah oleh variasi tegangan suplai, yang menyebabkan

pembacaan sensor berubah tak terduga. Dalam aplikasi yang menuntut akurasi tinggi, ketidakkonsistenan seperti itu tidak dapat diterima, karena dapat membahayakan keandalan data. Agar instrumen pengukuran berfungsi secara efektif sebagai tolok ukur yang dapat dipercaya, instrumen tersebut harus memberikan hasil yang stabil dan dapat diulang dalam kondisi yang tidak berubah. Setiap tingkat fluktuasi mengurangi kredibilitasnya dan membatasi kegunaannya dalam skenario ilmiah, industri, atau kalibrasi yang tepat. Oleh karena itu, meningkatkan stabilitas sirkuit sangat penting untuk mencapai pengukuran yang dapat diandalkan dan tepat.

2) Karakteristik Sensor LM35



Gambar 2. 4 Sensor LM35

a. Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu 10 mVolt/ºC, sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam celcius.
b. Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu 0,5ºC pada suhu 25 ºC
c. Memiliki jangkauan maksimal operasi suhu antara -55 ºC sampai +150 ºC.
d. Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt.
e. Memiliki arus rendah yaitu kurang dari 60 µA.
f. Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (low-heating) yaitu kurang dari 0,1 ºC pada udara diam.

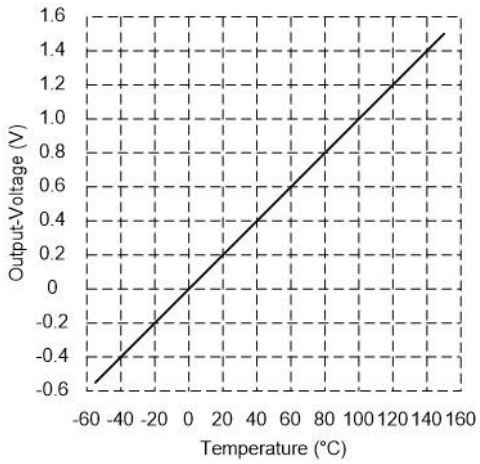
g. Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu 0,1 W untuk beban 1 mA.

h. Memiliki ketidaklinieran hanya sekitar ± ¼ ºC.

Sensor suhu LM35 merupakan contoh rekayasa cerdas dengan presisi tinggi, desain yang mudah digunakan, dan kinerja yang andal. Sensor ini menghasilkan keluaran impedansi rendah, memastikan integrasi yang mulus ke berbagai sistem tanpa perlu penyesuaian yang rumit. Linearitasnya yang tinggi menjamin pembacaan suhu yang akurat di seluruh rentang pengukurannya, menyederhanakan kalibrasi dan interpretasi data. Mampu mengukur suhu dari -55°C hingga +150°C, LM35 mempertahankan akurasi yang mengesankan sebesar ±0,5°C, membuatnya cocok untuk berbagai macam aplikasi—mulai dari proses industri hingga pemantauan lingkungan. Proses koneksinya yang mudah dan hasil yang dapat diandalkan menjadikannya pilihan yang menonjol bagi para insinyur yang mencari solusi penginderaan suhu yang cerdas dan efisien.

Sensor suhu LM35 terdapat dalam beberapa varian sebagai berikut:

- LM35, LM35A memiliki range pengukuran temperature -55°C hingga +150°C.
- LM35C, LM35CA memiliki range pengukuran temperatur -40℃ hingga +110℃.
- LM35D memiliki range pengukuran temperatur 0°C hingga +100°C



Gambar 2. 5 Perbandingan suhu tegangan output LM35

Sensor LM35 menerjemahkan suhu menjadi tegangan ekuivalen secara mulus, di mana pembacaan 100°C setara dengan 1V. Desain inovatifnya memastikan pemanasan sendiri yang minimal, menjaga akurasi dan stabilitas di berbagai lingkungan. Beroperasi secara efisien pada catu daya yang sederhana, LM35 menawarkan solusi yang andal dan tepat untuk pengukuran suhu dalam berbagai aplikasi elektronik.

IC LM35 ialah sensor suhu yang sangat akurat dan andal yang terintegrasi dalam sirkuit yang ringkas. Ia berfungsi dengan mengubah pembacaan suhu secara langsung menjadi keluaran tegangan linier, dengan koefisien konsisten sebesar 10 milivolt per derajat Celsius. Ini berarti bahwa untuk setiap kenaikan suhu sebesar 1°C, tegangan keluaran meningkat sebesar 10 mV, yang memungkinkan pengukuran suhu yang tepat dan mudah. Kesederhanaan dan keakuratannya menjadikan LM35 sebagai pilihan ideal untuk berbagai aplikasi yang memerlukan pemantauan suhu secara real-time

Rangkaian terpadu LM35 menonjol sebagai sensor suhu yang sangat andal dan presisi, menghasilkan pengukuran dengan akurasi yang

mengesankan sebesar ±0,25°C pada suhu ruangan standar. Rentang suhu yang mengesankan ini berkisar dari -55°C hingga 150°C, sehingga cocok untuk berbagai aplikasi. Salah satu keunggulan utamanya ialah tidak memerlukan kalibrasi eksternal, menyederhanakan pengaturan, dan memastikan kinerja yang konsisten. Selain itu, LM35 beroperasi dengan konsumsi arus rendah, hanya 60 mikroampere, yang membantu menghemat daya. Pembangkitan panas yang minimal semakin meningkatkan kesesuaiannya untuk sistem elektronik yang sensitif, memberikan pembacaan yang akurat tanpa memengaruhi lingkungan yang diukur.

Sensor LM35 secara cerdas mengukur dan mengkalibrasi suhu langsung dalam Celcius, memberikan pembacaan yang tepat dan waktu nyata untuk integrasi yang mulus ke dalam sistem pintar.

Adapun keistimewaan dari IC LM 35 ialah :

- Kalibrasi dalam satuan derajat celcius.
- Lineritas +10 mV/ º C.
- Akurasi 0,5 º C pada suhu ruang.
- Range +2 º C – 150 º C.
- Dioperasikan pada catu daya 4 V – 30 V.
- Arus yang mengalir kurang dari 60 μA

3) Prinsip kerja sensor LM35

Sensor LM35 ialah perangkat yang sangat presisi yang mendeteksi variasi suhu, menerjemahkan setiap perubahan 1°C menjadi keluaran tegangan 10 mV yang sesuai. Fleksibilitasnya memungkinkannya untuk ditempelkan menggunakan perekat atau semen, sehingga cocok untuk berbagai aplikasi. Namun, menempelkan sensor dengan cara ini menimbulkan resistansi kontak termal yang kecil, sehingga menghasilkan penurunan suhu yang dapat diabaikan sekitar 0,01°C di permukaan. Dirancang terutama untuk pengukuran suhu permukaan, LM35 memberikan pembacaan akurat yang sangat sesuai dengan kondisi sekitar. Namun demikian, jika ada perbedaan suhu yang substansial antara permukaan sensor dan sekelilingnya, pembacaan mungkin sedikit menyimpang, yang menekankan pentingnya pemasangan dan kalibrasi yang tepat untuk kinerja yang optimal. (Candra Robby, 2006).

Dalam sistem cerdas modern, koneksi jarak jauh menggunakan kabel berselubung yang diarde untuk mencegah interferensi elektromagnetik secara efektif, berfungsi sebagai antena dan penyearah. Untuk memastikan integritas sinyal, kapasitor bypass dari Vin ke ground disertakan, mengoreksi penyimpangan dan mempertahankan kinerja yang stabil. Desain ini mengoptimalkan keandalan transmisi data dalam jarak jauh, mewujudkan prinsip konektivitas cerdas yang canggih.

4) Sensor DS18B20

Sensor suhu DS18B20 ialah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran Listrik dalam bentuk

tegangan. Pada gambar 2.6 ialah contoh sensor suhu DS18B20 *waterproof*.



Gambar 2. 6 Sensor DS18B20

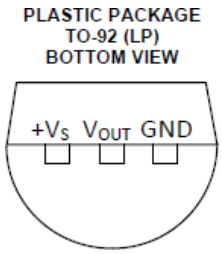
Sensor suhu inovatif ini dirancang untuk beroperasi secara efisien pada catu daya standar 5 V, sehingga kompatibel dengan berbagai sistem elektronik. Sensor ini menggunakan arus yang sangat rendah, hanya 60 mikroampere, sehingga memastikan penggunaan daya yang minimal dan memperpanjang umur perangkat. Selain itu, kemampuan pemanasan sendiri sensor dikelola dengan cermat untuk mencegah penyimpangan suhu yang signifikan, sehingga menghasilkan pembacaan yang sangat akurat dengan kesalahan yang efektif di bawah nol. Desainnya yang cerdas menjamin kinerja yang andal dalam berbagai aplikasi yang memerlukan pengukuran suhu yang tepat. (Muhammad Syafrullah, Chevy Sutansyah S, 2017)

1. Struktur Sensor DS18B20

   DS18B20 memiliki 3 buah pin, dan masing – masing pin mempunyai fungsi yang berbeda diantaranya :

   1) Pin 1 berfungsi sebagai sumber tegangan kerja dari DS18B20
   2) Pin 2 sebagai tegangan keluaran, keluaran sensor ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajad *celcius* sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut : V_{LM35} = Suhu* 10 mV.

3) Pin 3 sebagai *grounding*



Gambar 2. 7 Struktur DS18B20

Gambar 2.7 menyajikan diagram skema rangkaian dasar sensor suhu DS18S20. Tegangan keluaran yang dihasilkan dapat langsung dihubungkan dengan berbagai komponen pemrosesan sinyal, termasuk penguat operasional dan rangkaian penyaringan, atau diintegrasikan ke dalam sistem lain seperti modul pembanding tegangan atau Analog-to-Digital Converter

2. Karakteristik Sensor DS18B20

Berikut ini ialah karakteristik dari sensor suhu DS18B20:

1. Untuk setiap 1-Wire interface cukup memerlukan satu pin untuk komunikasi secara 1-Wire.
2. Setiap perangkat memiliki kode serial 64-bit yang disimpan dalam sebuah ROM onboard.
3. Tidak memerlukan komponen tambahan.
4. Bekerja pada tegangan 3 sampai 5,5V.
5. Akurasi ±0,5ºC akurasi dari suhu -10 sampai 85ºC.
6. Kecepatan mengkonversi suhu maksimal 750ms
7. Dapat mengukur suhu pada kisaran -55 sampai 125ºC

5. Arduino

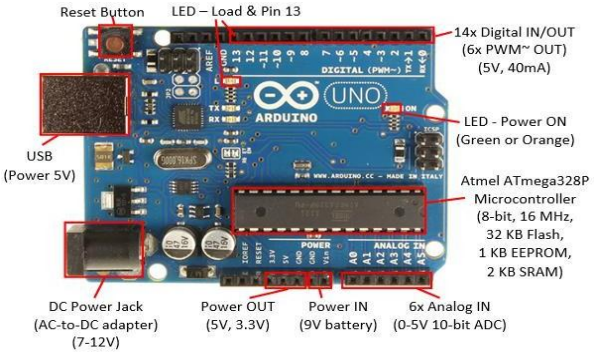
Arduino ialah platform mikrokontroler papan tunggal sumber terbuka yang berasal dari proyek Wiring, yang dirancang untuk menyederhanakan integrasi elektronik di berbagai aplikasi. Arsitektur perangkat keras Arduino menggabungkan mikrokontroler Atmel AVR, sementara lingkungan pemrogramannya menggunakan bahasa C. Secara khusus, Arduino Uno dilengkapi dengan memori Flash 32KB untuk penyimpanan program, SRAM 2KB untuk data runtime, dan EEPROM 1KB untuk retensi data non-volatil. Jam onboard beroperasi melalui osilator kristal 16 MHz, memastikan pengaturan waktu yang tepat. Dari segi daya, Arduino Uno memerlukan pasokan tegangan aktif sekitar 5 volt, yang dapat dipasok melalui koneksi USB. Papan ini memiliki 28 pin I/O tujuan umum, termasuk 14 pin I/O digital berlabel 0 hingga 13. Dari jumlah tersebut, enam pin (3, 5, 6, 9, 10, dan 11) mendukung output Pulse Width Modulation (PWM), yang memungkinkan kontrol sinyal digital seperti analog. Setiap pin I/O digital beroperasi pada tegangan maksimum 5 volt dan dapat menangani arus hingga 40 mA, memfasilitasi berbagai tugas antarmuka digital.

Bagian masukan analog terdiri dari enam saluran, yang diberi nama A0 hingga A5. Pin Vin berfungsi sebagai masukan untuk sumber tegangan eksternal, kecuali catu daya USB dan adaptor. Spesifikasi teknis Arduino Uno R3 dirangkum dalam Tabel 2.1, sedangkan representasi visualnya disediakan dalam Gambar 2.1. Selain itu, konfigurasi pin mikrokontroler

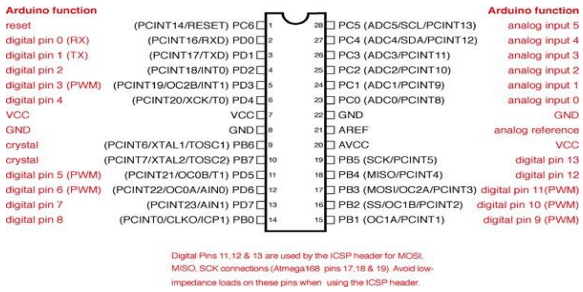
Atmega 320 digambarkan dalam Gambar 2.8

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino

Mikrokontroler	ATmega328
OperasiTegangan	5 Volt
Input Tegangan	7-12 Volt
Pin I/O Digital	14
Pin Analog	6
Arus DC tiap pin I/O	50 mA
Arus DC ketika 3.3V	50 mA
Memori flash	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan clock	16 MHz



Gambar 2. 8 Arduino



Gambar 2. 9 Atmega 328 Pin

ATmega328 ialah mikrokontroler 8-bit yang termasuk dalam keluarga AVR. Mikrokontroler serupa dalam keluarga ini meliputi ATmega8535, ATmega16, dan ATmega32. Mikrokontroler ini berbeda terutama dalam aspek seperti kapasitas memori, jumlah pin GPIO

(input/output serbaguna), dan periferal terintegrasi (seperti USART, timer, dan counter). Dalam hal dimensi fisik, ATmega328 lebih ringkas dibandingkan dengan beberapa model yang disebutkan di atas. Namun demikian, jika mempertimbangkan kapasitas memori dan fitur periferal, ATmega328 sebanding dengan ATmega8535 dan ATmega32, dengan perbedaan utama ialah berkurangnya jumlah pin GPIO daripada kemampuan memori atau periferal yang lebih rendah.

6. LCD 20 x 4 (Liquid Crystal Display) dengan I2C

LCD (*Liquid Crystal Display*) ialah perangkat keluaran visual yang menggunakan teknologi kristal cair sebagai media utamanya untuk pembentukan gambar. LCD telah digunakan secara luas di berbagai aplikasi, termasuk layar televisi, kalkulator, dan monitor komputer, karena efisiensinya dan keserbagunaannya.



Gambar 2. 10 LCD Character Display 20x4 dengan modul I2C

Layar yang digunakan ialah LCD karakter 20x4 yang terintegrasi dengan modul antarmuka I2C, yang memfasilitasi integrasi dan pemrograman yang lebih mudah. Memanfaatkan modul I2C secara signifikan menghemat pin I/O Arduino; khususnya, hanya empat pin yang diperlukan yaitu, pin SCL, SDA, VCC, dan GND—sehingga

mengoptimalkan alokasi pin mikrokontroler dan menyederhanakan pengaturan keseluruhan.

1. Sistem dan Material LCD 20x4

   LCD terdiri dari lapisan bahan organik yang diposisikan di antara substrat kaca transparan dan satu set elektroda indium tin oxide (ITO) transparan yang disusun dalam konfigurasi segmen. Ketika tegangan listrik diterapkan pada elektroda ini, molekul organik di dalam LCD mengalami reorientasi, menyelaraskan diri sebagai respons terhadap medan listrik, sehingga memodulasi keluaran visual layar.

   Lapisan LCD ini terdiri dari beberapa strata, termasuk polarisator vertikal depan dan polarisator horizontal belakang, yang diikuti oleh lapisan reflektif. Cahaya yang dipantulkan terhalang oleh molekul-molekul yang sejajar dalam segmen-segmen aktif, sehingga daerah-daerah ini tampak lebih gelap dan dengan demikian membentuk karakter yang diinginkan.

2. Memori LCD 20 x 4

   Dengan desain yang ramping dan modern, mikrokontroler LCD berfungsi mulus sebagai pengontrol karakter yang canggih. Dilengkapi dengan memori dan register khusus, memungkinkan manajemen tampilan yang tepat dan komunikasi yang lancar, memastikan visual yang hidup dan pengoperasian yang efisien untuk pengalaman pengguna yang sempurna:

a. **DDRAM (Display Data Random Access Memory)** merupakan Pengelolaan memori tampilan karakter secara efisien akan meningkatkan kinerja keluaran visual yang lancar.
b. **CGRAM (Character Generator Random Access Memory)** Pola memori yang dinamis dan adaptif, yang berkembang dengan lancar, membentuk dan membentuk kembali dirinya sendiri menjadi karakter yang khas dan dapat dikenali dengan keanggunan yang mudah.
c. **CGROM (Character Generator Read Only Memory)** Pola karakter yang disimpan secara permanen oleh produsen LCD dalam memori CGROM tidak dapat diedit dan tidak dapat diubah. Akses ke pola ini dibatasi, memerlukan perintah atau prosedur khusus, guna memastikan tampilan karakter yang telah ditetapkan secara konsisten di seluruh perangkat yang menggunakan teknologi ini.

3. Register pada LCD 20x4

Ada 2 jenis register yang digunakan pada LCD untuk melakukan tugas kontrolnya sebagai pembentuk karakter diantaranya:

a. **Register perintah** yaitu register menyimpan sementara perintah mikrokontroler sementara LCD menampilkan data, memastikan komunikasi dan operasi yang lancar.
b. **Register data** yaitu register DDRAM secara efisien mengelola pembacaan dan penulisan data, berfungsi sebagai komponen vital

dalam sistem memori digital..

4. Konfigurasi Pin LCD 20 x 4

Beriku ialah konfigurasi kaki-kaki LCD karakter 20x4 untuk mengkoneksikannya ke *board* arduino:

Tabel 2. 2 Konfigurasi Pin LCD 20x4

Pin No	Symbol	Details
1	GND	Ground
2	Vcc	Supply Voltage +5V
3	Vo	Contrast adjustment
4	RS	0->Control input, 1-> Data input
5	R/W	Read/ Write
6	E	Enable
7 to 14	D0 to D7	Data
15	VB1	Backlight +5V
16	VB0	Backlight ground

5. I2C (*inter imtegrated circuit)*

I2C ialah protokol komunikasi serial dua arah yang cerdas yang menggunakan dua saluran penting: Serial Clock Line (SCL) dan Serial Data Line (SDA). Standar yang ramping ini dibuat untuk kontrol sirkuit terpadu (IC) yang lancar, memungkinkan pertukaran data yang efisien antara beberapa perangkat pada bus bersama, menyederhanakan desain sistem yang rumit dengan kemampuan transfer data yang elegan dan tersinkronisasi.



Gambar 2. 11 LCD Modul I2C

Dalam bidang komunikasi I2C, perangkat berperan sebagai

master atau slave. Master memulai pertukaran data dengan mengirimkan sinyal awal dan pulsa clock, mengatur transfer. Sementara itu, slave merespons sesuai perintah master untuk memastikan aliran data yang lancar dan tersinkronisasi di seluruh bus.

Dalam sistem pintar yang canggih, transfer data melalui bus I2C mengharuskan bus bebas dan siap untuk komunikasi. Selama proses ini, SDA (Serial Data Line) harus tetap stabil untuk memastikan transmisi data yang akurat. Sementara itu, SCL (Serial Clock Line) tetap tinggi, menyediakan sinyal clock yang tersinkronisasi yang mengoordinasikan transfer, memastikan komunikasi yang andal dan efisien antar perangkat. (Rudi Hartono, 2016)

7. Presentase Kesalahan (Error)

Presentase kesalahan ialah presentase kesalahan antara nilai actual dan nilai terukur dalam pengukuran apapun. Presentase kesalahan sangat berguna karena dalam semua proses pengukuran dan manufaktur ada kemungkinan kesalahan kecil karena kesalahan manusia, maka presentase kesalahan ialah apa yang memberi tau kita seberapa besar pengukuran berbeda dari nilai asli atau estimasi.

Dalam artikel ini kita tidak akan mempelajari tentang presentase kesalahan, rumus presentase kesalahan, cara menghitung presentase kesalahan, contoh, dan lainnya secara rinci.

Presentase kesalahan ialah ukuran keakuratan pengukuran atau perhitungan dibandingkan dengan nilai sebenarnya atau yang diterima. Ini

menunjukkan perbedaan antara nilai yang diamati atau dihitung dan nilai sebenarnya, yang dinyatakan sebagai presentasi dari nilai kesalahan.

Presentase kesalahan ialah perbedaan presentase antara nilai actual dan nilai yang diukur dalam pengukuran apapun

Misalkan kita diberi tugas untuk mengukur suatu objek maka presentase kesalahan dalam proses tersebut ialah perbedaan antara nilai estimasi dan nilai sebenarnya.

Catatan : kita juga dapat mengatakan bahwa kesalahan presentase ialah kesalahan relatif dikalikan dengan 100.(kesalahan presentase = kesalahan relatif x 100)

1. Rumus unttuk presentase kesalahan

   Rumus presentase kesalahan ialah rumus yang digunakan untuk menghitung presentase kesalahan dalam pengukuran apapun. Rumus untuk presentase kesalahan ialah,

   Formula for percent error

$$Percent\ Error\ = \frac{[measured\ Value - Actual\ Value]}{Actual\ Value} \times 100 \quad \text{.....(1)}$$

Presentase Kesalahan = (Nilai Terukur – Nilai Aktual/Nilai Aktual) x 100

Hal ini juga dapat ditulis sebagai,

$$\%\ kesalahan = \{B - A/A\}x100 \quad \text{..... (2)}$$

Di mana,

A = Nilai Aktual

B = Nilai Estimasi

2. Bagaimana Cara Menghitung Presentase Kesalahan?

   Presentase kesalahan dihitung menggunakan Langkah-langkah yang di tambahkan dibawah ini,

   Langkah 1: Ukur nilai observasi

   Langkah 2: Temukan perbedaan antara nilai yang diukur dan nilai estimasi/aktual

   Langkah 3: Temukan kesalahan relatif dengan mengambil rasio perbedaan dan nilai sebenarnya.

   Langkah 4: Kalikan angka relatif dengan 100 untuk mendapatkan presentase kesalahan.

8. Thermohygrometer Type HTC-1

Thermohygrometer merupakan instrumen yang menggabungkan alat pengukur suhu udara serta kelembaban udara, baik pada lingkungan tertutup maupun terbuka. *Thermohygrometer* memiliki 2 termometer yang disebut *dry bulb* dan *wet bulb*. Dalam penggunaannya, *dry bulb* dikondisikan dalam keadaan kering, sedangkan *wet bulb* dikondisikan dalam keadaan basah dengan merendamnya dalam air. Prinsip kerja *thermohygrometer* bergantung pada peristiwa penguapan dingin. Penguapan air dari permukaan akan mengikat panas yang menyebabkan suhu pada permukaan menurun. Akibat penurunan suhu ini akan menyebabkan suhu pada *wet bulb* lebih rendah dari suhu *dry bulb*. Nilai kelembaban udara ditentukan dengan perbedaan temperatur pada *dry bulb* dan *wet bulb*.



Gambar 2. 12 Thermohygrometer Type HTC-1

Thermohygrometer HTC-1 dapat mengukur suhu pada lingkungan tertutup dalam jangkauan -50°C~+70°C（58~158°F) dengan akurasi ±1°C（2°F). Selain itu, Thermohygrometer HTC-1 dapat mengukur kelembaban dalam jangkauan 10%~95%RH dengan akurasi ±5%RH.

9. Heat Gun Type REAIM

Heat gun adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan aliran udara panas yang tinggi dengan suhu yang dapat diatur. Prinsip kerjanya mirip dengan mesin pengering rambut, tetapi dengan suhu yang jauh lebih tinggi.

Alat ini bekerja dengan menghasilkan panas melalui elemen pemanas internal dan mengalirkannya melalui saluran udara kecil. Anda dapat mengatur suhu dan kecepatan aliran udara ini sesuai kebutuhan.

Cara kerja *heat gun* sangat sederhana. Ketika Anda menghidupkan alat ini dan mengatur suhu yang diinginkan, elemen pemanas di dalamnya mulai memanas.



Gambar 2. 13 Heat Gun REAIM

Spesifikasi:

1. Daya input terukur: 450-900W
2. Suhu: 60-600 °C
3. Daya: 220V
4. Frekuensi: 50-60hz
5. Panjang kabel: 1.6m
6. Volume udara: 300/500L/mnt

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Studi inovatif ini menggunakan teknik eksperimen kuantitatif yang ketat untuk mengendalikan variabel secara cermat, membandingkan keluaran secara sistematis, dan menganalisis nilai kesalahan secara menyeluruh, memastikan hasil yang tepat dan dapat diandalkan yang memajukan pemahaman dan menumbuhkan wawasan yang berarti di lapangan.

B. Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Gedung F Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Parepare dan waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan selama 1 bulan dimulai pada bulan februari 2025 sampai maret 2025.

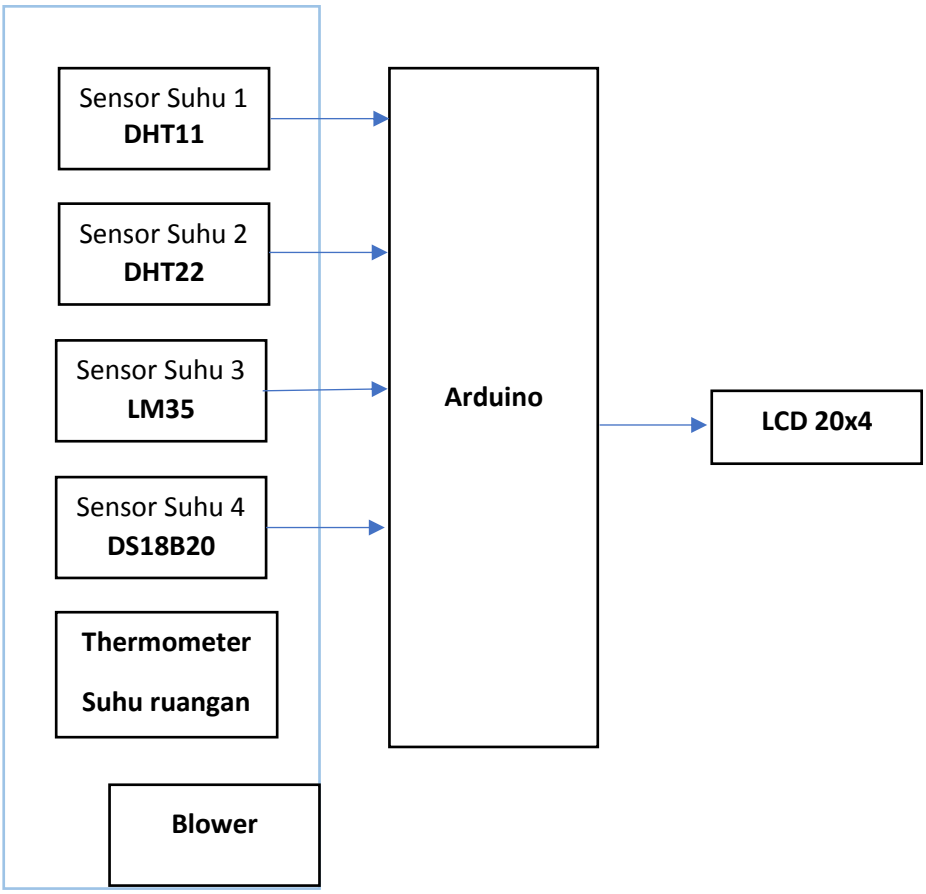
C. Alat dan Bahan

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan

Uraian	Jumlah
Sensor DHT11	1
Sensor DHT22	1
Sensor LM35	1
Sensor DS18B20	1
Thermohygrometer	1
Blower	1
Arduino	1
LCD 20x4 + Driver I2C	1

D. Rancangan Penelitian

Dalam pembuatan system ini perlu adanya perancangan *diagram blok* dimaksud agar lebih mudah dipahami dan mudah dilihat berdasarkan urutan Langkah dari proses ke proses lainnya.



Gambar 3. 1 Diagram Blok Studi Eksperimental Performansi Sensor Suhu Pada sistem Pengukuran Temprature

Prinsip kerja:

Panas yang dikeluarkan oleh Blower akan dibaca oleh sensor dan hasil output dari keempat sensor akan diolah oleh Arduino dan ditampilkan di LCD.

E. Teknik Pengumpulan Data

Studi ini menggunakan proses pengumpulan data dua tahap yang dirancang untuk memastikan analisis yang komprehensif. Tahap pertama melibatkan tinjauan pustaka yang ekstensif untuk memperdalam pemahaman tentang konsep, prinsip, dan kemajuan terkini sensor, yang meletakkan dasar teoritis yang kokoh. Pada tahap kedua, fase eksperimen dilakukan di mana sensor suhu dikontrol dengan cermat untuk mengumpulkan data keluaran yang akurat dalam berbagai kondisi. Hasil ini kemudian dianalisis secara menyeluruh dan dibandingkan dengan hasil dari sensor suhu yang dipatenkan, yang memungkinkan penilaian objektif terhadap kinerja, akurasi, dan keandalan. Pendekatan terpadu ini bertujuan untuk memberikan wawasan berharga bagi pengembangan teknologi sensor.

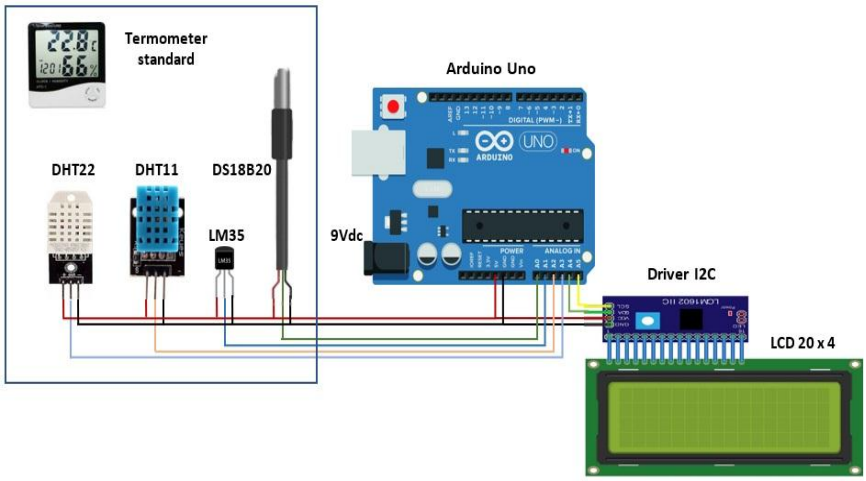
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini pada dasarnya terdiri dari dua bagian yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri dari Sensor Suhu *DHT11, DHT22, LM35, DS18B20, Arduino Uno, LCD 20x4, Driver I2C, Termometer Digital Type HTC-1, dan Blower*. Sedangkan Perangkat Lunaknya terdiri dari sketch Arduino dan library sensor suhu.

A. Perancangan Perangkat Keras

Input sistem terdiri dari 4 buah sensor suhu . Outputnya berupa tampilan pembacaan suhu melalui LCD 20x4. Rangkaian lengkap diperlihatkan dalam gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4. 1 Rangkaian Lengkap Sistem Pengukuran Temperature

Dari gambar 4.1 di atas terlihat bahwa output sensor suhu DHT22, DHT11, LM35 dan DS18B20 berturut-turut dihubungkan ke pin A2, A3, A1, dan A0 Arduino Uno. Semua VCC dan Gnd sensor suhu diparalel dan dihubungkan ke VCC dan Gnd Arduino. Untuk pin VCC dan Gnd Driver I2C dihubungkan ke pin

+5V dan Gnd Arduino Uno, sedangkan pin SDA dan SCL Driver I2C dihubungkan ke pin A4 dan A5 Arduino Uno. Tabel 4.1 berikut ini merangkum koneksi pengabelan system yang dirancang.

Tabel 4. 1 Koneksi Pengabelan

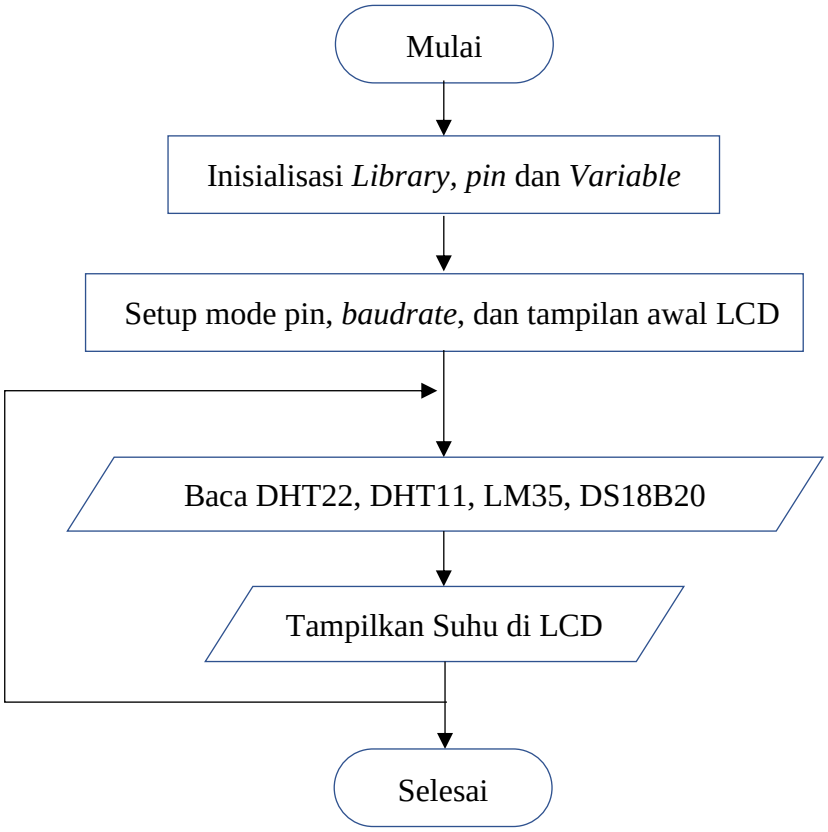
Input				**Proses**	**Output**
DHT22	**DHT11**	**LM35**	**DS18B20**	**Arduino**	**LCD**
VCC	VCC	VCC	VCC	5V	VCC
-	Output	-	-	A2	-
Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd	Gnd
Output	-		-	A3	-
-	-	Output	-	A1	-
-	-	-	Output	A0	-
-	-	-	-	D2	-
-	-	-	-	A4	SDA
-	-	-	-	A5	SCL

1) Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat Lunak yang digunakan dalam rancangan ini terdiri dari *library* sensor suhu type DHT22 dan DHT11 yaitu *DHT.h, DallasTemperature.h* untuk DS18B20, dan *LiquidCrystal_I2C.h* untuk LCD 20x4. Sedangkan sensor suhu LM35 tidak memerlukan *library*.

Perangkat Lunak pada Arduino Uno yang berfungsi untuk membaca suhu dari keempat sensor berupa *sketch* yang ditulis menggunakan Bahasa C pada IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino.

Adapun Diagram Alir (*Flowchart*) pembacaan sensor suhu ditunjukkan dalam gambar 4.2 berikut ini :



Gambar 4. 2 Diagram Alir (*Flowchart*) Pembacaan Sensor Suhu

Langkah pertama ialah inisialisasi library, pin, dan variable. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua perangkat yang digunakan mempunyai library, pin koneksi, dan variable-variable yang digunakan untuk pembacaan suhu.

- Inisialisasi *Library*, *pin* dan *Variable*

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
//-------------------------------------------------------
#include "DHT.h"
#define DHTPIN_22  A3
#define DHTPIN_11  A2
#define lm35Pin    A1
#define ds18b20Pin A0

#define DHTTYPE_11 DHT11
#define DHTTYPE_22 DHT22

DHT dht_11(DHTPIN_11, DHTTYPE_11);
DHT dht_22(DHTPIN_22, DHTTYPE_22);

float t_11;
float t_22;
int lm35suhu1;
float lm35Suhu;
float DS18B20Suhu;
//-------------------------------------------------------
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
OneWire oneWire(ds18b20Pin);
DallasTemperature DS18B20(&oneWire);
```

- Setup mode pin, *baudrate*, dan tampilan awal LCD

```
Serial.begin(9600);
//-------------------------------------------------------
pinMode(DHTPIN_22, INPUT);
pinMode(DHTPIN_11, INPUT);
pinMode(lm35Pin, INPUT);
pinMode(ds18b20Pin, INPUT);
//-------------------------------------------------------
lcd.init();
lcd.init();
lcd.backlight();
lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Uji Sensor Suhu");
lcd.setCursor(0,1); lcd.print("____________________");
lcd.setCursor(0,2); lcd.print("Menyiapkan Perangkat");
lcd.setCursor(0,3);
for (int i=0; i<10; i++)
  {
    lcd.setCursor(i,3);
    lcd.print(".");
    delay(300);
  }
lcd.setCursor(11,3);  lcd.print("OK !");
delay(2000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);  lcd.print("DHT22   :       C");
lcd.setCursor(0,1);  lcd.print("DHT11   :       C");
lcd.setCursor(0,2);  lcd.print("LM35    :       C");
lcd.setCursor(0,3);  lcd.print("DS18b20 :       C");
//-------------------------------------------------------
dht_11.begin();
dht_22.begin();
DS18B20.begin();
```

- Baca DHT22, DHT11, LM35, DS18B20

```
//baca DHT22---------------------------------------------
t_22 = dht_22.readTemperature();
if (isnan(t_22))
  {
    Serial.println(F("Failed to read from DHT 22 sensor!"));
    return;
  }

//baca DHT1----------------------------------------------
t_11 = dht_11.readTemperature();
if (isnan(t_11))
  {
    lcd.setCursor(10,1);  lcd.print("-");
    return;
  }

//baca LM35----------------------------------------------
  1'C = 10mV (sesuai datasheet)
  5v /1023 = 4,883 mV (5v = tegangan refrensi, 1023 = resolusi 10 bit)
  setiap kenaikan 1'C --> 10 / 4.883 = 2.0479
  sehingga didapat rumus lm35Suhu = lm35suhu1 / 2.0479;
  ------------------------------------------------------------------------
-------
lm35Suhu = lm35suhu1 / 2.0479;
lm35suhu1 = analogRead(lm35Pin);

//baca LM35----------------------------------------------
DS18B20.requestTemperatures();
DS18B20Suhu = DS18B20.getTempCByIndex(0);
```

- Tampilkan Suhu di LCD

```
lcd.setCursor(10,0); lcd.print(t_22);
lcd.setCursor(10,1); lcd.print(t_11);
lcd.setCursor(10,2); lcd.print(lm35Suhu);
lcd.setCursor(10,3); lcd.print(DS18B20Suhu);
```

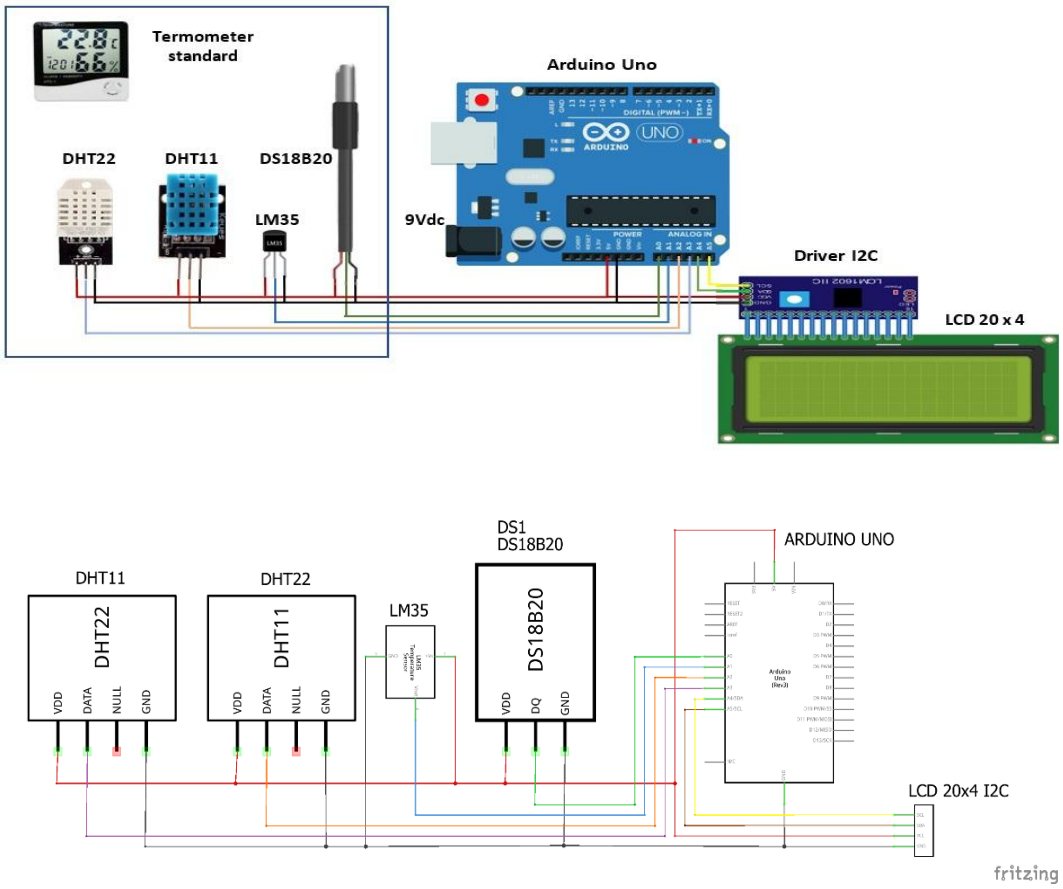
2) Pengujian

Pengujian yang dilakukan ada dua yaitu :

a. Pengujian kestabilan pembacaan masing-masing sensor suhu pada suhu ruang

b. Pengujian performansi Linearitas pembacaan sensor suhu terhadap sensor paten

1. Pengujian kestabilan pembacaan sensor suhu pada suhu ruang



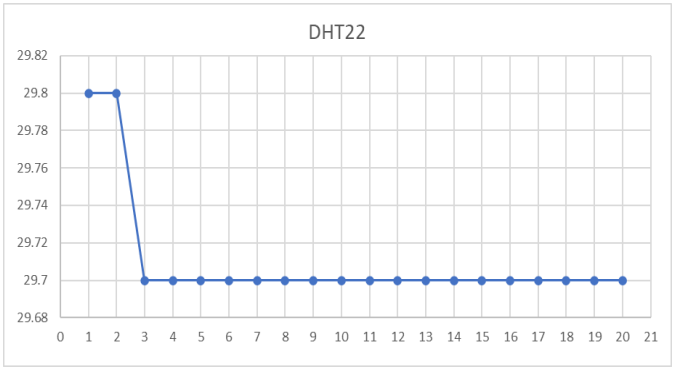
Gambar 4. 3 Rangkaian Pengujian Kestabilan Pembacaan Suhu

Pengujian kestabilan pembacaan sensor suhu pada suhu ruang dilakukan untuk menilai konsistensi data yang dihasilkan oleh berbagai jenis sensor suhu saat diletakkan dalam lingkungan dengan temperatur stabil, tanpa fluktuasi signifikan. Pada gambar rangkaian, terlihat bahwa empat jenis sensor suhu, yaitu DHT11, DHT22, LM35, dan DS18B20, dihubungkan ke mikrokontroler Arduino Uno yang kemudian menampilkan hasil pembacaan pada layar LCD 20x4 melalui modul driver I2C. Sebagai referensi pembanding, digunakan termometer digital standar yang menunjukkan suhu aktual ruang. Selama pengujian, sensor dibiarkan dalam

kondisi suhu ruang yang stabil dan diamati apakah pembacaan suhu dari masing-masing sensor tetap konstan atau mengalami variasi.

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui sensor mana yang memberikan pembacaan paling stabil dan akurat dalam jangka waktu tertentu, sehingga dapat dipilih sebagai sensor yang paling sesuai untuk aplikasi pemantauan suhu di lingkungan terkendali seperti laboratorium, ruang server, atau kandang tertutup (*closed house*).

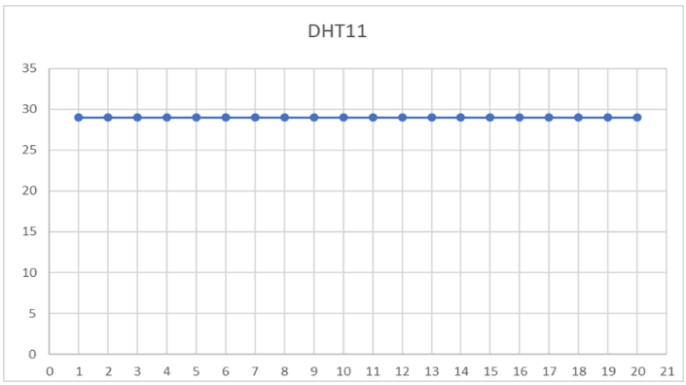
- **Hasil Pengujian dan Analisis**

No	DHT22 (Derajat)	HTC-1 (Derajat)	Grafik DHT22
1	29.80	29.70	
2	29.80	29.70	
3	29.70	29.70	
4	29.70	29.70	
5	29.70	29.70	
6	29.70	29.70	
7	29.70	29.70	
8	29.70	29.70	
9	29.70	29.70	
10	29.70	29.70	
11	29.70	29.70	
12	29.70	29.70	
13	29.70	29.70	
14	29.70	29.70	
15	29.70	29.70	
16	29.70	29.70	
17	29.70	29.70	
18	29.70	29.70	
19	29.70	29.70	
20	29.70	29.70	

Analisis

Dari data hasil pengukuran pembacaan sensor suhu DHT22 pada suhu ruang, terlihat bahwa dari 20 sampel, nilai pembacaan suhu minimum ialah 29.70 ^{o}C dan nilai pembacaan suhu maksimum ialah 29.80 ^{o}C. Rentang atau jangkauan penyebaran data 29.80 ^{o}C – 29.70 ^{o}C = 0.1 ^{o}C. Dari data dan

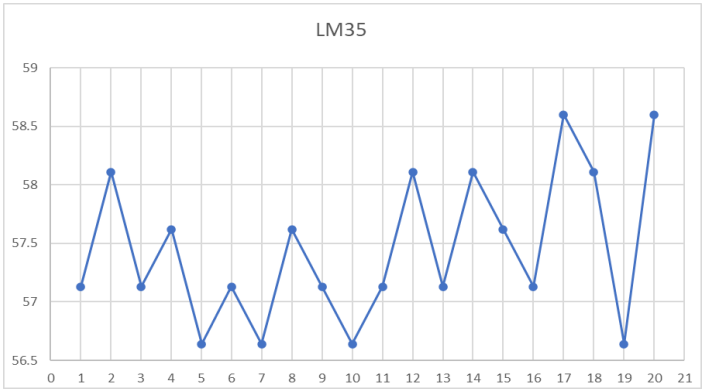
grafik terlihat bahwa suhu stabil di 29.70 ºC.

No	DHT11 (Derajat)	HTC-1 (Derajat)	Grafik DHT11
1	29.00	29.70	
2	29.00	29.70	
3	29.00	29.70	
4	29.00	29.70	
5	29.00	29.70	
6	29.00	29.70	
7	29.00	29.70	
8	29.00	29.70	
9	29.00	29.70	
10	29.00	29.70	
11	29.00	29.70	
12	29.00	29.70	
13	29.00	29.70	
14	29.00	29.70	
15	29.00	29.70	
16	29.00	29.70	
17	29.00	29.70	
18	29.00	29.70	
19	29.00	29.70	
20	29.00	29.70	

Analisis

Dari data hasil pengukuran pembacaan sensor suhu DHT11 pada suhu ruang, terlihat bahwa dari 20 sampel, nilai pembacaan suhu ialah 29.00 º C. Dari data dan grafik terlihat bahwa suhu stabil di 29.00 ºC.

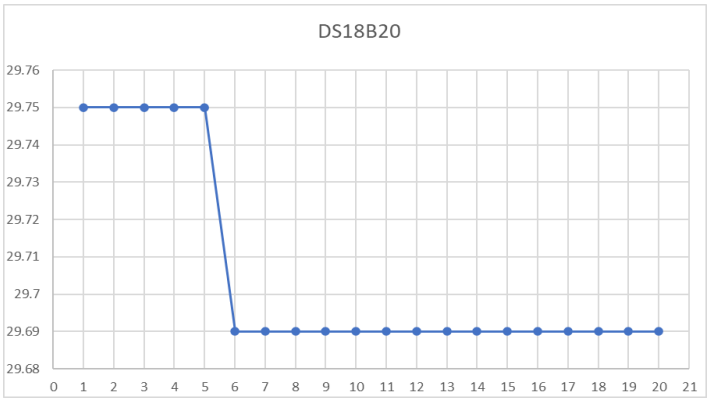
No	LM35 (Derajat)	HTC-1 (Derajat)	Grafik LM35
1	57.13	29.70	
2	58.11	29.70	
3	57.13	29.70	
4	57.62	29.70	
5	56.64	29.70	
6	57.13	29.70	
7	56.64	29.70	
8	57.62	29.70	
9	57.13	29.70	
10	56.64	29.70	
11	57.13	29.70	
12	58.11	29.70	
13	57.13	29.70	
14	58.11	29.70	
15	57.64	29.70	
16	57.13	29.70	
17	58.60	29.70	
18	58.11	29.70	
19	56.64	29.70	
20	58.60	29.70	



Analisis

Dari data hasil pengukuran pembacaan sensor suhu LM35 pada suhu ruang, terlihat bahwa dari 20 sampel, nilai pembacaan suhu minimum ialah 56.64 ^{o}C dan nilai pembacaan suhu maksimum ialah 58.60 ^{o}C. Rentang atau jangkauan penyebaran data 58.60 ^{o}C – 56.64 ^{o}C = 1.96 ^{o}C. Dari data dan grafik terlihat bahwa suhu kurang stabil dan berfluktuasi.

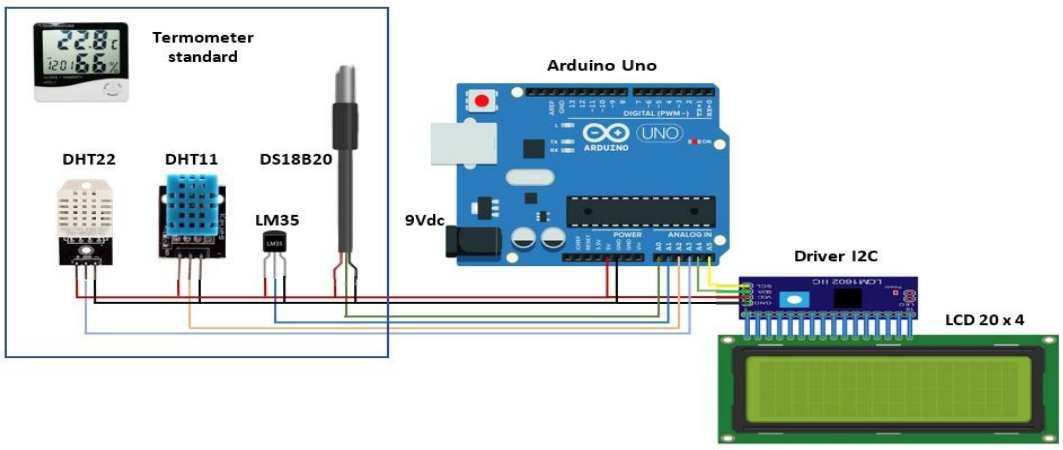
No	DS18B20 (Derajat)	HTC-1 (Derajat)	Grafik DS18B20
1	29.75	29.70	
2	29.75	29.70	
3	29.75	29.70	
4	29.75	29.70	
5	29.75	29.70	
6	29.69	29.70	
7	29.69	29.70	
8	29.69	29.70	
9	29.69	29.70	
10	29.69	29.70	
11	29.69	29.70	
12	29.69	29.70	
13	29.69	29.70	
14	29.69	29.70	
15	29.69	29.70	
16	29.69	29.70	
17	29.69	29.70	
18	29.69	29.70	
19	29.69	29.70	
20	29.69	29.70	

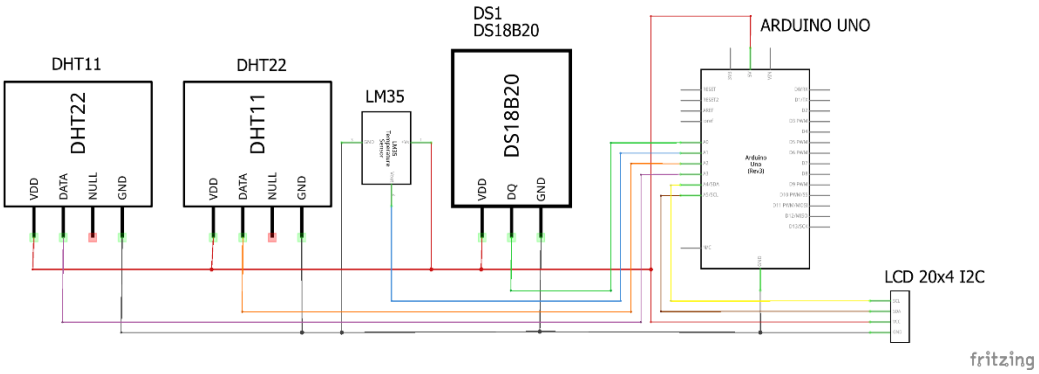


Analisis

Dari data hasil pengukuran pembacaan sensor suhu DHT22 pada suhu ruang, terlihat bahwa dari 20 sampel, nilai pembacaan suhu minimum ialah 29.69 ^{o}C dan nilai pembacaan suhu maksimum ialah 29.75 ^{o}C. Rentang atau jangkauan penyebaran data 29.75 ^{o}C – 29.69 ^{o}C = 0.06 ^{o}C. Dari data dan grafik terlihat bahwa suhu stabil di 26.96 ^{o}C.

2. Pengujian Linearitas pembacaan sensor suhu terhadap sensor paten





Gambar 4. 4 Rangkaian Pengujian Linearitas Pembacaan Suhu

Proses pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi dan linearitas pembacaan suhu dari beberapa jenis sensor suhu, yaitu DHT11, DHT22, LM35, dan DS18B20, dengan membandingkannya terhadap alat pengukur suhu standar (termometer digital paten Type HTC-1).

Pengujian dilakukan dengan cara merangkai seluruh sensor ke papan Arduino Uno sesuai dengan skema yang ditampilkan, di mana hasil pembacaan suhu dari masing-masing sensor akan ditampilkan pada layar LCD 20x4 melalui komunikasi I2C. Arduino akan diprogram menggunakan Arduino IDE untuk membaca data suhu dari masing-masing sensor. Selanjutnya, blower dinyalakan untuk menghasilkan perubahan suhu secara bertahap, dan pembacaan suhu dari masing-masing sensor dibandingkan dengan nilai yang ditunjukkan oleh termometer digital standar. Data hasil pembacaan dicatat pada setiap perubahan suhu, kemudian dianalisis untuk mengetahui seberapa linier dan akurat masing-masing sensor dalam merespons perubahan suhu.

Hasil Pengujian dan analisis

No	Pengukuran Suhu (derajat)					Error (%)			
	HTC-1	DHT22	DHT11	LM35	DS18B20	DHT22	DHT11	LM35	DS18B20
0	31,60	31,50	30,30	41,02	31,62	0,32	**4,11**	**29,81**	**0,06**
1	33,00	32,91	31,52	41,37	32,85	0,27	4,48	25,35	0,46
2	34,41	34,33	32,75	43,52	34,08	0,23	4,82	26,48	0,94
3	35,81	35,74	33,97	43,49	35,31	0,20	5,14	21,45	1,39
4	37,21	37,15	35,19	45,98	36,54	0,16	5,43	23,57	1,80
5	38,61	38,87	36,41	47,26	38,04	0,66	5,69	22,40	1,49
6	40,02	40,11	37,64	48,51	39,00	0,23	5,94	21,23	2,53
7	41,42	41,41	38,86	49,76	40,23	**0,02**	6,18	20,14	2,86
8	42,82	42,70	40,08	51,01	41,47	0,28	6,39	19,12	3,17
9	44,22	44,27	41,31	52,26	42,70	0,10	6,60	18,17	3,46
10	45,63	46,05	42,53	52,28	43,93	0,93	6,79	14,58	3,73
11	47,03	47,10	43,75	54,76	45,16	0,15	6,97	16,43	3,98
12	48,43	48,02	44,36	55,38	46,39	0,85	8,40	14,35	4,22
13	49,84	50,00	44,98	56,01	47,62	0,33	9,75	12,38	4,45
14	51,24	51,37	46,20	57,26	48,85	0,26	9,84	11,74	4,66
15	52,64	52,69	47,42	58,50	50,08	0,09	9,92	11,14	4,87
16	54,04	54,10	48,64	59,57	51,31	0,10	9,99	10,23	5,06
17	55,45	55,17	49,87	61,00	52,54	0,49	10,06	10,02	5,24
18	56,85	56,57	51,09	62,25	53,77	0,50	10,13	9,50	5,41
19	58,25	57,96	52,31	63,05	55,00	0,51	10,20	8,24	5,58
20	59,66	59,35	53,54	64,75	56,23	0,51	10,26	8,54	5,74
21	61,06	60,74	54,76	66,00	57,46	0,52	10,32	8,09	5,89
22	62,46	62,14	55,98	67,25	58,69	0,52	10,37	7,66	6,03
23	63,86	63,99	57,21	68,49	59,92	0,19	10,43	7,25	6,17
24	65,27	65,40	58,43	69,74	61,16	0,21	10,48	6,86	6,30
25	66,67	67,28	59,65	70,99	62,39	0,92	10,53	6,49	6,42
26	68,07	68,71	60,87	72,24	63,62	0,94	10,57	6,13	6,54
27	69,47	70,14	62,10	73,49	64,85	0,96	10,62	5,78	6,66
28	70,88	71,58	63,32	74,74	66,08	0,98	10,66	5,45	6,77
29	72,28	73,01	64,54	75,99	67,31	1,01	10,70	5,13	6,88
30	73,68	74,44	65,77	77,24	68,54	1,02	10,74	4,82	6,98
31	75,09	75,87	66,99	78,49	69,77	1,04	10,78	4,53	7,08
32	76,49	77,30	67,60	79,11	71,00	**1,06**	**11,62**	**3,43**	**7,17**

Analisis

Data hasil pengukuran suhu sensor DHT22, DHT11, LM35, DS18B20 dan HTC-1 ditunjukkan dalam tabel di atas. Perhitungan error hasil pengukuran untuk sensor DHT22, DHT11, LM35, DS18B20 terhadap sensor HTC-1 menggunakan persamaan (1) seperti yang telah dijelaskan pada bab 2.

Sebagai contoh untuk menghitung nilai error pada data 1 yaitu :

- **Untuk DHT22**

$$Persen\ Error\ = \frac{[nilai\ terukur - nilai\ aktual]}{nilai\ aktual} \times 100$$

nilai terukur = nilai sensor DHT22 = 31,50 ^{O}C

nilai actual = nilai sensor HTC-1 = 31,60 ^{O}C

maka :

$$Persen\ Error\ = \frac{[31{,}50 - 31{,}60]}{31{,}60} \times 100 = 0{,}32\%$$

Minimum error pada suhu 41,41 ^{O}C sebesar 0,02%

Maksimum error pada suhu 77,30 ^{O}C sebesar 1,06%

Error rata-rata 0,50%

- **Untuk DHT11**

nilai terukur = nilai sensor DHT11 = 30,30 ^{O}C

nilai actual = nilai sensor HTC-1 = 31,60 ^{O}C

maka :

$$Persen\ Error\ = \frac{[30{,}30 - 31{,}60]}{31{,}60} \times 100 = 4{,}11\%$$

Minimum error pada suhu 30,30 ^{O}C sebesar 4,11%

Maksimum error pada suhu 67,60 ^{O}C sebesar 11,62%

Error rata-rata = 8,63%

- **Untuk LM35**

  nilai terukur = nilai sensor LM35 = 41,02 ^{O}C

  nilai actual = nilai sensor HTC-1 = 31,60 ^{O}C

  maka :

$$Persen\ Error\ = \frac{[41{,}02 - 31{,}60]}{31{,}60} \times 100 = 29{,}81\%$$

  Minimum error pada suhu 79,11 ^{O}C sebesar 3,43%

  Maksimum error pada suhu 41,02 ^{O}C sebesar 29,81%

  Error rata-rata = 12,92%

- **Untuk DS18B20**

  nilai terukur = nilai sensor DS18B20 = 31,62 ^{O}C

  nilai actual = nilai sensor HTC-1 = 31,60 ^{O}C

  maka :

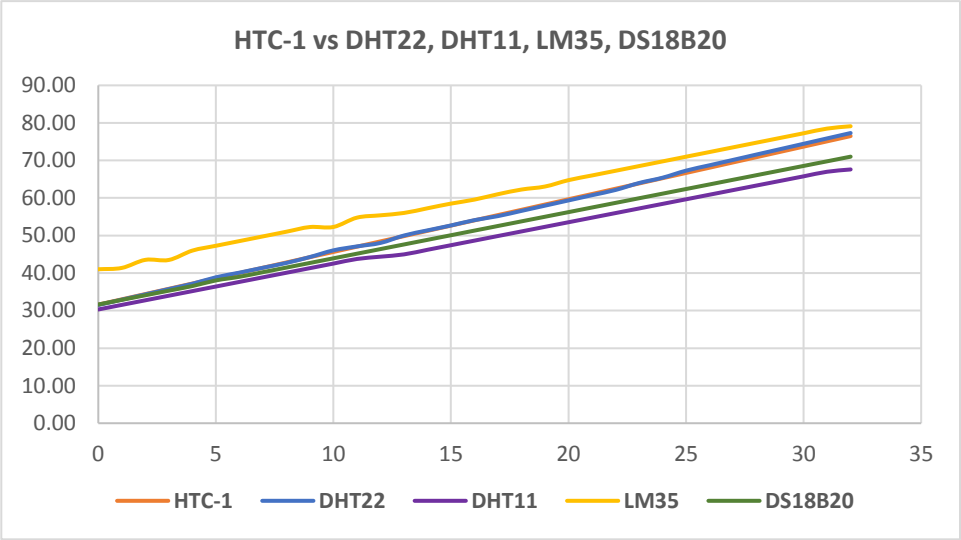
$$Persen\ Error\ = \frac{[31{,}62 - 31{,}60]}{31{,}60} \times 100 = 0{,}06\%$$

  Minimum error pada suhu 31,62 ^{O}C sebesar 0,06 %

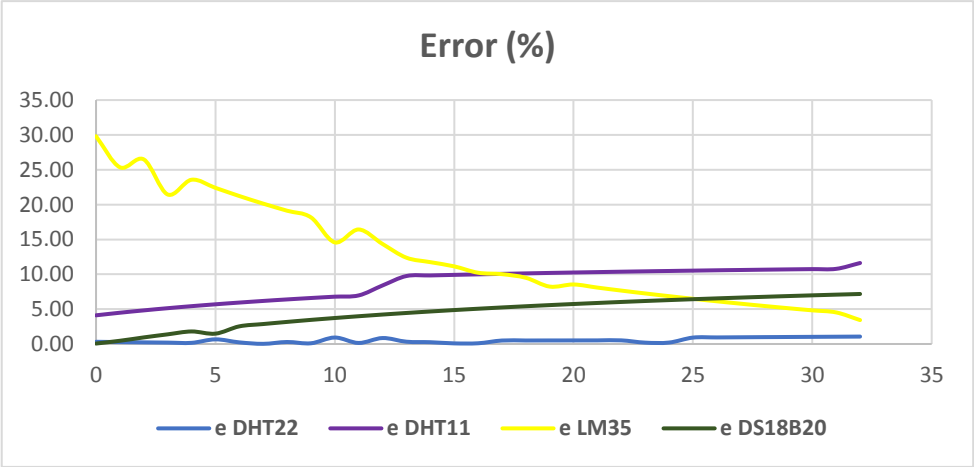
  Maksimum error pada suhu 71,00 ^{O}C sebesar 7,17 %

  Error rata-rata = 4,54%

Grafik linearitas dan error pembacaan sensor suhu DHT22, DHT11, LM35 dan DS18B20 terhadap HTC-1 ditunjukkan dalam gambar 4.4 dan gambar 4.5 berikut ini.



Gambar 4. 5 Grafik Linearitas Pembacaan Suhu DHT22, DHT11, LM35 dan DS18B20 terhadap HTC-1



Gambar 4. 6 Grafik Error Pembacaan Suhu DHT22, DHT11, LM35 dan DS18B20 terhadap HTC-1

Dari grafik di atas terlihat bahwa :

- Untuk sensor DHT22, Linearitas pembacaan suhu terhadap HTC-1 cenderung lebih linier dan error yang dihasilkan pada rentang pembacaan suhu lebih stabil.
- Untuk sensor DHT11 dan DS18B20, semakin besar pengukuran suhu, error pembacaan semakin besar pula.
- Untuk sensor LM35, semakin besar suhu, error pembacaan semakin kecil.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Dari hasil pengujian empat sensor suhu terhadap sensor paten HTC-1, didapatkan bahwa error rata-rata DHT22 sebesar 0,5%, DHT11 sebesar 8,63%, LM35 sebesar 12,92% dan DS18B20 sebesar 4,54%.
- Pembacaan suhu sensor DHT22 terhadap HTC-1 lebih linier dibandingkan dengan DHT11, LM35, dan DS18B20.

5.2 Saran

- Untuk pengembangan lebih lanjut, perlu perbandingan dengan lebih dari satu sensor suhu digital paten.

DAFTAR PUSTAKA

Anzilni Khairul. (2013). Pembuatan peta zona nilai tanah untuk pelayanan informasi zona nilai perbidang tanah pada kantor pertanahan. Universitas Pendidikan Indonesia.

Skultety et al. (2018); Benez et al, (2014); Chybowsky, (2016). Rancangan ekperimen sederhana sensor suhu berbasis intensitas cahaya. FKIP Universitas Ahmad dahlan.

Erus Rustami. (2022). Uji karakteristik sensor suhu dan kelembaban multichannel menggunakan platform internet of things (IoT). University Kampus IPB Dramaga, Bogor.

Muhammad Irsyam dan Alamsyahzali Tanjung. (2019). Sistem Otomasi Penyiraman Tanaman Berbasis Telegram. IT Telkom Purwokerto.

Abdul Kadir. (2017). Monitoring suhu dan kelembapan pada kumbung jamur. Universitas Semarang.

Candra Robby. (2006). h sistem monitoring suhu ruangan berbasis mikrokontroler AT89S51 yang diintegrasikan dengan sensor LM35 untuk menghitung suhu ruangan. Universitas Mataram.

Muhammad Syafrullah Chevy Sutansyah S. (2017). Rancang bangun termometer digital berbasis sensor DS18B20. Universitas Panca Budi.

Rudi Hartono. (2016). monitoring arus dan tegangan listrik 3 fasa berbasis software Labview sebagai tampilan GUI. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Akhmad Rizani. (2019). Mikrokontroler Push Button. Politeknik Unggulan Kalimantan Banjarmasin.

https://www.geeksforgeeks.org/percent-error-formula/

https://eprints.utdi.ac.id/3885/3/3_133310034_BAB_II.pdf

http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/24178/e.%20BAB%20II.pdf?sequence=5&isAllowed=y