

Rekayasa Sistem Data Logger Temperature Berbasis Arduino Uno R3

Dr. Ir. Sindak Hutauruk, MSEE ¹⁾, Dr. Timbang Pangaribuan, M.T. ²⁾, Jelly Handika Sinaga ³⁾

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas HKBP Nommensen

email : sindakhutauruk@uhn.ac.id

Abstrak

Penyimpanan barang, produksi barang, pengujian kualitas barang (quality control) hingga pengiriman barang tidak akan pernah lepas dari suhu yang sesuai standar kegiatan usaha. Ketika semua proses kegiatan usaha tersebut terjadi kesalahan atau kelalaian dari satu faktor yaitu suhu yang tidak sesuai standar yang berlaku, tentunya akan mengganggu kualitas maupun kuantitas hasil produksi yang diinginkan. Pengamatan suhu yang sulit di lakukan secara terus menerus karena suhu yang terlalu tinggi untuk mengamati suhu membutuhkan sebuah alat yang diharapkan bisa membantu, maka digunakanlah sensor LM35 untuk mengukur suhu. Agar dapat merekam suhu secara terus menerus, maka diperlukan sebuah mikrokontroler untuk melakukan pengendalian pada sistem yang dimaksud. Oleh karena itu hasil yang ingin dicapai pada rekayasa ini adalah merancang sebuah alat yang dapat merekam temperature secara terus menerus dan menyimpan rekaman temperatur dengan jangka waktu yang cukup lama agar mempermudah dalam pelaksanaan, dalam menganalisa dan gampang mendapatkan peralatannya dengan hasil pengukuran yang akurat.

Kata kunci : Arduino Uno, Sensor LM35, Mikrokontroler.

Abstract

Storage of goods for production of goods, testing of quality of goods (quality control) to delivery of goods will never be separated from the tribe according to the standards of business activities. interfere with the quality and quantity of the desired production results. Temperature observations are difficult to do continuously because the temperature is too high to observe the zuhu requires a tool that is expected to help, so the LM35 sensor is used to measure the temperature. In order to continuously record temperature, a microcontroller is needed to control the system in question. Therefore, the result to be achieved in this engineering is to design a tool that can record temperature continuously and store temperature recordings for a long period of time to make it easier to implement, analyze and easily get the equipment with accurate measurement results.

Keywords : Arduino Uno, LM35 Sensor, Microcontroller.

PENDAHULUAN

Temperatur atau suhu merupakan salah satu momok bagi para pelaku industri untuk semua bidang yang meliputi kegiatan usaha dari awal hingga akhir proses usaha tersebut. Penyimpanan barang, produksi barang, pengujian kualitas barang (quality control) hingga pengiriman barang tidak akan pernah lepas dari suhu yang sesuai standar kegiatan usaha. Pencatatan suhu yang saat ini dilakukan secara manual membuat pekerjaan menjadi tidak efisien. Apalagi jika pencatatan suhu dilakukan secara terus-menerus dengan pencatatan suhu tiap jam. Misalnya pencatatan statistik suhu dari sebuah ruangan, ruangan pembakaran, generator, ruangan yang tidak bisa dijangkau manusia dan lainnya pasti akan lebih mudah tanpa harus mencatat secara manual dengan waktu tertentu. Dalam hal ini dibutuhkan suatu alat yang dapat membuat

pekerjaan tersebut menjadi lebih efisien dan mudah. Penggunaan data logger merupakan sebuah solusi atas permasalahan tersebut. Data Logger (Perekam Data) adalah sebuah alat elektronik yang mencatat data dari waktu ke waktu baik yang terintegrasi dengan sensor dan instrumen. Atau secara singkat data logger adalah alat untuk melakukan perekaman data. Sehingga untuk mengatasi permasalahan pengamatan suhu yang harus dilakukan secara terus menerus pada lokasi yang tidak memungkinkan untuk dilakukan secara manual oleh manusia, penulis merancang data logger temperatur berbasis Arduino Uno R3.

Pembuatan alat ini memiliki tujuan yang hendak dicapai yaitu: Merekam nilai temperature suatu ruangan yang tidak memungkinkan untuk dijangkau oleh manusia secara terus – menerus, menyimpan data

temperatur tersebut kedalam SD Card dengan jangka waktu yang cukup lama.

Adapun manfaat dengan adanya alat ini adalah : Dengan media ini kita dapat menyimpan data temperatur yang besar, layaknya sebuah hardisk yang diisi CSV file dengan menggunakan SD Card dan mempermudah menganalisa data dalam Microsoft Excel.

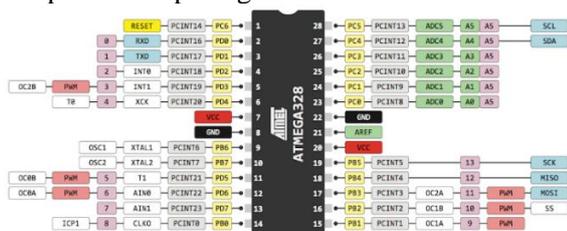
DASAR TEORI

Arduino Uno R3

Arduino Uno adalah sebuah board rangkaian elektronik yang bersifat open source didalamnya terdapat chip mikrokontroler keluaran Atmel. Arduino Uno R3 merupakan board berbasis mikrokontroler ATmega328.. Pin analog pada Arduino Uno R3 memiliki tegangan analog referensi (Aref) sebesar 5 volt. Pin analog memiliki fitur untuk mengubah sinyal analog yang masuk menjadi nilai digital yang mudah diukur. Pin digital hanya dapat mengenali sinyal 0 volt sebagai nilai LOW dan 5 volt sebagai nilai HIGH. Sedangkan Pin analog dapat mengenali sinyal pada rentang nilai voltase tersebut.

1) Arsitektur dan Konfigurasi Pin ATmega328

Mikrokontroler ATmega328 merupakan mikrokontroler yang sudah terintegrasi dengan board Arduino Uno R3. Beberapa tipe mikrokontroler yang sama dengan ATmega328 ini antara lain ATmega8535, ATmega16, ATmega32, ATmega8, yang membedakan antara mikrokontroler antara lain adalah, ukuran memori, banyaknya GPIO (pin input/output), peripheral (USART, timer, counter, dll). Namun untuk segi memori dan peripheral lainnya ATmega328 tidak kalah dengan yang lainnya karena ukuran memori dan peripheralnya relatif sama dengan ATmega8535, ATmega32, hanya saja jumlah GPIO lebih sedikit. Pin pada ATmega328 dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pin Chipatmega328

ATmega328 memiliki 3 buah PORT utama yaitu PORTB, PORTC, dan PORTD dengan total pin input/output sebanyak 23 pin. PORT tersebut dapat difungsikan sebagai input/output digital atau difungsikan sebagai peripheral lainnya.

2) ADC (Analog to Digital Converter)

Sinyal input dari pin ADC akan dipilih oleh multiplexer (register ADMUX) untuk diproses oleh ADC. Tegangan referensi eksternal pada pin Aref tidak boleh melebihi AVCC, tegangan eksternal ini dapat di decouple pada pin Aref menggunakan kapasitor untuk mengurangi derau. Pada ADC nilai GNG (0 volt) merupakan nilai minimum yang mewakili ADC dan nilai maksimum ADC diwakili oleh tegangan pada pin Aref minus 1 LSB (Least Significant Bit). Nilai sinyal masukan ADC untuk resolusi 10 bit (1024) pada Arduino Uno R3 adalah:

$$\text{Nilai Digital} = \frac{V_{ref}}{1024} \dots\dots\dots (1)$$

Untuk nilai konversi ADC adalah:

$$\text{Konversi ADC} = V_{in} \frac{1024}{V_{ref}} \dots\dots\dots (2)$$

Sensor Suhu LM35

Merupakan komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt akan tetapi yang diberikan kesensor adalah sebesar 5 volt,

Pin LM35 menunjukan fungsi masing-masing pin diantaranya, pin +Vs berfungsi sebagai sumber tegangan kerja dari LM35, pin Vout digunakan sebagai tegangan keluaran dengan jangkauan kerja dari 0 Volt sampai dengan 1,5 Volt dengan tegangan operasi sensor LM35.

RTC (Real Time Clock) DS1307

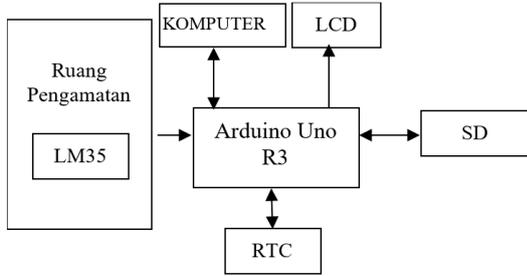
RTC (Real time clock) adalah jam elektronik berupa chip yang dapat menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat dan menjaga/menyimpan data waktu tersebut secara real time. RTC dilengkapi dengan baterai sebagai penunjang daya pada chip, sehingga jam akan tetap up-to-date walaupun komputer dimatikan.

METODE PENELITIAN

Diagram Blok Sistem

Perancangan Diagram blok sistem data logger suhu ditunjukkan pada gambar 2. Prinsip kerja

secara keseluruhan diatur oleh Arduino Uno R3 sebagai kontrol utama, Arduino Uno R3 terhubung dengan sensor LM35, RTC, LCD Display dan Sdcard shield. Data analog sensor suhu diproses oleh Arduino Uno R3 melalui pin A0 analog in, kemudian didalam program data analog sensor suhu tersebut dikonversi dalam satuan derajat celcius agar dapat dibaca oleh pengguna.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

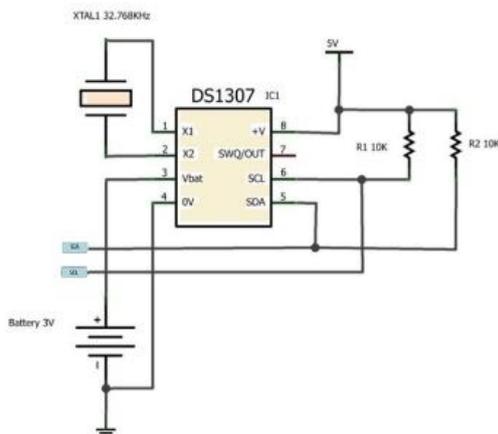
Data konversi suhu tersebut direkam dan disimpan datanya sesuai dengan waktu real time ke memory micro SD (Storage Data) card dengan format file CSV. Data waktu didapat dari rangkaian RTC (real Time Clock) dengan menggunakan IC DS 1307 yang terhubung dengan pin A4 dan A5 pada board Arduino Uno R3.

Perancangan Perangkat Keras Elektronik

Perancangan perangkat keras elektronik pada alat ini dibuat untuk mendukung kerja sistem yang akan dibuat. Komponen penyusun perangkat keras elektroni meliputi rangkaian RTC DS1307, rangkaian Sensor LM35, Rangkaian LCD Display dan rangkaian Sdcard shield. Perangkat keras elektronika yang menyusun sistem alat ini meliputi:

Perancangan RTC DS1307 dengan Arduino

RTC DS1307 menggunakan protocol komunikasi I2C untuk membaca data tanggal dan waktu. Pin RTC DS1307 dan Arduino Uno R3 yang digunakan untuk komunikasi serial I2C adalah pin SCL dan SDA, diperlihatkan gambar 3. Rangkaian RTC menggunakan frekuensi crystal XTAL1 sebesar 32,768 KHz sesuai dengan datasheet.



Gambar 3. Rangkaian RTC DS1307.

Perancangan Sensor LM35 dengan Arduino

Dari tegangan referensi tersebut maka berdasarkan rumus 1 didapatkan resolusi pengukuran sensor LM35 sebagai berikut:

Keterangan:

5V = tegangan analog referensi eksternal
1024 = 10 bit resolusi analog Arduino Uno R3

Perhitungan tersebut digunakan untuk mengetahui resolusi pengukuran suhu dengan membandingkan antara hasil perhitungan tersebut sebesar 4,8mV dan karakteristik sensor LM35 sebesar 10 mV/°C, maka resolusi suhunya adalah:

$$Resolusi\ Pengukuran\ Suhu = \frac{4,8mV}{10mV} = 0,48^{\circ}C \dots\dots\dots (3)$$

Didapatkan hasil sebesar 0,48°C, jadi setiap perubahan suhu mengalami kenaikan atau penurunan sebesar 0,48°C. Pengkonversian nilai

ADC kedalam nilai satuan suhu °C didalam program Arduino Uno R3 adalah:

$$Nilai\ Suhu = Nilai\ Digital \frac{4,882}{10} \dots\dots\dots (4)$$

$$Nilai\ Suhu = \frac{V_{in}}{10} \dots\dots\dots (5)$$

Nilai 4,882 diperoleh dari nilai tegangan referensi dibagi dengan resolusi ADC arduino Uno 10 bit (1024), dan nilai 10 merupakan perubahan tegangan LM35 setiap derajat celcius (°C).

Tahap Perancangan dan Analisa secara flowchart

Untuk mempermudah pembuatan program, penulis terlebih dahulu membuat diagram alur atau juga disebut dengan flowchart, diperlihatkan gambar 4.



Gambar 4. Flowchart konversi Suhu
 Data flowchart juga berfungsi untuk melihat secara jelas keseluruhan penjelasan dari sistem yang dirancang. Secara garis besar terdapat alur utama yaitu inisialisasi, alur pembacaan kondisi input dan alur penulisan data waktu. Dalam perancangan alat secara diagram alur dibagi menjadi dua, yaitu diagram alur untuk konversi sinyal analog LM35 menjadi nilai suhu dengan satuan derajat celsius.

HASIL DAN ANALISIS
Hasil Implementasi Alat

Implementasi alat data logger temperature berbasis Arduino Uno R3 yang di rancang berdasarkan diagram alir pada gambar 4 dijelaskan berikut ini. Saat Arduino berhasil menginisialisasi SD Card, suhu pada kotak ruang akan di deteksi oleh sensor LM35. Sensor LM35 akan menghasilkan tegangan yang akan di baca oleh anaog Arduino. Apabila sistem terhubung ke PC, maka data juga akan di kirimkan ke PC secara khusus ke Ms. Excel.

Dengan menggunakan rumus 5 dapat di peroleh :

$$Nilai\ Suhu = \frac{274.6}{10} = 27.46\ ^\circ C$$

Pengukuran yang dilakukan dalam upaya mendapatkan hasil rangkuman kesalahan rata-rata dapat dianalisa menggunakan rumus (6).

Beda Suhu Rata-rata =

$$\frac{Beda\ Suhu\ 1 + \dots + Beda\ Suhu\ N}{N} \dots\dots\dots(6)$$

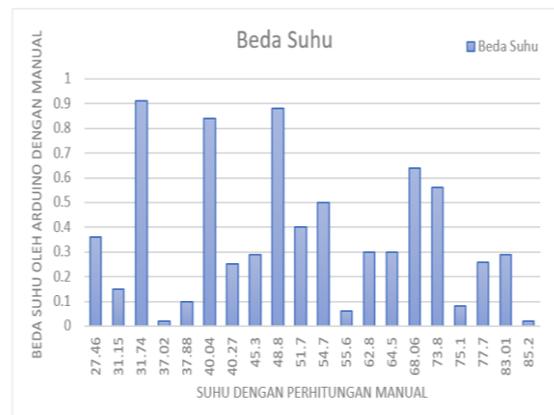
$$Rangkum\ Maksimum = Beda\ Suhu\ Maksimum - Beda\ Suhu\ Rata-rata \dots\dots\dots(7)$$

$$Rangkum\ Minimum = Beda\ Suhu\ Rata-rata - Beda\ Suhu\ Minimum \dots\dots\dots(8)$$

Kesalahan Rata-rata =

$$\frac{Beda\ Suhu\ Rata-rata - Beda\ Suhu\ Minimum}{2} \dots\dots(9)$$

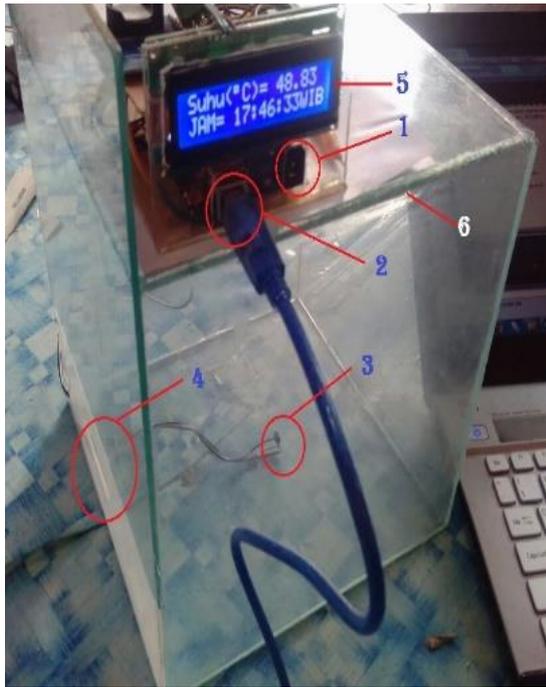
Dengan menggunakan rumus (6) didapat beda suhu pengukuran rata-rata sebesar 0.36 °C. Dari data dapat dilihat beda suhu maksimum adalah 0.91 °C dan beda suhu minimum adalah 0.02 °C. Sehingga dapat dihitung rangkuman minimum sebesar 0.55°C dan rangkuman maksimum sebesar 0.34°C. Dengan menggunakan rumus (9) didapatkan rangkuman kesalahan rata-rata adalah sebesar 0.45 °C. Dari hasil analisa yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa kemampuan alat data logger temperature berbasis Arduino Uno R3 yang dirancang dapat merekam suhu dengan rangkuman kesalahan rata-rata ±0.45 °C. Untuk perbedaan suhu pada setiap pengukuran suhu dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik batang perbedaan suhu pada setiap pengukuran

Hasil Perancangan Perangkat Keras

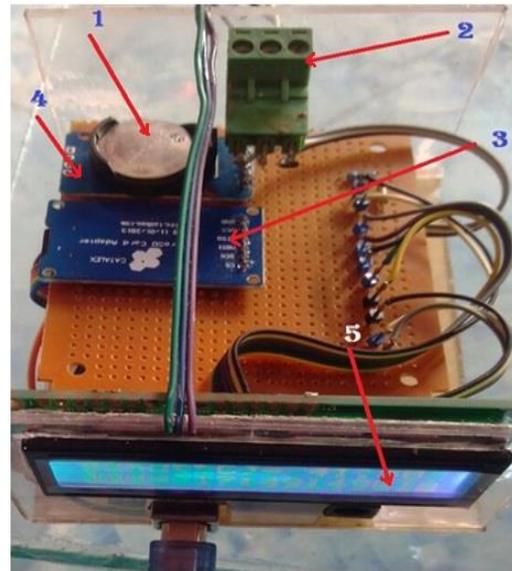
Perangkat keras pada alat data logger temperature berbasis Arduino Uno R3 terdiri atas beberapa bagian yaitu: konstruksi alat, rangkaian elektronik (panel elektrik), dan akses komunikasi serial. Konstruksi alat sesuai dengan perancangan terdiri dari sebuah ruang yang didalamnya sensor suhu LM35 dan sebagai pengkondisi suhu didalam ruang akan di berikan udara panas dari Hairdryer. Hasil konstruksi alat dapat dilihat pada gambar 6 dan fungsi dari setiap bagian dapat dilihat pada tabel 1.



Gambar 6 Hasil perancangan konstruksi
Tabel 1 Keterangan dan fungsi alat

No.	Nama Bagian	Fungsi
1	Terminal tegangan sumber	Untuk menghubungkan data logger temperature dengan sumber arus (Vcc)
2	Port serial	Untuk komunikasi serial dengan PC
3	Sensor suhu LM35	Untuk mengukur nilai suhu ruangan
4	Lubang sirkulasi udara	Untuk memasukkan udara panas dari hairdryer
5	LCD Display	Menampilkan data suhu dan waktu
6	Kotak ruang	Sebagai ruang pengkondisi suhu

Panel elektrik terdiri dari beberapa rangkaian elektronik yang berfungsi mengatur kerja dari sistem data logger temperature berbasis Arduino Uno R3. Panel elektrik dapat dilihat pada Gambar 5 dan fungsi dari setiap rangkaian dapat dilihat pada tabel 2.



Gambar 7. Hasil perancangan perangkat keras elektrik

Tabel 2. Bagian dari perangkat keras elektrik dan fungsi dari rangkaian

No.	Nama Rangkaian	Fungsi
1	Baterai Real Time Clock	Sebagai sumber tegangan RTC apabila daya terputus
2	Terminal LM35	Sebagai penghubung sensor LM 35 ke Arduino
3	Rangkaian SD Card Shield	Sebagai tempat penyimpanan data waktu dan suhu
4	Rangkaian RTC	Sebagai sumber tanggal dan waktu

Pengujian Alat

Pengujian alat digunakan untuk mendapatkan data – data spesifik dari alat yang sudah dibuat sehingga mempermudah proses analisa.

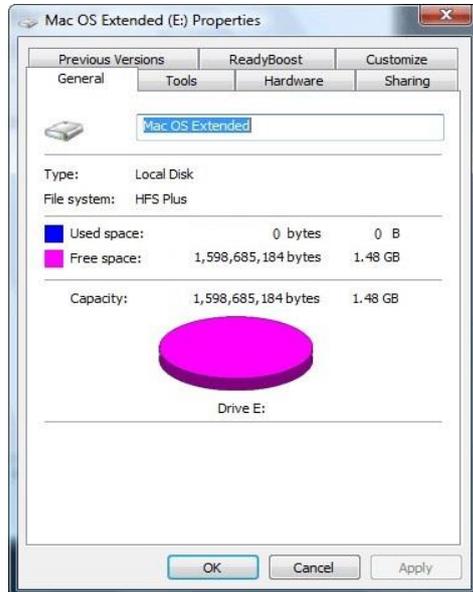
Pengujian Rangkaian RTC DS1307

Pengaturan waktu pada rangkaian RTC DS1307 dilakukan terlebih dahulu sebelum dimasukkan kedalam sistem sebagai input waktu pada data logger temperature berbasis Arduino Uno R3.

Hasil pengujian RTC DS1307 pada gambar 6 menunjukkan bahwa rangkaian dapat bekerja dengan baik, sehingga bisa digunakan untuk penanda waktu kapan data suhu dari LM35 disimpan ke SC card. Format penulisan waktu seperti yaitu hari, tanggal/bulan/tahun, jam:menit:detik.

Pengujian SDCard Shield

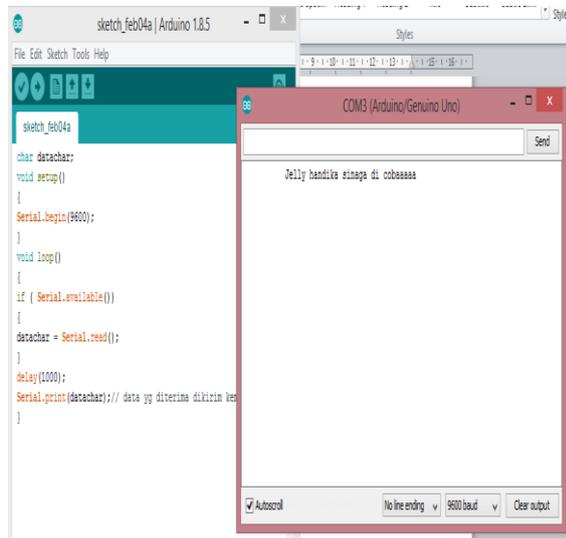
Pengujian SD card shield dilakukan untuk mengetahui apakah proses penyimpanan data waktu dan nilai suhu dapat dilakukan secara terus menerus dengan jeda waktu tertentu.



Gambar 8. Kapasitas SD card yang digunakan

Pengujian Serial Communication Arduino

Pengujian Serial Communication Arduino dilakukan untuk mengetahui apakah arduino



dapat melakukan komunikasi dengan PC untuk mengirim data suhu ke Microsoft Excel.

Gambar 9. Pengujian Komunikasi Serial Arduino

Pengujian LCD Display

Pengujian LCD Display dilakukan untuk melihat apakah dapat bekerja dengan

baik untuk menampilkan data suhu dari sensor LM35.

Analisa Perangkat Lunak Arduino

Dalam perancangan alat ini dilakukan analisa perangkat lunak. Dalam analisa perangkat lunak, nilai suhu yang di baca oleh sensor akan di analisa secara komunikasi serial dari komputer pada aplikasi Microsoft Excel yang sudah di program melalui Visual Basic for Application yang terdapat pada microsoft Office.

Pembacaan Sensor

Pembacaan sensor dipengaruhi oleh kondisi suhu ruangan yang diberikan udara panas dari Hairdryer. Program untuk pembacaan sensor dapat dilihat sebagai berikut:

```
const int analogLM35 = A0;
int sensorValue = 0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
```

```
void loop() {
  sensorValue = analogRead(analogLM35);
  float suhu = (sensorValue*4.844)/10;
  Serial.print(suhu);
}
```

Penampilan Data pada Microsoft Excel

Data suhu, tanggal dan waktu yang di dapat dari sensor suhu LM35 dan Real Time Clock dapat di tampilkan dalam Microsoft Excel, baik melalui serial komunikasi maupun data yang sudah di simpan pada SD Card. Data suhu yang sudah di rekam dalam SD card sudah berformat csv file yang dapat di buka langsung menggunakan Microsoft Excel agar mudah dibuat dalam bentuk grafik untuk kepentingan mempermudah dalam menganalisa data.

Analisis SWOT Alat

Setelah dilakukan pengujian dan analisa alat maka dapat di tentukan kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman dari data logger temperatur berbasis Arduino Uno R3. Biaya pembuatan alat sangat terjangkau.

1. Komponen – komponen untuk pembuatan alat mudah didapatkan di pasaran.
2. Dapat dengan mudah digunakan pada setiap komputer untuk penampilan data karena data dapat di kirim ke Microsoft Excel melalui komunikasi serial.

3. Rata – rata presisi pengukuran suhu adalah ± 0.5 °C yang sama dengan tingkat presisi RTD PT100 yang sudah banyak digunakan di dunia industri.
4. Alat dapat ditempatkan pada ruangan lain selain ruang pengukuran, dengan kata lain hanya sensor yang terdapat pada ruang pengukuran.
5. Untuk penyimpanan data rekaman suhu dan tanggal apabila dilakukan setiap satu detik, data dapat disimpan selama 2 tahun pada SD Card dengan kapasitas memori sebesar 2 Giga Byte.
6. Terdapat LCD Display untuk menampilkan nilai suhu dan waktu.
7. Data suhu yang disimpan dalam SD Card berformat CSV file yang bisa langsung di buka pada aplikasi Microsoft Excel.

- [5] Walkenbach, John, Excel 2013 *Power Programming With VBA*
- [6] Wiley, John, *Excel VBA Progaming For Dummies, 3rd Edition*, (2013), Part II – Part IV
- [7] www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf

KESIMPULAN

Setelah melakukan pembuatan alat dan melihat bagaimana kerja alat tersebut, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Dengan adanya ADC dengan resolusi 10 bit sangat membantu untuk menangkap data keluaran dari sensor temperatur LM35 yang berupa tegangan analog dan diubah menjadi data Digital.
2. Suhu pada kotak ruang akan direkam datanya secara terus menerus sampai SD Card penuh.
3. Dari hasil analisis yang saya peroleh bahwa temperatur dalam kotak ruangan tersebut dapat di deteksi dengan ke presisian 0.5°C dengan tegangan referensi sebesar 4.96 volt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Beckwith, Thomas G., *Pengukuran Mekanis, University of Pittsburgh*, (1987), halaman 194-196
- [2] Cooper, William D., *Instrumentasi Elektronik Dan Teknik Pengukuran*, Penerbit Erlangga, Jakarta, (1999), halaman 1-17, 442-444
- [3] https://www.packtpub.com/sites/default/files/downloads/5938OS_ColoredImages.pdf
- [4] <https://www.perpustakaanebook.com/2016/09/panduan-praktis-arduino-untuk-pemula.html>