

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring dengan pesatnya kemajuan teknologi di segala bidang, maka meningkat pula daya pikir manusia akan teknologi tinggi sebagai kebutuhan. Dari perkembangan kompleks tersebut, tentu muncul teknologi-teknologi baru. Kemajuan teknologi sangat membantu dalam bidang industri. Seperti halnya sensor, yang kini banyak digunakan untuk mendapatkan informasi yang diinginkan tanpa keterbatasan ruang dan waktu dengan mendayagunakan secara maksimal cara kerja sistem sensor tersebut. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini sangat pesat sekali, terutama hal-hal yang dapat membantu pekerjaan manusia sehingga menjadi lebih mudah dan efisien. Rekayasa sering dilakukan untuk membantu dalam merancang alat yang dapat membantu dalam dunia industri. Rekayasa adalah pemilihan dan penyusunan komponen sistem yang melaksanakan fungsi atau tugas tertentu, dengan kata lain Rekayasa adalah mencari suatu sistem yang dapat menyelesaikan tugas, yang spesifikasinya diberikan.

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. 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. Suhu yang terlalu panas atau terlalu dingin kapan saja dan dimana saja dapat mengganggu jika tidak dipantau secara kurun waktu tertentu. 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. Hanya dengan memasang sensor suhu yang di kontrol oleh Arduino Uno R3 tersebut pada ruangan atau benda maka dapat diketahui berapa suhunya secara terus menerus dan data pengukuran dari sensor suhu disimpan ke dalam sebuah memori SD Card dengan jangka waktu yang lama tergantung kapasitas memori SD Card tersebut. Data yang disimpan juga dapat diakses kapanpun dan data suhu beberapa bulan yang lalu dapat diimport ke Microsoft Excel dalam bentuk grafik atau tabel untuk membantu dalam keperluan analisa.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas maka, diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem data logger temperature untuk merekam nilai suhu secara terus – menerus.
2. Bagaimana memprogram Arduino Uno R3 sebagai sistem datalogger temperatur.

## **1.3 Tujuan**

Dari 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.

## **1.4 Batasan Masalah**

Adapun pokok pembahasannya meliputi yaitu :

1. Hanya merekam temperature menggunakan Arduino Uno R3.
2. File rekaman berupa file CSV lalu di import dan ditampilkan grafik melalui Microsoft Excel.

## **1.5 Kontribusi Penulisan**

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.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Tugas Akhir ini disusun berdasarkan sistematika sesuai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penelitian.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Berisi tentang uraian teori dan alat yang dipakai dalam penelitian.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Berisi tentang gambaran sistem penelitian secara keseluruhan baik itu berupa pengujian, diagram blok, dan flowchart.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berisi tentang pembahasan hasil dan kinerja alat secara menyeluruh.

### **BAB V PENUTUP**

Berisi tentang kesimpulan dari keseluruhan hasil penelitian, serta berisi saran.

## **BAB II**

### **KOMPONEN – KOMPONEN**

### **SISTEM DATA LOGGER TEMPERATUR**

#### **2.1. Pendahuluan**

Data Logger Temperatur adalah sebuah alat elektronik yang mencatat data temperatur dari waktu ke waktu baik yang terintegrasi dengan sensor dan instrumen. Atau secara singkat data

logger temperatur adalah alat untuk melakukan perekaman temperatur. Dalam perancangan sistem data logger temperature terdapat beberapa komponen yang digunakan beserta cara untuk mengoperasikan sesuai dengan fungsinya. Komponen yang digunakan dalam perancangan alat ini haruslah diketahui cara mengoperasikannya serta cara untuk menrangkainya. Pada bab ini akan dibahas apa saja komponen, fungsi serta cara mengoperasikannya hingga menjadi sebuah sistem data logger temperatur.

## 2.2. 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. Arduino Uno R3 memiliki 14 digital pin input / output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 pin input analog menggunakan crystal 16 MHz antara lain pin A0 sampai A5, koneksi USB (Universal Serial Bus), jack listrik, header ICSP dan tombol reset. 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. Hal ini sangat berguna ketika kita hendak mengukur sesuatu dari sensor dan menggunakan nilai masukan tersebut untuk keperluan lain. Bentuk board Arduino Uno R3 dapat dilihat pada Gambar 2.1.

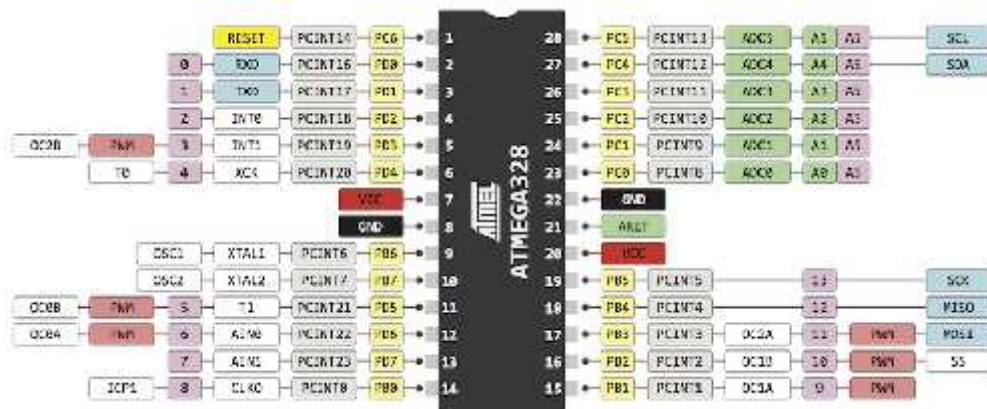


Gambar 2.1 Arduino Uno R3

## 2.2.1 Arsitektur dan Konfigurasi Pin ATMega328

Mikrokontroler ATMega328 merupakan mikrokontroler yang sudah terintegrasi dengan board Arduino Uno R3. ATMega328 merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8 bit. 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). Manajemen memori dalam mikrokontroler penting dilakukan karena memori yang dimiliki mikrokontroler sangat terbatas. Pada Atmega328 terdapat tiga jenis memori, yaitu data memory, program memory, dan EEPROM. Bus ketiga memori tersebut terpisah, sehingga dapat mengakses ketiga jenis memori tersebut dalam waktu yang bersamaan. ATMega328 menggunakan Flash Memory untuk program memory. Flash Memory dibagi menjadi dua bagian, yaitu Boot Loader dan Application Program. Pembagian ini bertujuan untuk keamanan perangkat lunak. Flash Memory memiliki ketahanan tulis atau hapus sebanyak 10.000 kali. SRAM digunakan oleh ATmega328 untuk data memory. Kapasitas SRAM dari ATmega328P adalah 2KB. SRAM terbagi menjadi empat bagian yaitu 32 GPR (General Purpose Register), 64 I/O register, Additional I/O register, dan Internal SRAM. Sifat dari memori ini adalah volatil sehingga data yang ada pada SRAM akan hilang ketika sudah tidak diberikan catu daya.

Dari segi ukuran fisik, ATMega328 memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa mikrokontroler diatas. Namun untuk segi memori dan periperial lainnya ATMega328 tidak kalah dengan yang lainnya karena ukuran memori dan periperialnya relatif sama dengan ATMega8535, ATMega32, hanya saja jumlah GPIO lebih sedikit. Pin pada ATMega328 dapat dilihat pada gambar 2.2.



## Gambar2.2. 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 periperhal lainnya.

### 1. Port B

Port B merupakan jalur data 8 bit yang dapat difungsikan sebagai input/output. Selain itu PORTB juga dapat memiliki fungsi alternatif seperti di bawah ini.

- a. ICP1 (PB0), berfungsi sebagai Timer Counter 1 input capture pin.
- b. OC1A (PB1), OC1B (PB2) dan OC2 (PB3) dapat difungsikan sebagai keluaran PWM (Pulse Width Modulation).
- c. MOSI (PB3), MISO (PB4), SCK (PB5), SS (PB2) merupakan jalur komunikasi SPI.
- e. TOSC1 (PB6) dan TOSC2 (PB7) dapat difungsikan sebagai sumber clock external untuk timer.
- f. XTAL1 (PB6) dan XTAL2 (PB7) merupakan sumber clock utama mikrokontroler.

### 2. Port C

Port C merupakan jalur data 7 bit yang dapat difungsikan sebagai input/output digital. Fungsi alternatif PORTC antara lain sebagai berikut:

- a. ADC 6 channel (PC0,PC1,PC2,PC3,PC4,PC5) dengan resolusi sebesar 10 bit. ADC dapat kita gunakan untuk mengubah input yang berupa tegangan analog menjadi data digital.
- b. I2C (SDA dan SDL) merupakan salah satu fitur yang terdapat pada PORTC. I2C digunakan untuk komunikasi dengan sensor atau device lain yang memiliki komunikasi data tipe I2C seperti sensor kompas, accelerometer nunchuck.

### 3. Port D

Port D merupakan jalur data 8 bit yang masing-masing pin-nya juga dapat difungsikan sebagai input/output. Sama seperti Port B dan Port C, Port D juga memiliki fungsi alternatif dibawah ini.

- a. USART (TXD dan RXD) merupakan jalur data komunikasi serial dengan level sinyal TTL. Pin TXD berfungsi untuk mengirimkan data serial, sedangkan RXD kebalikannya yaitu sebagai pin yang berfungsi untuk menerima data serial.
- b. Interrupt (INT0 dan INT1) merupakan pin dengan fungsi khusus sebagai interupsi hardware. Interupsi biasanya digunakan sebagai selaan dari program, misalkan pada saat program berjalan kemudian terjadi interupsi hardware/software maka program utama akan berhenti dan akan menjalankan program interupsi.
- c. XCK dapat difungsikan sebagai sumber clock external untuk USART, namun kita juga dapat memanfaatkan clock dari CPU, sehingga tidak perlu membutuhkan external clock.
- d. T0 dan T1 berfungsi sebagai masukan counter external untuk timer 1 dan timer 0.
- e. AIN0 dan AIN1 keduanya merupakan masukan input untuk analog comparator.

Mikrokontroler ATmega328 memiliki beberapa fitur antara lain:

1. Memiliki EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
2. Memiliki SRAM (Static Random Access Memory) sebesar 2KB.
3. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (Pulse Width Modulation) output.
4. 32 x 8-bit register serba guna.
5. Dengan clock 16 MHz kecepatan mencapai 16 MIPS.
6. 32 KB Flash memory dan pada arduino memiliki bootloader yang menggunakan 2 KB dari flash memori sebagai bootloader.
7. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.

### **2.2.2 ADC (Analog to Digital Converter)**

ADC atau kepanjangan dari Analog to Digital Converter merupakan proses untuk merubah sinyal analog menjadi sinyal digital. Pada Arduino Uno R3 sudah terdapat modul ADC, sehingga dapat langsung digunakan. ADC memiliki dua prinsip karakter yaitu kecepatan sampling dan resolusi. Kecepatan sampling ADC menentukan seberapa sering sinyal masukan analog dikonversi kedalam bentuk sinyal digital pada selang waktu tertentu dan kecepatan samplingnya dinyatakan dalam sample per second (SPS). Resolusi ADC menentukan ketelitian nilai hasil konversi ADC. Fitur ADC yang terdapat pada ATmega328 adalah sebagai berikut:

1. Resolusi mencapai 10-bit.
2. 0,5 LSB Integral Non-linearity.
3. Akurasi mencapai  $\pm 2$  Least Significant Bit (LSB).
4. Waktu konversi 13-260  $\mu$ s.
5. Memiliki 6 saluran ADC.
6. Optional Left Adjustment untuk pembacaan hasil ADC.
7. 0 - vcc untuk kisaran input ADC.
8. Disediakan 1,1V tegangan referensi internal ADC.
9. Mode konversi kontinyu atau konversi.
10. Interupsi ADC.
11. Sleep mode noise canceler.

Sinyal input dari pin ADC akan dipilih oleh multiplexer (register ADMUX) untuk diproses oleh ADC. Karena converter ADC dalam chip hanya satu buah sedangkan saluran masukannya lebih dari satu, maka dibutuhkan multiplexer untuk memilih input pin ADC secara bergantian. ADC mempunyai rangkaian untuk mengambil sampel dan hold (menahan) tegangan input ADC, sehingga tetap dalam keadaan konstan selama proses konversi. Sinyal input ADC tidak boleh melebihi tegangan referensi. Nilai digital sinyal input ADC untuk resolusi 10-bit adalah 1024. Pin analog Arduino Uno R3 dapat menerima nilai hingga 10 bit sehingga dapat mengkonversi data analog menjadi 1024 keadaan ( $2^{10} = 1024$ ). Artinya nilai 0 merepresentasikan tegangan 0 volt dan nilai 1023 merepresentasikan tegangan 5 volt apabila menggunakan tegangan referensi ( $V_{ref}$ ) sebesar 5 volt. Data yang sebelumnya analog dikonversi menjadi data digital. Proses konversi dari nilai analog menjadi digital ini disebut proses ADC (Analog to Digital Conversion). Pengoperasian ADC memerlukan tegangan



referensi  $V_{ref}$ , baik menggunakan tegangan referensi eksternal atau internal. Tegangan referensi internal sebesar 1.1 volt. 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 GND (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:

$$\text{Nilai Digital} = \frac{V_{ref}}{1024} \dots\dots\dots (2.1)$$

Untuk nilai konversi ADC adalah:

$$\text{Konversi ADC} = V_{in} \frac{1024}{V_{ref}} \dots\dots\dots (2.2)$$

### 2.2.3 Serial Peripheral Interface (SPI)

SPI adalah pengiriman data dari perangkat ke kerangkat lain. SPI dibagi menjadi dua bagian yaitu master dan slave, master sebagai perangkat yang meminimalisasi pengiriman data. Fungsi master dalam aplikasinya digunakan untuk mengatur pengiriman data dari atau ke beberapa slave sekaligus. Pin yang digunakan untuk mengatur komunikasi data antara master dan slave terdiri dari SCLK, MOSI, MISO, dan SS. Berikut penjelasan dari pin tersebut:

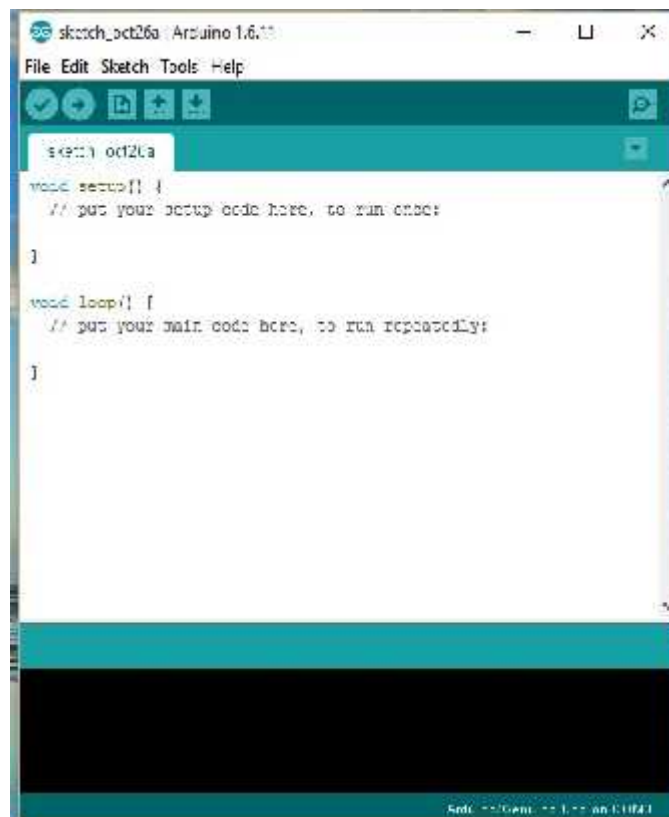
- a. SCLK (Serial Clock) adalah data biner yang keluar dari master ke slave yang berfungsi sebagai clock dengan frekuensi tertentu. Clock merupakan komponen prosedur komunikasi data SPI.
- b. MOSI (Master Output Slave Input) adalah pin yang berfungsi sebagai jalur data yang keluar dari master dan kemudian masuk ke slave.
- c. MISO (Master Input Slave Output) adalah pin yang berfungsi untuk jalur data yang keluar dari slave kemudian masuk kedalam master.
- d. SS (Slave Select) adalah pin yang berfungsi untuk mengaktifkan slave, jadi pengiriman data dapat dilakukan bila keadaan slave aktif.

Pin SCLK, MOSI, SS merupakan pin dengan arah pengiriman data master kedalam slave dan miso merupakan pin dengan arah pengiriman data slave kedalam master. Pengaturan

hubungan pin MISO dan MOSI harus sesuai ketentuan, hal ini untuk menghindari terjadinya kesalahan prosedur pada pengiriman data. Ketentuan tersebut adalah pin MISO pada ,aster dihubungkan dengan pin MOSI pada slave dan sebaliknya.

#### 2.2.4 Pemrograman IDE Arduino

Pemrograman Arduino Uno menggunakan software yang sudah disediakan oleh Arduino. Pada ATmega 328 di Arduino Uno R3 sudah disediakan bootloader sehingga memungkinkan pengguna untuk mengunggah kode tanpa perlu hardware tambahan. Untuk tampilan IDE Arduino dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar2.3. IDEArduino versi 1.6.11

IDE (Integrated Development Environment) adalah aplikasi cross-platform ditulis dengan bahasa pemrograman java dan berasal dari IDE untuk bahasa pemrograman wiring project, hal ini dirancang untuk memudahkan pengguna mempelajari mikrokontroler dengan software development, termasuk didalam perangkat lunak dengan kode editor dan fitur seperti sintaks, brace pencocokan, dan identitas otomatis, serta mampu compile dan upload program dengan

sekali perintah klik serta uji coba secara terminal serial. IDE arduino dapat dilihat pada gambar

2.3. Fungsi setiap icon pada IDE Arduino adalah sebagai berikut:

- a. Icon menu verify yang bergambar ceklis berfungsi untuk mengecek program yang ditulis apakah ada yang salah atau error.
- b. Icon menu upload yang bergambar panah ke arah kanan berfungsi untuk memuat / transfer program yang dibuat di software arduino ke hardware arduino.
- c. Icon menu New yang bergambar sehelai kertas berfungsi untuk membuat halaman baru dalam pemrograman.
- d. Icon menu Open yang bergambar panah ke arah atas berfungsi untuk membuka program yang disimpan atau membuka program yang sudah dibuat dari pabrikan software arduino.
- e. Icon menu Save yang bergambar panah ke arah bawah berfungsi untuk menyimpan program yang telah dibuat atau dimodifikasi.
- f. Icon menu serial monitor yang bergambar kaca pembesar berfungsi untuk mengirim atau menampilkan serial komunikasi data saat dikirim dari hardware arduino.

Perangkat lunak Arduino IDE dilengkapi dengan library C/C++ yang membantu operasi input/ output jauh lebih mudah dipahami. Pengguna hanya perlu mendefinisikan dua fungsi untuk membuat program dapat dijalankan ketika dieksekusi pada papan Arduino Uno R3. Fungsi tersebut diantaranya:

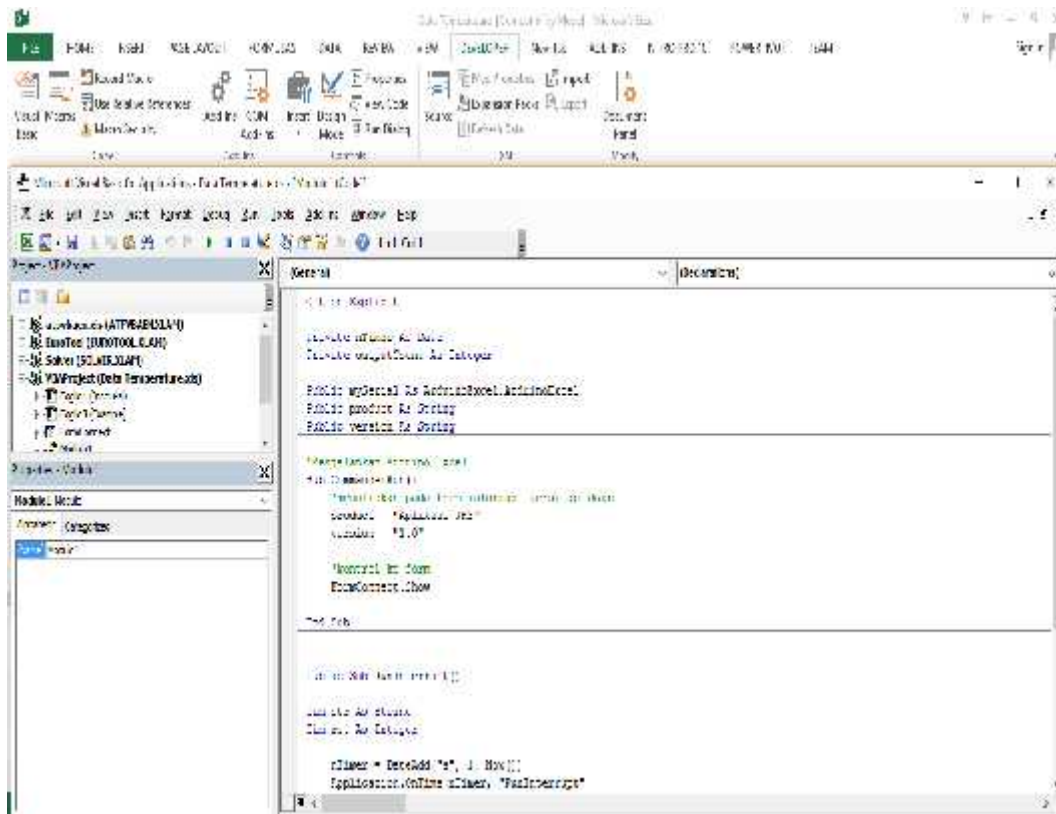
1. Setup (), baris program pada fungsi ini berjalan satu kali pada awal dari sebuah program yang dapat menginisialisasi masukan dan keluaran pada papan mikrokontroler Arduino Uno R3.
2. Loop (), baris program pada fungsi ini dieksekusi berulang kali sampai papan mikrokontroler Arduino Uno R3 dinonaktifkan.

Bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa C++, dengan mendukung berkas library yang dapat menyederhanakan proses coding. C++ mendefinisikan beberapa jenis data yang berbeda. Sign variable memungkinkan mengolah data negatif dan positif, serta unsigned variable hanya data positif. Tipe data yang digunakan dalam coding Arduino adalah void, boolean, char,

unsigned char, byte, int, unsigned int, word, long, unsigned long, short, float, double, array, string (char array), dan string (object).

### **2.3 Microsoft Visual Basic for Applications (VBA)**

Microsoft Visual Basic for Applications (VBA) adalah sebuah turunan bahasa pemrograman Visual Basic yang dikembangkan oleh Microsoft dan dirilis pada tahun 1993, atau kombinasi yang terintegrasi antara lingkungan pemrograman (Visual Basic Editor) dengan bahasa pemrograman (Visual Basic) yang memudahkan user untuk mendesain dan membangun program Visual Basic dalam aplikasi utama Microsoft Office, yang ditujukan untuk aplikasi-aplikasi tertentu. VBA didesain untuk melakukan beberapa tugas, seperti halnya mengkustomisasi sebuah aplikasi layaknya Microsoft Office atau Microsoft Visual Studio. Kegunaan VBA adalah mengotomatisasi pekerjaan. Pekerjaan yang dimaksud adalah pekerjaan yang dilakukan secara berulang-ulang dan pekerjaan yang kompleks. VBA berbeda dengan Microsoft Visual Basic, Microsoft Visual Basic memberi banyak pemrograman dan fungsi tingkat lanjut hingga Microsoft Visual Basic dapat dihasilkan program yang lebih kompleks untuk sistem operasi Microsoft Windows maupun Office. Sedangkan VBA hanya dapat dibangun pada aplikasi utama Microsoft Office mengendalikan fungsi aplikasi tersebut melakukan serangkaian objek terprogram. Versi VBA terbaru saat ini mendukung semua program dalam Microsoft Office, yakni Microsoft Excel, Microsoft Access, Microsoft Word, Microsoft Outlook, Microsoft Front Page, serta Microsoft Power Point dan juga Microsoft Visual Studio. Untuk gambar VBA pada Microsoft Excel dapat dilihat pada gambar 2.4.

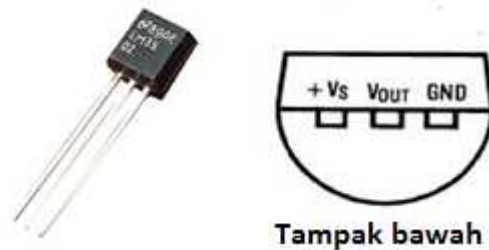


Gambar 2.4 VBA microsoft Excel 2013

## 2.4 Sensor Suhu LM35

Merupakan komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor Suhu LM35 yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika elektronika yang diproduksi oleh National Semiconductor. LM35 memiliki keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan. Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt akan tetapi yang diberikan kesensor adalah sebesar 5 volt, sehingga dapat digunakan dengan catu daya tunggal dengan ketentuan bahwa LM35 hanya membutuhkan arus sebesar  $60 \mu\text{A}$  hal ini berarti LM35 mempunyai kemampuan peningkatan panas (self-heating) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah. Sensor suhu LM35 mempunyai karakteristik setiap kenaikan suhu  $1^\circ\text{C}$  tegangan keluaran naik sebesar 10 mV. Batas maksimum keluaran sensor adalah 1,5 v pada suhu  $150^\circ\text{C}$ . Sensor suhu LM35 sudah dikalibrasi secara internal dalam satuan celsius dengan tingkat sensitifitas  $10\text{mV}/^\circ\text{C}$  dan mempunyai jangkauan operasi dari -55

°C sampai 150°C pada tegangan 4 sampai 30 volt. Gambar 2.5 adalah gambar dari sensor suhu LM35.



Gambar 2.5. Sensor Suhu LM35

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.

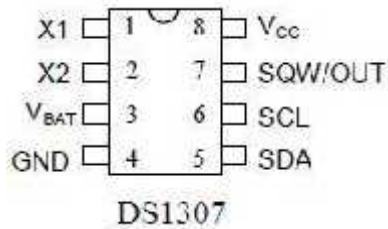
## 2.5 RTC (Real Time Clock) DS1307

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. Karena jam tersebut bekerja real time, maka setelah proses hitung waktu dilakukan output datanya langsung disimpan atau dikirim ke device lain melalui sistem antarmuka. Chip RTC sering dijumpai pada motherboard PC (biasanya terletak dekat chip BIOS). Semua komputer menggunakan RTC karena berfungsi menyimpan informasi jam terkini dari komputer yang bersangkutan. RTC dilengkapi dengan baterai sebagai pensuplai daya pada chip, sehingga jam akan tetap up-to-date walaupun komputer dimatikan. RTC dinilai cukup akurat sebagai pewaktu (timer) karena menggunakan osilator kristal.

Chip RTC yang digunakan dalam merancang data logger temperature adalah DS1307 memiliki akurasi (kadaluarsa) hingga tahun 2100. Sistem RTC DS1307 memerlukan baterai eksternal 3 volt yang terhubung ke pin Vbat dan ground. Pin X1 dan X2 dihubungkan dengan kristal osilator 32,768 KHz. Sedangkan pin SCL, SDA, dan SQW/OUT dipull-up dengan resistor (nilainya 1k s.d 10k) ke vcc.



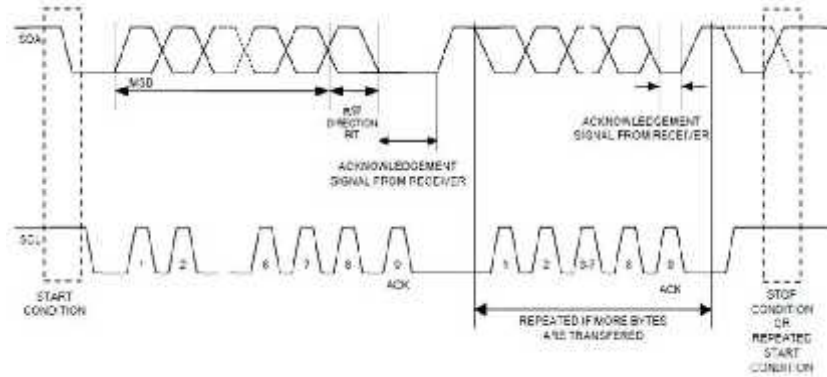
Gambar2.6.RTC (Real Time Clock) DS1307



Gambar 2.7. Konfigurasi Pin RTC DS1307

### 2.5.1 Komunikasi Serial I2C

I2C (inter Integrated Circuit) merupakan protokol komunikasi serial antara IC ( Integrated Circuit) dan biasanya disebut dengan TWI (two Wire Interface). Komunikasi I2C digunakan untuk komunikasi antara mikrokontroler dan perangkat peripheral seperti sensor, memori, I/O expander. Komunikasi serial I2C dilakukan menggunakan jalur SDA dan SCL dan tiap perangkat I2C memiliki 7 bit alamat unik dan alamat MSB selalu tetap dan ditujukan untuk perangkat yang digunakan. Contohnya 1010 biner ditujukan untuk serial EEPROM, tiga bit berikutnya memungkinkan delapan kombinasi alamat dengan delapan perangkat bertipe sama dan beroperasi pada jalur I2C yang sama. Proses pengiriman data dilakukan saat kondisi bus I2C tidak sibuk atau ditandai dengan logika high yang lama pada pin SCL dan SDA. Saat pengiriman data pin SDA harus stabil saat SCL berlogika high. Perubahan kondisi SDA saat SCL high disebut sebagai sinyal kendali start (high ke low) dan stop (low ke high). Gambar 2.8 menunjukkan proses transfer data I2C.



Gambar 2.8 Proses Transfer Data I2C

### 2.5.2 Kondisi Bus I2C

Kondisi bus pada sistem komunikasi I2C dijelaskan sebagai berikut:

- Bus tidak sibuk (bus not busy): menyatakan kondisi bus tidak sibuk, yaitu pada saat SCL dan SDA berlogika high.
- Mulai transfer data (start data transfer): ditandai dengan perubahan kondisi SDA dari high ke low saat SCL berlogika high.
- Akhir transfer data (stop data transfer): ditandai dengan perubahan kondisi SDA dari low ke high saat SCL dalam berlogika high.
- Data valid: jika setelah start, kondisi SDA tidak berubah selama SCL high, baik SDA high maupun SDA low tergantung dari bit yang ingin ditransfer, maka data yang dikirim bit demi bit dianggap valid. Setiap siklus SCL high baru menandakan pengiriman bit baru. Duty cycle untuk SCL tidak harus 50%, tetapi frekuensi kemunculannya hanya ada dua macam, yaitu mode standar 100KHz dan fast mode atau mode cepat 400KHz, setelah SCL mengirim sinyal yang ke-8, arah transfer SDA berubah dan sinyal ke-9 pada SDA ini dianggap sebagai acknowledge dari receiver ke transmitter. DS 1307 hanya bisa melakukan transfer pada mode standar 100KHz.
- Pemberitahuan (Acknowledge): receiver wajib mengirim sinyal acknowledge atau sinyal balasan setiap selesai pengiriman 1 byte (8 bit data). Master harus memberikan extra clock atau clock tambahan pada SCL, yaitu clock ke-9 yang



memberikan kesempatan receiver, master tetap berperan sebagai penentu sinyal stop. Pada bit akhir penerimaan byte terakhir, master tidak mengirimkan sinyal acknowledge. SDA dibiarkan high oleh receiver dalam hal ini master, kemudian master mengubah logika SDA dari low menjadi high yang berarti sinyal stop.

## 2.6 SD Card

SD Card Shield atau SD Modul merupakan solusi untuk mengirim data ke SD card. SD Card Modul dapat dilihat pada Gambar 2.9



Gambar 2.9 SD Modul

Pinout dari SD Card Shield dapat dihubungkan ke Arduino maupun mikrokontroler lainnya, sehingga bermanfaat untuk menambah kapasitas tempat penyimpanan data dan pencatatan data. SD Card Shield ini dapat langsung dipasang pada Arduino dan terdapat switch untuk memilih flash card slot. Keistimewaan dari SD Module ini adalah:

1. Terdapat modul untuk standar SD card dan Micro SD (TF) card.
2. Terdapat switch untuk memilih flash card slot.
3. Dapat dipasang langsung pada Arduino.
4. Dapat digunakan untuk mikrokontroler lain.

## 2.7 LCD Display

LCD berfungsi menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. LCD yang digunakan adalah jenis LCD M1632. LCDM1632 merupakan modul LCD dengan tampilan 16 x 2 baris dengan konsumsi daya rendah. M1632 adalah merupakan modul LCD dengan tampilan 16 x 2 baris dengan konsumsi daya yang rendah dengan menggunakan mikrokontroler. LCD dapat berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler.



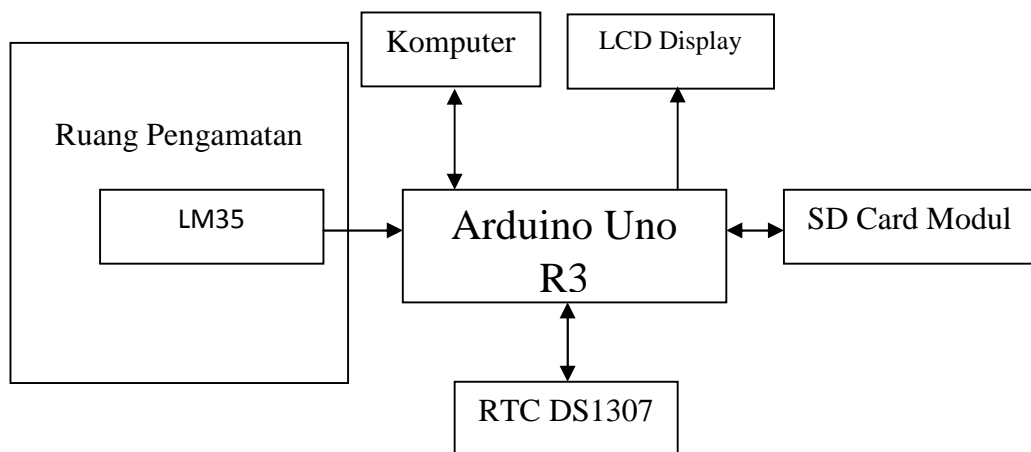
Gambar 2.10 LCD Display M1632

### BAB III

#### REKAYASA SISTEM

#### 3.1 Diagram Blok Sistem

Perancangan Diagram blok sistem data logger suhu ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Prinsip kerjasecara 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. 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.

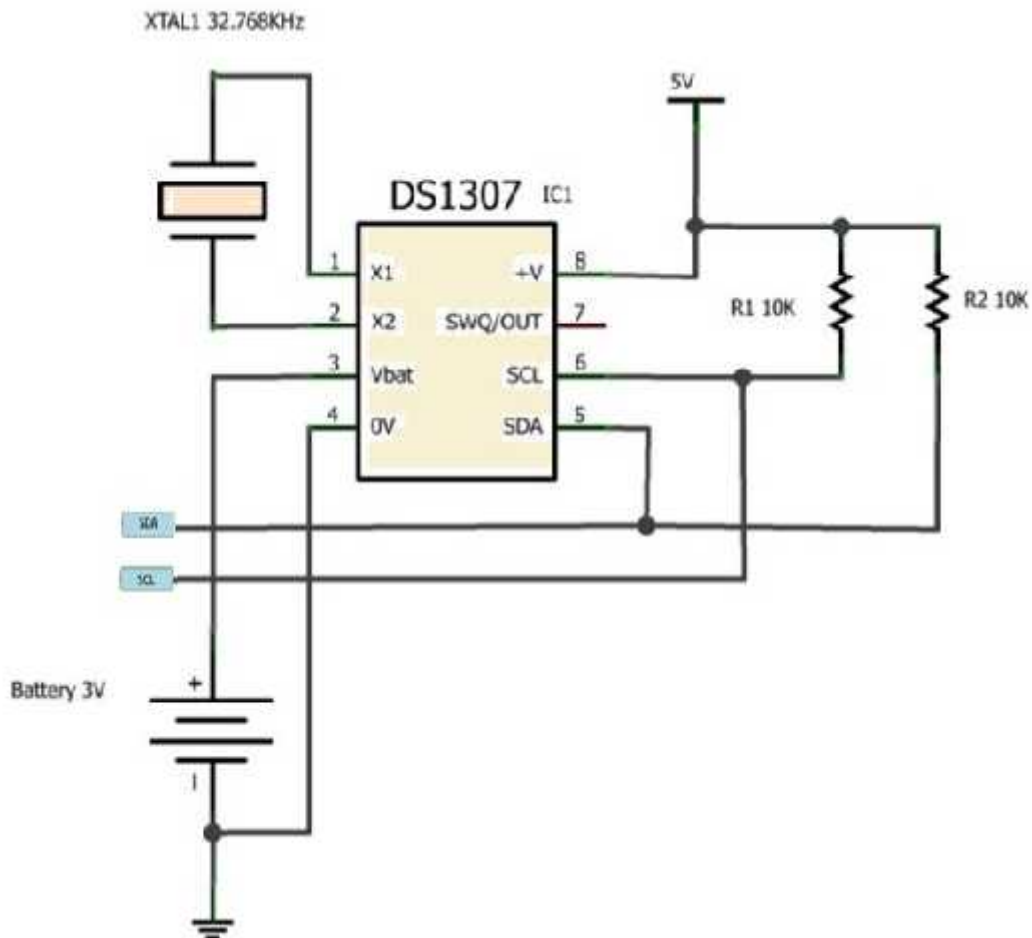
Data sensor yang terhubung pada pin A0 analog in selanjutnya di kirim ke komunikasi serial untuk dapat menampilkan data suhu pada komputer khususnya Microsoft Excel sehingga dapat mempermudah pengguna dalam menganalisa data suhu.

### 3.2 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:

#### 3.2.1 Perancangan RTC DS1307 dengan Arduino

RTC DS1307 menggunakan protokol 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. Gambar 3.2 merupakan perancangan rangkaian RTC DS1307.

Gambar 3.2 Rangkaian RTC DS 1307

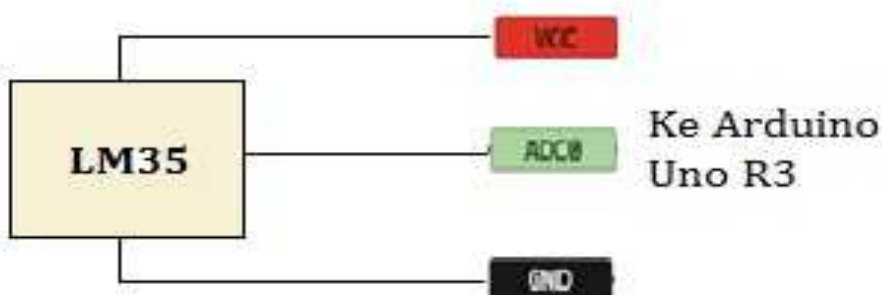
Tabel 3.1 Alokasi Port Arduino Uno R3 dan RTC DS1307

Arduino Uno R3		RTC DS1307	
Nomora Port	Nama	Nomor Pin	Nama
27	A4/PC4 (SDA)	5	SDA
28	A5/PC5 (SCL)	6	SCL

Rangkaian RTC menggunakan frekuensi crystal XTAL1 sebesar 32,768 KHz sesuai dengan datasheet. Penggunaan rangkaian resistor R1, R2 secara pull up dikarenakan pin SCL dan SDA adalah open drain (output hanya bisa membuat output berlogika 0 tetapi tidak bisa membuat output berlogika 1), sehingga agar mampu memberikan output 1 diperlukan pull up resistor yang dihubungkan dengan catu daya 5 V. Baterai digunakan sebagai sumber tegangan cadangan jika RTC DS1307 tidak mendapat tegangan dari VCC.

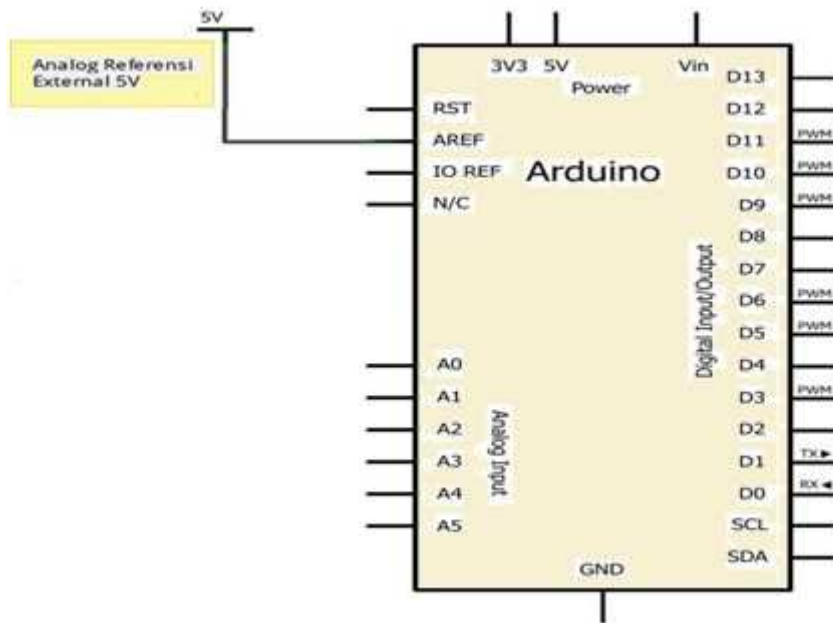
### 3.2.2 Perancangan Sensor LM35 dengan Arduino

Sensor suhu LM35 memiliki tiga kaki dimana kaki-kaki tersebut dapat langsung dihubungkan dengan board Arduino Uno R3 dengan pengkabelan seperti gambar 3.3. kaki Vout LM35 dipakai sebagai input ke Arduino Uno R3 melalui pin analog ADC0 yang sudah tersedia dalam board Arduino Uno R3.



Gambar 3.3 Rangkaian Sensor LM35 dengan Arduino Uno R3

Keluaran sensor LM35 dapat langsung dihubungkan ke port ADC / analog input. Analog input pada Arduino Uno R3 memiliki resolusi 10 bit yang dapat memberikan pembacaan keluaran 1024 keadaan. Pengaturan pembacaan sensor diatur menggunakan analog referensi eksternal dengan memberikan tegangan referensi sebesar 5 V pada pin Aref Arduino Uno R3. Gambar 3.5 menunjukkan koneksi dari analog referensi eksternal.



Gambar 3.4 Rangkaian Analog Referensi Eksternal

Dari tegangan referensi tersebut maka berdasarkan rumus 2.1 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:

$$\text{Resolusi Pengukuran Su } u = \frac{4,8mV}{10mV} = 0,48^{\circ}C \dots\dots\dots (3.2)$$

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:

$$\text{Nilai Su } u = \text{Nilai Digital} \frac{4,882}{10} \dots\dots\dots (3.3)$$

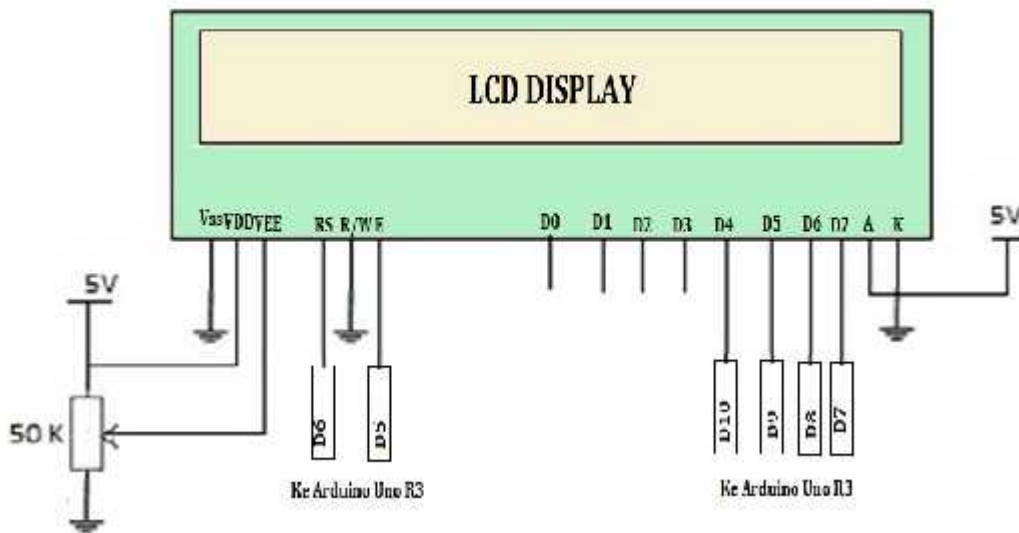
$$\text{Nilai Su } u = \frac{V_{in}}{10} \dots\dots\dots (3.4)$$

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).

### 3.2.3 Perancangan LCD Display

Pengoperasian LCD Display dengan Arduino menggunakan komunikasi 4 bit. Setelah sensor sudah melakukan pengukuran dan mengirimkan data untuk di konversi oleh Arduino Uno R3, maka selanjutnya data pengukuran suhu akan di kirimkan ke LCD Display untuk ditampilkan. Gambar 3.10 adalah skematik rangkaian LCD dengan Arduino.

Gambar 3.5 Skematik rangkaian LCD Display 16x2

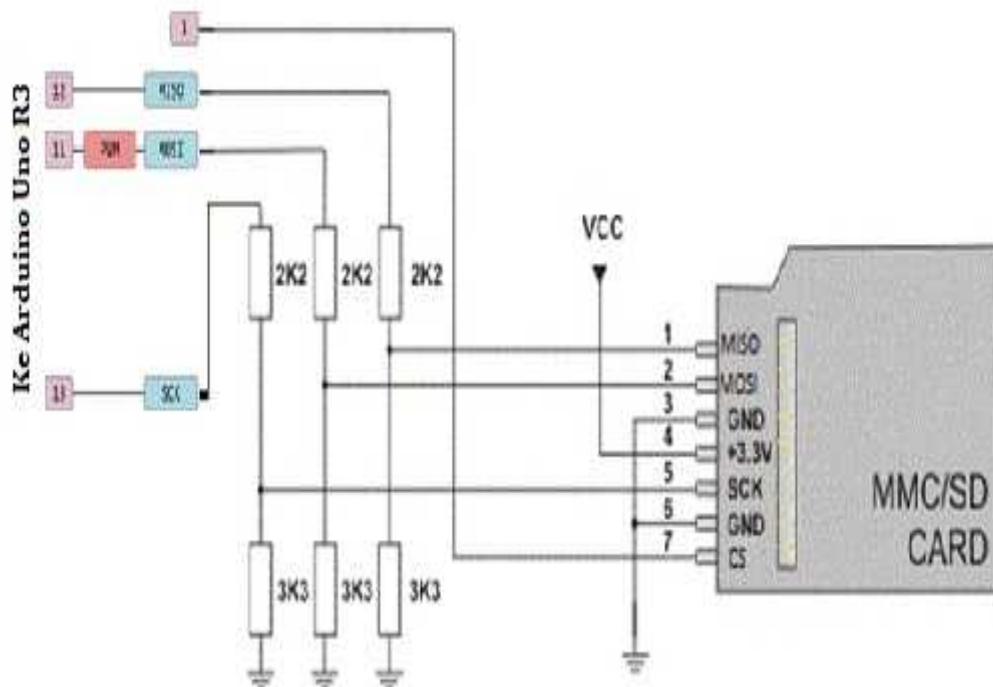


Pada gambar 3.10, pin Vss dan RW dihubungkan ke ground, pin VDD dihubungkan ke Vcc, pin VEE merupakan pengaturan tegangan contrast dari LCD, pin RS, E, dan D4-D7 dihubungkan ke Arduino Uno R3. Fungsi dari potensio meter VR1 adalah untuk mnegatur gelap / terangnya karakter yang ditampilkan pada LCD.

### 3.2.4 Perancangan SDCard Shield dengan Arduino

Modul SD Card berkomunikasi dengan Arduino Uno R3 melalui protokol komunikasi ISP. Komunikasi ini membutuhkan 4 pin ISP yaitu CS, MISO, MOSI, dan SCK. Pin ISP yang dimiliki Arduino Uno R3 berada pin digital 13, 12, 11 dan 10. Jalur CS pada Arduino Uno R3 secara default adalah pin 10, tetapi pada board ini modul SD Card menggunakan pin 4 sebagai CS. Perubahan semacam ini akan diatasi dengan merubah status pin CS pada program Arduino yang akan diupload agar berubah menjadi pin digital 4. Penggunaan jalur ISP pada rangkaian ini bisa dilihat pada gambar 3.6.

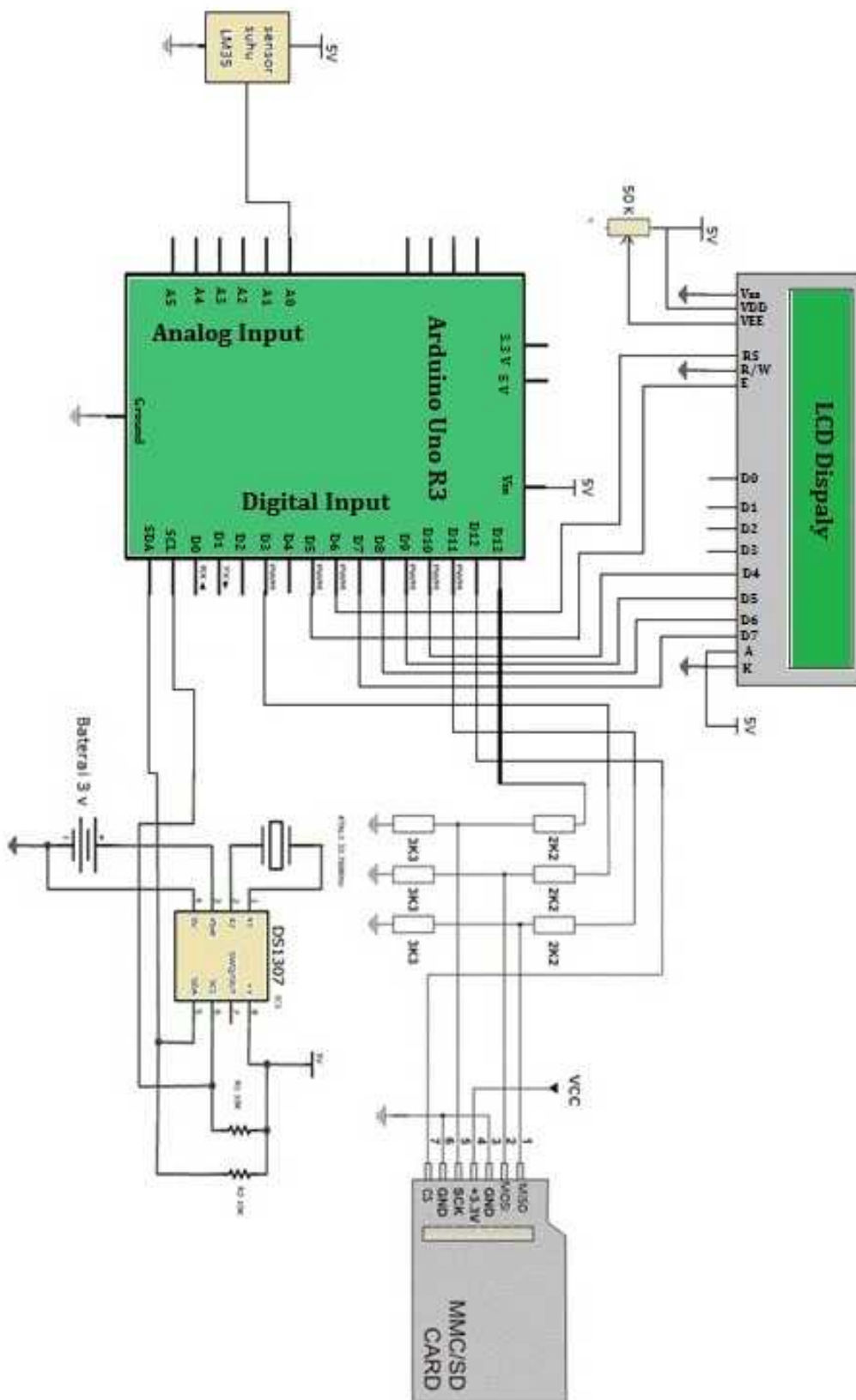
Gambar 3.6 Skema jalur komunikasi ISP Modul SD card dengan Arduino



### 3.2.5 Perancangan Alat secara keseluruhan



Untuk mempermudah pembuatan program, penulis terlebih dahulu membuat diagram alur atau juga disebut dengan flowchart dan juga membuat rangkaian alat keseluruhan secara diagram skematik. Pembuatan diagram secara skematik mempermudah untuk menganalisa kesalahan elektrik. Dalam perancangan alat secara keseluruhan dapat dilihat pin pada setiap komponen terhubung pada pin yang terdapat pada Arduino Uno R3. Untuk rangkaian sistem skematik secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.7. Dalam perancangan alat secara keseluruhan membutuhkan rangkaian skematik untuk membantu pembuatan program dengan cara melihat pengkabelan pada setiap pin komponen yang diubungkan.



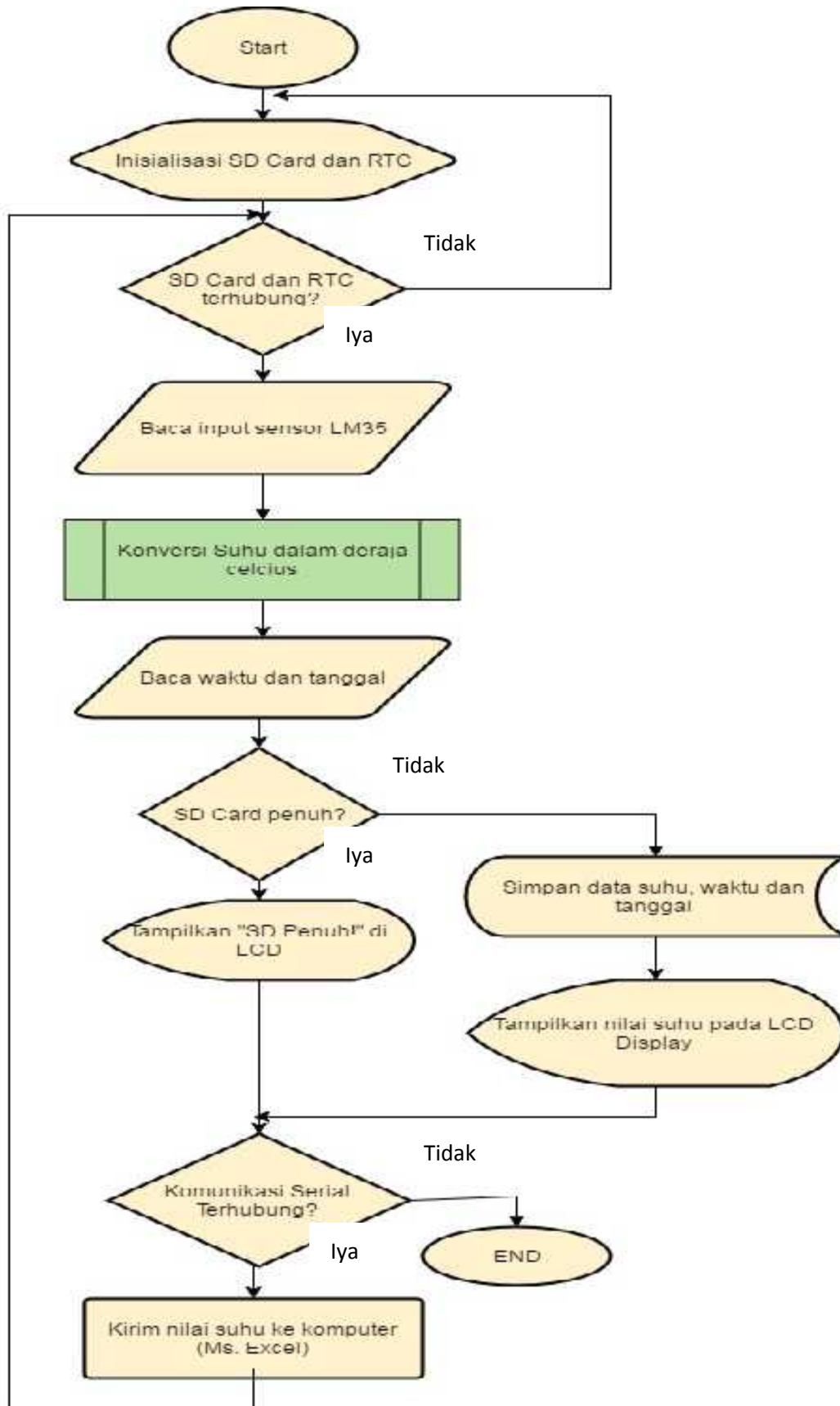
Gambar 3.7 skema alat secara keseluruhan

### 3.3 Tahap Perancangan dan Analisa secara flowchart

Untuk mempermudah pembuatan program, penulis terlebih dahulu membuat diagram alur atau juga disebut dengan flowchart. Data flowchart juga berfungsi untuk melihat secara jelas keseluruhan penjelasan dari sistem yang dirancang. Secara garis besar terdapat alur utama yaitu inialisasi, 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 celcius. Berikutnya adalah diagram alur sistem secara keseluruhan. Untuk diagram alur konversi suhu dapat dilihat pada gambar 3.8, dan untuk diagram alur secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.8 Flowchart konversi Suhu



Gambar 3.7 Aliran kerja proses sistem data logger suhu

Gambar 3.9 menunjukkan diagram alur sistem kerja rangkaian data logger suhu. Dapat dilihat dari alur flowchart bahwa rangkaian memiliki kondisi saat proses inisialisasi dan saat pembacaan masukan. Jika rangkaian gagal saat proses inisialisasi maka sistem akan berusaha melakukan inisialisasi secara terus menerus tanpa memperdulikan kondisi masukan. Kegagalan inisialisasi akan membuat rangkaian tidak merespon input. Setelah melakukan inisialisasi, selanjutnya sistem mendeteksi kondisi masukan. Kondisi masukan yang di deteksi kemudian di konversi ke suhu dengan satuan derajat celcius. Waktu dan tanggal akan di baca dari RTC dan nilai suhu beserta tanggal dan waktu disimpan kedalam SD Card. Nilai suhu akan terus ditampilkan dalam LCD Display untuk keperluan pengukuran secara manual. Apabila data logger dihubungkan ke komputer (Ms. Excel), maka data suhu, waktu dan tanggal juga akan dikirim ke komputer melalui komunikasi serial. Komunikasi serial diperlukan untuk melihat pengukuran suhu dalam bentuk grafik. Dari diagram alur gambar 3.9 dapat dilihat bahwa ketika memory card sudah terisi full, maka sistem data logger akan memunculkan pesan pada LCD display “ SD Full!”, yang mengharuskan pengguna untuk membackup data perekaman temperatur. Untuk konversi tegangan analog dari output sensor suhu LM35 dapat dilihat dari diagram alir pada gambar 3.8.