

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Pada penelitian yang dilakukan Anggit Dwi Prasetya, pada tahun 2016 yang telah membuat “Thermohygrometer Berbasis Arduino”. Prinsip kerjanya yaitu pada posisi *ON*, seluruh rangkaian akan mendapatkan tegangan dari baterai. Selanjutnya sensor akan langsung bekerja untuk mendeteksi suhu dan kelembaban dari obyek yang dideteksi, kemudian akan di proses oleh *IC Microcontroller ATmega328p*. Hasilnya akan ditampilkan pada *display* LCD 16x2. Dan apabila suhu dan kelembaban yang terukur melebihi *rate* standar pengukuran, maka akan ditandai dengan *buzzer* yang menyala. Kekurangan dari alat ini yaitu, belum memiliki *mode hold* dan penyimpanan data. yang mengakibatkan dalam pembacaan data sulit ditentukan sebab suhu terus berjalan dan data tidak dapat dipanggil [5].

Pada penelitian yang dilakukan Arief Hendra Saptadi, Danny Kurnianto, Suyani, pada tahun 2015 yang telah membuat “Rancang Bangun Thermohygrometer Digital Menggunakan Sistem Mikropengendali Arduino dan Sensor DHT22”. Dengan sistem kerja yaitu, mikro pengendali akan melakukan inisialisasi meliputi nilai-nilai awal variabel, fungsi serta pengaturan berbagai perangkat. Mikro pengendali memanggil rutin *read\_sensor* untuk membaca nilai suhu dan kelembaban dari sensor DHT22. Selanjutnya, arduino akan mengambil data dari sensor DHT22. Suhu dan kelembaban kemudian ditampilkan ke LCD dan PC. Hasil pengukuran suhu dan kelembaban dikirim ke PC melalui

komunikasi serial. Kekurangan dari alat ini yaitu hasil pengukuran suhu dan kelembaban yang masih kurang akurat. Dapat diperbaiki dengan melakukan kalibrasi ulang pada perangkat sensor [6]. Pada penelitian selanjutnya, penulis akan menggunakan mikromengendali arduino ATmega 328, menggunakan sensor yang berbeda yaitu SHT11, dimana sensor SHT11 merupakan sensor yang lebih akurat dibandingkan dengan sensor-sensor yang digunakan pada penelitian sebelumnya dan akan melengkapi modul dengan adanya penyimpanan data, serta *Real time clock DS1307* sebagai pewaktu.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Thermometer**

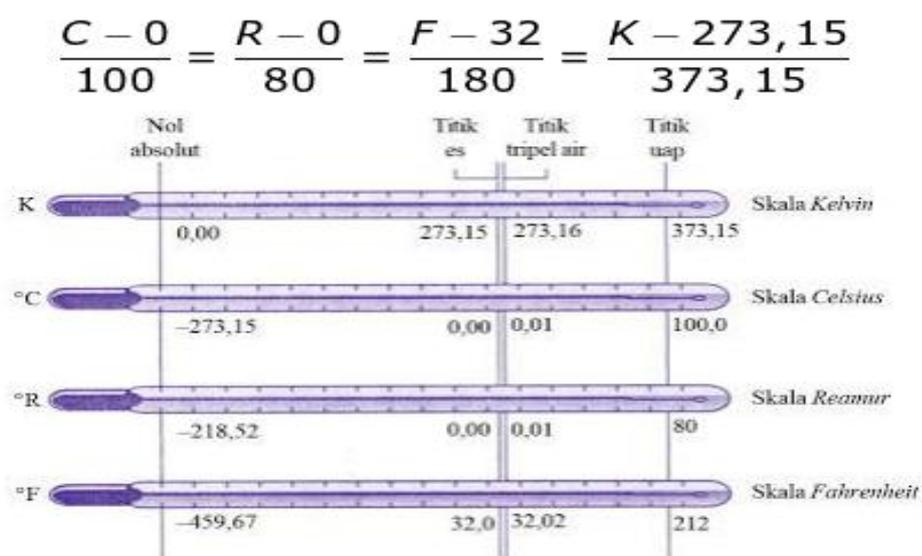
*Thermometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu (temperatur), ataupun perubahan suhu. Istilah *thermometer* berasal dari bahasa Latin *thermo* yang berarti panas dan meter yang berarti untuk mengukur.

Prinsip kerja termometer ada bermacam-macam, yang paling umum digunakan adalah termometer air raksa. Ketika mengukur temperatur dengan menggunakan termometer, terdapat beberapa skala yang digunakan, di antaranya skala *Celsius*, skala *Reamur*, skala *Fahrenheit*, dan skala *Kelvin*. Keempat skala tersebut memiliki perbedaan dalam pengukuran suhunya. Berikut ini merupakan rentang temperatur yang dimiliki setiap skala, *celcius*, *reamur*, *fahrenheit* dan *kelvin* :

- 1 Termometer skala *Celsius*, *thermometer ini* memiliki titik didih air 100 °C dan titik bekunya 0 °C. Rentang temperaturnya berada pada temperatur 0 °C – 100 °C dan dibagi dalam 100 skala.

2. Termometer skala *Reamur*, memiliki titik didih air 80 °R dan titik bekunya 0 °R. Rentang temperaturnya berada pada temperatur 0 °R – 80 °R dan dibagi dalam 80 skala.
3. Termometer skala *Fahrenheit*, memiliki titik didih air 212 °F dan titik bekunya 32 °F. Rentang temperaturnya berada pada temperatur 32 °F – 212 °F dan dibagi dalam 180 skala.
4. Termometer skala *Kelvin*, memiliki titik didih air 373,15 K dan titik bekunya 273,15 K. Rentang temperaturnya berada pada temperatur 273,15 K – 373,15 K dan dibagi dalam 100 skala.

Jika diperhatikan pembagian skala tersebut, satu skala dalam derajat *Celsius* sama dengan satu skala dalam derajat *Kelvin*, sementara satu skala *Celsius* kurang dari satu skala *Reamur* dan satu skala *Celsius* lebih dari satu skala *Fahrenheit* [7]. Secara matematis perbandingan keempat skala tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini :



Gambar 2.1 Perbandingan Empat Skala Termometer [7]

### 2.2.2 Hygrometer

*Hygrometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur kelembaban relatif udara, atau jumlah uap air tak terlihat dalam suatu lingkungan tertentu. Kelembaban yang rendah akan mencegah pertumbuhan dari jamur yang menjadi musuh pada peralatan tersebut. *Hygrometer* juga banyak dipakai di ruangan pengukuran dan instrumentasi untuk menjaga kelembaban udara yang berpengaruh terhadap keakuratan alat-alat pengukuran [7].

### 2.2.3 Thermohygrometer

*Thermohygrometer* adalah sebuah alat yang menggabungkan antara fungsi *thermometer* dengan *hygrometer*. Termometer sebagai alat yang digunakan untuk mengukur suhu (temperatur), ataupun perubahan suhu. Sedangkan *hygrometer* adalah alat yang digunakan untuk menghitung persentase uap air (embun) yang berada di udara, atau lebih mudahnya alat untuk mengukur tingkat kelembaban udara. Jadi, *thermohygrometer* adalah alat yang berfungsi untuk mengukur suhu (temperatur) dan kelembaban pada ruangan [7].

### 2.2.4 Spesifikasi pemanfaatan thermohygrometer di rumah sakit

Di rumah sakit, *thermohygrometer* digunakan untuk mengukur suhu dan tingkat kelembaban suatu ruangan atau alat yang mempunyai standar tertentu. Standar tersebut merupakan rentang untuk kualitas udara ruang yang dapat diterima oleh tubuh, berupa rentang suhu udara, kelembaban udara dan gerakan udara dalam ruang. Apabila rentang suhu diatas atau dibawah dari standar maka tubuh akan terasa tidak nyaman berada diruang tesebut. Berikut ini, pada Tabel 2.1 merupakan pedoman untuk parameter spesifik fisik udara dalam ruang :

Tabel 2.1 Pedoman untuk Parameter Spesifik Fisik Udara Dalam Ruang [2]

Parameter	Rentang untuk kualitas udara ruang yang dapat diterima	Satuan
Suhu udara	22,5- 25,5	<sup>0</sup> C
Kelembaban udara	≤ 70	%
Gerakan udara (pada kantor dalam wilayah kerja)	≤ 0,25	m/det

Tabel 2.2 dibawah ini merupakan Standar Suhu, Kelembaban, dan Tekanan Udara Menurut Fungsi Ruang atau Unit Sesuai dengan Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 1204/MENKES/SK/X2004 :

Tabel 2.2 Standar Suhu, Kelembaban, dan Tekanan Udara Menurut Fungsi Ruangatau Unit Sesuai dengan Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 1204/MENKES/SK/X2004 [2]

No.	Ruang atau Unit	Suhu ( <sup>0</sup> C)	Kelembaban (%)	Tekanan
1.	Operasi	19-24	45-60	Positif
2.	Bersalin	24-26	45-60	Positif
3.	Pemulihan/perawatan	22-24	45-60	Seimbang
4.	Observasi bayi	21-24	45-60	Seimbang
5.	Perawatan bayi	22-26	35-60	Seimbang
6.	Perawatan premature	24-26	35-60	Positif
7.	ICU	22-23	35-60	Positif
8.	Jenazah/ <i>Autopsi</i>	21-24	-	Negatif
9.	Penginderaan medis	19-24	45-60	Seimbang
10.	Laboratorium	22-26	35-60	Negatif
11.	Radiologi	22-26	45-60	Seimbang
12.	<i>Sterilisasi</i>	22-30	35-60	Negatif
13.	Dapur	22-30	35-60	Seimbang
14.	Gawat darurat	19-24	45-60	Positif
15.	Administrasi/ pertemuan	21-24	-	Seimbang

### 2.2.5 Mikrokontroler IC ATmega328

*Integrated circuit* (IC) juga disebut *microelectronic circuit* atau chip, merupakan gabungan komponen-komponen elektronika yang dikemas dalam sebuah komponen tunggal. Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang lengkap dalam satu serpih/chip. Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena didalam sebuah chip ini sudah terdapat atau berisikan *ROM* (*Read-Only Memory*), *RAM* (*Read-Write Memory*), beberapa *port* input maupun *output*, dan hal-hal lain seperti pencacah/pewaktu, *ADC* (*Analog to Digital converter*), *DAC* (*Digital to Analog converter*) dan yang terakhir serial komunikasi. Secara global mikrokontroler dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, ATmega dan Attiny.

IC yang penulis pakai saat ini yang dipakai didalam sistem rancangan alat *thermohygrometer* tersebut adalah seri ATmega328 yang merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8 bit. Beberapa tipe dari mikrokontroler yang sama seperti ATmega328 ini antara lain ATmega8535, ATmega16, ATmega32, Atmega8, yang membedakan antara masing-masing mikrokontroler adalah, ukuran memori, banyaknya GPIO (pin *input/output*), periperial (*USART, timer, counter, dll*). 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 (pin *input/output*), lebih sedikit dibandingkan mikrokontroler diatas. Mikrokontroler ATmega328 paling

umumnya digunakan pada *board arduino* seperti UNO, *Duemilanove*, *Nano*, dll. ATmega328 menggunakan kristal 16 Mhz sebagai pembangkit *clock* dan juga memiliki *flash* untuk penyimpanan instruksi program, SRAM untuk penyimpanan *variabel* data sementara, dan EEPROM sebagai media penyimpanan yang tetap tersimpan meskipun mikrokontroler dalam kondisi tidak dicatu.

### 1. Fitur AVR ATmega328

ATmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*). Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain :

- a. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.
- b. 32 x 8-bit register serba guna.
- c. Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan *clock* 16 MHz.
- d. 32 KB *Flash memory* dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari *flash* memori sebagai *bootloader*.
- e. 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.
- f. Memiliki *SRAM* (*Static Random Access Memory*) sebesar 2KB.
- g. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya *PWM* (*Pulse Width Modulation*) output.

h. *Master / Slave SPI Serial interface.*

Mikrokontroler ATmega328 memiliki arsitektur *Harvard*, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan *parallelism*.

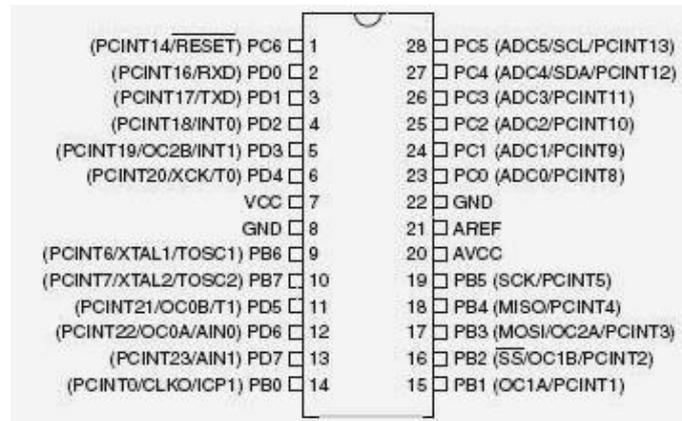
Instruksi – instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi – instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus *clock*. 32 x 8-bit *register* serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (*Arithmetic Logic unit* ) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 dari *register* serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah *register pointer* 16-bit pada mode pengalamatan tidak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data.

Ketiga *register pointer* 16-bit ini disebut dengan *register X* ( gabungan R26 dan R27 ), *register Y* ( gabungan R28 dan R29 ), dan *register Z* ( gabungan R30 dan R31 ). Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit.

Selain *register* serba guna di atas, terdapat register lain yang terpetakan dengan teknik *memory mapped I/O* selebar 64 byte. Beberapa *register* ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai *register control Timer/ Counter*, *register Interupsi*, ADC, USART, SPI, EEPROM, dan fungsi I/O lainnya. *Register – register* ini menempati memori pada alamat 0 x 20 h – 0 x 5 Fh.

## 2. Konfigurasi PIN ATmega328

Gambar 2.2 berikut, merupakan gambar konfigurasi pin ATmega328 :



Gambar 2.2 Konfigurasi Pin ATmega328

Masing-masing IC pun memiliki sebuah karakteristik yang berbeda-beda, contohnya seperti ada beberapa port utama yang dipakai, sedangkan untuk ATmega328 sendiri memiliki 3 buah port utama yaitu PORT B, PORT C, dan PORT D dengan total pin *input/output* sebanyak 23 pin. PORT tersebut dapat difungsikan sebagai *input/output* digital atau difungsikan sebagai peripheral lainnya. Berikut beberapa penjelasan mengenai masing-masing *port* :

### a. PORT B

PORT B merupakan jalur data 8 bit yang dapat difungsikan sebagai *input/output*. Selain itu PORT B juga memiliki fungsi alternatif seperti di berikut ini :

- 1) ICP1 (PB0), yang berfungsi sebagai *Timer Counter* 1 *input capture* pin.
- 2) OC1A (PB1), OC1B (PB2) dan OC2 (PB3) yang berfungsi sebagai keluaran PWM (*Pulse Width Modulation*).

- 3) MOSI (PB3), MISO (PB4), SCK (PB5), SS (PB2) yang berfungsi sebagai jalur komunikasi SPI. Selain itu pin ini juga berfungsi sebagai jalur pemrograman serial (ISP).
- 4) TOSC1 (PB6) dan TOSC2 (PB7) yang berfungsi sebagai sumber *clock external* untuk *timer*.
- 5) XTAL1 (PB6) dan XTAL2 (PB7) yang merupakan sumber *clock* utama dari mikrokontroler.

#### **b. PORT C**

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

- 1) ADC6 *channel* (PC0,PC1,PC2,PC3,PC4,PC5) dengan resolusi sebesar 10 bit. ADC dapat digunakan untuk mengubah input yang berupa tegangan analog menjadi data digital (*Analog to Digital Converter*).
- 2) I2C (SDA dan SDL) merupakan salah satu *fitur* yang terdapat pada PORT C. I2C difungsikan untuk komunikasi dengan sensor atau *device* lain yang memiliki komunikasi data tipe I2C seperti sensor kompas, *accelerometer nunchuck*.

#### **c. PORT D**

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

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

#### **d. CLOCK**

ATMega328 adalah mikrokontroler keluaran dari *ATMEL* yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*). Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain:

- 1) Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1 KB yang dipakai untuk 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) KB Flash memori 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* [8].

### 2.2.6 Sensor SHT 11

Sensor suhu dan kelembaban SHT11 merupakan modul sensor suhu dan kelembaban relatif dari Sensirion. Modul ini dapat digunakan sebagai alat pengindera suhu dan kelembaban dalam aplikasi pengendali suhu dan kelembaban ruangan maupun aplikasi pemantau suhu dan kelembaban relatif ruangan. Spesifikasi dari SHT11 ini adalah sebagai berikut:

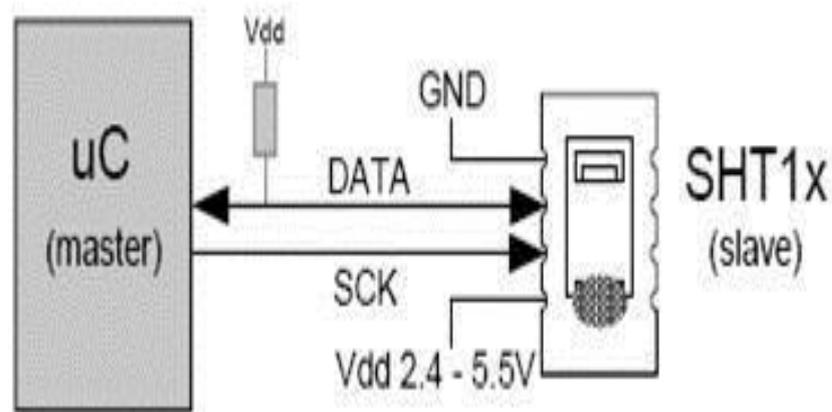
1. Berbasis sensor suhu dan kelembaban relatif SHT11.
2. Mengukur suhu dari  $-40^{\circ}\text{C}$  hingga  $+123,8^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban relatif dari 0%RH hingga 100%RH.
3. Memiliki atarmuka serial *synchronous 2-wire*, bukan I2C.

4. Memiliki ketetapan (akurasi) pengukuran suhu hingga  $0,5^{\circ}\text{C}$  pada suhu  $25^{\circ}\text{C}$  dan ketepatan (akurasi) pengukuran kelembaban relatif hingga  $3,5\% \text{RH}$ .
5. Jalur antar muka telah dilengkapi dengan rangkaian pencegah kondisi sensor *lock-up*.
6. Membutuhkan catu daya  $+5\text{V DC}$  dengan konsumsi daya rendah  $30 \mu\text{W}$ .
7. Modul ini memiliki faktor bentuk 8 pin DIP 0,6 sehingga memudahkan pemasangannya.

SHT11 merupakan sebuah *single chip* sensor suhu dan kelembaban relatif dengan multi modul sensor yang *output*-nya telah dikalibrasi secara digital. Di bagian dalamnya terdapat kapasitas polimer sebagai elemen untuk sensor kelembaban relatif dan sebuah pita regangan yang digunakan sebagai sensor temperatur. *Output* kedua sensor digabungkan dan dihubungkan pada ADC 14 bit dan sebuah *interface* serial pada satu *chip* yang sama. Sensor ini menghasilkan sinyal keluaran yang baik dengan waktu respon yang cepat. SHT11 ini dikalibrasi pada ruangan dengan kelembaban yang teliti menggunakan *hygrometer* sebagai referensinya. Koefisien kalibrasinya telah diprogramkan kedalam *OTP memory*. Koefisien tersebut akan digunakan untuk mengkalibrasi keluaran dari sensor selama proses pengukuran.

Sistem sensor ini mempunyai 1 jalur data yang digunakan untuk perintah pengalamatan dan pembacaan data. Pengambilan data untuk masing-masing pengukuran dilakukan dengan memberikan perintah pengalamatan oleh mikrokontroler. Kaki serial data yang terhubung dengan mikrokontroler

memberikan perintah pengalamatan pada pin data SHT11 “00000101” untuk mengukur kelembaban relatif dan “00000011” untuk pengukuran temperatur. SHT11 memberikan keluaran data kelembaban dan temperatur pada pin data secara bergantian sesuai dengan *clock* yang diberikan mikrokontroler agar sensor dapat bekerja. Sensor SHT11 memiliki ADC di dalamnya sehingga keluaran data SHT11 sudah terkonversi dalam bentuk data digital dan tidak memerlukan ADC *eksternal* dalam pengolahan data pada mikrokontroler [7]. Skema pengambilan data SHT11 dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut ini :



Gambar 2.3 Skema Pengambilan Data [7]

Sensor SHT mempunyai beberapa pin agar dapat di fungsikan dengan mikrokontroler. Pin-pin SHT11 dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut ini :

Tabel 2.3 PIN SHT11

Pin	Name	Comment
1	GND	Ground
2	DATA	Serial data <i>bidirectional</i>
3	SCK	Serial clock input
4	VDD	Supply 2.4-5.5V

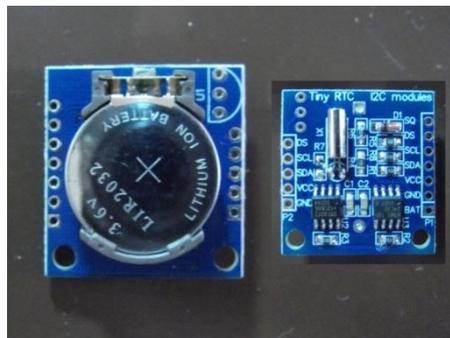
### 2.2.7 Real Time Clock

DS1307 bertindak sebagai pencatat waktu dan menceritakan Arduino ketika harus meninggalkan alat. DS 1307 dirancang khusus untuk ketepatan waktu, waktu yang cukup akurat dengan kesalahan sekitar 1 menit per bulan.

DS1307 memiliki baterai cadangan, umumnya CR2032. Baterai ini lebih dari cukup untuk IC. DS1307 memiliki konsumsi daya yang cukup rendah, baterai cadangan sekitar minimal 9 tahun penggunaan. DS 1307 berkomunikasi dengan Arduino menggunakan komunikasi I<sup>2</sup>C. Sederhananya, *chip* mengirimkan data dalam bentuk desimal. Setiap bentuk desimal adalah 4 bit data biner juga dikenal sebagai *Binary Coded Decimal System*. Pin-pin yang penting pada DS1307:

- 1 5V Pin: Bila pin ini tinggi maka DS1307 mengirimkan data dan ketika rendah itu berjalan pada sel tombol backup.
- 2 GND: ini adalah pin ground untuk modul. Kedua dasar baterai dan power supply terikat bersama-sama.
- 3 SCL: Ini adalah i2c jam pin - Yang berkomunikasi dengan RTC.
- 4 SDA: Ini adalah i2c pin data - Yang berkomunikasi dengan RTC [9].

Gambar *Real Time Clock DS 1307* dapat dilihat pada Gambar 2.4 dibawah ini:



Gambar 2.4 Real Time Clock DS1307 [9]

Gambar 2.5 dibawah ini, merupakan Pin Konfigurasi *Real Time Clock DS 1307* :



Gambar 2.5 Pin Konfigurasi Real Time Clock DS1307 [9]

## 2.2.8 Media Penyimpanan

### 1. Modul *SD card* Arduino

Modul *Micro SD card* Adapter adalah modul pembaca kartu *Micro SD*, melalui sistem file dan SPI antarmuka *driver*, MCU untuk melengkapi sistem file untuk membaca dan menulis kartu *MicroSD*. Pengguna Arduino langsung dapat menggunakan Arduino IDE dilengkapi dengan kartu *SD* untuk menyelesaikan inisialisasi kartu perpustakaan dan membaca-menulis [10].

*MicroSD / SD card* sendiri adalah kartu memori non volatil yang dikembangkan oleh *SD card Association* yang digunakan dalam perangkat *portable*. Saat ini, teknologi *micro SD* sudah digunakan oleh lebih dari 400 merek produk serta dianggap sebagai standar industri *de-facto*. *Micro SD* yang lain terbagi menjadi *SDSC* yang kapasitas maksimum resminya sekitar 2GB, meskipun beberapa ada yang sampai 4GB. *SDHC (High Capacity)* memiliki kapasitas dari 4GB sampai 32GB dan *SDXC (Extended Capacity)* kapasitasnya di atas 32GB hingga maksimum 2TB[11]. Gambar 2.6 berikut ini merupakan gambar modul *SD card*:



Gambar 2.6 Modul *SD card*

## 2. *SD card*

*SD card* merupakan storage yg dulu biasa digunakan pada HP, kamera digital, namun sekarang mulai digunakan untuk menyimpan data pada komputer, beriringan dengan flashdisk. Pada tahun 2001 SanDisk Corporation, Matsushita (Panasonic) dan Toshiba memperkenalkan *SD Memory card* atau Secure Digital.

Satu-satunya perbedaan adalah bahwa *memory card* SD sedikit lebih tebal dan memiliki write protection switch. Multi Media Card, MMC, *memory card*, kartu standar sd dan memiliki faktor bentuk hampir sama seukuran perangko. Karena kartu MMC yang lebih tipis dari *SD Memory card* dapat digunakan di semua slot *SD Memory card* namun tidak sebaliknya.

Kartu *Secure Digital SD* adalah *memory card flash ultra* kecil yang dirancang untuk menyediakan memori berkapasitas tinggi dalam ukuran yang kecil. *Portable device* seperti kamera digital, *camcorder video digital*, notebook, audio player dan ponsel semuanya membutuhkan *SD*

*card*. Umumnya ukuran *SD card* ukuran 32 x 24 x 2,1 mm dan berat sekitar 2gram. Tersedia dalam beragam kapasitas mulai dari 16 Megabyte sampai 1 Gigabyte.

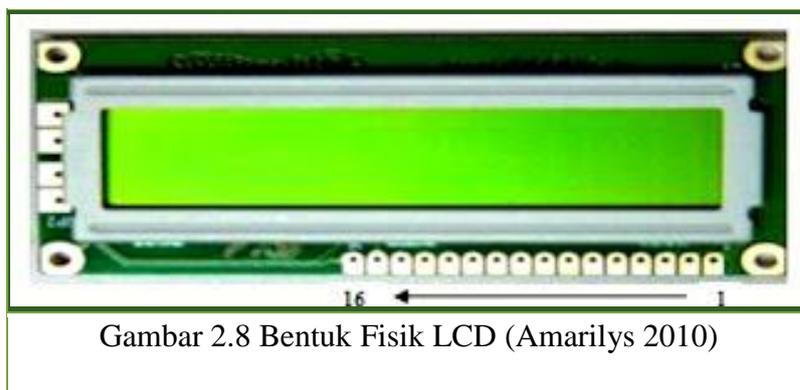
Saat ini *memory card* yang paling sering digunakan adalah *SD card*, digunakan pada perangkat elektronik seperti kamera digital, PDA, dll. Kini sebagian besar perangkat elektronik memiliki kartu memory yang dapat digunakan untuk lebih dari *memory card* flash. Secure Digital In Out disingkat SDIO, adalah nama umum yang diberikan kepada berbagai modul ekspansi yang dapat ditemukan dalam faktor bentuk *Memory SD card* itu. Hal ini juga dapat digunakan untuk fungsi-fungsi lainnya seperti adapter *bluetooth*, penerima GPS, kamera digital, *TV tuner*, dll hanya dengan menyisipkan SD ke dalam slot [12]. Gambar *SD card* dapat dilihat pada Gambar 2.7 dibawah ini :



Gambar 2.7 *SD card*

### 2.2.9 Liquid Cristal Display (LCD)

Layar LCD merupakan suatu media penampilan data yang sangat efektif dan efisien dalam penggunaannya. Untuk menampilkan sebuah karakter pada layar LCD diperlukan beberapa rangkaian tambahan. Untuk lebih memudahkan para pengguna, maka beberapa perusahaan elektronik menciptakan modul LCD. Adapun bentuk fisik LCD 16x2 seperti pada Gambar 2.8 di bawah ini :



Gambar 2.8 Bentuk Fisik LCD (Amarilys 2010)

LCD dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian depan panel LCD yang terdiri dari banyak dot atau titik LCD dan mikrokontroler yang menempel pada bagian belakang panel LCD yang berfungsi untuk mengatur titik-titik LCD sehingga dapat menampilkan huruf, angka, dan simbol khusus yang dapat terbaca.

Modul LCD berukuran 16 karakter x 2 baris dengan fasilitas backlighting memiliki 16 pin yang terdiri dari 8 jalur data, 3 jalur kontrol dan jalur-jalur catu daya, dengan fasilitas pin yang tersedia maka lcd 16 x 2 dapat digunakan secara maksimal untuk menampilkan data yang dikeluarkan oleh mikrokontroler. secara umum pin-pin LCD diterangkan sebagai berikut :

1. Pin 1 dan 2

Merupakan sambungan catu daya,  $V_{ss}$  dan  $V_{dd}$ . Pin  $V_{dd}$  dihubungkan dengan tegangan positif catu daya, dan  $V_{ss}$  pada 0V atau *ground*. Meskipun data menentukan catu 5 Vdc (hanya pada beberapa

mA), menyediakan 6V dan 4.5V yang keduanya bekerja dengan baik, bahkan 3V cukup untuk beberapa modul.

## 2. Pin 3

Pin 3 merupakan pin kontrol Vee, yang digunakan untuk mengatur kontras *display*. Idealnya pin ini dihubungkan dengan tegangan yang bisa dirubah untuk memungkinkan pengaturan terhadap tingkatan kontras *display* sesuai dengan kebutuhan, pin ini dapat dihubungkan dengan *variable* resistor sebagai pengatur kontras.

## 3. Pin 4

Pin 4 merupakan *Register Select* (RS), masukan yang pertama dari tiga *command control input*. Dengan membuat RS menjadi *high*, data karakter dapat ditransfer dari dan menuju modulnya.

## 4. Pin 5

*Read/Write* (R/W), untuk memfungsikan sebagai perintah *write* maka R/W *low* atau menulis karakter ke modul. R/W *high* untuk membaca data karakter atau informasi status dari *register*-nya.

## 5. Pin 6

*Enable* (E), *input* ini digunakan untuk transfer aktual dari perintah-perintah atau karakter antara modul dengan hubungan data. Ketika menulis ke *display*, data ditransfer hanya pada perpindahan *high* atau *low*. Tetapi ketika membaca dari *display*, data akan menjadi lebih cepat tersedia setelah perpindahan dari *low* ke *high* dan tetap tersedia hingga sinyal *low* lagi.

#### 6. Pin7-14

Pin 7 sampai 14 adalah delapan jalur data/data bus (D0 sampai D7) dimana data dapat ditransfer ke dan dari *display*.

#### 7. Pin16

Pin 16 dihubungkan kedalam tegangan 5 Volt untuk memberi tegangan dan menghidupkan lampu latar/*Back Light* LCD [13].

### 2.2.10 Baterai

Baterai adalah sebuah alat yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh suatu perangkat elektronik. Hampir semua perangkat elektronik yang portabel seperti *handphone*, laptop, senter, ataupun *remote control* menggunakan baterai sebagai sumber listriknya. Dengan adanya baterai, kita tidak perlu menyambungkan kabel listrik untuk dapat mengaktifkan perangkat elektronik kita sehingga dapat dengan mudah dibawa kemana-mana. Setiap baterai terdiri dari terminal positif( katoda) dan terminal negatif (anoda) serta elektrolit yang berfungsi sebagai penghantar. *Output* arus listrik dari baterai adalah arus searah atau disebut juga dengan arus dc (*direct current*). Pada umumnya, baterai terdiri dari 2 jenis utama yakni baterai primer yang hanya dapat sekali pakai (*single use battery*) dan baterai sekunder yang dapat diisi ulang (*rechargeable battery*) [14]. Adapun jenis-jenis baterai yaitu :

#### 1. Baterai primer (baterai sekali pakai/*single use*)

Baterai primer atau baterai sekali pakai ini merupakan baterai yang paling sering ditemukan di pasaran, hampir semua toko dan supermarket menjualnya.

Hal ini dikarenakan penggunaannya yang luas dengan harga yang lebih terjangkau. Baterai jenis ini pada umumnya memberikan tegangan 1,5 *volt* dan terdiri dari berbagai jenis ukuran seperti AAA (sangat kecil), AA (kecil) dan C (medium) dan D (besar). Disamping itu, terdapat juga baterai primer (sekali pakai) yang berbentuk kotak dengan tegangan 6 *volt* ataupun 9 *volt*. Jenis-jenis baterai yang tergolong dalam kategori baterai primer (sekali pakai / *single use*) diantaranya adalah :

**a. Baterai Zinc-Carbon (Seng-Karbon)**

Baterai *zinc-carbon* juga disering disebut dengan baterai “*heavy duty*” yang sering kita jumpai di toko-toko ataupun supermarket. Baterai jenis ini terdiri dari bahan *zinc* yang berfungsi sebagai terminal negatif dan juga sebagai pembungkus baterainya. Sedangkan terminal positifnya adalah terbuat dari karbon yang berbentuk batang (*rod*). Baterai jenis *zinc-carbon* merupakan jenis baterai yang relatif murah dibandingkan dengan jenis lainnya.

**b. Baterai alkaline (alkali)**

Baterai alkaline ini memiliki daya tahan yang lebih lama dengan harga yang lebih mahal dibanding dengan baterai *zinc-carbon*. Elektrolit yang digunakannya adalah potassium hydroxide yang merupakan zat alkali (*alkaline*) sehingga namanya juga disebut dengan baterai *alkaline*. Saat ini, banyak baterai yang menggunakan alkaline sebagai elektrolit, tetapi mereka menggunakan bahan aktif lainnya sebagai elektrodanya.

### **c. Baterai lithium**

Baterai primer lithium menawarkan kinerja yang lebih baik dibanding jenis-jenis baterai primer (sekali pakai) lainnya. Baterai *lithium* dapat disimpan lebih dari 10 tahun dan dapat bekerja pada suhu yang sangat rendah. Karena keunggulannya tersebut, baterai jenis lithium ini sering digunakan untuk aplikasi memori *backup* pada mikrokomputer maupun jam tangan. Baterai lithium biasanya dibuat seperti bentuk uang logam atau disebut juga dengan baterai koin (*coin battery*). Ada juga yang memanggilnya *button cell* atau baterai kancing.

### **d. Baterai silver oxide**

Baterai *silver oxide* merupakan jenis baterai yang tergolong mahal dalam harganya. Hal ini dikarenakan tingginya harga perak (*silver*). Baterai silver oxide dapat dibuat untuk menghasilkan energi yang tinggi tetapi dengan bentuk yang relatif kecil dan ringan. Baterai jenis silver oxide ini sering dibuat dalam bentuk baterai koin (*coin battery*) / baterai kancing (*button cell*). Baterai jenis *silver oxide* ini sering dipergunakan pada jam tangan, kalkulator maupun aplikasi militer.

## **2. Baterai sekunder (baterai isi ulang/rechargeable)**

Baterai sekunder adalah jenis baterai yang dapat di isi ulang atau rechargeable battery. Pada prinsipnya, cara baterai sekunder menghasilkan arus listrik adalah sama dengan baterai primer. Hanya saja, reaksi kimia pada baterai sekunder ini dapat berbalik (*reversible*). Pada saat baterai digunakan dengan

menghubungkan beban pada terminal baterai (*discharge*), elektron akan mengalir dari negatif ke positif. Sedangkan pada saat sumber energi luar (*charger*) dihubungkan ke baterai sekunder, elektron akan mengalir dari positif ke negatif sehingga terjadi pengisian muatan pada baterai. Jenis-jenis baterai yang dapat diisi ulang (*rechargeable battery*) yang sering kita temukan antara lain seperti baterai *ni-cd* (*nickel-cadmium*), *ni-mh* (*nickel-metal hydride*) dan *li-ion* (*lithium-ion*). Jenis-jenis baterai yang tergolong dalam kategori baterai sekunder (baterai isi ulang) diantaranya adalah :

**a. Baterai *ni-cd* (*nickel-cadmium*)**

Baterai *ni-cd* (*nickel-cadmium*) adalah jenis baterai sekunder (isi ulang) yang menggunakan *nickel oxide hydroxide* dan *metallic cadmium* sebagai bahan elektrolitnya. Baterai *ni-cd* memiliki kemampuan beroperasi dalam jangkauan suhu yang luas dan siklus daya tahan yang lama. Di satu sisi, baterai *ni-cd* akan melakukan *discharge* sendiri (*self discharge*) sekitar 30% per bulan saat tidak digunakan. Baterai *ni-cd* juga mengandung 15% toksik/racun yaitu bahan *carcinogenic cadmium* yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan hidup. Saat ini, penggunaan dan penjualan baterai *ni-cd* (*nickel-cadmium*) dalam perangkat portabel konsumen telah dilarang oleh *eu* (*european union*) berdasarkan peraturan "*directive 2006/66/ec*" atau dikenal dengan "*battery directive*".

**b. Baterai *ni-mh* (*nickel-metal hydride*)**

Baterai *ni-mh* (*nickel-metal hydride*) memiliki keunggulan yang hampir sama dengan *ni-cd*, tetapi baterai *ni-mh* mempunyai kapasitas 30%

lebih tinggi dibandingkan dengan baterai *ni-cd* serta tidak memiliki zat berbahaya cadmium yang dapat merusak lingkungan dan kesehatan manusia. Baterai *ni-mh* dapat diisi ulang hingga ratusan kali sehingga dapat menghemat biaya dalam pembelian baterai. Baterai *ni-mh* memiliki *self-discharge* sekitar 40% setiap bulan jika tidak digunakan. Saat ini baterai *ni-mh* banyak digunakan dalam kamera dan radio komunikasi. Meskipun tidak memiliki zat berbahaya *cadmium*, baterai *ni-mh* tetap mengandung sedikit zat berbahaya yang dapat merusak kesehatan manusia dan lingkungan hidup, sehingga perlu dilakukan daur ulang (*recycle*) dan tidak boleh dibuang di sembarang tempat.

### **c. Baterai *li-ion* (*lithium-ion*)**

Baterai jenis *li-ion* (*lithium-ion*) merupakan jenis baterai yang paling banyak digunakan pada peralatan elektronika portabel seperti digital kamera, *handphone*, video kamera ataupun laptop. Baterai *li-ion* memiliki daya tahan siklus yang tinggi dan juga lebih ringan sekitar 30% serta menyediakan kapasitas yang lebih tinggi sekitar 30% jika dibandingkan dengan baterai *ni-mh*. Rasio *self-discharge* adalah sekitar 20% per bulan. Baterai *li-ion* lebih ramah lingkungan karena tidak mengandung zat berbahaya cadmium. Sama seperti baterai *ni-mh* (*nickel-metal hydride*), meskipun tidak memiliki zat berbahaya *cadmium*, baterai *li-ion* tetap mengandung sedikit zat berbahaya yang dapat merusak kesehatan manusia dan lingkungan hidup, sehingga perlu dilakukan daur ulang (*recycle*) dan tidak boleh dibuang di sembarang tempat.

Baterai yang penulis gunakan yaitu *battery ultrafire 3.7v black red-silver (merah-perak) rechargeable lithium li-ion*. Adapun spesifikasi dari baterai ultrafire sx 18650 99000 mah yaitu :

1. *Type* : 18650
2. *Marking* : *Ultrafire SX 99000 mAh*
3. Tegangan : 3.7 V
4. Berat : 28 gram

Berikut Gambar 2.9 merupakan gambar Baterai *Ultrafire Sx 18650* :



Gambar 2.9 Baterai Ultrafire Sx 18650 99000 mAh

### 2.2.11 Teknik Analisis Data

Pengukuran dilakukan setiap satu menit sekali selama 20 menit dengan membandingkan antara modul *thermohygrometer* dengan alat pembanding merk HTC-1 LCD Digital Temperature Humidity Meter. Berikut merupakan rumus yang digunakan pada saat pengambilan data :

1. Rata – rata

Rata-rata adalah nilai atau hasil pembagian dari jumlah data yang diambil atau diukur dengan banyaknya pengambilan data atau banyaknya pengukuran.

$$\text{Rata - Rata } (\bar{X}) = \frac{\sum X_i}{n}$$

(2-1)

Dimana :

$$\bar{X} = \text{rata - rata}$$

$$\sum X_i = \text{Jumlah nilai data}$$

$$N = \text{Banyak data } (1, 2, 3, \dots, n)$$

## 2. Standart Deviasi

*Standart deviasi* adalah suatu nilai yang menunjukkan tingkat (derajat) variasi kelompok data atau ukuran *standart* penyimpangan dari *meannya*. Rumus *standart deviasi* (SD) adalah:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

(2-2)

Dimana :

SD = *standart deviasi*

$$\bar{X} = \text{nilai yang dikehendaki}$$

n = banyak data