

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Setiap larutan memiliki tingkat keasaman atau kebasaaan yang berbeda-beda, dan biasanya didefinisikan oleh derajat pH. Mengetahui kadar pH suatu larutan sangatlah penting, karena di dalam bidang kimia dan perindustrian yang berhubungan dengan larutan-larutan akan berguna jika mengetahui kadar pH dalam larutan. Seperti pada air mineral kemasan yang dikonsumsi masyarakat, kita bisa mengetahui apakah air mineral itu layak diminum atau tidak dengan cara mengukur berapa kadar pH air mineral tersebut. Biasanya pada kadar pH rendah ( $<6.5$ ) berupa asam yang kebanyakan mengandung ion logam seperti besi, mangan, tembaga, timbal, dan seng. Selain pada air mineral, mengetahui informasi tentang kadar pH pada suatu produk makanan juga dapat mencegah perkembangan mikroorganisme yang tidak diinginkan dengan mengembangkan cara untuk mencegah hal tersebut (Ray, 2008:58).

Untuk mengetahui kadar pH suatu larutan dibutuhkan alat yang bisa mengetahui kadar pH dalam seketika, karena jika memakai cara konvensional memakai kertas lakmus akan menghabiskan banyak waktu dan tidak akurat. Maka dari itu dibuatlah alat yang digunakan untuk mengukur kadar pH dengan cepat yaitu alat pengukur pH. Meskipun demikian, alat pengukur pH yang beredar sekarang masih belum sempurna, dan belum ada media penyimpanan data didalamnya.

Oleh sebab itulah, hal tersebut mendasari penelitian supaya dapat dirancang sistem data logger pH untuk mengukur keasaman suatu larutan secara waktu nyata, dengan menggunakan sensor pH berbahan Nikelin hasil penelitian sebelumnya (Dewata, 2015). Dengan dibuatnya data logger pengukuran larutan asam ini maka akan dihasilkan alat pengukur pH yang lebih akurat, portable, dan data pengukuran bisa disimpan didalam sebuah memori serta dapat dipantau pada waktu tertentu.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem data logger untuk pengukuran pH asam suatu larutan menggunakan sensor pH berbahan nikelin, tiap detik dan *write/log* data ke *SD Card* menggunakan arduino uno ?
2. Bagaimana karakterisasi data logger pengukuran pH suatu larutan asam menggunakan sensor pH berbahan nikelin dibandingkan dengan pH meter?

## 1.3 Batasan Masalah

Dengan mengacu pada permasalahan yang telah dirumuskan, maka hal-hal yang berkaitan dengan alat akan diberi batasan sebagai berikut :

1. Mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengolah data.
2. Penyimpanan data sementara menggunakan *memory SD Card*.
3. Sensor yang digunakan untuk mengukur pH adalah sensor pH berbahan nikelin dengan rentang pengukuran pH 1-7 dan diolah menggunakan rangkaian pembagi tegangan.

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah analisis hasil perancangan sistem data logger pengukuran larutan asam menggunakan sensor pH berbahan nikelin berdasarkan hasil pengujian.

## 1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat data logger pengukuran pH asam suatu larutan yang mampu menunjukkan berapa kadar pH asam pada larutan dari sensor berbahan nikelin, sehingga dapat diukur secara *real-time* dan dapat disimpan dalam sebuah memori SD Card.

## 1.5 Manfaat

Perancangan data logger pengukuran larutan asam bertujuan untuk menganalisis karakterisasi nilai pH asam suatu larutan dengan menggunakan sensor pH berbahan nikelin hasil penelitian sebelumnya, sehingga bisa dibaca secara *real-time* melalui LCD dan data bisa disimpan dalam sebuah memori. Serta data logger ini bisa dikembangkan dan digunakan dalam bidang industri yang membutuhkan pemantauan

pH asam secara *real-time* dan data pembacaan pH dapat disimpan dalam sebuah memori.





## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisi penjelasan dan uraian dari teori penunjang yang digunakan dalam pembuatan alat ini. Beberapa teori pendukung yang perlu dibahas dalam pembuatan alat ini meliputi :

- sensor pH berbahan nikelin
- rangkaian pembagi tegangan
- mikrokontroler arduino uno
- LCD *display* 16x2
- SD card *Shield*
- memori micro SD
- modul *Real-Time Clock*.

#### 2.1 Sensor pH Berbahan Nikelin

Sensor pH berfungsi untuk mengubah besaran nonelektrik dalam hal ini adalah derajat keasaman (pH) menjadi besaran elektrik yaitu tegangan. Tegangan keluaran sensor pH yang kemudian diolah untuk dapat diketahui besar pH suatu zat cair.

Sensor pH berbahan nikelin adalah sensor resistif yang bekerja pada kadar pH 1 sampai dengan pH 7 atau asam dan netral, karena pada rentang pH 8-14 atau basa,

tegangan terhadap pH sudah tidak konsisten. Sensor pH berbahan nikelin ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



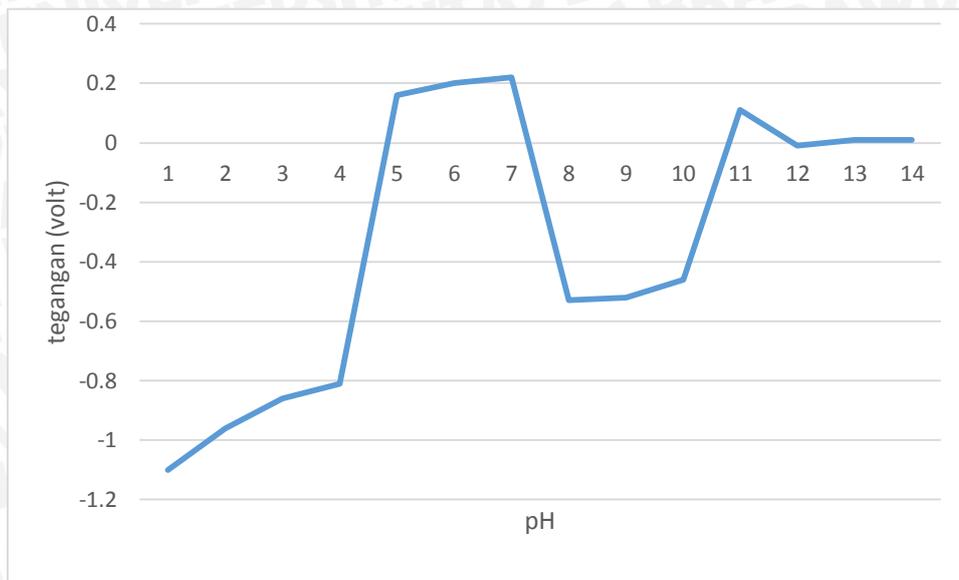
Gambar 2.1 Sensor pH berbahan nikelin

Sumber: Dewata, 2015

Sensor pH berbahan nikelin yang digunakan dalam perancangan ini adalah sensor pH dengan ketebalan 0,1 mm x 0,15 mm, dengan jarak antar elektroda 1 cm, yang memiliki sensitivitas pada penelitian sebelumnya sebesar  $-0,13\text{V/pH}$ . Berikut ini adalah hasil pengujian sensor pH berbahan nikelin menggunakan jembatan wheatstone kemudian dibaca tegangannya dengan voltmeter ditunjukkan dalam Tabel 2.1 dan Gambar 2.2. (Dewata, 2015: 29)

Tabel 2.1 Pengujian Sensor pH berbahan nikelin

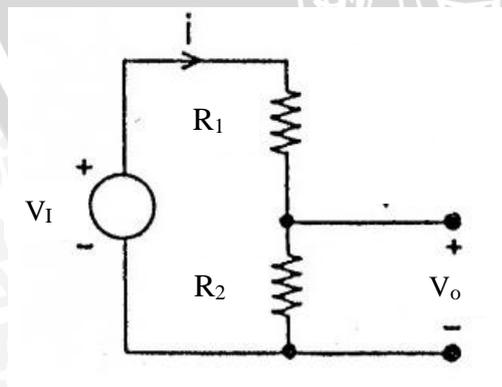
pH	Tegangan (volt)
1	-1.10
2	-0.96
3	-0.86
4	-0.81
5	0.16
6	0.20
7	0.22
8	-0.53
9	-0.52
10	-0.46
11	0.11
12	-0.01
13	0.01
14	0.01



Gambar 2.2 Grafik hasil pengujian sensor pH berbahan nikelin pada pH asam - basa

## 2.2 Rangkaian Pembagi Tegangan

Rangkaian pembagi tegangan biasanya digunakan untuk membuat suatu tegangan referensi dari sumber tegangan yang lebih besar, titik tegangan referensi pada sensor, untuk memberikan bias pada rangkaian penguat atau untuk memberi bias pada komponen aktif. Rangkaian pembagi tegangan pada dasarnya dapat dibuat dengan 2 buah resistor, contoh rangkaian dasar pembagi tegangan dengan output  $V_o$  dari tegangan sumber  $V_I$  menggunakan resistor pembagi tegangan  $R_1$  dan  $R_2$  seperti dalam



Gambar 2.3 .

Gambar 2.3 Rangkaian Pembagi Tegangan

Sumber: Dickson, 2015

Dari rangkaian pembagi tegangan diatas dapat dirumuskan tegangan output  $V_o$ .  
Arus (I) mengalir pada  $R_1$  dan  $R_2$ .

$$V_I = i R_1 + V_o \quad (2-1)$$

$$i = \frac{R_1 + V_o}{V_I} \quad (2-2)$$

Nampak bahwa tegangan masukan terbagi menjadi dua bagian, masing-masing sebanding dengan harga resistor yang dikenai tegangan tersebut. Sehingga besarnya  $V_o$  dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$V_o = V_I \cdot \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) \quad (2-3)$$

Dengan:

$V_I$  = tegangan masukan (volt)

$i$  = arus (ampere)

$R_1$  = resistor 1 (ohm)

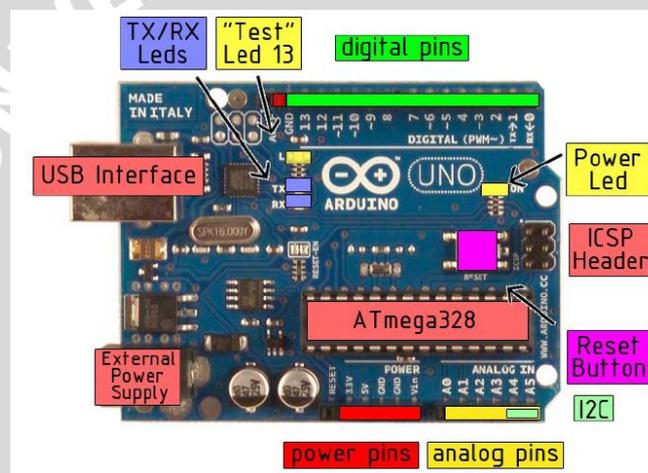
$R_2$  = resistor 2 (ohm)

### 2.3 Arduino Uno ATmega328p

Arduino Uno dengan ATmega 328p mempunyai 14 digital pin input/output (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai PWM *output*), 6 *analog inputs*, 16Mhz *crystal oscillator*, USB *connection*, *power jack*, ICSP *header*, dan *reset button*. Skema arduino uno ATmega328P ditunjukkan dalam Gambar 2.4 dengan ciri-ciri sebagai berikut:

- 1). Tegangan operasi : 5 V
- 2). Tegangan masukan (dianjurkan) : 7-12 V
- 3). Tegangan masukan (batas) : 6-20 V
- 4). Digital I / O Pins : 14 (dimana 6 pin adalah output PWM)
- 5). PWM Digital I / O Pins : 6
- 6). Pin Masukan Analog : 6

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 7). DC Current per I / O Pin   | : 20 mA  |
| 8). DC saat ini untuk 3.3V Pin | : 50 mA  |
| 9). Flash Memory               | : 32 kB (ATmega328P) yang 0,5 kB digunakan oleh bootloader |
| 10). SRAM                      | : 2 kB (ATmega328P)  |
| 11). EEPROM                    | : 1 kB (ATmega328P)  |
| 12). <i>Clock Speed</i>        | : 16 MHz   |
| 13). Panjang                   | : 68.6 mm  |
| 14). Lebar                     | : 53,4 mm  |
| 15). Berat                     | : 25 g   |



Gambar 2.4 Modul Arduino Uno

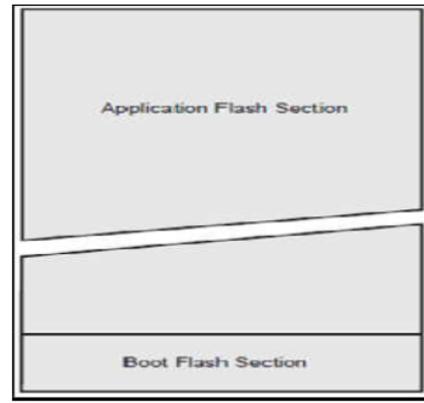
Sumber: Digital Csic, 2015.

Skema arduino uno ATmega328P didasarkan pada blog diagram dari ATmega328P. Berikut ini merupakan komponen penyusun dari modul arduino uno ATmega 328P.

### 2.3.1 ATmega328P

Manajemen memori dalam mikrokontroler penting dilakukan karena memori yang dimiliki mikrokontroler sangat terbatas. Pada ATmega328P 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. ATmega328P 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. *Program memory map* ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Program memory map ATmega328P

Sumber : Digital csic, 2015

SRAM digunakan oleh ATmega328P 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*. *Data memory map* dari SRAM. Sifat dari memori ini adalah *volatile* sehingga data yang ada pada SRAM akan hilang ketika sudah tidak diberikan catu daya.

### 2.3.2 USART

USART (*Universal Synchronous and Asynchronous Serial Receiver and Transmitter*) dapat difungsikan sebagai transmisi data sinkron dan asinkron. Sinkron berarti *clock* yang digunakan antara *transmitter* dan *receiver* satu sumber *clock*. Asinkron berarti *transmitter* dan *receiver* mempunyai sumber *clock* yang berbeda. USART terbagi dalam tiga bagian yaitu *clock generator*, *transmitter*, dan *receiver*. Komunikasi serial ini penting difahami karena selain beberapa *interface* menggunakan mode serial, komunikasi ini bisa kita manfaatkan sebagai pemantau program saat berjalan (*debugging*). Misalkan kita akan menganalisis suatu kondisi suhu, ini bisa kita lihat dari monitor dengan ditransmisikan ke komputer secara serial.

### 2.3.3 ADC

ADC atau kepanjangan dari *Analog to Digital Converter* merupakan alat yang digunakan untuk mengubah data *analog* menjadi data *digital*. Pada arduino uno sudah terdapat modul ADC, sehingga dapat langsung digunakan. Fitur ADC yang terdapat pada ATmega328P adalah sebagai berikut:

- 1). Resolusi mencapai 10-bit.
- 2). LSB *Integral Non-linearity* 0.5.
- 3). Akurasi mencapai  $\pm 2$  LSB.
- 4). Waktu konversi 13-260  $\mu$ s.
- 5). Memunyai 6 saluran ADC.
- 6). *Optional Left Adjustment* untuk pembacaan hasil ADC.
- 7). 0 - vcc untuk kisaran *input* ADC.
- 8). Disediakan 1,1V tegangan referensi 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 (1024) ditulisdalam Persamaan

$$\text{Kode digital} = (V_{\text{input}} / V_{\text{ref}}) \times 1024 \quad (2-3)$$

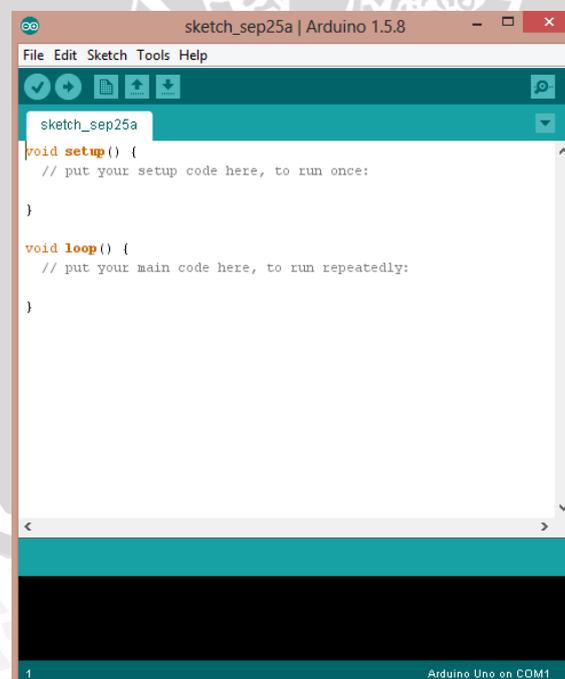
Dengan:

$V_{\text{input}}$  = Tegangan masukan

$V_{\text{ref}}$  = Tegangan referensi

### 2.3.4 Arduino 1.5.8

Arduino 1.5.8 merupakan *open-source Arduino environment* yang digunakan untuk penulisan kode. Dengan menggunakan Arduino 1.5.8 penulisan kode menjadi mudah dan kode yang ditulis dapat diunggah ke Arduino. *Software* ini dapat digunakan di Windows, Mac OS X, dan Linux. *Arduino environment* ditulis dalam bahasa Java dengan didasarkan pada *Processing*, *avr-gcc*, dan *open source software* lainnya. Bahasa pemrograman Arduino didasarkan pada bahasa pemrograman C/C++ serta terhubung dengan AVR Libc sehingga dapat menggunakan fungsi-fungsi yang terdapat pada AVR Libc. AVR Libc berisi fungsi-fungsi yang digunakan untuk menggunakan AVR, seperti pengaturan register. Pada Arduino 1.5.8 penggunaan AVR Libc dipermudah karena secara *default library* pada Arduino 1.5.8 sudah mencakup AVR Libc tanpa kita harus tau AVR Libc mana yang digunakan. Jika dalam penulisan kode membutuhkan AVR Libc, maka penambahan AVR Libc pada *header* kode program dapat dilakukan. Tampilan Arduino 1.5.8 ditunjukkan dalam Gambar 2.6.



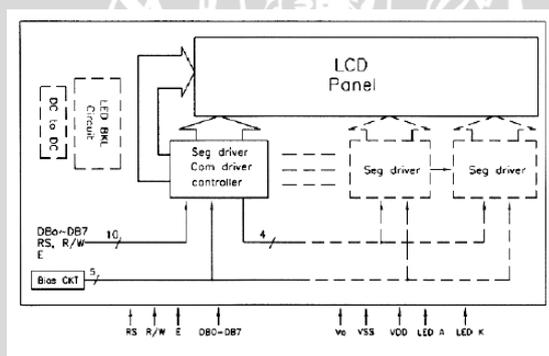
Gambar 2.6 Tampilan Arduino 1.5.8

## 2.4 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD yang disini digunakan untuk menampilkan tegangan keluaran sensor pH dan pH aktual. LCD yang akan digunakan bertipe MTC-16205D produksi Microtips Technology. Spesifikasi dari LCD ini adalah sebagai berikut:

- Menampilkan 16 karakter pada masing masng baris LCD sebanyak dua baris
- Tegangan catu 5 volt dan temperatur operasi 0 – 25 0 C

Masukan yang diperlukan untuk mengendalikan modul LCD ini berupa bus data yang masih termultipleks dengan bus alamat serta 3 bit sinyal kontrol, yaitu RS, R/W dan E. Sementara pengendali dot matrix LCD dilakukan secara internal oleh kontroler yang sudah terpasang pada modul LCD. Berikut ini adalah diagram blok dari LCD MTC-16205D ditunjukkan dalam Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Diagram Blok LCD MTC-16205D

Sumber: Microtips Technology Inc, 2009

## 2.5 SD Module

*SD Card Shield* atau SD Modul merupakan solusi untuk mengirim data ke *SD card*. SD Modul ditunjukkan dalam Gambar 2.8.



Gambar 2.8 SD Modul (SKU: DFR0071).

Sumber : Parallax inc, 2009

*Pinout 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.

## 2.6 SD Card

*SD Card* adalah kartu memori non-volatile yang dikembangkan oleh *SD Card Association* yang digunakan dalam perangkat portable. Saat ini, teknologi microSD sudah digunakan oleh lebih dari 400 merek produk serta dianggap sebagai standar. *SD Card* ditunjukkan dalam Gambar 2.9.



Gambar 2.9 SD card

Keluarga SD Card 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. Keberagaman kapasitas seringkali membuat kebingungan karena masing-masing protokol komunikasi sedikit berbeda. Dari sudut pandang perangkat, semua kartu ini termasuk kedalam keluarga SD. SD adapter memungkinkan konversi fisik kartu SD yang lebih kecil untuk bekerja di slot fisik yang lebih besar dan pada dasarnya ini adalah alat pasif yang menghubungkan pin dari SD Card yang kecil ke pin adaptor *SD Card* yang lebih besar.

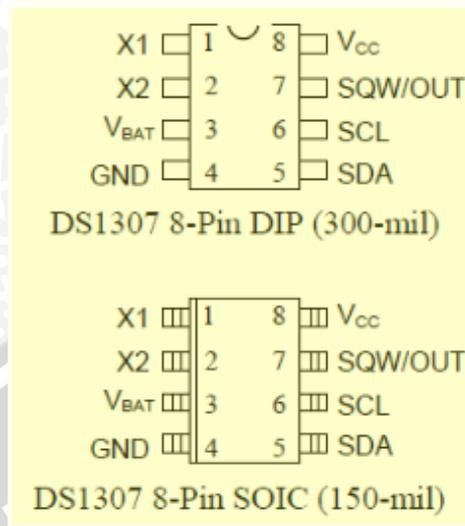
### 2.7 Real-Time Clock (RTC)

- 1). *Real-time clock* (RTC) menyimpan data-data detik, menit, jam, tanggal dan bulan dalam seminggu, dan tahun valid hingga 2100.
- 2). 56-byte, *battery-backed*, RAM *non-volatile* (NV) RAM untuk penyimpanan.
- 3). Antarmuka serial *Two wire* (I2C).
- 4). Sinyal keluaran gelombang kotak terprogram (*Programmable squarewave*).
- 5). Deteksi otomatis kegagalan daya (*power fail*) dan rangkaian *switch*.
- 6). Konsumsi daya kurang dari 500nA menggunakan mode baterai cadangan dengan operasional osilator.
- 7). Tersedia fitur industri dengan ketahanan suhu:  $-40^{\circ}\text{C}$  hingga  $+85^{\circ}\text{C}$ .
- 8). Tersedia dalam kemasan 8-pin DIP atau SOIC.

Sedangkan daftar pin RTC DS1307 adalah sebagai berikut:

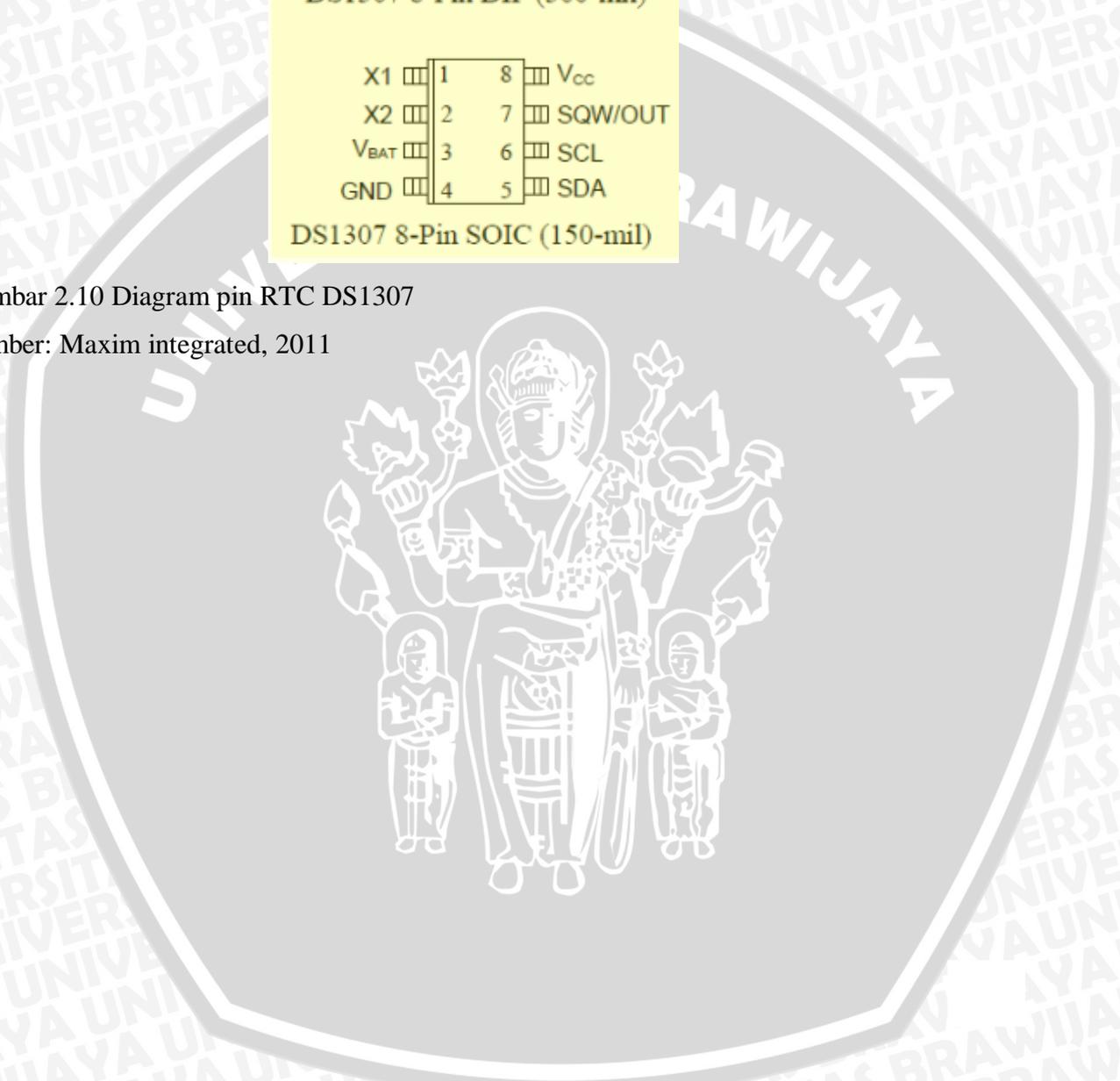
- 1). VCC -- *Primary Power Supply*
- 2). X1, X2 -- *32.768kHz Crystal Connection*
- 3). VBAT -- *+3V Battery Input*
- 4). GND -- *Ground*
- 5). SDA -- *Serial Data*
- 6). SCL -- *Serial Clock*
- 7). SQW/OUT -- *Square Wave/Output Driver*

Diagram pin RTC DS1307 ditunjukkan dalam Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Diagram pin RTC DS1307

Sumber: Maxim integrated, 2011



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

##### 3.1.1 Tempat Penelitian

Untuk tempat pelaksanaan dilakukan di Laboratorium Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya

##### 3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan selama 3 bulan mulai bulan Oktober 2015 sampai bulan Januari 2016.

#### 3.2 Alat dan Bahan

- 1.) Modul arduino uno
- 2.) Modul *SD Card*
- 3.) *Real-Time Clock* (RTC)
- 4.) LCD 2x16
- 5.) Resistor 20K ohm
- 6.) Resistor variabel 1K ohm
- 7.) Kabel
- 8.) Baterai
- 9.) Sensor pH berbahan nikelin
- 10.) pH meter digital
- 11.) pH meter tanah
- 12.) Buffer pH 1 - 7

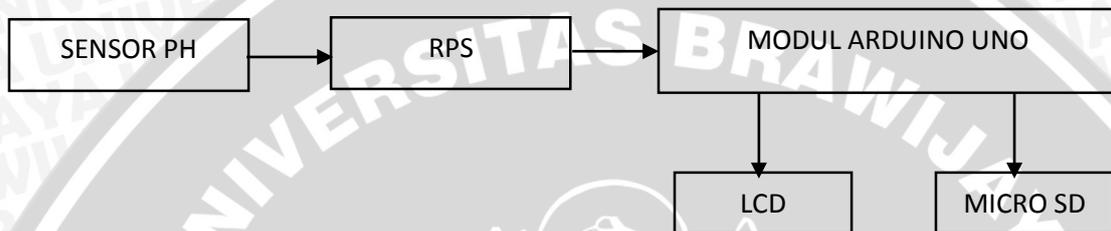
#### 3.3 Perancangan dan Pembuatan Alat

Dalam rancangan dan pembuatan alat ini terdiri dari perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras dapat dilihat

dalam diagram blok rangkaian. Sedangkan pada perangkat lunak dapat dilihat dalam diagram alir.

### 3.3.1 Diagram Blok Sistem

Pembuatan diagram blok sistem merupakan dasar dari perancangan sistem agar perancangan dan perealisasiian alat berjalan secara sistematis. Desain sistem data logger pengukuran larutan asam menggunakan sensor pH berbahan nikelin ditunjukkan dalam Gambar 3.1.



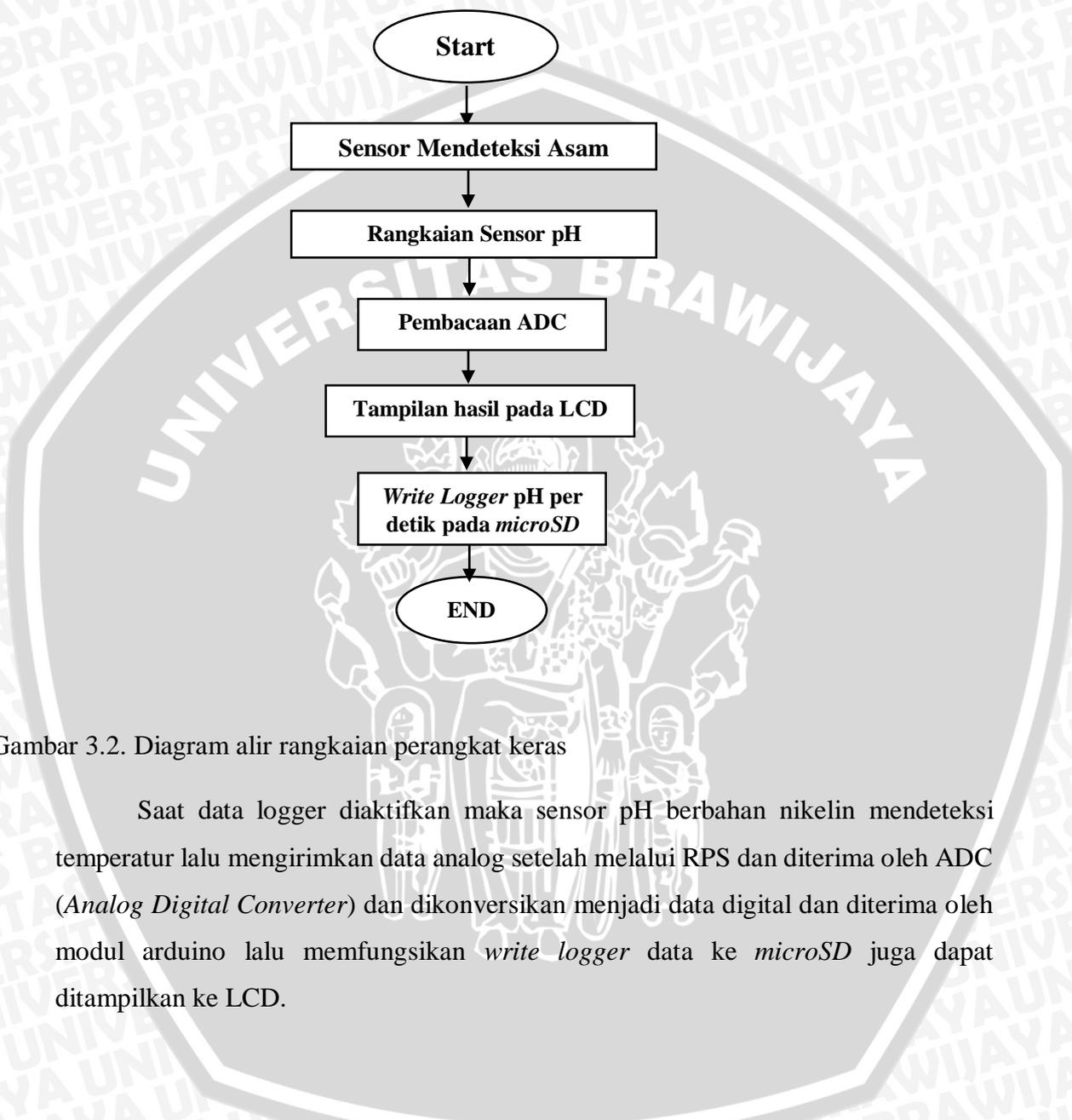
Gambar 3.1 Diagram Blok perancangan alat

Penjelasan masing- masing blok diagram:

- 1). Sensor pH berbahan nikelin merupakan sensor pH yang mendeteksi pH suatu larutan dengan keluaran berupa resistansi.
- 2). RPS digunakan untuk mengkondisi sinyal, yaitu keluaran sensor pH berupa resistansi yang kemudian dengan rangkaian pembagi tegangan, kelurannya berupa tegangan.
- 3). Sistem data logger ini dibangun dari arduino sebagai pengendalinya, mengubah masukan rangkaian sensor pH berupa tegangan menjadi keluaran ADC, kemudian arduino mengubah keluaran ADC menjadi nilai pH.
- 4). LCD digunakan untuk menampilkan nilai pH hasil pengukuran sensor pH. LCD juga menampilkan waktu hasil dari RTC sebagai inisialisasi tanggal dan waktu.
- 5). Micro SD sebagai media penyimpanan data yang telah di *write* per detik oleh system, dengan format penyimpanan berupa .txt.

### 3.3.2 Perancangan Perangkat Keras

Diagram alir perancangan perangkat keras dapat ditunjukkan dalam Gambar 3.2



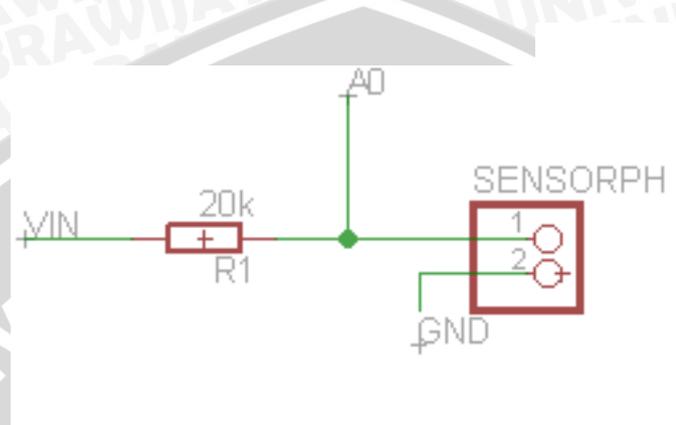
Gambar 3.2. Diagram alir rangkaian perangkat keras

Saat data logger diaktifkan maka sensor pH berbahan nikelin mendeteksi temperatur lalu mengirimkan data analog setelah melalui RPS dan diterima oleh ADC (*Analog Digital Converter*) dan dikonversikan menjadi data digital dan diterima oleh modul arduino lalu memfungsikan *write logger* data ke *microSD* juga dapat ditampilkan ke LCD.

#### 3.3.2.1 Perancangan Rangkaian Sensor pH

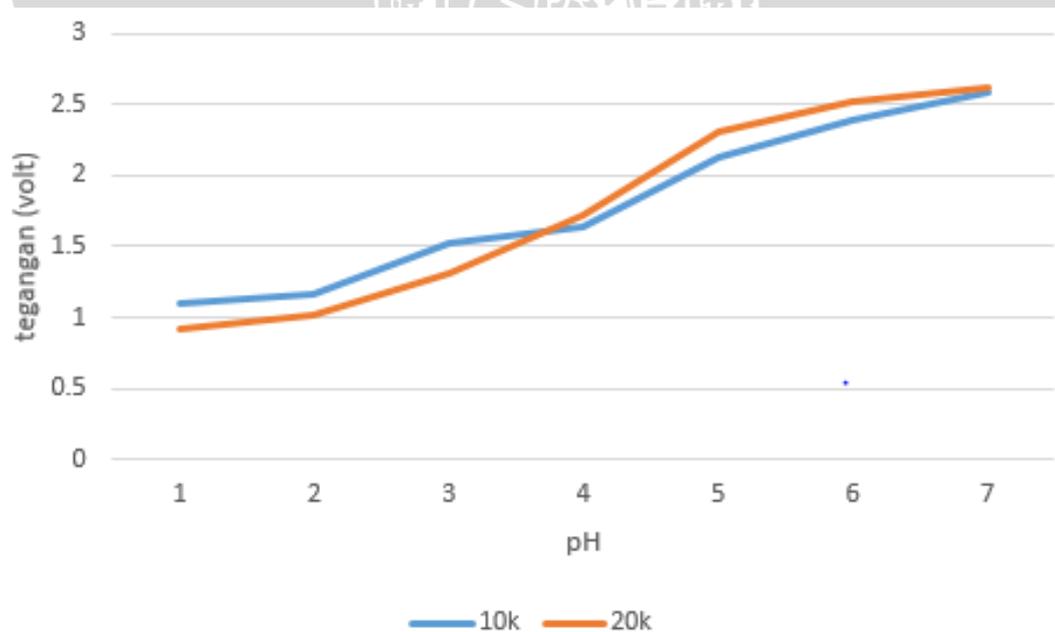
Sensor pH berbahan nikelin memiliki keluaran berupa resistansi, dan membutuhkan rangkaian pembagi tegangan untuk mengubah keluaran resistansi menjadi tegangan, agar keluarannya dapat diolah oleh modul arduino uno. Terdapat 1 buah sensor pH berbahan nikelin yang digunakan untuk mengukur perubahan resistansi pada sensor yang telah dicelup dalam larutan.

Pada penelitian sebelumnya, untuk mendapatkan hasil keluaran berupa tegangan, sensor pH dihubungkan dengan jembatan wheatstone, tetapi pada penelitian ini dihubungkan dengan rangkaian pembagi tegangan. Sehingga perancangan dilakukan dengan pengembalian data ulang untuk mendapatkan tegangan keluaran sebelum diolah oleh mikrokontroler. Rangkaian sensor pH beserta rangkaian tegangan ditunjukkan dalam Gambar 3.3



Gambar 3.3 Rangkaian perancangan sensor pH.

Nilai  $R_1$  didapatkan dengan melakukan penelitian perbandingan dengan menggunakan  $R = 10\text{ k}\Omega$  dan  $R = 20\text{ k}\Omega$ . Berikut ini adalah hasil penelitian yang ditunjukkan dalam Gambar 3.4



Gambar 3.4 Grafik hasil keluaran tegangan perbandingan menggunakan  $R = 10\text{ k}\Omega$  dan  $R = 20\text{ k}\Omega$

Hasil perbandingan hambatan dapat dipertimbangkan bahwa penggunaan  $R_1 = 20 \text{ k}\Omega$  dapat digunakan sebagai pembanding dengan sensor pH sehingga didapatkan tegangan keluaran yang sesuai.

Rangkaian sensor pH berbahan nikelin dirancang agar mikrokontroler dapat memproses tegangan yang besarnya  $0.93\text{V}$  sampai  $2.62\text{V}$  (hanya tegangan keluaran pH asam). Dengan menggunakan Persamaan (2-3) dapat melihat nilai  $R_2$  hasil perbandingan dengan  $20 \text{ k}\Omega$ .

$$V_o = 4.98 \cdot \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)$$

$$\frac{V_o}{4.98} = \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)$$

Dengan menentukan nilai  $R_1 = 20 \text{ k}\Omega$ , dan hasil dari  $V_o$  pada pH 1 adalah  $0.93$  hasil dari pembacaan multimeter maka didapatkan:

$$\frac{0,93}{4,98} = \left( \frac{20 \text{ k}\Omega}{20 \text{ k}\Omega + R_2} \right)$$

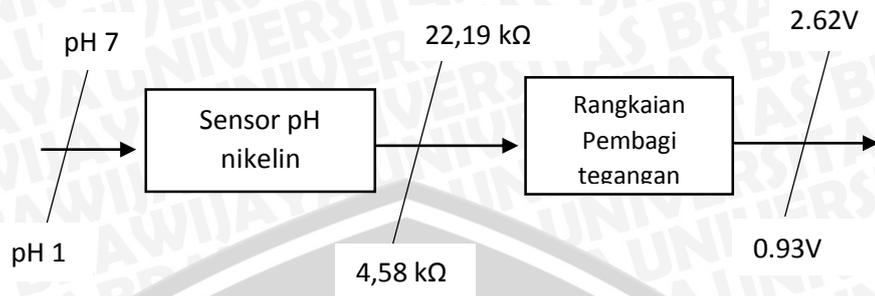
$$0,186 = \left( \frac{20 \text{ k}\Omega}{20 \text{ k}\Omega + R_2} \right)$$

$$3,734 \text{ k}\Omega + 0,186 R_2 = R_2$$

$$3,734 \text{ k}\Omega = 0,814 R_2 = \frac{3,734 \text{ k}\Omega}{0,814} = 4,58 \text{ k}\Omega$$

Maka didapatkan keluaran resistansi pada sensor pH yaitu  $4,58 \text{ k}\Omega$  pada pH 1 dan  $22,19 \text{ k}\Omega$  pada pH 7.

Untuk keamanan dan menjaga nilai tegangan maksimum yang masuk pada ADC mikrokontroler tetap dibawah  $5\text{V}$ . Pemrosesan nilai dari sensor pH ditunjukkan dalam Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Diagram proses sensor pH

Tegangan dengan nilai 4,98 V merupakan tegangan masukan ADC mikrokontroler yang didapatkan dari Persamaan (3-1).

$$V_{in\ ADC} = V_{Ref} \cdot \left( \frac{2^n - 1}{2^n} \right) \quad (3-1)$$

Dimana  $V_{Ref} = 5V$  dan  $n =$  jumlah bit yang digunakan, sehingga dari perhitungan yang didapatkan

$$V_{in\ ADC} = V_{Ref} \cdot \left( \frac{2^n - 1}{2^n} \right) = V_{Ref} \cdot \left( \frac{2^{10} - 1}{2^{10}} \right) = 5 \left( \frac{1023}{1024} \right) = 4,98\ V$$

Sedangkan untuk menentukan resolusi ADC kita gunakan Persamaan (3-2) yaitu :

$$RES_{ADC} = \frac{V_{ref}}{2^n} \quad (3-2)$$

Maka resolusi pembacaan ADC dengan tegangan referensi 5V dan bit yang digunakan 10 bit adalah

$$RES_{ADC} = \frac{5}{2^{10}} = \frac{5}{1024} = 0.00488\ V/bit$$

Yang berarti setiap 1 bit perubahan nilai ADC mewakili perubahan tegangan sebesar 0.00488 V.

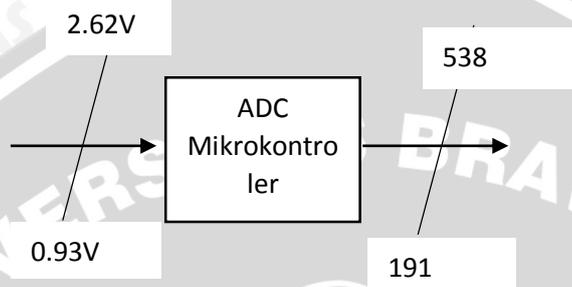
Keluaran rangkaian sensor pH diolah menjadi nilai ADC dengan menggunakan Persamaan (2-2)

Kode *digital* = (Vinput / Vref) x 1024

ADC = (0.93/4.98) x 1024 = 191 pada pH 1

ADC = (2.62/4.98) x 1024 = 538 pada pH 7

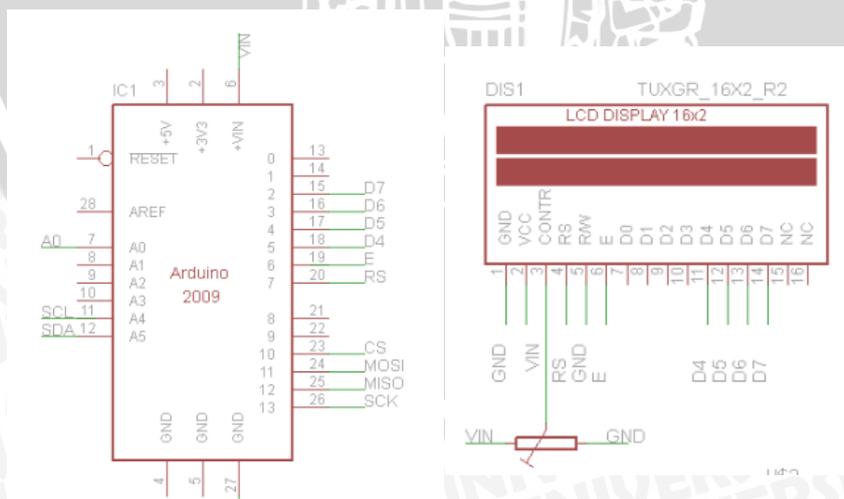
Hasil keluaran ADC ditunjukkan dalam Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Hasil keluaran nilai ADC

### 3.3.2.2 Perancangan Rangkaian Antarmuka LCD

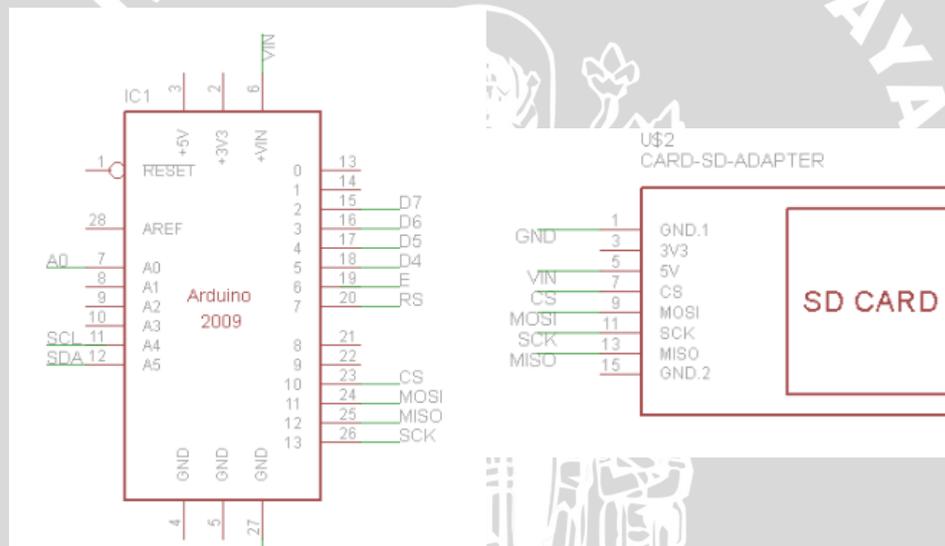
Pada perancangan rangkaian antarmuka LCD ini pin yang digunakan yaitu RS, E, D4, D5, D6, D7 menuju pin-pin digital modul arduino yaitu pin 7, pin 6, pin 5, pin 4, pin 3, dan pin 2 dan RW, Vss masuk ke ground, Vdd tegangan input. Seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.7



Gambar 3.7 Rangkaian antarmuka LCD dengan arduino uno

### 3.3.2.3 Perancangan Rangkaian Antarmuka SD Card Shield

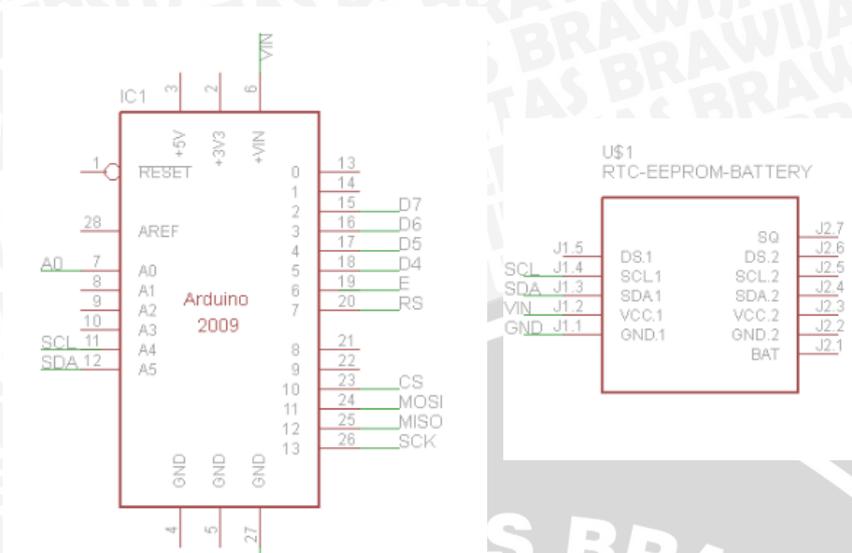
Pada pembuatan data logger ini menggunakan modul micro SD card yang dibeli di pasaran, yaitu modul micro *SD card* produk Catalex. Modul micro SD card ini terdapat 6 pin yang dihubungkan dengan modul arduino yaitu (CS), (Data in/MOSI), (Data Out / MISO) (CLK), (GND) dan(VCC). Pin tersebut dihubungkan langsung ke pin 10, 11,12, dan 13. Dengan menggunakan mode SPI, atau *serial peripheral interface* pemasangannya dengan menggunakan solder. Berikut ini adalah rangkaian pada modul arduino uno dan modul microSD card ditunjukkan dalam Gambar 3.8 .



Gambar 3.8 Rangkaian Antar muka SD card shield dengan arduino uno

### 3.3.2.4 Perancangan Rangkaian Antarmuka RTC

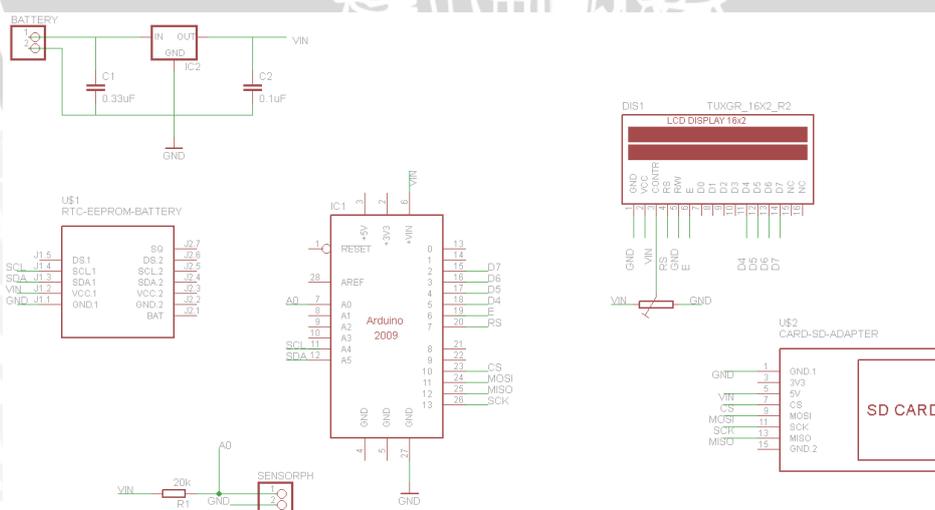
Pada perancangan RTC pin yang digunakan yaitu SCK dan SCL. Peletakkan pin SCK yang dihubungkan pada pin A4 dan pin SCL dihubungkan pada pin A5 arduino uno. Hasil penyambungan antar pin ditunjukkan dalam Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Rangkaian Antar muka RTC dengan arduino uno

### 3.3.2.5 Perancangan Rangkaian Keseluruhan Sistem

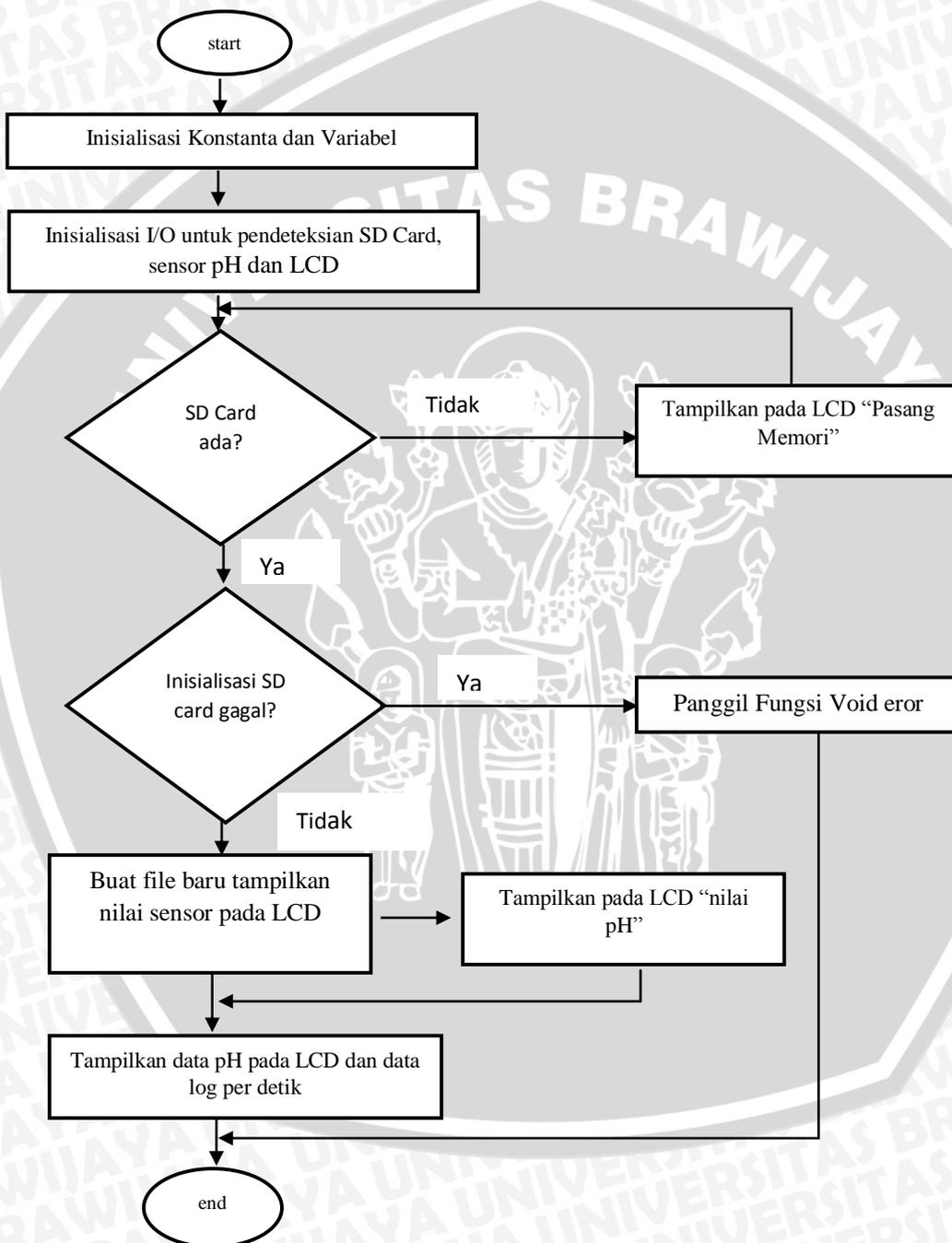
Perancangan ini dilakukan dengan menggabungkan semua perancangan yang telah dilakukan masing-masing blok diagram yang telah ditentukan. Perancangan keseluruhan yaitu perancangan rangkaian sensor pH yang disambungkan ke pin Mikrokontroler. Selain rangkaian sensor pH, ada juga LCD, modul *SDcard* dan juga modul RTC yang penyambungannya dilihat berdasarkan pin yang dibutuhkan. Sistem keseluruhan dari alat ini ditunjukkan dalam Gambar 3.10



Gambar 3.10 Perancangan keseluruhan sistem

### 3.3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perencanaan dan pembuatan perangkat lunak digunakan untuk mengendalikan dan mengatur kerja alat. *Design* dan parameter yang telah dirancang kemudian diterapkan pada modul *microcontroller Arduino Uno* dengan menggunakan bahasa C dan program *compiler*. Diagram Alir ditunjukkan dalam Gambar 3.11



Gambar 3.11 Diagram alir perancangan perangkat lunak

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengujian Modul

Pada bab ini merupakan pengujian modul-modul penyusun dari system data logger pengukuran larutan asam. Proses pengujian ini berfungsi untuk mengetahui kinerja dari masing-masing komponen agar bekerja dengan baik. Berikut ini adalah hasil pengujian masing masing modul:

##### 4.1.1 Pengujian Modul Arduino

Dalam pembuatan data logger ini, modul yang digunakan telah dibeli dipasaran, yaitu Arduino Uno dengan ATmega 328p. Pengujian rangkaian modul arduino ini dilakukan dengan cara memasukkan program kedalam mikrokontroler melalui *personal computer*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah modul arduino dapat bekerja dengan mengukur tegangan pada pin-pin arduino yang dapat berfungsi sebagai input output yang berjumlah 13 pin digital. Perangkat keras modul arduino ditunjukkan dalam Gambar 4.1

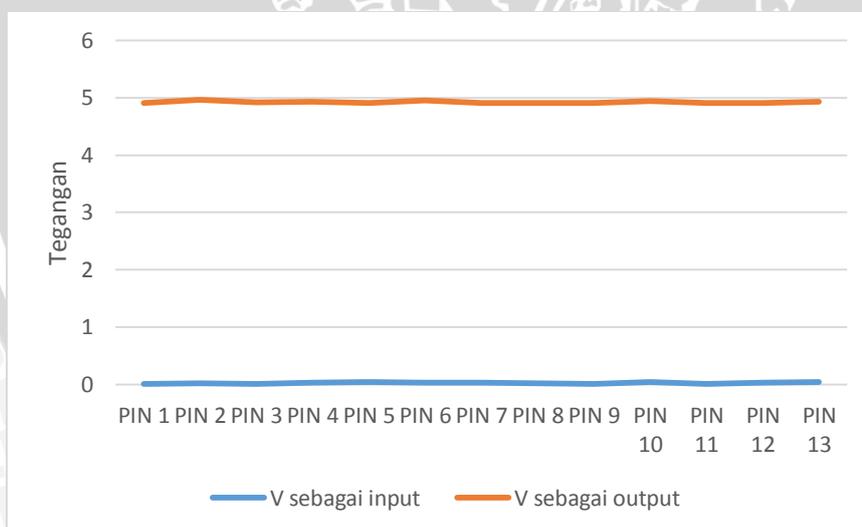


Gambar 4.1 Modul Arduino Uno

Tabel 4.1 Hasil pengukuran tegangan (v) Input Output

PIN	Tegangan untuk Logika 0 input (v)	Tegangan untuk Logika 1 output (v)
1	0.01	4.91
2	0.02	4.96
3	0.01	4.92
4	0.03	4.93
5	0.04	4.91
6	0.03	4.95
7	0.03	4.91
8	0.02	4.91
9	0.01	4.91
10	0.04	4.94
11	0.01	4.91
12	0.03	4.91
13	0.04	4.93

Pembacaan Tabel 4.1 didapatkan bahwa modul arduino bekerja dengan baik pada masing-masing bagian yang diperlukan, dengan demikian rangkaian ini dapat dihubungkan pada rangkaian lainnya untuk mendapatkan kerja sistem yang baik.

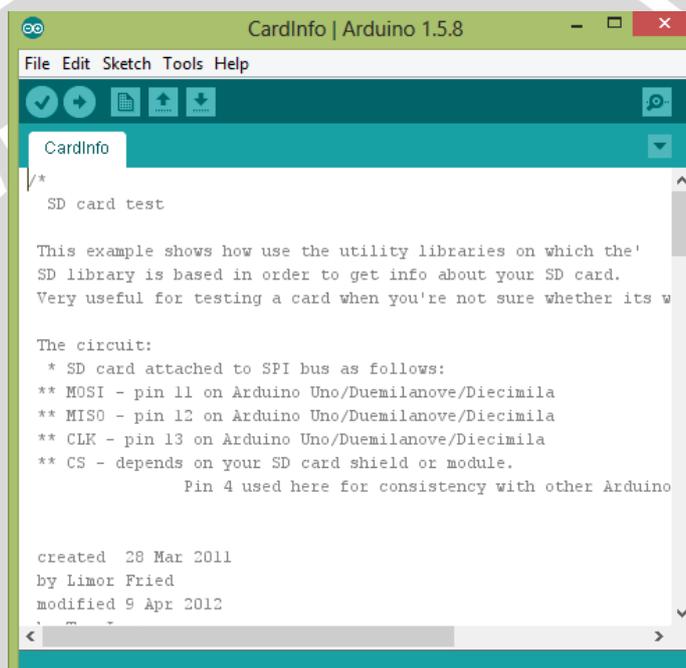


Gambar 4.2 Grafik tegangan input output modul arduino

Dari Gambar 4.2 dapat disimpulkan bahwa modul arduino menghasilkan tegangan input output yang stabil yang mendukung kerja sebuah sistem.

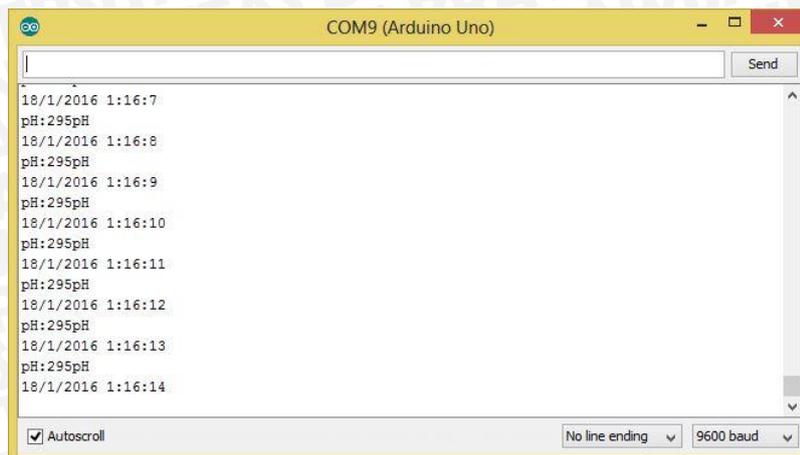
#### 4.1.2 Pengujian Modul Micro SD Card

Untuk menguji apakah modul sudah tepat dalam penempatan pin-pinya maka dilakukan transfer program ke modul arduino, dengan menggunakan arduino *SDcard test library* yang sudah ada di *software* arduino 1.5.8 dan diupload ke modul. Kemudian untuk melihat hasilnya maka dibuka serial monitor melalui COM09. Komunikasi serial akan menunjukkan hasil pengujian modul Micro SD sudah terkoneksi dengan benar atau tidak yang merupakan *library SDcard test* pada *software* arduino 1.5.8 ditunjukkan dalam Gambar 4.3



Gambar 4.3 Library SD Card test menggunakan software arduino 1.5.8

Program tersebut sudah ada di dalam *library software* arduino 1.5.8 yang berfungsi untuk menguji komunikasi modul dan *micro SDcard*, lalu program tersebut di upload ke modul arduino kemudian membuka serial monitor pada modul arduino.

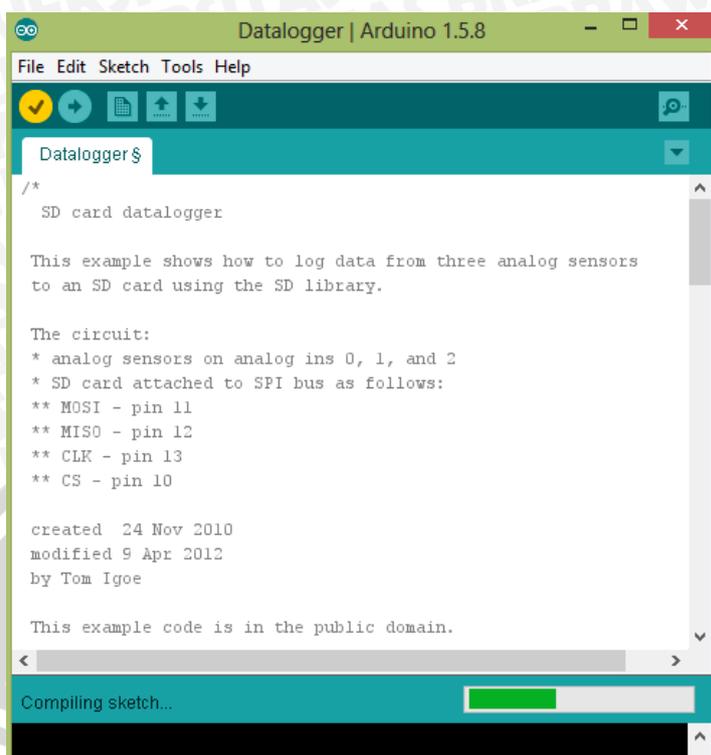


Gambar 4.4 Hasil pengujian Modul micro SD melalui serial

Berdasarkan Gambar 4.4 dapat dikatakan bahwa modul *micro SDcard* ini dapat bekerja dengan baik sesuai yang diharapkan dan kartunya bisa terinisialisasi dengan baik.

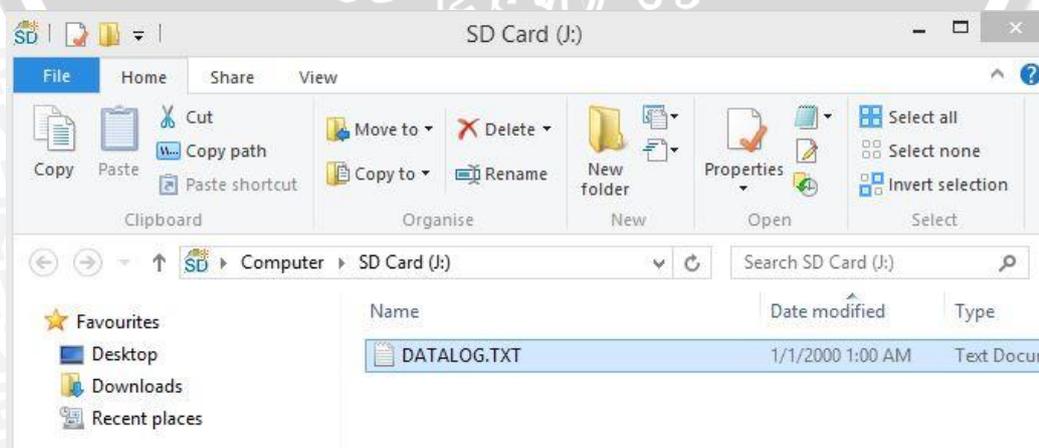
#### 4.2 Pengujian Log Data Micro SD Card Melalui Komunikasi Serial

Serial monitor berfungsi untuk menampilkan data yang terdapat pada arduino. Selain itu, melalui serial monitor juga bisa mengirimkan data ke arduino. Pengiriman data ke arduino dilakukan dengan cara memasukkan data yang ingin dikirim dan menekan tombol send atau menekan tampilan dari serial monitor Baud-rate pada serial monitor harus sama dengan serial begin pada kode program. Hal tersebut dilakukan agar terjadi kecocokan dalam komunikasi. Baud-rate memiliki satuan bit per second. Pengujian ini dilakukan log data tiap detik melalui serial monitor menggunakan pada software arduino 1.5.8 dengan listing program ditunjukkan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5 pengujian log data menggunakan software arduino 1.5.8

Gambar 4.6 merupakan program yang sudah ada di dalam *library software* arduino 1.5.8 yang berfungsi menguji log data ke SD card. Program tersebut di upload ke modul dan hasilnya bisa dilihat dalam serial monitor pada modul arduino pada baudrate 9600. Sampel *micro SDcard* yang disimpan adalah data tiap detik kemudian hasil dari data logger tersimpan dalam *micro SDcard* berformat *.TXT* atau notepad ditunjukkan dalam Gambar 4.6



Gambar 4.6 Format data hasil penyimpanan micro SD

### 4.3 Pengujian LCD

Pengujian pada LCD berfungsi untuk melihat proses dalam pengujian sensor pH berbahan nikelin. Untuk mengetahui kinerja dari LCD maka dilakukan dengan pengujian. LCD display 16 x 2 pada alat ini digunakan untuk menampilkan data yang berupa pH.

Untuk menguji digunakan LCD library yang terdapat pada *software* arduino 1.5.8. Program tersebut lalu diupload ke modul yang sudah terkoneksi dengan LCD dan akan menghasilkan karakter kata LCD yang diinginkan.

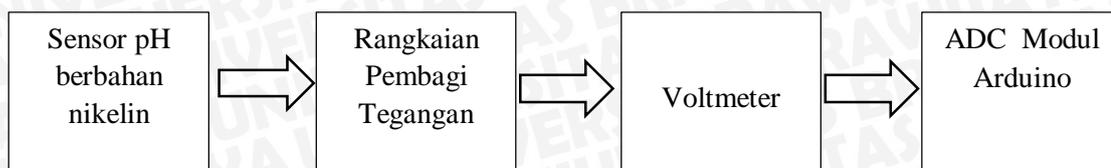


Gambar 4.7 Hasil tampilan LCD

Berdasarkan Gambar 4.7 LCD 2x16 ini dapat bekerja dengan baik sesuai yang diharapkan, yaitu memunculkan karakter-karakter yang telah di programkan.

### 4.4 Pengujian Sensor pH

Sensor pH berbahan nikelin digunakan untuk mengukur pH asam suatu larutan. Untuk interface sensor pH ke mikrokontroler, dikoneksikan dengan masukan ADC pada pin A0 di modul arduino uno, Vcc dan Gnd. Interface sensor pH menggunakan rangkaian tambahan yaitu rangkaian pembagi tegangan. Sensor pH memberikan input analog yang kemudian akan dikonversikan dalam bentuk digital. Rangkaian pengujian sensor pH ditunjukkan dalam Gambar 4.8

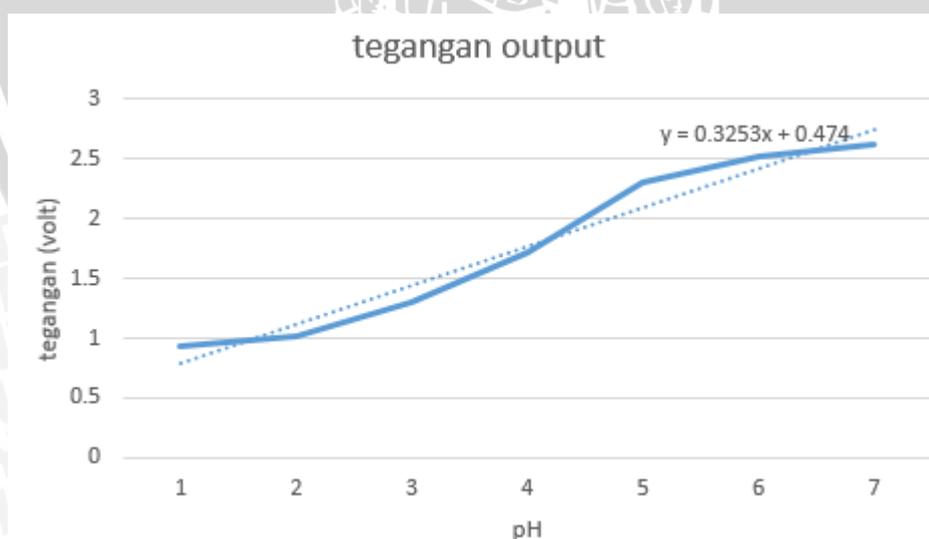


Gambar 4.8 Rangkaian pengujian sensor pH berbahan nikelin

Hasil pengujian sensor pH ditunjukkan dalam Tabel 4.2

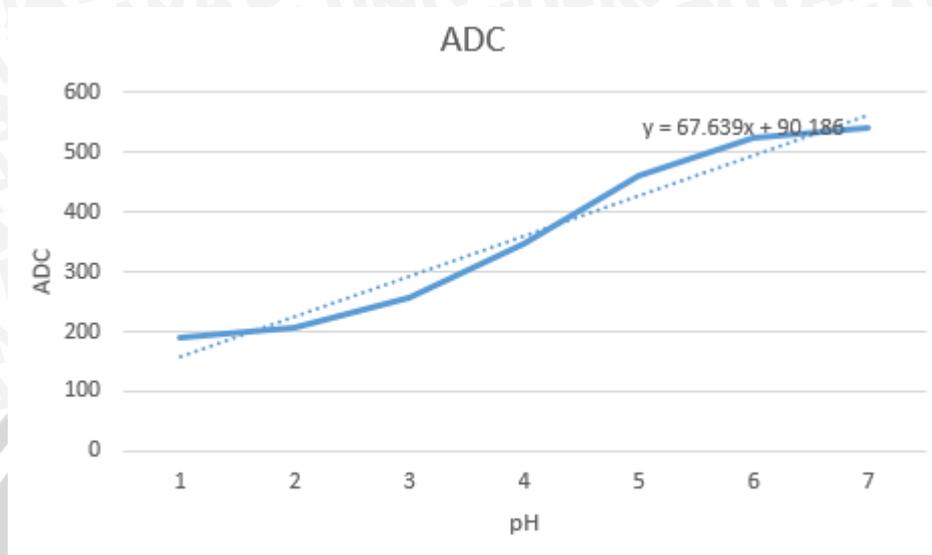
Tabel 4.2 Pengujian pada sensor pH

pH	Tegangan (volt)	ADC
1	0.927	189.1
2	1.013	205.4
3	1.306	257.8
4	1.726	348
5	2.308	459.8
6	2.523	525.3
7	2.622	539.8



Gambar 4.9 Grafik Hasil Pembacaan Tegangan Output Sensor

Hasil Gambar 4.9 dapat disimpulkan bahwa tegangan output terhadap pH memiliki nilai hampir linear berdasarkan regresi yang telah ditampilkan. Menunjukkan bahwa sensor pH cukup akurat dalam pembacaan output tegangan sensor .



Gambar 4.10 Grafik Hasil Pembacaan ADC pada LCD

Hasil Gambar 4.10 dapat disimpulkan bahwa keluaran ADC terhadap nilai pH memiliki nilai hampir linear berdasarkan regresi yang telah ditampilkan. Didapatkan rumus regresi linear yaitu :

$$y=67.639x + 90.186, \text{ dengan } y \text{ adalah nilai keluaran ADC dan } x \text{ adalah nilai pH.}$$

Menunjukkan bahwa sensor pH cukup akurat dalam pembacaan ADC sensor.

#### 4.4.1 Pengujian Sensor pH tanah

Sensor pH tanah yang telah beredar di pasaran, memiliki dua elektroda yang hampir sama dengan sensor pH berbahan nikelin hasil penelitian sebelumnya, digunakan juga untuk mengukur pH, khususnya pH tanah. PH meter tanah ini digunakan untuk mengukur pH tanah dan pembacaannya ditunjukkan secara analog. Rentang pembacaan pH tanah ini adalah pH 3 sampai dengan pH 10. PH meter ditunjukkan dalam Gambar 4.11.



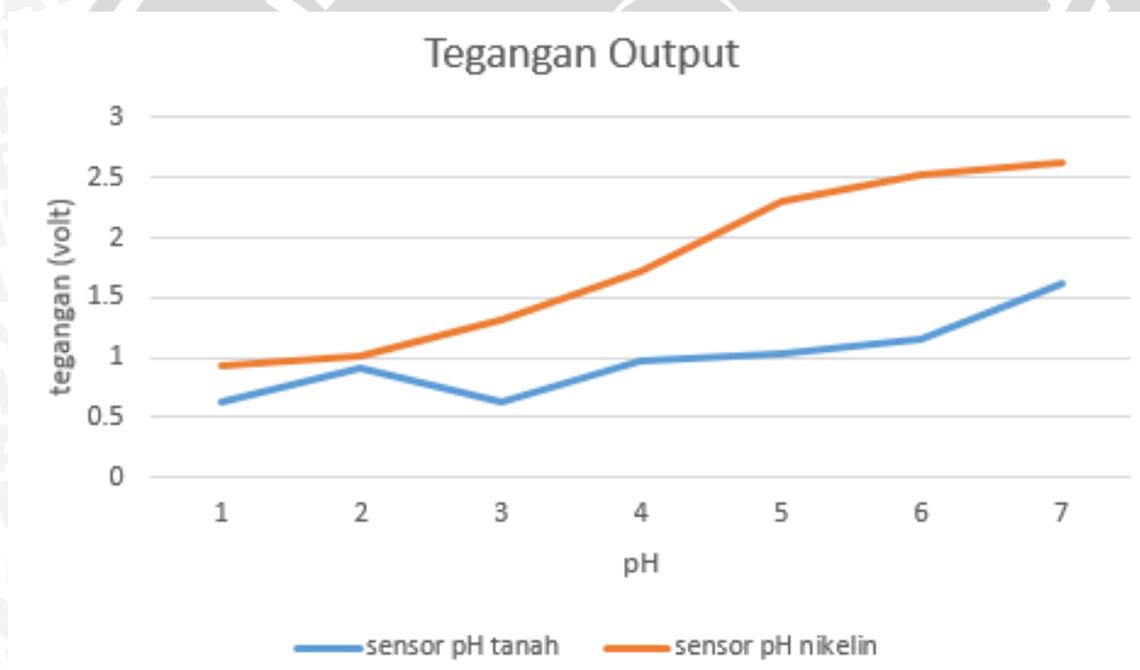
Gambar 4.11 pH meter tanah

Pengujian sensor pH tanah digunakan untuk perbandingan dengan sensor pH berbahan nikelin. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan mendapatkan nilai tegangan dan ADC. Elektroda pH meter tanah ini disambungkan dengan rangkaian pembagi tegangan yang kemudian dihubungkan dengan voltmeter. Keluaran ADC bisa dilihat di LCD setelah disambungkan dengan mikrokontroler. Berikut ini adalah hasil pengambilan data yang ditunjukkan dalam Tabel 4.3

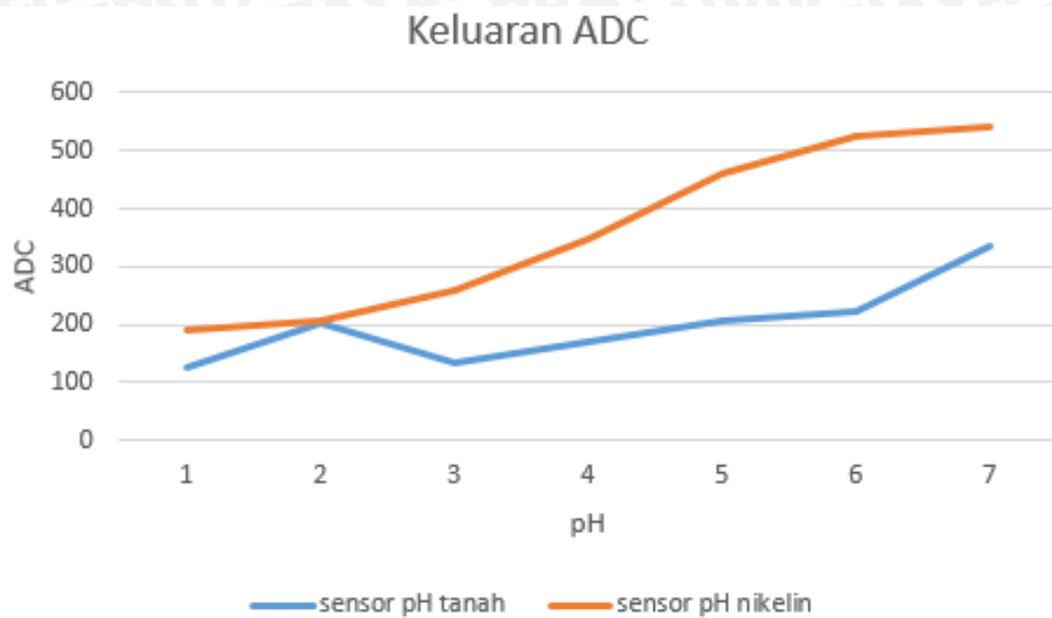
Tabel 4.3 Pengujian pada sensor pH tanah

pH	Tegangan (v)	ADC
1	0.6235	125.2
2	0.914	202.2
3	0.638	135.7
4	0.97	170.7
5	1.033	206.4
6	1.163	223.9
7	1.619	334.8

Setelah dilakukan pengujian maka selanjutnya dibandingkan dengan tegangan dan ADC dari sensor pH berbahan nikelin. Hasil perbandingan antara sensor pH tanah dan sensor pH berbahan nikelin ditunjukkan dalam Gambar 4.12 dan Gambar 4.13



Gambar 4.12 Perbandingan tegangan keluaran antara sensor pH tanah dengan sensor pH nikelin

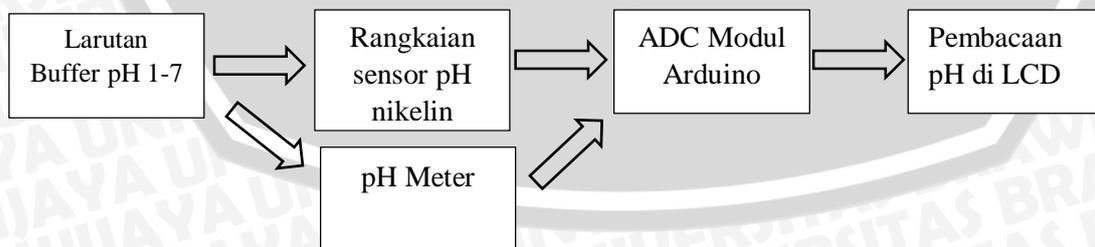


Gambar 4.13 Perbandingan ADC antara sensor pH tanah dengan sensor pH nikelin

Dari pengamatan Grafik 4.13 dapat disimpulkan bahwa tegangan sensor pH berbahan nikelin lebih linear daripada sensor pH tanah. Sensor pH tanah linear jika pembacaan pH mulai dari pH 3 sampai dengan pH 7. Hal ini membuktikan bahwa pembacaan sensor pH berbahan nikelin lebih akurat daripada pembacaan sensor pH tanah.

#### 4.5 Pengkalibrasian Sensor pH Berbahan Nikelin Dengan Larutan Buffer pH

Pengambilan data pengkalibrasian sensor pH berbahan nikelin bertujuan untuk mengetahui seberapa besar perbandingan antara pH yang dibaca oleh sensor pH berbahan nikelin dengan pH yang menjadi acuan yaitu buffer pH 1 – 7 serta lama waktu. Rangkaian pengkalibrasian sensor pH dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Rangkaian pengkalibrasian sensor pH

Analisis dalam Tabel 4.4 menunjukkan besarnya perbandingan tegangan keluaran dari sensor pH berbahan nikelin dan lamanya waktu untuk mencapai tegangan keluaran pH yang diinginkan.

Tabel 4.4 Pengkalibrasian Sensor pH Berbahan Nikelin Data Logger Dengan Buffer pH Dengan Keluaran Tegangan.

waktu (menit)	Tegangan yang tercapai (volt)						
	pH 1	pH 2	pH 3	pH 4	pH 5	pH 6	pH 7
1	1.07	1.24	1.52	1.66	2.28	2.36	2.56
2	1.08	1.19	1.56	1.63	2.28	2.37	2.57
3	1.11	1.15	1.51	1.64	2.27	2.37	2.58
4	1.08	1.14	1.55	1.62	2.25	2.38	2.58
5	1.09	1.16	1.54	1.62	2.4	2.38	2.59
6	1.12	1.15	1.48	1.65	2.36	2.39	2.59
7	1.11	1.17	1.49	1.64	2.35	2.39	2.6
8	1.12	1.18	1.51	1.65	1.7	2.4	2.6
9	1.09	1.15	1.48	1.64	1.71	2.4	2.6
10	1.1	1.17	1.6	1.63	1.72	2.41	2.6

Untuk mendapatkan pengkalibrasian yang akurat maka dilakukan perbandingan dengan pH meter dan buffer pH. Berikut ini adalah hasil pengujian sensor pH per pengujian buffer pH 1 sampai dengan 7, dengan pH meter berdasarkan waktu. Error kesalahan didapatkan dengan rumus (4-1)

$$\text{Error kesalahan (\%)} = \frac{(\text{data pembacaan data logger} - \text{data pembacaan pH meter})}{\text{data pembacaan pH meter}} \times 100\% \quad (4-1)$$

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor pH Nikelin Dengan pH Meter Berdasarkan Waktu Pada Buffer pH 1.

Waktu (menit)	pH		Error kesalahan (%)
	meter	sistem	
1	1.1	0.97	0.118182
2	1.1	0.89	0.190909
3	1.1	1.02	0.072727
4	1.1	1.05	0.045455
5	1.1	0.9	0.181818
6	1.1	0.95	0.136364
7	1.1	1.05	0.045455
8	1.1	1.03	0.063636
9	1.1	1.02	0.072727
10	1.1	1	0.090909
	Rata-rata	0.988	0.101818

Dari hasil pengujian diatas dalam Tabel 4.5 maka dapat disimpulkan didapatkan eror rata-rata kesalahan pembacaan pH meter dengan pH sistem (%) pada buffer pH 1 adalah 0.101818

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor pH Nikelin Dengan pH Meter Berdasarkan Waktu Pada Buffer pH 2.

Waktu (menit)	pH meter	pH sistem	Eror kesalahan (%)
1	2.1	2.06	0.019048
2	2.1	1.99	0.052381
3	2.1	2.14	0.019048
4	2.1	2.12	0.009524
5	2.1	2.07	0.014286
6	2.1	2.01	0.042857
7	2.1	2.07	0.014286
8	2.1	2.03	0.033333
9	2.1	2.04	0.028571
10	2.1	2.12	0.009524
Rata-rata		2.065	0.024286

Dari hasil pengujian diatas dalam Tabel 4.6 maka dapat disimpulkan didapatkan eror rata-rata kesalahan pembacaan pH meter dengan pH system (%) pada buffer pH 2 adalah 0.024286.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor pH Nikelin Dengan pH Meter Berdasarkan Waktu Pada Buffer pH 3.

Waktu (menit)	pH meter	pH sistem	Eror kesalahan (%)
1	3.1	3.15	0.016129
2	3.1	3.05	0.016129
3	3.1	2.84	0.083871
4	3.1	3.02	0.025806
5	3.1	2.98	0.03871
6	3.1	3.19	0.029032
7	3.1	2.85	0.080645
8	3.1	2.9	0.064516
9	3.1	2.97	0.041935
10	3.1	3	0.032258
Rata-rata		2.995	0.042903

Dari hasil pengujian diatas dalam Tabel 4.7 maka dapat disimpulkan didapatkan eror rata-rata kesalahan pembacaan pH meter dengan pH system (%) pada buffer pH 3 adalah 0.042903.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor pH Nikelin Dengan pH Meter Berdasarkan Waktu Pada Buffer pH 4.

Waktu (menit)	pH		Eror kesalahan (%)
	meter	sistem	
1	4.1	3.84	0.063415
2	4.1	3.8	0.073171
3	4.1	3.78	0.078049
4	4.1	3.93	0.041463
5	4.1	3.89	0.05122
6	4.1	3.76	0.082927
7	4.1	3.84	0.063415
8	4.1	3.91	0.046341
9	4.1	3.8	0.073171
10	4.1	3.73	0.090244
Rata-rata		3.828	0.066341

Dari hasil pengujian diatas dalam Tabel 4.8 maka dapat disimpulkan didapatkan eror rata-rata kesalahan pembacaan pH meter dengan pH system (%) pada buffer pH 4 adalah 0.066341

Tabel 4.9 Hasil Pengujian kalibrasi sensor pH nikelin dengan pH meter berdasarkan waktu pada buffer pH 5.

Waktu (menit)	pH		Eror kesalahan (%)
	meter	sistem	
1	5.1	4.95	0.029412
2	5.1	5.1	0
3	5.1	5.03	0.013725
4	5.1	5.24	0.027451
5	5.1	5.08	0.003922
6	5.1	5.26	0.031373
7	5.1	4.88	0.043137
8	5.1	5.22	0.023529
9	5.1	5.35	0.04902
10	5.1	5.13	0.005882
Rata-rata		5.124	0.022745

Dari hasil pengujian diatas dalam Tabel 4.9 maka dapat disimpulkan didapatkan eror rata-rata kesalahan pembacaan pH meter dengan pH sistem (%) pada buffer pH 5 adalah 0.022745.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor pH Nikelin Dengan pH Meter Berdasarkan Waktu Pada Buffer pH 6.

Waktu (menit)	pH meter	pH sistem	Eror kesalahan (%)
1	6.1	6.02	0.013115
2	6.1	6.04	0.009836
3	6.1	6.04	0.009836
4	6.1	6.02	0.013115
5	6.1	6.02	0.013115
6	6.1	6.02	0.013115
7	6.1	6.02	0.013115
8	6.1	6	0.016393
9	6.1	6	0.016393
10	6.1	5.99	0.018033
Rata-rata		6.017	0.013607

Dari hasil pengujian diatas dalam Tabel 4.10 maka dapat disimpulkan didapatkan eror rata-rata kesalahan pembacaan pH meter dengan pH sistem (%) pada buffer pH 6 adalah 0.013607.

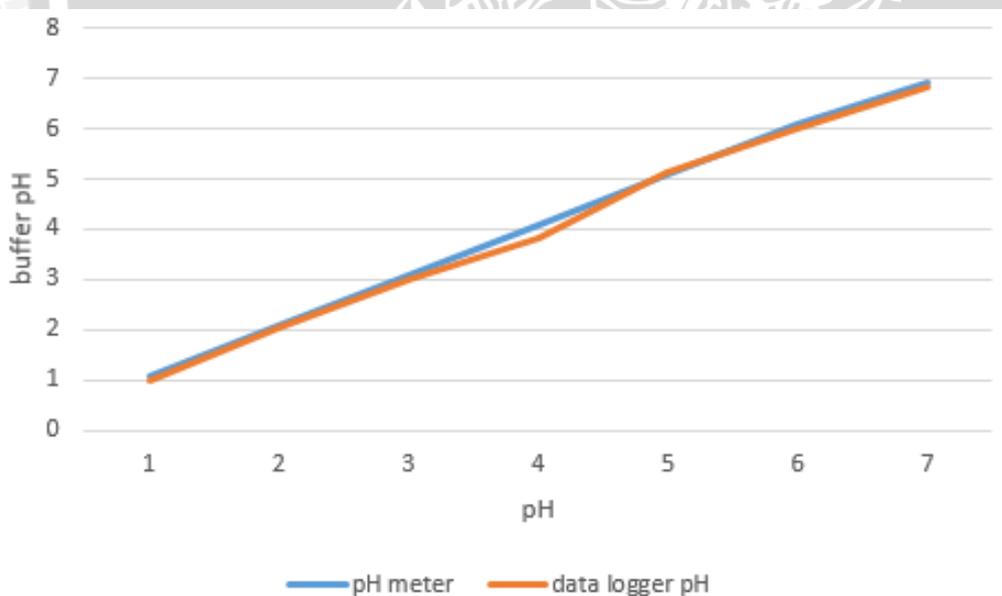
Tabel 4.11 Hasil Pengujian kalibrasi sensor pH nikelin dengan pH meter berdasarkan waktu pada buffer pH 7.

Waktu (menit)	pH meter	pH sistem	Eror kesalahan (%)
1	6.9	6.75	0.021739
2	6.9	6.8	0.014493
3	6.9	6.72	0.026087
4	6.9	6.9	0
5	6.9	6.82	0.011594
6	6.9	6.95	0.007246
7	6.9	6.88	0.002899
8	6.9	6.7	0.028986
9	6.9	6.85	0.007246
10	6.9	6.96	0.008696
Rata-rata		6.833	0.012899

Dari hasil pengujian diatas dalam Tabel 4.11 maka dapat disimpulkan didapatkan eror rata-rata kesalahan pembacaan pH meter dengan pH sistem (%) pada buffer pH 7 adalah 0.012899.

Tabel 4.12 Pengujian kalibrasi data logger pH dengan pH meter

Buffer pH	pH Meter	pH Terbaca	Error kesalahan (%)
1	1.1	0.988	0.101818
2	2.1	2.065	0.024286
3	3.1	2.995	0.042903
4	4.1	3.828	0.066341
5	5.1	5.124	0.022745
6	6.1	6.017	0.013607
7	6.9	6.833	0.012899
Rata-rata			0.040655



Gambar 4.15 Grafik hasil perbandingan pembacaan pH meter dengan pH sistem data logger

Dari data error (%) Tabel 4.12 didapatkan nilai tertinggi error persen pada sensor pH sebesar 0.040655. Hasil pembacaan perbandingan pH meter dengan datalogger pH asam dalam Gambar 4.15. Dari error persen yang didapatkan tidak lebih dari 1% sehingga membuktikan bahwa pembacaan sensor pH berbahan nikelin cukup akurat.

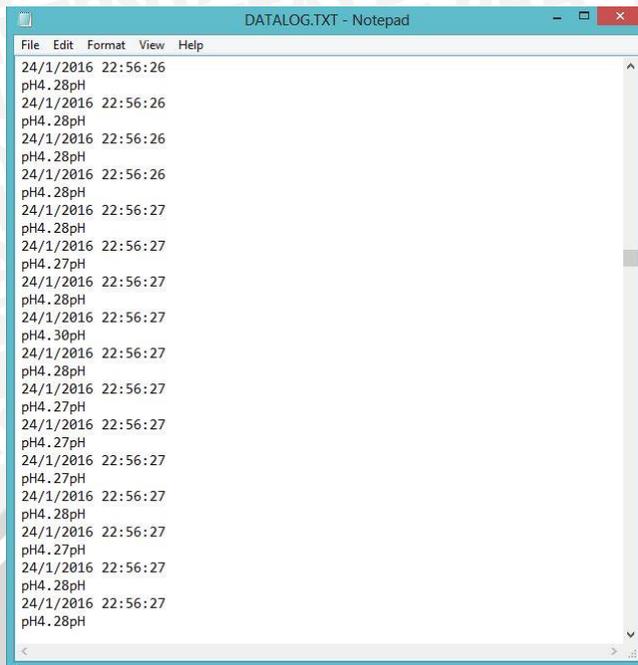
#### 4.6 Pengujian Sistem

Pengujian sistem data logger pH dilakukan dengan melihat perbandingan antara data yang dikirim dengan hasil logger pH yang disimpan dalam memori. Pengujian ini bertujuan untuk melihat kecocokan antara pembacaan data dari pembacaan sensor melalui LCD dan data yang terekam pada *SDcard* menggunakan komunikasi serial. Perekaman data ini diambil 10 sample untuk diuji tingkat kecocokan data pembacaan sensor melalui LCD dan data yang terekam pada *SDcard*.

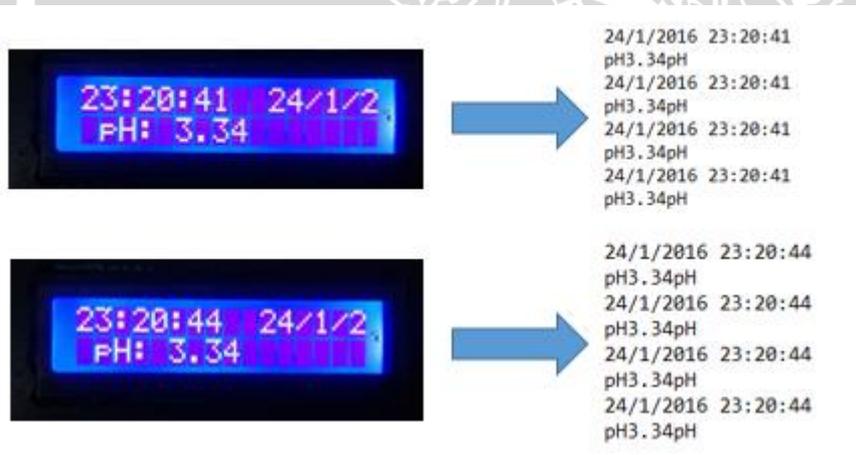
Tabel 4.13 Pengamatan data yang terekam

No	Data pembacaan sensor melalui LCD	Data pembacaan sensor yang masuk ke SD card	Keterangan
1	0.97	0.97	Berhasil
2	1.96	1.96	Berhasil
3	3.01	3.10	Berhasil
4	4.19	4.19	Berhasil
5	5.04	5.04	Berhasil
6	6.1	6.1	Berhasil
7	6.48	6.48	Berhasil
8	5.7	5.7	Berhasil
9	6.8	6.8	Berhasil
10	4.8	4.8	Berhasil

Pada Tabel 4.13 menggambarkan bahwa data antara pembacaan sensor melalui LCD dan data yang masuk dalam *SDcard*. Hasil pembacaan data logger pada serial monitor ditunjukkan dalam Gambar 4.16 dan Gambar 4.17



Gambar 4.16 Hasil pembacaan logger pada micro SD card



Gambar 4.17 Hasil perbandingan pembacaan pada LCD dan pada memori SD card

Dapat disimpulkan bahwa data antara pembacaan sensor melalui LCD dan data yang masuk dalam *SDcard* memiliki tingkat kecocokan 100% yang menandakan bahwa sistem write data sensor ke *SDcard* bekerja dengan baik.



#### 4.6.1 Kapasitas SD Card

Perekaman data yang dilakukan selama satu detik membutuhkan 30.82 Byte, sehingga satu hari membutuhkan 2.54 MB untuk proses perekaman data. Pada penelitian ini, menggunakan micro SD card dengan kapasitas 2 GB, yang tidak sepenuhnya memori berisi 2GB tetapi 1890 MB. Berisi memori sekitar 1890 MB dikarenakan 158MB untuk sistem pembacaan dan beban lain yang terpakai sehingga tersisa 1890 MB. Sehingga secara keseluruhan, lama perhitungan waktu penyimpanan adalah:  $1890\text{MB} / 2.54 \text{ MB} / \text{hari} = 744 \text{ hari}$ . Jadi dapat disimpulkan bahwa lama waktu micro SD card dengan kapasitas 2GB ketika file penuh adalah 744 hari.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

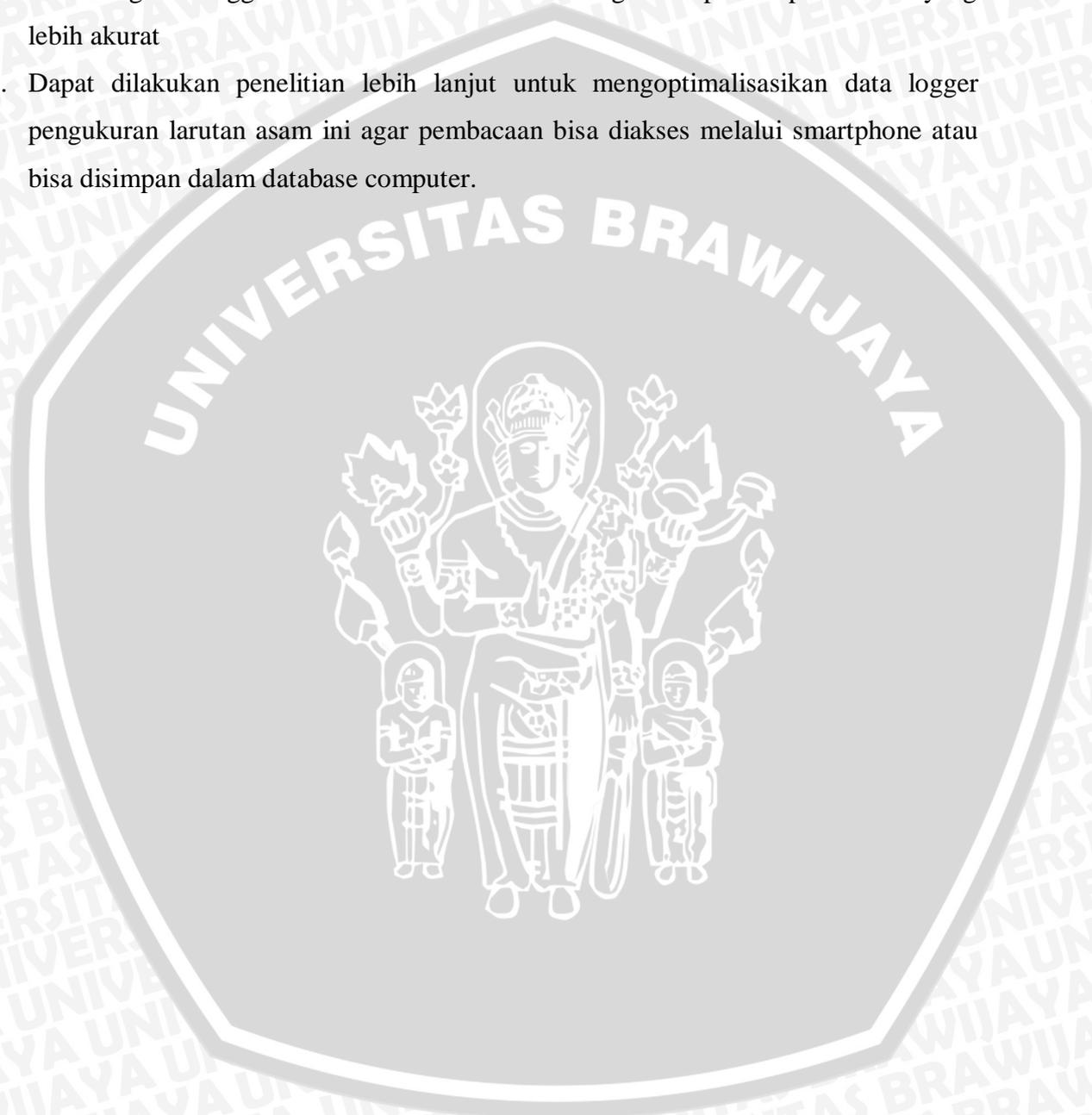
Dari hasil perancangan dan pengujian dalam pembuatan data logger pengukuran larutan asam, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perancangan sistem data logger pH asam yang difokuskan menggunakan sensor pH berbahan nikelin hasil penelitian sebelumnya dengan hasil eror antara tegangan yang keluar dari sensor dengan pembacaan ADC rata-rata *error* (%) adalah 0.00499.
2. Sensor pH berbahan nikelin memiliki range pembacaan pH 1- 7 sedangkan sensor pH tanah hanya bisa membaca pH asam antara pH 3-7
3. Sistem data logger pH berbahan nikelin dapat mendeteksi perubahan pH antara pH 1 – pH 7 dengan *error* kesalahan rata – rata perbandingan pembacaan pH data logger dengan pH meter pada buffer pH 1 yaitu 0.101818%, pada buffer pH 2 yaitu 0.02286%, pada buffer pH 3 yaitu 0.042903%, pada buffer pH 4 yaitu 0.066341%, pada buffer pH 5 yaitu 0.022745%, pada buffer pH 6 yaitu 0.013607%, pada buffer pH 7 yaitu 0.012899%, dan keseluruhan error kesalahan rata-rata pada buffer pH 1 – 7 yaitu 0.040655% terhadap pembacaan pH meter. Sehingga pembacaan sistem data logger cukup akurat karena eror yang dihasilkan tidak lebih dari 0.1%
4. Perekaman data satu hari membutuhkan 2.54 MB. SD card berkapasitas 2GB memiliki nilai kapasitas yang biasa digunakan adalah 1876 MB. Secara keseluruhan lama perhitungan waktu untuk penyimpanan adalah 744 hari.

## 5.2 Saran

Beberapa saran yang diberikan untuk perbaikan skripsi ini antara lain:

1. Perancangan supply daya dan mekanik data logger agar bisa portable
2. Perancangan menggunakan sensor lebih dari satu agar didapatkan pembacaan yang lebih akurat
3. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan data logger pengukuran larutan asam ini agar pembacaan bisa diakses melalui smartphone atau bisa disimpan dalam database computer.

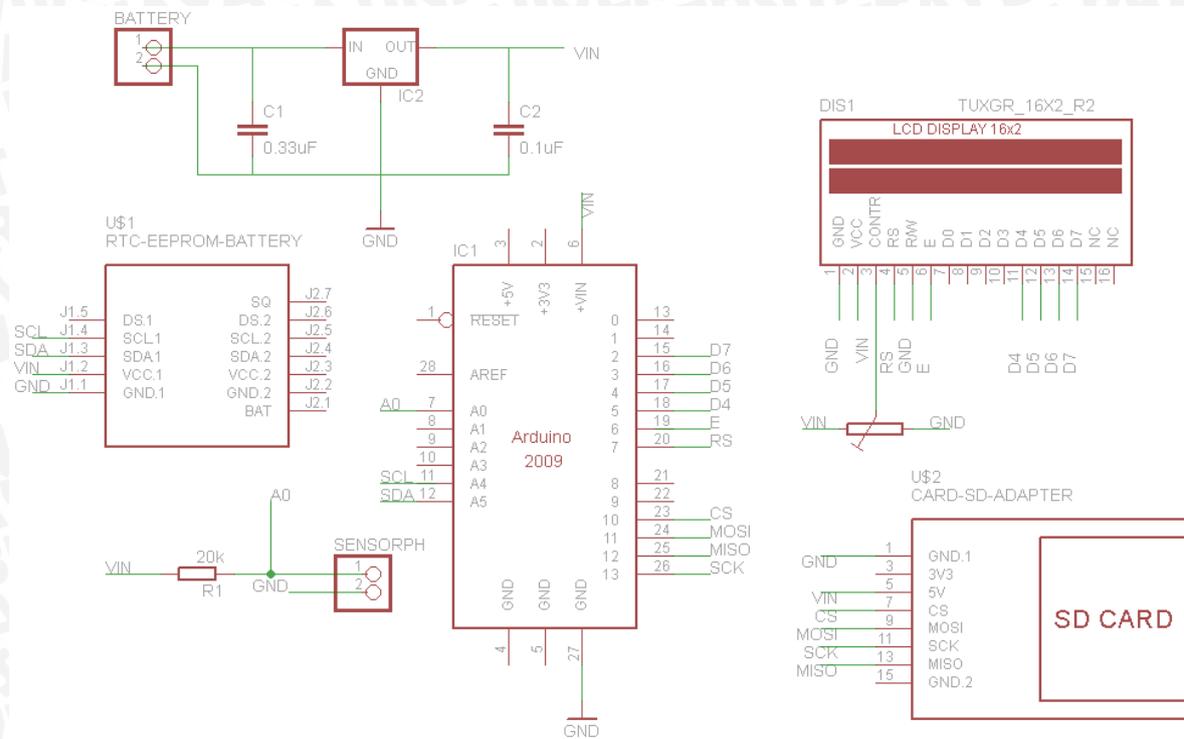


## DAFTAR PUSTAKA

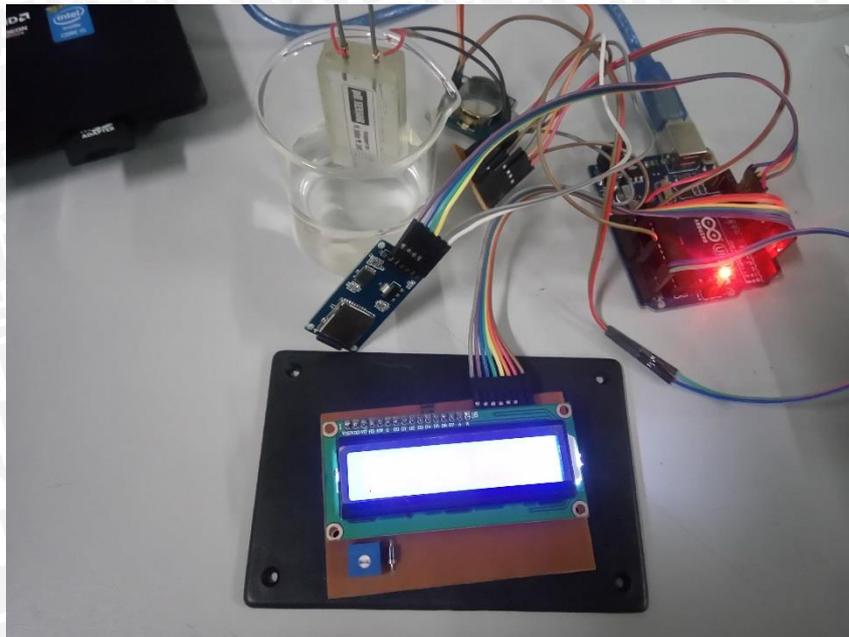
- Bueche, Fredick J. dan Eugene Hecht. 2006. Fisika Universitas. Jakarta :Erlangga.
- Chang, Raymond. 2002. *Chemistry*. Singapore: Mc.Graw-Hill Education.
- Dally, James W. 1984. *Instrumentation for Engineering Measurement*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Dewata, Andrian R. 2015. *Perancangan Sensor pH Berbahan Nikelin*. Malang: Universitas Brawijaya
- Digital CSIC. 2011. Arduino uno datasheet
- Flink, R.J dan O.G Brink. 1984. Dasar-dasar Ilmu Instrumen. Jakarta : Binacipta.
- Fried, George H dan George J. Hademenos. 2005. *Schaum's Outlines Biologi Edisi Kedua*. Jakarta :Erlangga.
- Hartono, Rudi. 2013. *Perancangan Sistem Data Logger Temperatur Baterai Berbasis Arduino Duemilanove*. Jember: Universitas Jember.
- Kho, Dickson. 2015. Rumus dan Rangkaian Pembagi Tegangan (Voltage Divider). Jakarta: Teknik Elektronika
- Kohlmann, Frederick J. 2003. *A Technical Handbook for Industry*. USA: Hach
- Maxim Integrated. 2011. DS1307 64 x 8, Serial, I<sup>2</sup>C Real-Time Clock
- Microtips Technology Inc. 2009. LCD Module Specification
- Parallax. 2011. Micro-SD Card adapter
- Ray, Bibek. 2002. *Fundamental Food Microbiology*. USA: CRC Press.
- Yurianto, Ade. 2011. *Perancangan Sistem Data Logger Terintegrasi Untuk BTS Pada Remote Area*. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.



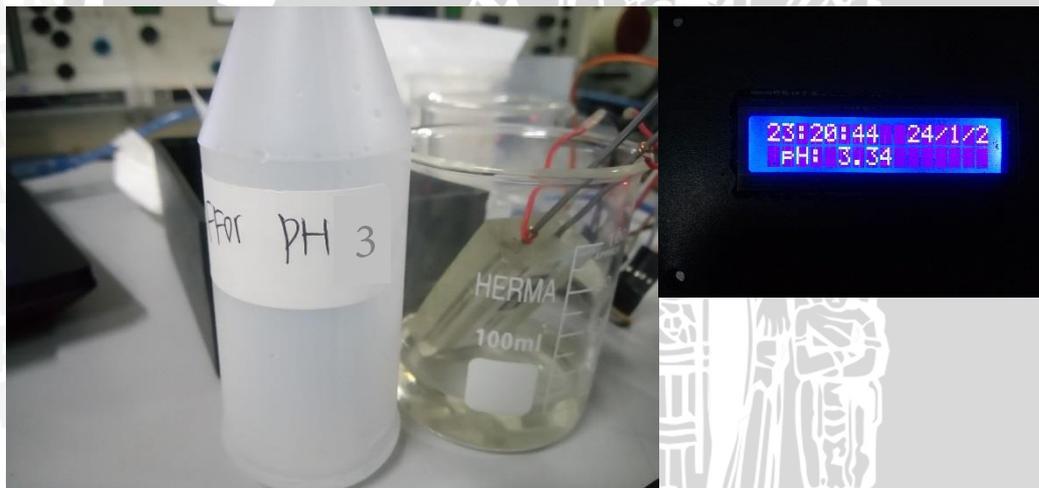
Lampiran 1. Skematik data logger



Lampiran 2. Dokumentasi Alat Pengujian



Gambar 1. Percobaan Pengujian sistem data logger



Gambar 4.18 Percobaan pembacaan pH melalui LCD

## Lampiran 2. Listing Program pada arduino 1.5.8

```
#include <SD.h>
#include <SPI.h>
#include <RTClib.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Wire.h>

const int chipSelect = 10;
LiquidCrystal lcd(7, 6, 5, 4, 3, 2);
RTC_DS1307 RTC;

Sd2Card kartu;

int detik, menit, jam;

void setup() {
  //inisialisasi RTC
  lcd.begin(16,2);
  lcd.clear();
  Wire.begin();

  RTC.begin();
  if(!RTC.isrunning())
  {
    RTC.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__));
  }

  Serial.begin (9600) ;
```

```
while (!Serial) { }  
}  
  
unsigned int bacaMem(){  
unsigned int stat;  
  
if (!kartu.init(SPI_HALF_SPEED, chipSelect)) {  
    stat = 0;  
}  
else {  
    stat = 1;  
}  
return stat;  
}
```

```
void loop() {  
  
if (bacaMem() == 1){  
    SD.begin(chipSelect);  
    DateTime now = RTC.now();  
if (detik != now.second () )  
{  
    //menampilkan hasil rtc  
    lcd.clear();  
    lcd.setCursor(10,0);  
    lcd.print(now.day(), DEC);  
    lcd.print('/');  
    lcd.print(now.month(), DEC);  
    lcd.print('/');  
    lcd.print(now.year(), DEC);  
}
```

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



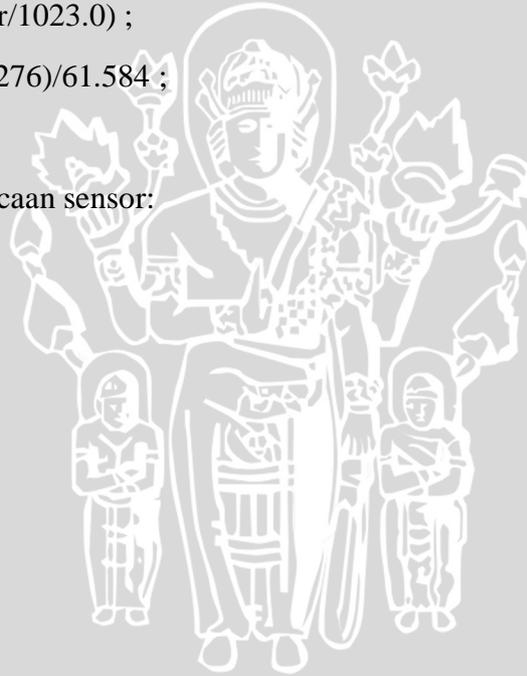
```
lcd.print(' ');
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(now.hour(), DEC);
lcd.print(':');
lcd.print(now.minute(), DEC);
lcd.print(':');
lcd.print(now.second(), DEC);
String dataString = "";

//baca input analog pada pin A0:
int NilaiSensor = analogRead(A0);
//float Vout = 5*(NilaiSensor/1023.0) ;
float Vin = (NilaiSensor-92.276)/61.584 ;

//Menampilkan hasil pembacaan sensor:
lcd.setCursor(1, 1);
lcd.print("pH:");
lcd.setCursor(5, 1);
lcd.print(Vin);
//lcd.clear () ;

//pembacaan pada logger
Serial.print("pH");
Serial.print(":");
Serial.print(Vin);
Serial.println("pH");

Serial.print(now.day(), DEC);
Serial.print('/');
Serial.print(now.month(), DEC);
```



```
Serial.print('/');  
Serial.print(now.year(), DEC);  
Serial.print(' ');  
//dataFile.setCursor(0,0);  
Serial.print(now.hour(), DEC);  
Serial.print(':');  
Serial.print(now.minute(), DEC);  
Serial.print(':');  
Serial.println(now.second(), DEC);
```

```
File dataFile = SD.open("datalog.txt", FILE_WRITE);
```

```
// if the file is available, write to it:
```

```
if (dataFile) {
```

```
dataFile.print(now.day(), DEC);
```

```
dataFile.print('/');
```

```
dataFile.print(now.month(), DEC);
```

```
dataFile.print('/');
```

```
dataFile.print(now.year(), DEC);
```

```
dataFile.print(' ');
```

```
//dataFile.setCursor(0,0);
```

```
dataFile.print(now.hour(), DEC);
```

```
dataFile.print(':');
```

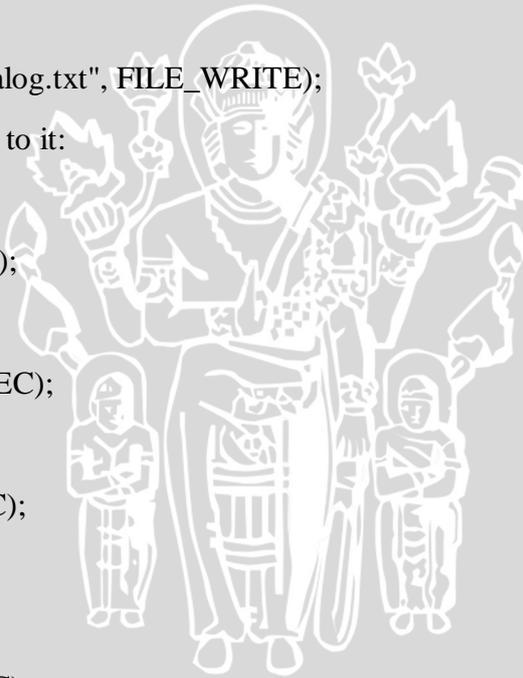
```
dataFile.print(now.minute(), DEC);
```

```
dataFile.print(':');
```

```
dataFile.println(now.second(), DEC);
```

```
dataFile.print("pH");
```

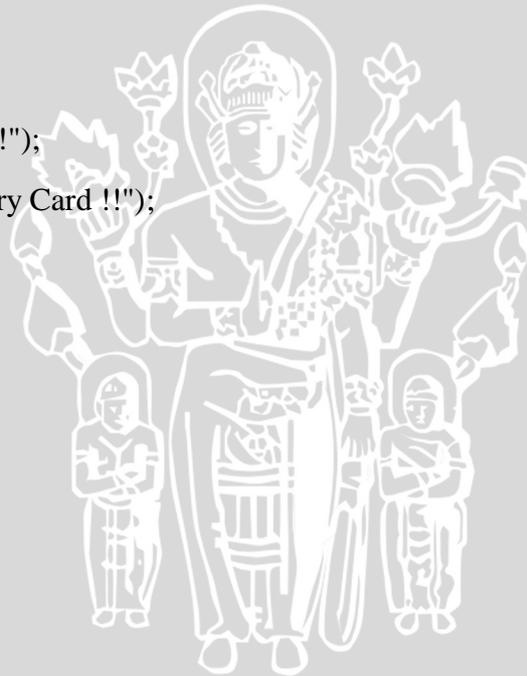
```
dataFile.print(Vin);
```



```
dataFile.println("pH");
dataFile.close();

}
// if the file isn't open, pop up an error:
else {
  Serial.println("error opening datalog.txt");
}

}
else{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Insert Mem Card !");
  Serial.println("Insert Memory Card !!");
}
}
```



#### Lampiran 4. Data Sheet

1. Data sheet arduino uno
2. Data sheet LCD 2x16
3. Data sheet RTC
4. Data sheet micro SD

