

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada tahun 1991 telah dilakukan penelitian oleh salah satu mahasiswa Universitas Gadjah Mada dengan judul penelitian “Perencanaan dan Pembuatan *Total Dissolved Solid* (TDS) Meter dengan Mikrokontroler 80C31”. Adapun kekurangan dari alat ini adalah *range* pengukuran hanya dibatasi sampai 500 ppm saja, serta pengujian masih bersifat stasioner.

Pada tahun 2008 telah dilakukan penelitian oleh mahasiswa Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes Surabaya dengan judul penelitian “Digital TDS Meter”[3]. Adapun kekurangan dari alat ini adalah masih menggunakan sistem digital konvensional yang menggunakan banyak rangkaian dan banyak komponen, serta berkemungkinan besar akan sering terjadi *trouble shooting* pada pembuatan rangkaian. Pada alat ini masih menggunakan *seven segmen*, dan pengujian masih bersifat stasioner.

Pada tahun 2013 telah dilakukan penelitian oleh mahasiswa jurusan Teknik Elektro, Universitas Gadjah Mada atas nama Sampulur Kerta Sugih Harta dengan judul “T.D.S (*Total Dissolved Solid*) Meter Berbasis Mikrokontroler”[4]. Pada penelitian tersebut pengujian dan pengambilan data masih bersifat stasioner, serta kurangnya keakuratan dalam pembacaan nilai ppm.

Penelitian berikutnya, peneliti akan membuat TDS Meter dengan berbasis Mikrokontroler yang akan menggunakan IC ATmega16 dengan *range* pengukuran 0-2000 ppm. Hasil pengukuran kadar TDS menggunakan elektroda

akan ditampilkan pada LCD karakter 2x16. Peneliti akan membuat alat TDS Meter berbasis Mikrokontroler ini dengan menggunakan baterai serta dilengkapi dengan *module charger*, sehingga pengujian tidak bersifat stasioner dan mempermudah pemakaian oleh pengguna karena alat bersifat *portable*, kemudian akan disertai dengan indikator pengisian baterai.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 *Total Dissolved Solid (TDS)*

Total Dissolved solids alias disingkat TDS. Arti dari **TDS** adalah “benda padat yang terlarut” yaitu semua mineral, garam, logam, serta kation-anion yang terlarut di air. Termasuk semua yang terlarut diluar molekul air murni (H₂O). Secara umum, konsentrasi benda-benda padat terlarut merupakan jumlah antara kation dan anion didalam air. TDS terukur dalam satuan *Parts per Million* (ppm) atau perbandingan rasio berat ion terhadap air.

Benda-benda padat di dalam air tersebut berasal dari banyak sumber **organik** seperti lumpur, plankton, serta limbah industri dan kotoran. Sumber lainnya bisa berasal dan limbah rumah tangga, pestisida, dan banyak lainnya. Sedangkan, sumber **anorganik** berasal dari batuan dan udara yang mengandung kalsium bikarbonat, nitrogen, besi fosfor, sulfur, dan mineral lain. Semua benda ini berbentuk garam, yang merupakan kandungannya perpaduan antara logam dan non logam. Garam-garam ini biasanya terlarut di dalam air dalam bentuk ion, yang merupakan partikel yang memiliki kandungan positif dan negatif. Air juga mengangkut logam seperti timah dan tembaga saat perjalanannya di dalam pipa distribusi air minum.

Sesuai regulasi dari *Environmental Protection Agency* (EPA) USA, menyarankan bahwa kadar maksimal kontaminan pada air minum adalah sebesar 500mg/liter (500 ppm). Kini banyak sumber-sumber air yang mendekati ambang batas ini. Saat angka penunjukan TDS mencapai 1000mg/L maka sangat dianjurkan untuk tidak dikonsumsi manusia. Dengan angka TDS yang tinggi maka perlu ditindaklanjuti, dan dilakukan pemeriksaan lebih lanjut. Umumnya, tingginya angka TDS disebabkan oleh kandungan potassium, klorida, dan sodium yang terlarut di dalam air. Ion-ion ini memiliki efek jangka pendek (*short-term effect*), tapi ion-ion yang bersifat toxic (seperti timah *arsenic*, kadmium, nitrat dan banyak lainnya) banyak juga yang terlarut di dalam air[3].

2.2.2 Pesawat TDS Meter

Total Dissolved Solid (TDS) Meter adalah alat untuk mengetes jumlah zat padat yang terlarut dalam air. Hasil pengukuran TDS Meter mempunyai satuan *Part Per Million* (PPM) yaitu bagian per satu juta. PPM dapat diartikan suatu jumlah ion dalam suatu larutan. Sebagai contoh, terdapat 1 PPM ion Na^+ dalam suatu larutan, ini berarti dalam larutan tersebut terdapat 1 juta ion Na^+ . *Total Dissolved Solid* (TDS) merupakan salah satu indikator tingkat pencemaran air yang sering dianalisis. Nilai TDS maksimum untuk air minum adalah 1000 mg/l (WHO)[5].

- Prinsip dasar TDS :

Total Dissolved Solid (TDS) adalah parameter yang menunjukkan kandungan padatan terlarut dalam air yang termasuk didalamnya unsur-unsur

pencemaran seperti logam berat dan limbah organik. Semakin tinggi nilai TDS semakin tercemar kualitas air yang diukur.

Nilai TDS yang paling baik untuk dikonsumsi adalah 0, karena TDS 0 bermanfaat untuk :

1. Melarutkan endapan kristal yang ada dalam ginjal dan kantung kemih.
2. Membersihkan usus besar dan saluran darah dari racun kimia.
3. Mengikis kerak (penyebab *rheumatic* dan asam urat) pada persendian.
4. Menambah asupan oksigen dalam darah, karena air murni mengikat lebih banyak oksigen.

2.2.3 Elektroda

Elektroda *stainless steel* yang digunakan untuk mengukur TDS dalam larutan dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1. Elektroda TDS Meter

Fungsi elektroda pada TDS Meter adalah untuk mengukur kadar konduktifitas antara dua elektroda. Ion yang bermuatan positif (Na^+ , Mg^{++} , H^+ , dll) akan bergerak ke elektroda yang bermuatan negatif dan ion bermuatan negatif (Cl^- , SO_4^- , HCO_3^- , dll) akan bergerak ke elektroda bermuatan positif. Kemudian

elektroda akan menghitung berapa banyak ion yang bergerak melewati elektroda, sehingga dapat diukur berapa TDS nya. Elektroda hanya mengukur atau menghitung ion-ion yang bergerak saja. Ion-ion netral seperti gula, zat-zat organik (meliputi pestisida dan cairan lainnya), ammonia, dan karbon dioksida.

2.2.4 Analog to Digital Converter (ADC)

Analog To Digital Converter (ADC) adalah perangkat elektronika yang berfungsi untuk mengubah sinyal analog (sinyal kontinyu) menjadi sinyal digital. Perangkat *Analog To Digital Conversion (ADC)* dapat berbentuk suatu modul atau rangkaian elektronika maupun suatu chip IC. *Analog To Digital Converter (ADC)* berfungsi untuk menjembatani pemrosesan sinyal analog oleh sistem digital.

Analog To Digital Converter (ADC) adalah pengubah input analog menjadi kode – kode digital. ADC banyak digunakan sebagai Pengatur proses industri, komunikasi digital dan rangkaian pengukuran/ pengujian. Umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistim komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/ berat, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistim digital[6].

2.2.5 IC Mikrokontroller ATMega16

Mikrokontroller merupakan suatu sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu *chip* IC, sehingga sering juga disebut dengan *single chip microcomputer*. Mikrokontroller biasa dikelompokkan dalam satu keluarga, masing-masing mikrokontroller mempunyai spesifikasi tersendiri namun masih kompatibel dalam pemrogramannya.

ATMega16 merupakan mikrokontroler CMOS 8 bit buatan Atmel keluarga AVR. AVR mempunyai 32 *register general-purpose, timer/counter* dengan *metode compare, interrupt* eksternal dan internal, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, ADC dan PWM internal[7].

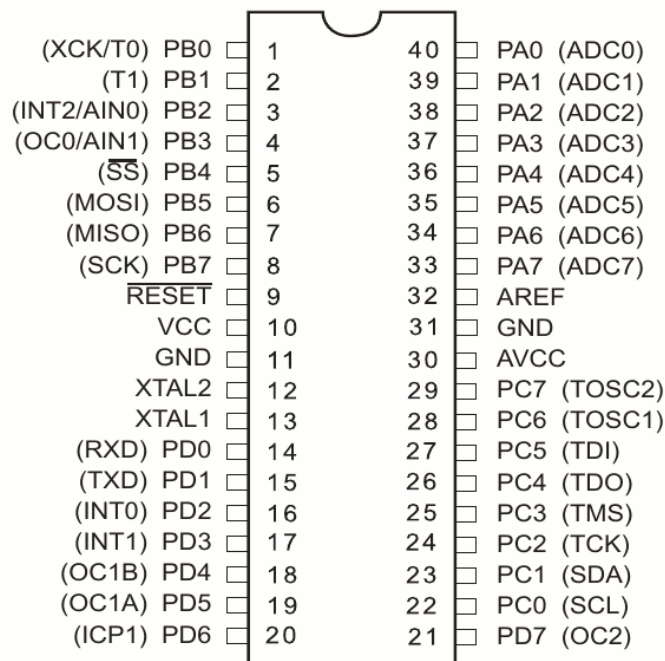
Atmel merupakan salah satu vendor yang bergerak dibidang mikroelektronika, telah mengembangkan AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) sekitar tahun 1997. Berbeda dengan *microcontroller* MCS51, AVR menggunakan arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang mempunyai lebar *bus* data 8 bit, perbedaan ini bisa dilihat dari frekuensi kerjanya. MCS51 memiliki frekuensi kerja seperduabelas kali frekuensi *oscillator* sedangkan frekuensi kerja AVR sama dengan frekuensi *oscillator*. Jadi dengan frekuensi *oscillator* yang sama, kecepatan AVR dua belas kali lebih cepat dibanding kecepatan MCS51. Secara umum AVR dibagi menjadi 4 kelas, yaitu Attiny, AT90Sxx, ATMega dan AT86RFxx. Perbedaan antartipe AVR terletak pada fitur-fitur yang ditawarkan, sementara dari segi arsitektur dan set instruksi yang digunakan hampir sama. (Datasheet AVR ATMega 16 : PDF).

Fitur-fitur yang dimiliki ATMega16 adalah sebagai berikut :

1. *Microcontroller* AVR 8 bit yang memiliki kemampuan tinggi, dengan daya rendah.
2. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16MHz.
3. Memiliki kapasitas *Flash* memori 16 KByte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1KByte.

4. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C*, dan *Port D*.
5. CPU yang terdiri atas 32 buah *register*.
6. Unit interupsi internal dan eksternal.
7. *Port* USART untuk komunikasi serial.
8. Fitur *Peripheral*.
9. Tiga buah *Timer/ Counter* dengan kemampuan perbandingan.
10. 2(dua) buah *Timer/ Counter 8 bit* dengan *Prescaler* terpisah dan *Mode Compare*.
11. 1(satu) buah *Timer/ Counter 16 bit* dengan *Prescaler* terpisah, *Mode Compare*, dan *Mode Capture*.
12. *Real Time Counter* dengan *Oscillator* tersendiri.
13. 4 *channel* PWM
14. 8 *channel*, 10 *bit* ADC.
15. 8 *Single-ended Channel*.
16. 7 *Differential Channel* hanya pada kemasan TQFP.
17. 2 *Differential Channel* dengan *Programmable Gain* 1x, 10x, atau 200x.
18. *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*.
19. *Programmable* Serial USART.
20. Antarmuka SPI.
21. *Watchdog Timer* dengan *oscillator internal*.
22. *On-chip analog Comparator*. (Datasheet ATmega16 : PDF)[7].

Mikrokontroler ATmega16 sebagai pengontrol dan pengolah data. Mikrokontroler ATmega16 ini akan menerima data dari sensor TDS, dimana data dari sensor TDS nantinya akan ditampilkan ke LCD[8]. Berikut merupakan gambar konfigurasi pin dari ATmega16 yang ditampilkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Konfigurasi Pin ATmega16

2.2.6 Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama pada setiap rangkaian elektronika saat ini, seperti komputer, kalkulator, dll. Pada kali ini penulis menggunakan LCD seri 2x16, maka pada tampilan yang muncul sebanyak 16 karakter dan 2 baris. Susunan dari titik-titik inilah yang nantinya dapat menampilkan karakter yang beraneka ragam. Pada tabel 2.3 dijelaskan pin-pin yang terdapat pada LCD 2x16[9].

Tabel 2.1 Data Pin LCD 2x16

PIN	NAME	FUNCTION
1	Vss	Ground voltage
2	Vcc	+5V
3	Vee	Contras voltage
4	RS	Register select 0 = Instruction Register I = Data Register
5	R/W	Read/Write, to choose write or read mode 0 = write mode I = read mode
6	EN	Enable 0 = start to lacht data to LCD character I = disable
7	DB0	I.SB
8	DB1	-
9	DB2	-
10	DB3	-
11	DB4	-
12	DB5	-
13	DB6	-
14	DB7	MSB
15	BPL	Back Plane Light
16	GND	Ground Voltage

Mengacu pada tabel 2.1 dapat dijelaskan mengenai EN, RS, RW, yaitu untuk jalur EN dinamakan *Enable*. Jalur ini difungsikan untuk memberitahu LCD bahwa anda sedang mengirimkan sebuah data. Untuk mengirimkan data ke LCD, maka melalui program EN harus dibuat logika low “0” dan set pada dua jalur kontrol yang lain RS dan RW. Ketika dua jalur yang lain telah siap, set EN dengan logika “1” dan tunggu untuk sejumlah waktu tertentu (sesuai dengan *datasheet* dari LCD tersebut) dan berikutnya set EN ke logika *low* “0”.

Kemudian untuk jalur RS adalah jalur *register select*. Ketika RS berlogika low “0”, data akan dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti

clear screen, posisi kursor, dll). Ketika RS berlogika *high* “1”, data yang dikirim adalah data text yang akan ditampilkan pada display LCD. Sebagai contoh, untuk menampilkan huruf “T” pada layar LCD maka RS harus diset logika high “1”.

Selanjutnya yang terakhir Jalur RW adalah jalur kontrol *Read/Write*. Ketika RW berlogika *low* (0), maka informasi pada bus data akan dituliskan pada layar LCD. Ketika RW berlogika high ”1”, maka program akan melakukan pembacaan memori dari LCD. Sedangkan pada aplikasi umum pin RW selalu diberi logika low ”0”.

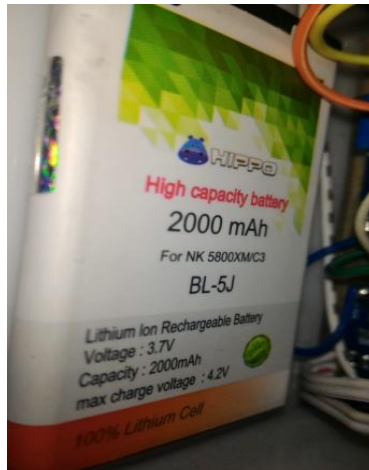
Didalam LCD ada beberapa perintah dasar yang harus dipahami, yaitu adalah inisialisasi LCD karakter. Pada Gambar 2.3 ditampilkan gambar skematik atau bentuk dasar dari LCD ukuran 2x16.



Gambar 2.3 LCD 2x16

2.2.7 Supply Baterai

Baterai disini berfungsi untuk memberikan *supply* tegangan pada modul, dimana baterai yang digunakan adalah jenis baterai lithium atau baterai yang biasa digunakan pada ponsel. Baterai lithium dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Baterai Lithium

Spesifikasi Baterai :

- a. Kapasitas : 2000 mAh
- b. *Voltage* : 3.7 Volt , 1-2 Ampere
- c. Daya tahan : 4 – 5 Jam
- d. *Max charger voltage* : 4.2 Volt
- e. Jenis : *Lithium Ion Rechargeable*

Tegangan dari baterai berkisar antara 3.7- 4.2 Volt , namun tegangan yang dibutuhkan modul yaitu 5 Volt. Maka digunakan *module step up* untuk menaikkan tegangan menjadi 5 Volt. *Module step up* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Module Step Up 5 Volt

Penggunaan baterai pada modul tugas akhir juga dilengkapi *module charger* dengan *over-load protection* yang aman bagi modul ketika dilakukan pengisian daya baterai. *Module charger* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 *Module Charger* Baterai Lithium

2.3 Teknik Analisis Data

1. Rata-rata

Adalah nilai atau hasil pembagian dari jumlah data yang diambil atau diukur dengan banyaknya pengambilan data atau banyaknya pengukuran.

Dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Rata - Rata } (\bar{X}) = \frac{\sum X_i}{n} \quad (3-1)$$

Keterangan:

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

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

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

2. Simpangan Error

Simpangan *error* adalah selisih dari rata-rata nilai harga yang dikehendaki dengan nilai yang diukur. Berikut rumus dari simpangan:

$$\text{Simpangan Error} = X_n - \bar{X} \quad (3-2)$$

Dengan keterangan sbagai berikut:

Simpangan = nilai *error* yang dihasilkan

X_n = rata-rata data alat pembanding

\bar{X} = rata-rata data alat penulis

3. % *Error*

Persentase *error* dirumuskan sebagai berikut:

$$\%Error = \frac{X_n - \bar{X}}{X_n} \times 100\% \quad (3-3)$$