

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Alat pH meter sebelumnya pernah dibuat oleh mahasiswi atas nama Ummu Zakiyyah prodi Teknik Elektromedik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, dengan judul “Rancang Bangun Alat Ukur pH Berbasis Arduino”. Prinsip kerjanya pada saat elektroda pH dicelupkan ke dalam larutan, modul pH akan mengolah masukan dari elektroda pH yang akan diteruskan ke mikrokontroler Arduino. Di Arduino masukan yang didapat pada pin ADC akan dikonversikan menjadi nilai pH untuk ditampilkan di LCD. Untuk hasil pengambilan data yang telah dilakukan dengan menggunakan pembanding, didapatkan beberapa hasil pengukuran yaitu untuk larutan *buffer* 4,01 selama 5 kali percobaan diperoleh nilai *error* senilai 1,12%. Pada pengukuran larutan *buffer* 6,86 selama 5 kali percobaan diperoleh nilai *error* senilai 1,30%. Pada pengukuran sampel 1 selama 5 kali percobaan diperoleh nilai *error* senilai 1,41%. Pada pengukuran sampel 2 selama 5 kali percobaan diperoleh nilai *error* senilai 1,36%. Pada pengukuran sampel 3 selama 5 kali percobaan diperoleh nilai *error* senilai 1,40%. Pada pengukuran sampel 4 selama 5 kali percobaan diperoleh nilai *error* senilai 1,45%. Terdapat beberapa kekurangan yaitu alat belum dapat bekerja maksimal dengan pembacaan elektroda masih kurang stabil, penggunaan daya yang cukup besar sehingga baterai cepat habis [5].

Pada tahun 2014 telah dilakukan penelitian oleh Eko Ihsanto dari prodi Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana Jakarta Barat dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pengukuran pH Meter Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino

Uno”. Cara kerja pada saat elektroda pH dimasukkan ke dalam larutan, elektroda pH akan meneruskan ke Arduino, setelah data didapat akan ditransfer menggunakan HC-06 ke android, untuk membuka data yang sudah ditransfer menggunakan *blueterm*. Untuk pengujian menggunakan 3 sampel larutan yaitu cola-cola, *orange water*, dan air. Dari hasil pengukuran cola-cola=3,16 bersifat asam, *orange water*=4,00 bersifat asam dan air=7,19 bersifat netral. Untuk elektroda pH dihubungkan langsung pada Analog *input* pin (A0) dari Arduino Uno dan hanya dapat membaca data *float* dari pH 1 – 9 dengan resolusi 0,01[2]. Terdapat beberapa kekurangan dari alat tersebut hanya mampu membaca data dari pH 1 -9, *bluetooth* hanya dapat mencapai jarak 10 meter dan tidak dapat menembus dinding yang tebal.

Pada tahun 2011 telah dilakukan penelitian oleh Bayu Noorulil A dari prodi Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya dengan judul “Rancang Bangun Model Mekanik Alat untuk Mengukur Kadar Keasaman Susu Cair, Sari Buah dan *Soft Drink*”. Prinsip kerja alat tersebut, sistem mekanik yang sudah terpasang elektroda pH akan melakukan pengukuran secara otomatis pada beberapa sampel dan data yang didapat akan ditampilkan di LCD, setelah pengukuran, *limit switch* akan memberi sinyal ke motor untuk melakukan pembersihan elektroda pH dan *fan* akan melakukan pengeringan pada elektroda pH. Pada hasil penelitiannya untuk pengukuran pH didapat nilai untuk susu (6,13), jus jeruk (3,29), dan *softdrink* (3,39). Untuk mekanik dilakukan 10 kali pengujian didapatkan proses bekerja dengan sesuai yaitu sebanyak 7 kali dan 3 kali sistem gagal sehingga dapat disimpulkan 70% sistem telah bekerja sesuai yang diharapkan. Terdapat beberapa kekurangan pada sistem mekaniknya belum bekerja secara

optimal karena waktu yang diperlukan untuk melakukan pengukuran 3 sampel sekaligus masih memerlukan waktu yang relatif lama[4].

Pada tahun 2017 telah dilakukan penelitian oleh Achmad Jupri dari prodi Fisika, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura dengan judul “Rancang Bangun Alat Ukur Suhu, Kelembaban, dan pH pada Tanah Berbasis Mikrokontroler ATmega328P”. Pada penelitian tersebut untuk sensor suhu menggunakan DS18B20, sensor kelembaban tanah menggunakan YL-69, elektroda dan Arduino Uno. Alat ini memiliki *error* sebesar 0,22% 1,58% dan 2,68% berturut-turut untuk suhu, kelembaban dan pH tanah. Ada beberapa kekurangan yang dimiliki alat tersebut yaitu alat tersebut hanya dapat mengukur nilai pH dari 3,5 – 8 saja[6].

Pada penelitian kali ini untuk memaksimalkan dalam pengukuran pH ada beberapa faktor yang harus diperhatikan adalah, pemilihan jenis elektroda yang tepat, pembuatan program untuk alat dan suhu larutan. Dari beberapa penelitian terdahulu tentang pH meter, penulis mencoba merancang alat pH meter dan data yang didapat akan ditampilkan di PC menggunakan NRF24L01 untuk komunikasi serialnya dan mikrokontroler ATMEGA 32 sebagai sistem minimumnya.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 pH (*Potential H⁺*)

pH adalah tingkat derajat keasaman suatu larutan yang digunakan untuk menentukan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Konsep pH pertama kali diperkenalkan oleh kimiawan *Denmark Søren Peder Lauritz Sørensen* pada tahun 1909. Alat ukur keasaman pada air tersebut digunakan untuk mengukur kandungan atau kadar keasaman pada air mulai dari pH 0 sampai pH 14. Dimana pH normal

memiliki nilai 6.5 hingga 7.5 sementara bila nilai $\text{pH} < 6.5$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat asam sedangkan nilai $\text{pH} > 7.5$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa. $\text{pH} 0$ menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan $\text{pH} 14$ menunjukkan derajat kebasaan tertinggi.

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Ia didefinisikan sebagai aktivitas ion hidrogen $[\text{H}^+]$ yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoretis. Skala pH bukanlah skala absolut. Ia bersifat relatif terhadap sekumpulan larutan standar yang pH -nya ditentukan berdasarkan persetujuan internasional[7].

Table 2.1 Zat Sehari-hari dan Nilai pH

Zat	pH
Jus lemon	2,4-26
Minuman Cola	2,5
Cuka	2,5 - 2,9
Jus jeruk atau apel	3,5
Bir	4,5
Kopi	5,0
Teh	5,5
Susu	6,5

Lanjut

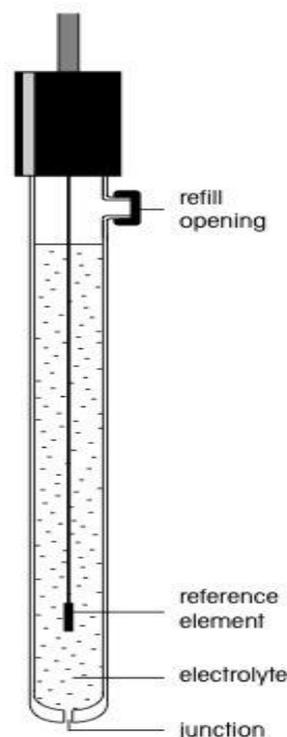
Lanjut

Zat	pH
Air	7,0
Air liur	6,5 - 7,4
Darah	7,38 - 7,42
Air laut	8,0
Sabun mandi	9,0 10,0
Pemutih	13

2.2.2 Prinsip Elektroda pH

Sebuah pH meter terdiri dari sebuah elektroda (*probe* pengukur) yang terhubung ke sebuah alat elektronik yang mengukur dan menampilkan nilai pH. Prinsip kerja utama pH meter adalah terletak pada elektroda pH, *probe* berupa elektrode kaca (*glass electrode*) dengan jalan mengukur jumlah ion H_3O^+ didalam larutan. Ujung elektrode kaca adalah lapisan kaca setebal 0.1 mm yang berbentuk bulat (*bulb*). *Bulb* ini dipasangkan dengan silinder kaca non konduktor atau plastik memanjang, yang selanjutnya diisi dengan larutan HCl (0,1 mol/dm³). Didalam larutan HCl, terendam sebuah kawat elektrode panjang berbahan perak yang pada permukaannya terbentuk senyawa setimbang AgCl. Konstannya jumlah larutan HCl pada sistem ini membuat elektrode Ag/AgCl memiliki nilai potensial stabil. Inti elektroda pH terdapat pada permukaan *bulb* kaca yang memiliki kemampuan untuk bertukar ion positif $[H^+]$ dengan larutan terukur. Kaca yang tersusun atas molekul silikon dioksida dengan sejumlah ikatan logam alkali. Pada saat *bulb* kaca

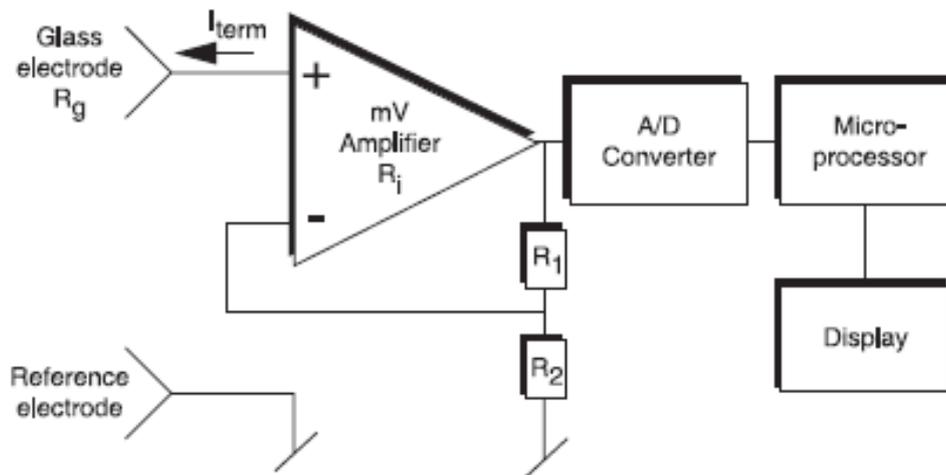
ini terendam oleh air, ikatan SiO akan ter-protonasi membentuk membran tipis HSiO^+ . Jika larutan bersifat asam, maka ion H^+ akan terikat ke permukaan *bulb*. Hal ini menimbulkan muatan positif terakumulasi pada lapisan "*gel*". Sedangkan jika larutan bersifat basa, maka ion H^+ dari dinding *bulb* terlepas untuk bereaksi dengan larutan tadi. Hal ini menghasilkan muatan negatif pada dinding *bulb*. [8]



Gambar 2.1 Bagian - bagian Elektroda Referensi [8]

2.2.3 Elektroda Tipe pH E-201 dan Modul pH E-201

Prinsip dasar dari rangkaian modul pH yaitu dengan mengukur perbedaan potensial (mV) antara elektroda dan mengubahnya menjadi tampilan nilai pH. Untuk mendapatkan pengukuran yang benar, penguat *input* dan rangkaian konversi harus memenuhi persyaratan tertentu. Konstruksi utama pH meter dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah ini.



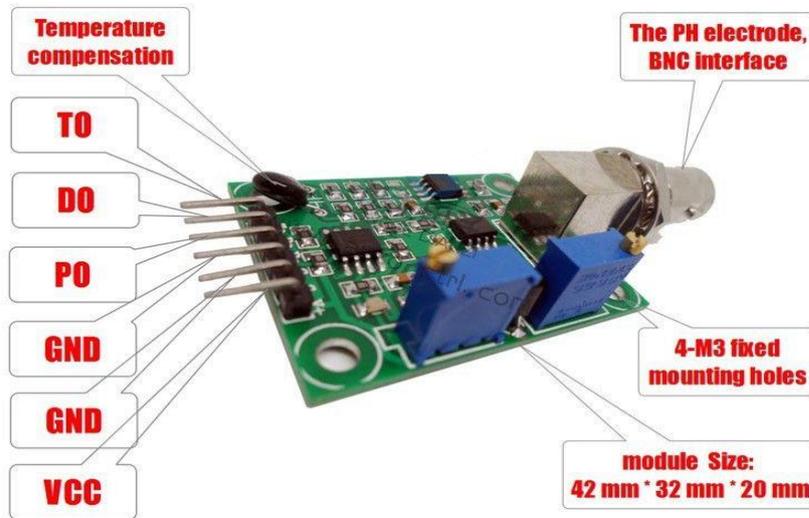
Gambar 2.2 Diagram Sederhana [8]

Perbedaan potensial antara elektroda referensi dan elektroda kaca akan diperkuat dalam penguat *non-inverting* sebelum dikonversikan ADC dan sinyal akan dikirim ke mikroprosesor untuk menampilkan hasil.

Untuk pengukuran pH itu sendiri menggunakan elektroda pH *type* E-201 yang sudah *include* dengan modul pH E-201 dapat dilihat pada Gambar 2.3 dan Gambar 2.4.



Gambar 2.3 Elektroda Tipe pH E-201 dan Modul pH E-201 [9]



Gambar 2.4 Modul pH E-201 [10]

Keterangan:

1. TO : *Temperature*
2. DO : *Limit pH Signal*
3. PO : *Analog pH value*
4. GND : *Analog GND*
5. GND : *Supply GND*
6. VCC : *Supply (5V)*

Untuk spesifikasi dari modul pH E-201 dapat dilihat pada *Table 2.2* dibawah ini.

Table 2.2 Spesifikasi Elektroda pH

Electrode Type	pH Range	Temperature (°C)	Zero Point (pH)	Response Time (min)	Noise (mV)
E-201	0-14	0-80	7±0.5	<2	<0.5

2.2.4 Mikrokontroler ATMEGA 32

Mikrokontroler merupakan keseluruhan sistem komputer yang dikemas menjadi sebuah *chip* dimana didalamnya sudah terdapat Mikroprosesor, I/O pendukung, memori bahkan ADC (*Analog Digital Converter*) yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang spesifik. Berbeda dengan mikroprosesor yang berfungsi sebagai pemroses data.

AVR merupakan mikrokontroler yang mempunyai arsitektur Harvard, RISC 8bit. AVR mempunyai kepanjangan *Advance Versatile RISC* tapi sebenarnya nama AVR berasal dari nama pembuatnya, “Alf (Egil Bogen) and Vegard (Wollan)’s *Risc processor*”, keduanya berasal dari Norwegia dan mahasiswa di *Norwegian Institute of Technology* yang kemudian diproduksi massal oleh Atmel. Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATTiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATMega dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, periperal, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama, secara internal Mikrokontroler ATMEGA 32 terdiri atas unit-unit fungsionalnya *Arithmetic and Logical Unit (ALU)*, himpunan register kerja, register dan dekoder instruksi, dan pewaktu beserta komponen kendali lainnya. Berbeda dengan mikroprosesor, mikrokontroller menyediakan memori dalam serpih yang sama dengan prosesornya (*in chip*). Oleh karena itu, pada alat ini akan digunakan salah satu dari vendor AVR produk Atmel yaitu mikrokontroler ATMEGA 32

1. Arsitektur ATMEGA 32

ATMEGA 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 (*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*), *programmable Watchdog Timer*, ADC dan PWM (*Pulse Width Modulation*) *internal*. Mikrokontroler ini menggunakan arsitektur *Harvard* yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (*concurrent*). Untuk seri AVR ini banyak jenisnya, yaitu ATmega8, ATmega 8535, ATmega16 dan lain-lain. Secara garis besar mikrokontroler ATMEGA 32 terdiri dari :

1. Saluran *Input/Output (I/O)* ada 32 buah, yaitu PORTA, PORTB, PORTC, PORTD.
2. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 Mhz.
3. ADC / *Analog to Digital Converter* 10 bit sebanyak 8 *channel* pada PORTA.
4. CPU yang terdiri dari 32 buah register.
5. Bandar antarmuka SPI dan USART sebagai komunikasi serial.
6. 2 buah *timer/counter* 8-bit dan 1 buah *timer/counter* 16-bit dengan *prescalers* dan kemampuan pembandingan.
7. *Watchdog timer* dengan osilator *internal*.

8. Tegangan operasi 2,75 - 5,5 V pada ATmega16L dan 4,5 - 5,5 V pada ATmega32
9. Memiliki kapasitas *Flash Memory* 16 Kbyte, SRAM 1 Kbyte dan EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*) sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
10. Antarmuka komparator analog.
11. 4 *channel* PWM (*Pulse Width Modulation*)
12. kecepatan nilai (*speed grades*) 0 - 8 MHz untuk ATmega16L dan 0 - 16 MHz untuk ATmega16.

2. Konfigurasi Pin ATMEGA 32

1. Pin 1 sampai 8 (PB0..PB7)

Port B pada Pin 1 sampai 8 adalah suatu pin I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). *Port B outputbuffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai *input*, *Port B* yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. *Port B 6* adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

2. Pin 9 (*Reset Input*)

Merupakan pin yang digunakan untuk meng-*clear*/mengembalikan semua registrasi I/O ke nilai awalnya.

3. Pin 10 (VCC)

Sebagai *Power Supply*, sumber tegangan positif yang diberi simbol VCC.

4. Pin 11 dan Pin 31 (GND)

Merupakan *ground* sumber tegangan yang diberi simbol GND.

5. Pin 12 dan Pin 13 (XTAL2 dan XTAL1)

Jalur ini merupakan masukan ke penguat osilator berpenguat tinggi.

Mikrokontroller ini memiliki seluruh rangkaian osilator yang diperlukan pada *chip*, kecuali rangkaian kristal yang mengendalikan frekuensi osilator. Oleh karena itu, pin 12 dan 13 diperlukan untuk dihubungkan dengan kristal. Pada XTAL1 juga dapat dipakai sebagai *input* untuk *inverting oscillator amplifier* dan *input* ke rangkaian *internal clock*, sedangkan XTAL2 merupakan *output oscillator* dari *inverting oscillator amplifier*.

6. Pin 14 sampai 21 (PD0..PD7)

Port D pada pin 14 sampai 21 adalah suatu pin I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). *Port D output buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, *port D* yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. *Port D* adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis. *Port D* ini juga bisa digunakan untuk jalur komunikasi serial dengan perangkat luar. 7

7. Pin 22 sampai 29 (PC0..PC7)

Port C pada pin 22 sampai 29 adalah suatu pin I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). *Port C output buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai *input*, *port C* yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika *resistor pull-up* diaktifkan. *Port C* adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi reset menjadiaktif, sekalipun waktu habis. Jika antarmuka JTAG diaktifkan, resistor *pull-up* pada pin PC5 (TDI), PC3 (TMS) dan PC2 (TCK) akan diaktifkan bahkan jika reset terjadi.

8. Pin 30 (AVCC)

Merupakan pin penyedia tegangan untuk *Port A* dan Konverter A/D.

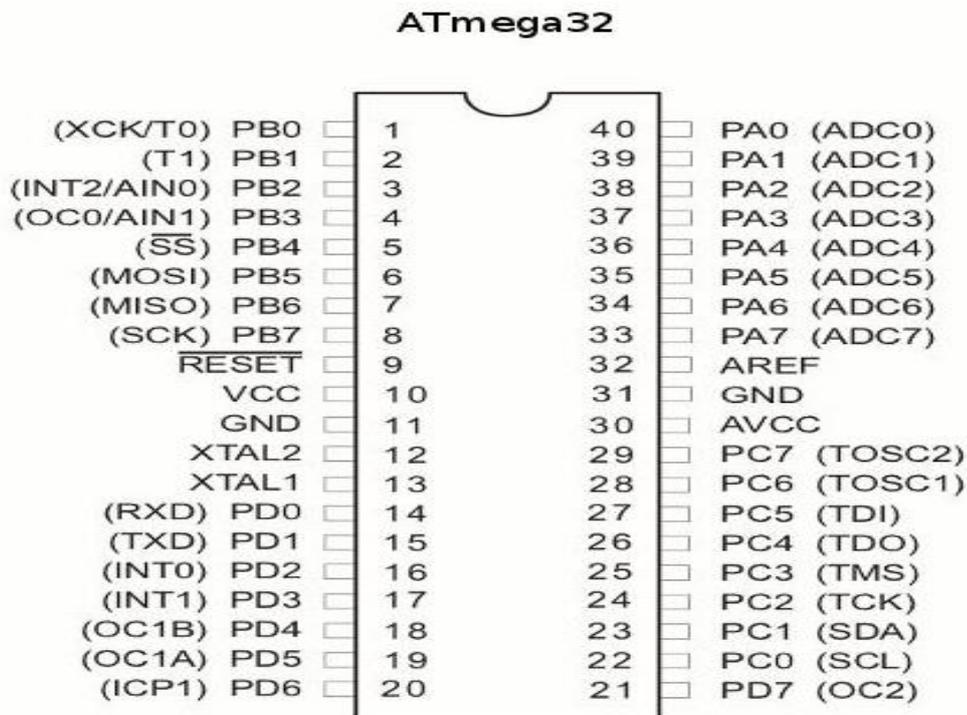
9. Pin 32 (AREF)

Merupakan pin referensi analog untuk konverter A/D.

10. Pin 33 sampai 40 (PA7..PA0)

Port A pada Pin 33 sampai 40 berfungsi sebagai *input* analog pada konverter A/D. *Port A* juga sebagai suatu port I/O 8-bit dua arah, jika A/D konverter tidak digunakan. Pin-pin *Port* dapat menyediakan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk masing-masing bit). *PortA output buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Ketika pin PA0 ke PA7 digunakan sebagai *input* dan secara eksternal ditarik rendah, pin-pin akan memungkinkan arus sumber jika resistor *internal pull-up* diaktifkan. *PortA* adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi reset

menjadi aktif, sekalipun waktu habis. Dalam *Port A* ini juga dapat digunakan sebagai ADC 8 *channel* berukuran 10 bit. 8.

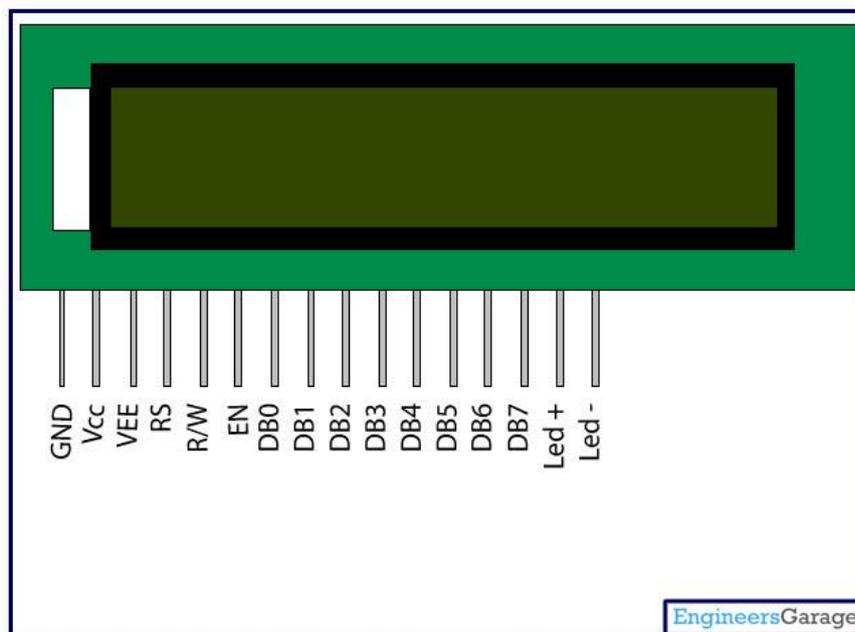


Gambar 2.5 Konfigurasi PIN Mikrokontroler ATMEGA 32[11]

2.2.5 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) 16x2 adalah modul yang sangat dasar dan sangat umum digunakan di berbagai perangkat dan sirkuit. Modul ini lebih disukai dari pada *seven segment* dan *multy-segment LED* lainnya. Sebuah LCD 16x2 yang berarti dapat menampilkan 16 karakter per baris dan ada 2 garis. Dalam LCD ini masing-masing karakter ditampilkan dalam matriks 5x7 *pixel*. LCD ini memiliki dua *register*, yaitu, *Command* dan *Data*.

Perintah mendaftarkan menyimpan petunjuk perintah yang diberikan ke LCD. Perintah adalah instruksi yang diberikan kepada LCD untuk melakukan tugas yang telah ditetapkan seperti inisialisasi itu, membersihkan layar, pengaturan posisi kursor, mengendalikan layar dll menyimpan data register data yang akan ditampilkan pada LCD. Data tersebut adalah nilai ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) dari karakter yang akan ditampilkan pada LCD. Klik untuk mempelajari lebih lanjut tentang struktur internal dari LCD[12].



Gambar 2.6 Diagram Pin LCD [13]

Table 2.3 Keterangan Pin

<i>Pin No</i>	<i>Function</i>	<i>Name</i>
1	<i>Ground (0V)</i>	<i>Ground</i>
2	<i>Supply voltage; 5V (4.7V – 5.3V)</i>	<i>Vcc</i>
3	<i>Contrast adjustment; through a variable resistor</i>	<i>VEE</i>

Lanjut

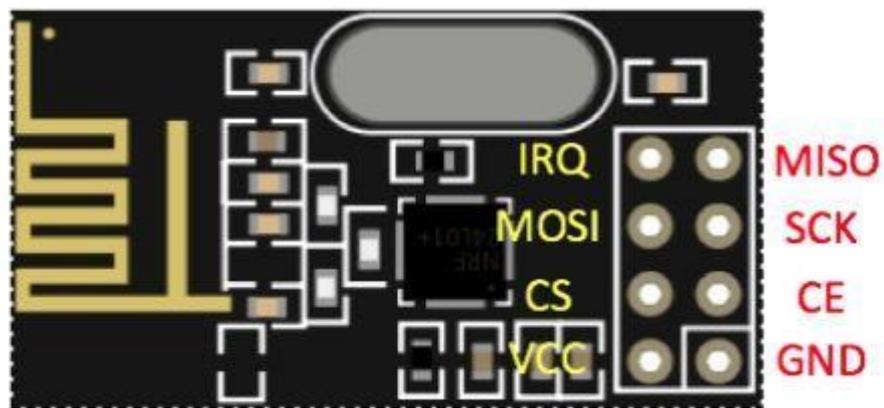
Lanjut

<i>Pin No</i>	<i>Function</i>	<i>Name</i>
4	<i>Selects command register when low; and data register when high</i>	<i>Register Select</i>
5	<i>Low to write to the register; High to read from the register</i>	<i>Read/write</i>
6	<i>Sends data to data pins when a high to low pulse is given</i>	<i>Enable</i>
7	<i>8-bit data pins</i>	<i>DB0</i>
8		<i>DB1</i>
9		<i>DB2</i>
10		<i>DB3</i>
11		<i>DB4</i>
12		<i>DB5</i>
13		<i>DB6</i>
14		<i>DB7</i>
15	<i>Backlight Vcc (5V)</i>	<i>Led+</i>
16	<i>Backlight Ground (0V)</i>	<i>Led-</i>

2.2.6 NRF24L01

NRF24L01 merupakan modul komunikasi jarak jauh yang menggunakan frekuensi pita gelombang radio 2.4-2.5 GHz ISM (*Industrial Scientific and Medical*). NRF24L01 memiliki kecepatan sampai 2Mbps dengan pilihan opsi *date rate* 250 Kbps, 1 Mbps, dan 2 Mbps. *Transceiver* terdiri dari *synthesizer* frekuensi terintegrasi, kekuatan amplifier, osilator kristal, demodulator, modulator dan *Enhanced ShockBurst*™ mesin protokol *output* daya, saluran frekuensi, dan *setup*

protokol yang mudah diprogram melalui antarmuka SPI (*Serial Peripheral Interface*).



Gambar 2.7 NRF24L01 [14]

Spesifikasi :

1. *Power supply* : 1.9-3.6V
2. *IO port working voltage* : 0-3.3V
3. *Transmitting rate* : +7dB
4. *Receiving sensitivity* : -90dB
5. *Transmission range* : 250m in open area
6. *Dimension* : 15x29mm