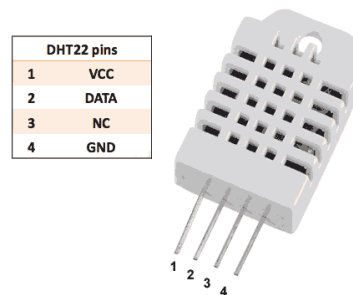


## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Perangkat Keras

#### 2.1.1 Sensor DHT22

DHT-22 atau AM2302 adalah sensor suhu dan kelembaban, sensor ini memiliki keluaran berupa sinyal digital dengan konversi dan perhitungan dilakukan oleh MCU 8-bit terpadu. Sensor ini memiliki kalibrasi akurat dengan kompensasi suhu ruang penyesuaian dengan nilai koefisien tersimpan dalam memori OTP terpadu. Sensor DHT22 memiliki rentang pengukuran suhu dan kelembaban yang luas, DHT22 mampu mentransmisikan sinyal keluaran melewati kabel hingga 20 meter sehingga sesuai untuk ditempatkan di mana saja, tapi jika kabel yang panjang di atas 2 meter harus ditambahkan *buffer capacitor* 0,33 $\mu$ F antara pin#1 (VCC) dengan pin#4 (GND).



Gambar 2.1 Bentuk fisik sensor DHT22<sup>1</sup>

Spesifikasi Teknis DHT22 / AM-2302:

- a. Catu daya: 3,3 - 6 Volt DC (tipikal 5 VDC)
- b. Sinyal keluaran: digital lewat bus tunggal dengan kecepatan 5 ms/operasi
- c. Elemen pendeteksi: kapasitor polimer (polymer capacitor)
- d. Jenis sensor: kapasitif (capacitive sensing)
- e. Rentang deteksi kelembaban : 0-100% RH (akurasi  $\pm$ 2% RH)

---

<sup>1</sup> P. Marian, "AM2302 / DHT22 Datasheet", <http://www.electroschematics.com>, <http://www.electroschematics.com/11293/am2302-dht22-datasheet/>, Akses : 15-04-2017.

- f. Rentang deteksi suhu :  $-40^{\circ}$  -  $+80^{\circ}$  Celcius (akurasi  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ )
- g. Resolusi sensitivitas :  $0,1\% \text{RH}$ ;  $0,1^{\circ}\text{C}$
- h. Histeresis kelembaban:  $\pm 0,3\% \text{RH}$
- i. Stabilitas jangka panjang:  $\pm 0,5\% \text{RH}$  / tahun
- j. Periode pemindaian rata-rata: 2 detik
- k. Ukuran:  $25,1 \times 15,1 \times 7,7 \text{ mm}$
- l. Hubungkan pin#2 (data) dari sensor ini dengan pin Digital I/O pada MCU (Microcontroller Unit).

### Komunikasi DHT22

Komunikasi dan sinyal Data bus tunggal digunakan untuk komunikasi antara MCU dan DHT22, dengan waktu 5mS untuk satu kalikomunikasi. Data terdiri dari bagian integral dan desimal, berikut ini adalah rumus untuk data

DATA = 16 bit data RH + 16 bit Data suhu + 8 bit check-sum

MCU telah menerima data 40 bit dari AM2302:

0000 0010 1000 1100 0000 0001 0101 1111 1110 1110

16bit data RH                      16bit data T                      8bit Jumlah cek

di sini pengubahan 16 bit data RH dari sistem biner ke sistem desimal,

0000 0010 1000 1100 → 652

Sistem biner                                      Sistem desimal

$\text{RH} = 652/10 = 65,2\% \text{RH}$

di sini pengubahan 16 bit data T dari sistem biner ke sistem desimal,

0000 0001 0101 1111 → 351

Sistem biner                                      Sistem desimal

$T = 351/10 = 35,1^{\circ}\text{C}$

Sum = 0000 0010 + 1000 1100 + 0000 0001 + 0101 1111 = 1110 1110

Check-sum = 8 bit terakhir dari Sum                                      = 1110 1110<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>Liu, Thomas. *Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT22 (DHT22 also named as AM2302)*. New York: Aosong Electronic, 2016. Buku elektronik PDF. <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/DHT22.pdf>

### 2.1.2 RTC DS-1307

Pengertian Komponen Real time clock (RTC) adalah DS1307 serial (RTC) adalah jam elektronik berupa chip yang dapat menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat dan menjaga/menyimpan data waktu tersebut secara real time. Karena jam tersebut bekerja real time, maka setelah proses hitung waktu dilakukan output datanya langsung disimpan atau dikirim ke device atau mikrokontroler melalui sistem antarmuka. RTC berfungsi menyimpan informasi jam terkini dari device atau mikrokontroler yang bersangkutan, RTC dilengkapi dengan baterai sebagai pemasok daya pada chip, sehingga jam akan tetap up-to-date walaupun device atau mikrokontroler dimatikan.

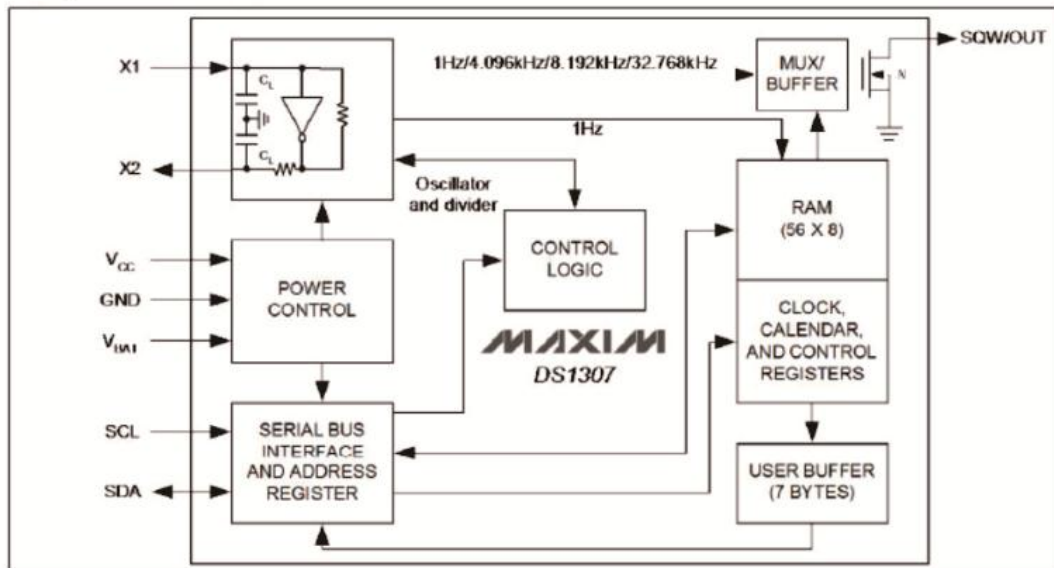
RTC memiliki urutan biner berkode biner (56 MB), 56 byte NV SRAM, data ditransfer secara serial melalui bus dua arah, untuk menyediakan informasi detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun. Tanggal pada akhir bulan disesuaikan secara otomatis selama berbulan-bulan dengan kurang dari 31 hari, termasuk koreksi untuk tahun kabisat. Jam beroperasi dalam format 24 jam atau 12 jam dengan indikator AM / PM. DS1307 beroperasi sebagai perangkat slave pada bus I2C. Akses diperoleh dengan menerapkan kondisi START dan menyediakan kode identifikasi perangkat yang diikuti oleh alamat register. Register selanjutnya dapat diakses secara berurutan sampai kondisi STOP dijalankan. Saat VCC turun di bawah  $1,25 \times V_{BAT}$ , perangkat akan mengakhiri akses yang sedang berlangsung dan mengatur ulang penghitung alamat perangkat. Masukan ke perangkat tidak akan dikenali saat ini untuk mencegah data yang keliru ditulis ke perangkat dari sistem yang tidak dapat di toleransi. DS1307 memiliki sirkuit power-sense built-in yang mendeteksi kegagalan daya dan secara otomatis beralih ke persediaan cadangan. Operasi penahanan terus berlangsung sementara bagian beroperasi dari persediaan cadangan.

Bentuk komunikasi data dari IC RTC adalah I2C yang merupakan kepanjangan dari Inter Integrated Circuit. Komunikasi jenis ini hanya

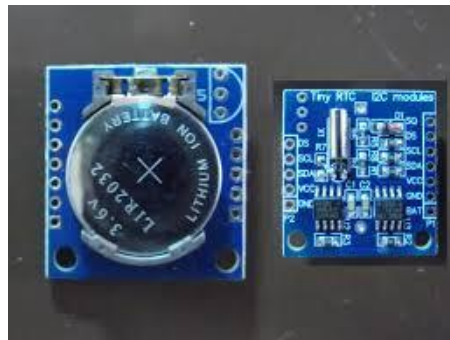
menggunakan 2 jalur komunikasi yaitu SCL dan SDA. Semua microcontroller sudah dilengkapi dengan fitur komunikasi 2 jalur.<sup>3</sup>

Diagram blok pada Gambar 2.2 menunjukkan elemen utama dari serial RTC:

### Diagram blok



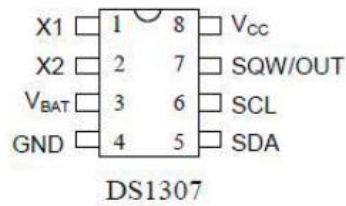
Gambar 2.2 Diagram blok RTC DS1307



Gambar 2.3 Bentuk fisik Modul RTC<sup>4</sup>

<sup>3</sup>Liu, Thomas. *DS1307 64 x 8, Serial, I2C Real-Time Clock*. New York: Maxim Integrated Products. 2015. Buku elektronik PDF. <https://proyekarduino.wordpress.com/2015/04/01/pengetahuan-dasar-rtc-ds1307/>

<sup>4</sup>Eko Wibowo, "Pengetahuan Dasar RTC DS1307", <https://proyekarduino.wordpress.com/2015/04/01/pengetahuan-dasar-rtc-ds1307/>, 15-04-2017



Gambar 2.4 Konfigurasi PIN RTC

Fungsi pin dari komponen RTC S1307 adalah sebagai berikut :

1. Pin Vcc berfungsi sebagai sumber energi listrik Utama. Tegangan kerja dari komponen ini adalah 5 volt, dan ini sesuai dengan tegangan kerja dari *microcontroller Board*.
2. Pin SQW (square wave output) berfungsi mengeluarkan sinyal salah satu dari 13 *taps* yang disediakan oleh 15 tingkat pembagi *internal* dari RTC.
3. Pin SCL berfungsi sebagai saluran clock untuk komunikasi data antara Microcontroller dengan RTC.
4. Pin SDA berfungsi sebagai saluran data untuk komunikasi data antara *Microcontroller* dengan RTC.
5. Pin GND dihubungkan ke *ground* yang dimiliki oleh komponen RTC dengan *ground* dari *battery back-up*.
6. Vbat Berfungsi sebagai saluran energi listrik dari Battery external.
7. X1 dan X2 berfungsi untuk saluran clock yang bersumber dari *crystal external* 32768kHz.<sup>5</sup>

### 2.1.3 ATmega32

#### 2.1.3.1 Sejarah Mikrokontroler

Mikrokontroler pertama kali dikenalkan oleh Texas Instrument dengan seri TMS 1000 pada tahun 1974 yang merupakan mikrokontroler 4 bit. Pada tahun 1976 Intel mengeluarkan mikrokontroler yang kelak menjadi populer dengan nama 8748 yang merupakan mikrokontroler 8 bit, yang merupakan mikrokontroler dari keluarga MCS 48.

<sup>5</sup>Isiwanto, *Belajar MIKROKOTROLLER AT89S51 dengan Bahasa C*, ANDI Yogyakarta, Yogyakarta, 2011, hlm 262.

Pada tahun 1976 Intel mengeluarkan mikrokontroler yang kelak menjadi populer dengan nama 8748 yang merupakan mikrokontroler 8 bit, yang merupakan mikrokontroler dari keluarga MCS 48. Sekarang dipasaran banyak sekali ditemui mikrokontroler mulai dari 8 bit sampai dengan 64 bit, sehingga perbedaan antara mikrokontroler dan mikroprosesor sangat tipis.

Hingga Mei 2004, mikrokontroler oleh IBM masih dikembangkan dan dipasarkan, hingga kemudian keluarga 4xx dijual ke Applied Micro Circuits Corporation, Diwaktu bersamaa, mikrokontroler juga dikembangkan dan dipasarkan oleh Motorola, yang divisi semi konduktornya dilepas untuk mempermudah pengembangan *Freescale Semi conductor*.

Saat ini mikrokontroler yang banyak beredar dipasaran adalah mikrokontroler 8 bit varian keluarga MCS51(CISC) yang dikeluarkan oleh Atmel dengan seri AT89Sxx, dan mikrokontroler AVR yang merupakan mikrokontroler RISC dengan seri ATMEGA, hingga ada vendor yang mengeluarkan jenis mikrokontroler yang dipergunakan bagi pemula yaitu ARDUINO yang memiliki beberapa type yang sekarang beredar dipasaran.<sup>6</sup>

### **2.1.3.2 Pengertian Mikrokontroler**

Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar dari suatu sistem komputer dikemas dalam satu chip IC, sehingga sering disebut single chip microcomputer sehingga bentuk yang kecil. Mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar sederhana dan menghasilkan output spesifik berdasarkan inputan yang diterima dan program yang dikerjakan. Mikrokontroler mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya. Bagian terpenting dan utama dari suatu sistem mikrokontroler adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang programmer. Program ini menginstruksikan untuk melakukan perintah dari aksi-aksi sederhana untuk melakukan tugas yang lebih kompleks yang diinginkan oleh programmer.

---

<sup>6</sup>Iwan Iwut Tritoasmoro, "Sejarah Mikrokontroler.PDF", [www.immersa-lab.com/blog](http://www.immersa-lab.com/blog) <http://www.immersa-lab.com/sejarah-mikrokontroler.htm>, Akses : 15-04-2017.

### **2.1.3.3 Prinsip Kerja Mikrokontroler**

- a. Berdasarkan data yang ada pada register program counter. Mikrokontroler mengambil data dari ROM dengan alamat sebagaimana ditunjukkan dalam program counter. Selanjutnya program counter ditambah nilainya dengan 1 secara otomatis. Data yang diambil tersebut merupakan urutan instruksi program pengendali mikrokontroler yang sebelumnya telah dituliskan oleh pembuatnya.
- b. Instruksi tersebut diolah dan dijalankan. Proses pengerjaan bergantung pada jenis instruksi, bisa membaca, mengubah nilai-nilai dalam register, RAM, isi port atau melakukan pembacaan dan dilanjutkan dengan perubahan data.
- c. Program counter telah berubah nilainya (baik karena penambahan secara otomatis sebagaimana dijelaskan pada langkah ke1 di atas atau karena perubahan data pada langkah ke2). Selanjutnya yang dilakukan mikrokontroler adalah mengulang kembali siklus ini pada langkah ke1. Demikian seterusnya hingga catu daya dimatikan.

### **2.1.3.4 Kelebihan Mikrokontroler**

- a. Mikrokontroler tersusun dalam satu chip dimana prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem.
- b. Sistem running bersifat berdiri sendiri tanpa tergantung dengan komputer untuk download perintah instruksi atau program. Langkah-langkah untuk mendownload program dengan mikrokontroler sangat mudah digunakan karena tidak menggunakan banyak perintah.
- c. Pada mikrokontroler tersedia fasilitas tambahan untuk pengembangan memori dan I/O yang disesuaikan dengan kebutuhan sistem.

- d. Penggerak pada mikrokontroler ini menggunakan beberapa bahasa pemrograman.
- e. Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas
- f. Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi
- g. Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak.
- h. Harga untuk memperoleh alat ini lebih murah dan mudah didapat.<sup>7</sup>

### 2.1.3.5 Pengertian ATmega32

ATmega32 adalah mikrokontroler 8bit dari keluarga AVR dengan kapasitas penyimpanan *programmable flash* sebesar 32KB. ATmega32 merupakan salah satu produk IC mikrokontroler dari perusahaan yaitu ATMEL. Nama AVR sendiri berasal dari singkatan *Alf and Vegard's Risc Processor*. Nama *Alf* dan *Vegard* di ambil dari nama perancang arsitekturnya *Alf-Egil Bogen* dan *Vegard Wollan*. Sedangkan kata *Risc Processor* menandakan mikrokontroler ini termasuk jenis mikrokontroler dengan instruksi set terbatas atau *Reduced Instruction Set Computer* (RISC).

Mikrokontroler AVR dikelompokkan menjadi beberapa jenis, yaitu TinyAVR, MegaAVR, XMEGA AVR, AVR32, UC3 dan AVR32 AP7. Pengelompokan ini didasarkan pada ukuran fisik, jumlah memory, peripheral dan fiturnya. TinyAVR merupakan kelompok terendah sedangkan AVR32 AP7 merupakan jenis tertinggi. Kelompok MegaAVR merupakan yang paling populer dikalangan komunitas mikrokontroler di Indonesia. Contoh mikrokontroler yang termasuk kedalam MegaAVR adalah ATmega8, ATmega8515, ATmega8535, ATmega16, ATmega32 dan ATmega328p.

ATmega32 merupakan seri terkini dari kelompok MegaAVR. ATmega32 merupakan penerus dari generasi ATmega8 dan ATmega16. Sebagai generasi terbaru, ATmega32 tentu memiliki fitur yang lebih

---

<sup>7</sup>Esti Yuliana, "Pengertian Mikrokontroler", [www.teknikinformatika-esti.blogspot.co.id](http://www.teknikinformatika-esti.blogspot.co.id), <http://teknikinformatika-esti.blogspot.co.id/2011/03/pengertian-mikrokontroler.html>, Akses : 15-04-2017.



canggih dibanding dengan generasi sebelumnya. ATmega32 memiliki kapasitas memory programmable flash sebesar 32kb, dua kali lebih besar dari ATmega16. Selain itu ATmega32 juga memiliki EEPROM dan RAM dua kali lebih besar dari ATmega16 yakni EEPROM sebesar 1KB dan SRAM sebesar 2KB.<sup>8</sup>

### **2.1.3.6 Fungsi dan Kelebihan ATmega32**

1. ATmega32 memiliki kinerja yang tinggi dengan daya rendah pada keluarga Atmel AVR mikrokontroler 8 bit.
2. Advanced RISC Architecture
  - a. 131 Powerful Instructions-Most Single-clock Cycle Execution.
  - b. 32x8 General Purpose Working Registers.
  - c. Fully Static Operation.
  - d. Up to 16 MIPS Throughput at 16MHz
  - e. On-chip 2-cycle Multiplier
3. High Endurance Non-volatile Memory segments
  - a. 32Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory.
  - b. 1024Bytes EEPROM.
  - c. 2Kbytes Internal SRAM.
  - d. Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - e. Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25 derajat Celcius
  - f. Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits In-System Programming by On-chip Boot Program True Read-While-Write Operation.
  - g. Programming Lock for Software Security
4. JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface.
  - a. Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard.
  - b. Extensive On-chip Debug Support.

---

<sup>8</sup>Eko Purnomo, "mikrokontroler avr atmega32.PDF", [www.nulis-ilmu.com](http://www.nulis-ilmu.com), <http://www.nulis-ilmu.com/2015/09/mikrokontroler-avr-atmega32.html>, Akses : 15-04-2017.

- c. Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface.
5. Peripheral Features
- a. Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes.
  - b. One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode.
  - c. Real Time Counter with Separate Oscillator.
  - d. Four PWM Channels.
  - e. 8 channel, 10-bit ADC:
    - a) 8 Single-ended Channels.
    - b) 7 Differential Channels in TQFP Package Only.
    - c) 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x.
  - f. Byte-oriented Two-wire Serial Interface.
  - g. Programmable Serial USART.
  - h. Master/Slave SPI Serial Interface.
  - i. Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator.
  - j. On-chip Analog Comparator.
6. Special Microcontroller Features.
- a. Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection.
  - b. Internal Calibrated RC Oscillator.
  - c. External and Internal Interrupt Sources.
  - d. Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby.
7. I/O and Packages.
- a. 32 Programmable I/O Lines.
  - b. 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFN/MLF.
8. Operating Voltages
- a. 2.7V - 5.5V for ATmega32L.
  - b. 4.5V - 5.5V for ATmega32.

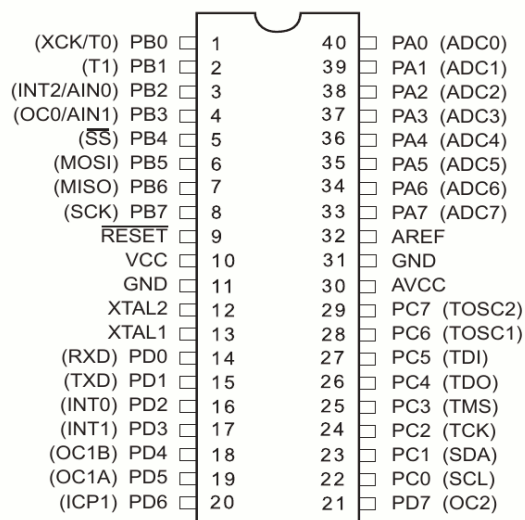
9. Speed Grades.
  - a. 0 - 8MHz for ATmega32L.
  - b. 0 - 16MHz for ATmega32.
10. Power Consumption at 1MHz, 3V, 25 derajat Celcius.
  - a. Active: 1.1mA.
  - b. Idle Mode: 0.35mA.
  - c. Power-down Mode: <math>1\mu A</math>.

### 2.1.3.7 Konfigurasi PIN ATmega32

IC ATMEGA32 memiliki 32 pin GPIO (General Purpose Input Output). Ketigapuluh dua pin ini bisa diprogram dalam berbagai fungsi seperti ADC, UART, INTERRUPT dan TIMER. Proses download program flash memori melalui sistem ISP (In System Programming) juga dilakukan melalui GPIO ini.

Secara fisik, Mikrokontroler ATMEGA32 dikemas dalam dua model, yaitu PDIP 40 pin dan TQFP 44 pin. Kemasan PDIP atau singkatan dari Plastic Dual In Line Package adalah yang umum kita pakai yaitu kemasan dengan dua buah kaki berjajar masing-masing 20 pin. Sedangkan kemasan TQFP atau singkatan dari Thin Quad Flat Pack adalah kemasan model SMD (Surface Mount Device) yang umum dipakai pada produk pabrik.

Konfigurasi pin dari IC ATMEGA32 model PDIP 40 pin:



Gambar 2.5 konfigurasi pin Atmega32

Secara fungsional konfigurasi pin ATMega32 adalah sebagai berikut:

- a. VCC - Tegangan sumber
- b. GND (Ground) - Ground
- c. Port A (PA7 – PA0)

Port A adalah 8-bit port I/O yang bersifat bi-directional dan setiap pin memiliki internal pull-up resistor. Output buffer port A dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA. Ketika port A digunakan sebagai input dan di pull-up secara langsung, maka port A akan mengeluarkan arus jika internal pull-up resistor diaktifkan. Pin-pin dari port A memiliki fungsi khusus yaitu dapat berfungsi sebagai channel ADC (Analog to Digital Converter) sebesar 10 bit.<sup>9</sup>

Tabel 2.1 Fungsi khusus port A

Port	Alternate Function
PA7	ADC7 (ADC input channel 7)
PA6	ADC6 (ADC input channel 6)
PA5	ADC5 (ADC input channel 5)
PA4	ADC4 (ADC input channel 4)
PA3	ADC3 (ADC input channel 3)
PA2	ADC2 (ADC input channel 2)
PA1	ADC1 (ADC input channel 1)
PA0	ADC0 (ADC input channel 0)

- d. Port B (PB7 – PB0)

Port B adalah 8-bit port I/O yang bersifat bi-directional dan setiap pin mengandung internal pull-up resistor. Output buffer port B dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA. Ketika port B digunakan sebagai input

<sup>9</sup>FMPunya Inspirasiku, "DASAR TEORI MIKROKONTROLLER ATMEGA 32", [www. fmpunya.blogspot.co.id](http://fmpunya.blogspot.co.id), <http://fmpunya.blogspot.co.id/p/blog-page.html>, 15-04-2017.

dan di pull-down secara external, port B akan mengalirkan arus jika internal pull-up resistor diaktifkan. Pin-pin port B memiliki fungsi-fungsi khusus, diantaranya :

- a. SCK port B, bit 7 = Input pin clock untuk up/downloading memory.
- b. MISO port B, bit 6 = Pin output data untuk uploading memory.
- c. MOSI port B, bit 5 = Pin input data untuk downloading memory.

Tabel 2.2 Fungsi khusus port B

Port	Alternate Function
<b>PB7</b>	SCK (SPI Bus Serial Clock)
<b>PB6</b>	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
<b>PB6</b>	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input)
<b>PB5</b>	SS (SPI Slave Select Input)
<b>PB3</b>	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) OCO (Timer/Counter0 Output Compare Match Output)
<b>PB2</b>	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) INT2 (External Interrupt 2 Input)
<b>PB1</b>	T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)
<b>PB0</b>	T0 (Timer/Counter External Counter Input) XCK (USART External Clock Input/Output)

- e. Port C (PC7 – PC0)

Port C adalah 8-bit port I/O yang berfungsi bi-directional dan setiap pin memiliki internal pull-up resistor. Output buffer port C dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA. Ketika port C digunakan sbagai input dan di pull-down secara langsung, maka port C akan mengeluarkan arus jika internal pull-up resistor diaktifkan.

Tabel 2.3 Fungsi khusus port C

<b>Port</b>	<b>Alternate Function</b>
<b>PC7</b>	TOSC2 (Timer Oscillator Pin 2)
<b>PC6</b>	TOSC1 (Timer Oscillator Pin 1)
<b>PC6</b>	TD1 (JTAG Test Data In)
<b>PC5</b>	TD0 (JTAG Test Data Out)
<b>PC3</b>	TMS (JTAG Test Mode Select)
<b>PC2</b>	TCK (JTAG Test Clock)
<b>PC1</b>	SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)
<b>PC0</b>	SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)

f. Port D (PD7 – PD0)

Port D adalah 8-bit port I/O yang berfungsi bi-directional dan setiap pin memiliki internal pull-up resistor. Output buffer port D dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA. Ketika port D digunakan sebagai input dan di pull-down secara langsung, maka port D akan mengeluarkan arus jika internal pull-up resistor diaktifkan. Fungsi-fungsi khusus pin-pin port D dapat ditabelkan seperti yang tertera pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.4 Fungsi khusus port D

<b>Port</b>	<b>Alternate Function</b>
<b>PD7</b>	OC2 (Timer / Counter2 Output Compare Match Output)
<b>PD6</b>	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Pin)
<b>PD6</b>	OCIB (Timer/Counter1 Output Compare B Match Output)
<b>PD5</b>	TD0 (JTAG Test Data Out)
<b>PD3</b>	INT1 (External Interrupt 1 Input)
<b>PD2</b>	INT0 (External Interrupt 0 Input)

<b>PD1</b>	TXD (USART Output Pin)
<b>PD0</b>	RXD (USART Input Pin)

## 2.1.4 LCD 2x16

### 2.1.4.1 Pengertian LCD

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (Liquid Cristal Display) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (Liquid Cristal Display) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

Material LCD (Liquid Cristal Display) LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.

Register control yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah.

- a. Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD (Liquid Cristal Display) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD (Liquid Cristal Display) dapat dibaca pada saat pembacaan data.
- b. Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau ke DDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data

tersebut keDDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.<sup>10</sup>

### 2.1.4.2 Bentuk Fisik dan konfigurasi LCD



Gambar 2.6 Bentuk fisik dan konfigurasi LCD 2 x 16

Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD (Liquid Cristal Display) diantaranya adalah :

Tabel 2.5 konfigurasi LCD 2 x 16<sup>11</sup>

Pin	Nama	Keterangan
1	VCC	+5V
2	GND	0V
3	VEE	Tegangan Kontras LCD
4	RS	Register Select
5	R/W	1 = Read, 0 = Write
6	E	Enable Clock LCD
7	D0	Data Bus 0

<sup>10</sup>Elektronika Dasar, "LCD (Liquid Cristal Display)", <http://elektronika-dasar.web.id>, <http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>, 16-04-2017.

<sup>11</sup> BELAJAR ROBOT, "Rangkaian LCD 2x16 Lengkap.PDF", <http://roboticbasics.co.id/>, <http://roboticbasics.blogspot.co.id/2016/06/rangkaian-lcd-2x16-lengkap-dengan-program-arduino.html>, 16-04-2017.



8	D1	Data Bus 1
9	D2	Data Bus 2
10	D3	Data Bus 3
11	D4	Data Bus 4
12	D5	Data Bus 5
13	D6	Data Bus 6
14	D7	Data Bus 7
15	Anoda	Tegangan Positif Backlight
16	Katoda	Tegangan Negatif Backlight

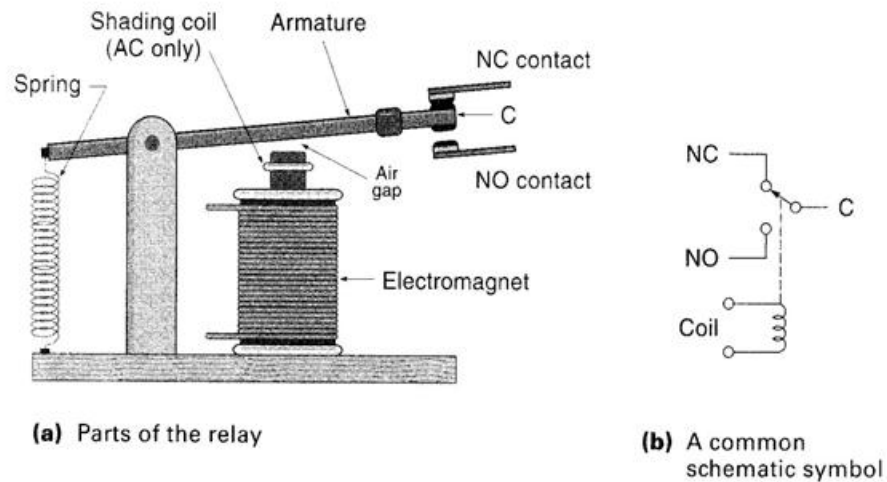
## 2.1.5 Relay

### 2.1.5.1 Pengertian Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Elektromekanikal (*Electromechanical*) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

coil adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedangkan contact adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di coil. Contact ada 2 jenis : Normally Open (kondisi awal sebelum diaktifkan open), dan Normally Closed (kondisi awal sebelum diaktifkan close). Secara sederhana berikut ini prinsip kerja dari relay : ketika Coil mendapat energi listrik (*energized*), akan timbul gaya

elektromagnet yang akan menarik armature yang berpegas, dan contact akan menutup.<sup>12</sup>



Gambar 2.7 Skema relay elektromekanik<sup>13</sup>

Keterangan Gambar:

- a. Rangkaian listrik (hardware)
- b. Program (software)

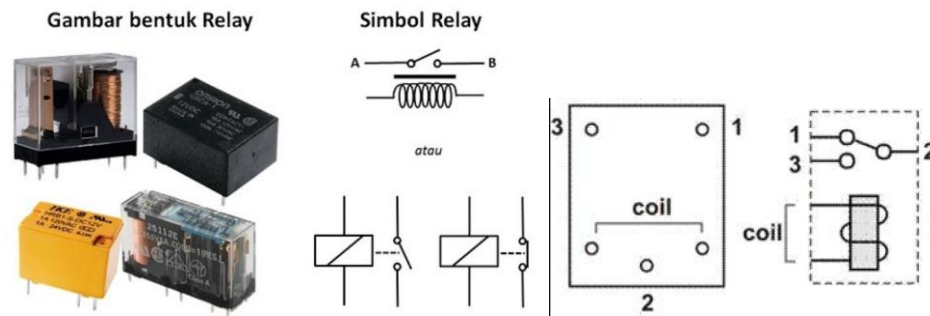
Beberapa fungsi Relay yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan Elektronika diantaranya adalah :

- a. Relay digunakan untuk menjalankan Fungsi Logika (Logic Function)
- b. Relay digunakan untuk memberikan Fungsi penundaan waktu (Time Delay Function)
- c. Relay digunakan untuk mengendalikan Sirkuit Tegangan tinggi dengan bantuan dari Signal Tegangan rendah.
- d. Ada juga Relay yang berfungsi untuk melindungi Motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan Tegangan ataupun hubung singkat (Short).

### 2.1.5.2 Bentuk fisik Relay

<sup>12</sup> Wicaksono.Handy, Relay – Prinsip dan Aplikasi.PDF. Teknik Elektro - Universitas Kristen Petra. Buku elektronik PDF.<https://learnautomation.files.wordpress.com/2009/08/modul.keseluruhan-automasi-1-1-bab-2.pdf>

<sup>13</sup> Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996)



Gambar 2.8 Bentuk fisik Relay<sup>14</sup>

Pin 1, 2, 3 adalah pin-pin kontak. Jika coil diberi tegangan, inti akan bersifat magnet dan akan menarik lempeng kontak 2 sehingga menempel dengan kontak 3, Kontak 2 dan 3 pun tersambung. Jika pemberian tegangan dihentikan, maka sifat magnet inti pun akan terhenti dan lempeng pin 2 akan kembali ke posisi semula, yaitu menempel ke pin 1, maka pin 2 tersambung ke pin 1.

## 2.1.6 Motor

### 2.1.6.1 Exhaust

Exhaust berfungsi untuk menghisap udara di dalam ruang untuk dibuang ke luar, dan pada saat bersamaan menarik udara segar di luar ke dalam ruangan. Selain itu exhaust juga bisa mengatur volume udara yang akan disirkulasikan pada ruang. Supaya sehat setiap ruang butuh sirkulasi udara berbeda sesuai dengan fungsinya. Misalnya, ruang tidur butuh pergantian udara 2 – 4 kali per jam, kamar mandi 6 – 10 kali, dan dapur 10 – 15 kali. Untuk ruangan ber-AC, exhaust fan adalah pasangan yang saling melengkapi.<sup>15</sup>

<sup>14</sup>Teknik Elektronika, Pengertian Relay dan Fungsinya, <http://teknikelektronika.com/>, <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>, 16-04-2017.

<sup>15</sup>dinoyudha, "EXHAUST FAN", <https://dinoyudha.wordpress.com>, <https://dinoyudha.wordpress.com/2009/05/28/exhaust-fan-mempercepat-sirkulasi-udara-di-rumah/>, 16-04-2017.

### 2.1.6.2 Pompa air

Pompa air bekerja menghisap air dari tempat yang lebih rendah dan mendorong air tersebut ke tempat yang tinggi atau penampung air. Setiap pompa air dilengkapi dengan peralatan otomatis yang berguna untuk memudahkan kita pada saat pengoperasian dan tidak memerlukan aktifitas menghidupkan ataupun mematikan pompa, karena sudah ada sensor otomatis yang bekerja berdasarkan tekanan yang terdapat pada pipa atau saluran air pada keluaran pompa. Pada mesin pompa air ada saluran hisap dan ada saluran buang, alat otomatis atau sensornya menggunakan sensor tekanan atau disebut juga *Pressure Switch* dan dipasang pada tabung pada saluran keluaran pompa. Ketika pompa dihidupkan atau dihubungkan dengan listrik, maka pompa akan berputar sehingga dibagian dalam pompa terjadi *vaccum* karena adanya perbedaan tekanan, sehingga air yang ada didalam tanah akan terhisap naik.<sup>16</sup>

### 2.1.7 Catu Daya

Catu Daya adalah sesuatu yang menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya Catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik dengan tegangan berbeda dan yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika. Tegangan listrik ini di bedakan dua jenis, yaitu catu daya DC dan catu daya AC

#### 2.1.7.1 Catu Daya DC

Arus listrik DC (Direct current) merupakan arus listrik searah. Pada awalnya aliran arus pada listrik DC dikatakan mengalir dari ujung positif menuju ujung negatif. Pengamatan yang dilakukan oleh para ahli menunjukkan bahwa pada arus searah merupakan arus yang alirannya dari negatif (elektron) menuju kutub positif. Aliran-aliran ini menyebabkan

---

<sup>16</sup> PT. FIRMAN Indonesia, "Pengertian Pompa", <http://www.pompaairfirman.com>, <http://www.pompaairfirman.com/blog/pengertian-pompa>, 16-04-2017.

timbulnya lubang-lubang bermuatan positif yang terlihat mengalir dari positif ke negatif.

### **2.1.7.2 Catu Daya AC**

Arus listrik AC (alternating current), merupakan listrik yang besarnya dan arah arusnya selalu berubah-ubah dan bolak-balik. Arus listrik AC akan membentuk suatu gelombang yang dinamakan dengan gelombang sinus atau lebih lengkapnya sinusoida. Di Indonesia sendiri listrik bolak-balik (AC) dipelihara dan berada dibawah naungan PLN, Indonesia menerapkan listrik bolak-balik dengan frekuensi 50Hz. Tegangan standar yang diterapkan di Indonesia untuk listrik bolak-balik 1 (satu) fasa adalah 220 volt. Tegangan dan frekuensi ini terdapat pada rumah anda, kecuali jika anda tidak berlangganan listrik PLN.

## **2.2 Perangkat Lunak**

### **2.2.1 Bahasa C**

Tahun 1978, Brian W. Kerninghan & Dennis M. Ritchie dari AT & T Laboratories mengembangkan bahasa B menjadi bahasa C. Bahasa B yang diciptakan oleh Ken Thompson sebenarnya merupakan pengembangan dari bahasa BCPL (Basic Combined Programming Language) yang diciptakan oleh Martin Richard.

Sejak tahun 1980, bahasa C banyak digunakan pemrogram di Eropa yang sebelumnya menggunakan bahasa B dan BCPL. Dalam perkembangannya, bahasa C menjadi bahasa paling populer diantara bahasa lainnya, seperti PASCAL, BASIC, FORTRAN.

Tahun 1989, dunia pemrograman C mengalami peristiwa penting dengan dikeluarkannya standar bahasa C oleh American National Standards Institute (ANSI). Bahasa C yang diciptakan Kerninghan &

Ritchie kemudian dikenal dengan nama ANSI C.

Mulai awal tahun 1980, Bjarne Stroustrup dari AT & T Bell Laboratories mulai mengembangkan bahasa C. Pada tahun 1985, lahirlah secara resmi bahasa baru hasil pengembangan C yang dikenal dengan nama C++. Sebenarnya bahasa C++ mengalami dua tahap evolusi. C++ yang pertama, dirilis oleh AT&T Laboratories, dinamakan cfront. C++ versi kunoini hanya berupa kompiler yang menterjemahkan C++ menjadi bahasa C.

Pada evolusi selanjutnya, Borland International Inc. mengembangkan kompiler C++ menjadi sebuah kompiler yang mampu mengubah C++ langsung menjadi bahasa mesin (assembly). Sejak evolusi ini, mulai tahun 1990 C++ menjadi bahasa berorientasi obyek yang digunakan oleh sebagian besar pemrogram profesional.

### **Pengertian Pemrograman Bahasa C**

Bahasa C adalah suatu bahasa pemrograman. Bahasa C termasuk sebagai bahasa pemrograman tingkat menengah, maksudnya bahasa C bisa dipelajari dengan lebih mudah karena mudah dimengerti tetapi mempunyai kemampuan yang tinggi. Bahasa C bisa digunakan untuk merekayasa program untuk segala kebutuhan, baik untuk aplikasi bisnis, matematis atau bahkan game. Bahasa Pemrograman C merupakan turunan / varian / keluarga dari Bahasa C seperti: C ++, Java Script, PHP, Java, perl dan lain sebagainya. Bisa juga dibilang bahasa C adalah induk dari bahasa pemrograman saat ini.

### **Bagian-bagian dalam pemograman BahasaC**

a. Fungsi utama

Merupakan fungsi yang menjadi inti dari program dan merupakan awal dan akhir eksekusi. Fungsi ini harus ada dalam setiap program. Tanda kurawal buka (merupakan tanda awal fungsi main dan tanda kurawal tutup) merupaka tanda berakhirnya fungsi main.

b. Preprocessor directive/header file

Preprocessor directive merupakan suatu pernyataan yang akan diikutsertakan dalam program, dimana pernyataan tersebut akan di-compile sebelum proses kompilasi yang sebenarnya dilakukan.

c. Deklarasi

Deklarasi diperlukan bila kita akan menggunakan pengenalan (identifikasi) dalam program. Identifikasi dapat berupa variabel, konstanta dan fungsi.

d. Konstanta

Konstanta merupakan suatu nilai yang tidak dapat diubah selama proses program berlangsung. Konstanta nilainya selalu tetap.

e. Variabel

Variabel adalah suatu pengenalan (identifikasi) yang digunakan untuk mewakili suatu nilai tertentu di dalam proses program. Berbeda dengan konstanta yang nilainya selalu tetap, nilai dari suatu variabel bisa diubah-ubah sesuai kebutuhan.

### **Aturan umum penulisan Bahasa C :**

- a. membedakan penulisan huruf besar dan kecil.
- b. Untuk memberi komentar pada suatu statement (keadaan), dapat menggunakan `/*` di awal dan `*/` di akhir atau `//` dalam satu baris.
- c. Awal dan akhir subrutine atau fungsi harus diapit kurung kurawal (`{ }`)
- d. Setiap statement harus diakhiri tanda titik koma, kecuali statement yang diawali oleh tanda kres `"#"`
- e. Setiap variabel yang digunakan wajib dideklarasikan terlebih dahulu.
- f. Untuk bahasa C setiap melakukan proses input dan output data harus selalu menyertakan format datanya.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup>Mas Sugeng, "Sejarah Bahasa Pemrograman C.PDF", <http://gudang-sejarah.blogspot.co.id>, <http://gudang-sejarah.co.id/2009/11/sejarah-bahasa-pemrograman-c.html>, 17-04-2017.

### 2.2.2 Aplikasi Bascom AVR

BASCOM AVR adalah salah satu tool untuk pengembangan / pembuatan program untuk kemudian ditanamkan dan dijalankan pada mikrokontroler terutama mikrokontroler keluarga AVR . BASCOM AVR juga bisa disebut sebagai IDE (Integrated Development Environment) yaitu lingkungan kerja yang terintegrasi, karena disamping tugas utamanya meng-compile kode program menjadi file hex / bahasa mesin, BASCOM AVR juga memiliki kemampuan / fitur lain yang berguna sekali seperti monitoring komunikasi serial dan untuk menanamkan program yang sudah di compile ke mikrokontroler.

BASCOM AVR menyediakan pilihan yang dapat mensimulasikan program. Program simulasi ini bertujuan untuk menguji suatu aplikasi yang dibuat dengan pergerakan LED yang ada pada layar simulasi dan dapat juga langsung dilihat pada LCD, jika kita membuat aplikasi yang berhubungan dengan LCD. Intruksi yang dapat digunakan pada editor BASCOM AVR relatif cukup banyak dan tergantung dari tipe dan jenis AVR yang digunakan. Berikut ini adalah beberapa perintah intruksi-intruksi dasar yang digunakan pada BASCOM AVR.<sup>18</sup>

### 2.2.3 Aplikasi perancangan rangkaian (PROTEUS)

*Proteus* adalah sebuah perangkat lunak untuk mendesain PCB yang dilengkapi dengan simulasi pspice pada level skematik sebelum rangkaian skematik diupgrad ke PCB, sehingga proteus mengkombinasikan program ISIS untuk membuat skematik desain rangkaian dengan program ARES untuk membuat layout PCB dari skematik. *Software* ini bagus digunakan untuk desain rangkaian mikrokontroller.

---

<sup>18</sup>Dheni yulistianto, "Pengertian Bascom AVR", <http://dheni-yulistianto.blogspot.co.id>, <http://dheni-yulistianto.blogspot.co.id/2013/07/pengertian-bascom-avr.html>, 17-04-2017.



Pengenalan ARES. ARES (Advanced Routing and Editing Software) digunakan untuk membuat modul layout PCB. Adapun fitur-fitur dari ARES adalah sebagai berikut :

- a. Memiliki database dengan tingkat keakuratan 32-bit dan memberikan resolusi sampai 10 nm, resolusi angular 0,1 derajat dan ukuran maksimum board sampai kurang lebih 10 m. ARES mendukung sampai 16 layer.
- b. Terintegrasi dengan program pembuat skematik ISIS, dengan kemampuan untuk menentukan informasi routing pada skematik.
- c. Visualisasi board 3-Dimensi.
- d. Penggambaran 2-Dimensi dengan simbol library.

Fitur-fitur dari *proteus* adalah sebagai berikut :

- a. Memiliki kemampuan untuk mensimulasikan hasil rancangan baik digital maupun analog maupun gabungan keduanya, mendukung simulasi yang menarik dan simulasi secara grafis.
- b. Mendukung simulasi berbagai jenis mikrokontroler seperti PIC, 8051 series.
- c. Memiliki model-model peripheral yang interactive seperti LED, tampilan LCD, RS232, dan berbagai jenis library lainnya.
- d. Mendukung instrument-instrument virtual seperti voltmeter, ammeter, oscilloscope, logic analyser, dan berbagai jenis lainnya.
- e. Memiliki kemampuan menampilkan berbagai jenis analisis secara grafis seperti transient, frekuensi, noise, distorsi, AC, DC dan berbagai jenis lainnya.
- f. Mendukung berbagai jenis komponen-komponen analog.
- g. Mendukung *open architecture* sehingga kita bisa memasukkan program seperti bahasa C atau bahasa C++ untuk keperluan simulasi.

- h. Mendukung pembuatan PCB yang di-update secara langsung dari program ISIS ke program pembuat PCB-ARES.<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup>afrian H. M. , “Pengenalan Proteus (Software Simulasi & Desain PCB)”, <http://shafrianhakikamaris.blogspot.co.id>, [http://shafrianhakikamaris.PDF.co.id/2015/05/pengenalan-proteus-software-simulasi\\_20.html](http://shafrianhakikamaris.PDF.co.id/2015/05/pengenalan-proteus-software-simulasi_20.html), 17-04-2017.