BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor

Sensor adalah alat untuk mendeteksi / mengukur suatu besaran fisis berupa variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia dengan diubah menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor itu sendiri terdiri dari transduser dengan atau tanpa penguat/pengolah sinyal yang terbentuk dalam satu sistem pengindera. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh kontroller sebagai otaknya.

D Sharon, dkk (1982), mengatakan sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya.

Dalam memilih peralatan sensor dan transduser yang tepat dan sesuai dengan sistem yang akan disensor maka perlu diperhatikan persyaratan umum sensor berikut ini :

Linearitas

Ada banyak sensor yang menghasilkan sinyal keluaran yang berubah secara kontinyu sebagai tanggapan (response) terhadap masukan yang berubah secara kontinyu.

Sensitivitas

Sensitivitas akan menunjukan seberapa jauh kepekaan sensor terhadap kuantitas yang diukur.

Tanggapan Waktu (*time response*)

Tanggapan waktu pada sensor menunjukan seberapa cepat tanggapannya terhadap perubahan masukan. [1]

[1] Karim,Syaiful. 2013. *Sensor dan Aktuator*. Jakarta : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.

2.1.1 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip kerja pantulan gelombang suara, dimana sensor menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkap kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindra. Perbedaan waktu antara gelombang suara yang dipancarkan dan diterima kembali adalah berbanding lurus dengan jarak atau tinggi objek yang memantulkannya.

Sensor ultrasonik pada umumnya digunakan untuk menentukan jarak sebuah objek. Sensor ultrasonik mempunyai kemampuan mendeteksi objek lebih jauh terutama untuk benda-benda yang keras. Pada benda-benda yang keras yang mempunyai permukaan yang kasar gelombang ini akan dipantulkan lebih kuat dari pada benda yang permukaannya lunak. Tidak seperti pada sensor-sensor lain seperti inframerah atau sensor laser. Sensor ultrasonik ini memiliki jangkauan deteksi yang relatif luas. Sehingga dengan demikian untuk jarak deteksi yang didapat tanpa menggunakan pengolahan lanjutan.

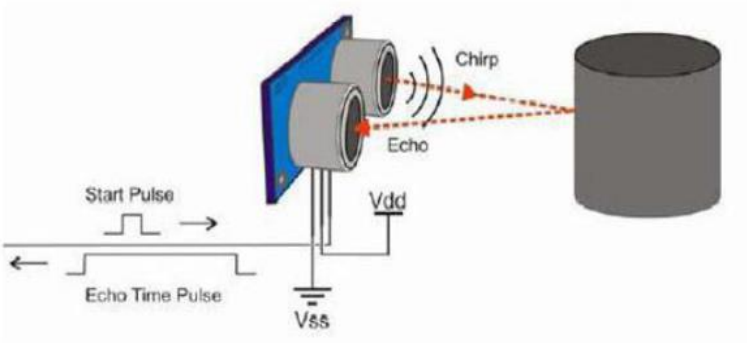
Pada perancangan alat ini digunakan sebuah sensor untuk membantu proses pembacaan level air pada Akuarium yaitu sensor ultrasonik. Adapun jenis sensor yang dipakai pada rancang bangun alat ini adalah sensor jarak ultrasonik ping.

2.1.2 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

Frekuensi kerja sensor ultrasonik pada daerah di atas gelombang suara dari 40 KHz – 400 KHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal *piezoelectric* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak – balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal *piezoelectric* akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek *piezoelectric*. Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya). Pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada objek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek

piezoelectric menghasilkan sebuah tegangan bolak – balik dengan frekuensi yang sama. Besar amplitudo sinyal elektrik yang dihasilkan unit sensor penerima tergantung dari jauh dekatnya objek yang dideteksi serta kualitas dari sensor pemancar dan sensor penerima.

Untuk lebih jelas tentang prinsip kerja dari sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 2.1.

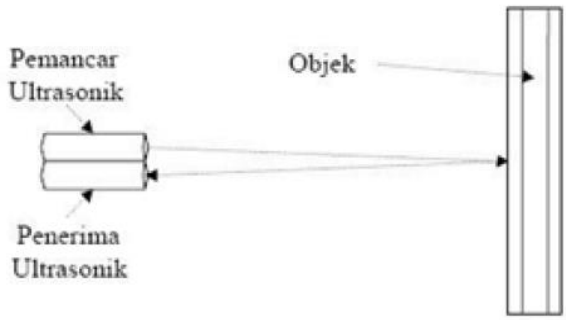


Gambar 2.1 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

(Sumber : Oktarima. 2013. Rancang Bangun Pengukur Level Tanki Bahan Bakar pada SPBU dengan Aplikasi Mikrokontroler Berbasis Teamviewer. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.)

Proses *sensoring* yang dilakukan pada sensor ini menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan objek sasaran. Jarak antara sensor tersebut dihitung dengan cara mengalikan setengah waktu yang digunakan oleh sinyal ultrasonik dalam perjalanannya dari rangkaian pengirim (Tx) sampai diterima oleh rangkaian penerima (Rx) dengan kecepatan rambat dari sinyal ultrasonik tersebut pada media rambat yang digunakannya, yaitu udara. Waktu dihitung ketika pemancar aktif dan sampai ada input dari rangkaian penerima dan bila pada melebihi batas waktu tertentu rangkaian penerima tidak ada sinyal input maka dianggap tidak ada halangan didepannya. Prinsip pantulan dari sensor ultrasonik ini dapat dilihat pada Gambar 2.2. [2]

[2] Oktarima. 2013. Rancang Bangun Pengukur Level Tanki Bahan Bakar pada SPBU dengan Aplikasi Mikrokontroler Berbasis Teamviewer. Palembang. : Politeknik Negeri Sriwijaya.



Gambar 2.2 Prinsip Pemantulan Sensor Ultrasonik

(Sumber : Oktarima. 2013. Rancang Bangun Pengukur Level Tanki Bahan Bakar pada SPBU dengan Aplikasi Mikrokontroler Berbasis Teamviewer. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.)

2.1.3 Sensor ping parallax

Gambar 2.3 Sensor Ping Parallax

(Sumber : Sutrisno, Wahyu Tri. 2010. Tugas Akhir: Sensor Ping Parallax Sebagai Pengukur Jarak pada Robot Cerdas Pemadam Api Berbasis Mikrokontroler Atmega8535. Diploma III Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret: Surakarta)

Sensor ping parallax merupakan sensor ultrasonik yang dapat mendeteksi jarak obyek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz dan kemudian mendeteksi pantulannya.

Sensor ping dapat mengukur jarak dengan presisi antara 2 cm sampai 300 cm. keluaran dari sensor ping berupa pulsa yang lebarnya merepresentasikan jarak. Lebar pulsanya bervariasi dari 115 uS sampai 18,5 mS. Ping terdiri dari sebuah chip pembangkit sinyal 40KHz, sebuah speaker ultrasonik dan sebuah mikropon

ultrasonik. Speaker ultrasonik mengubah sinyal 40 KHz menjadi suara sementara mikropon ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pantulan suaranya.

Pin signal dapat langsung dihubungkan dengan mikrokontroler tanpa tambahan komponen apapun. Ping hanya akan mengirimkan suara ultrasonik ketika ada pulsa trigger dari mikrokontroler (Pulsa high selama 5uS). Suara ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40KHz akan dipancarkan selama 200uS. Suara ini akan merambat di udara dengan kecepatan 344.424m/detik (atau 1cm setiap 29.034uS), mengenai objek untuk kemudian terpantul kembali ke Ping. Selama menunggu pantulan, Ping akan menghasilkan sebuah pulsa. Pulsa ini akan berhenti (low) ketika suara pantulan terdeteksi oleh Ping. Oleh karena itulah lebar pulsa tersebut dapat merepresentasikan jarak antara Ping dengan objek.

Sensor ping memiliki 3 buah pin, pin VCC, GND dan SIG Konfigurasi pin ping parallax terlihat pada tabel 2.1. [3]

Tabel 2.1 Pin-pin ping parallax

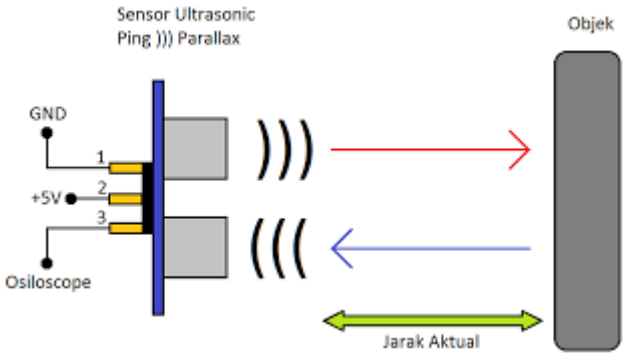
Pin	Keterangan
Pin 1	Gnd (dihubungkan ke *ground*)
Pin 2	Vcc (dihubungkan ke tegangan +5V)
Pin 3	SIG (merupakan jalur sinyal input/output)

Spesifikasi sensor ping adalah sebagai berikut:

- Kisaran pengukuran 3cm – 3m
- Input trigger-positive TTL pulse, minimal 2µs, tipikal 5µs
- Echo hold off 750µs dari fall of trigger pulse
- Waktu tunda untuk pengukuran selanjutnya 200µs
- Indikator LED untuk aktifitas sensor.

[3] Sutrisno, Wahyu Tri. 2010. Tugas Akhir: Sensor Ping Parallax Sebagai Pengukur Jarak pada Robot Cerdas Pemadam Api Berbasis Mikrokontroler Atmega8535. Diploma III Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret: Surakarta.

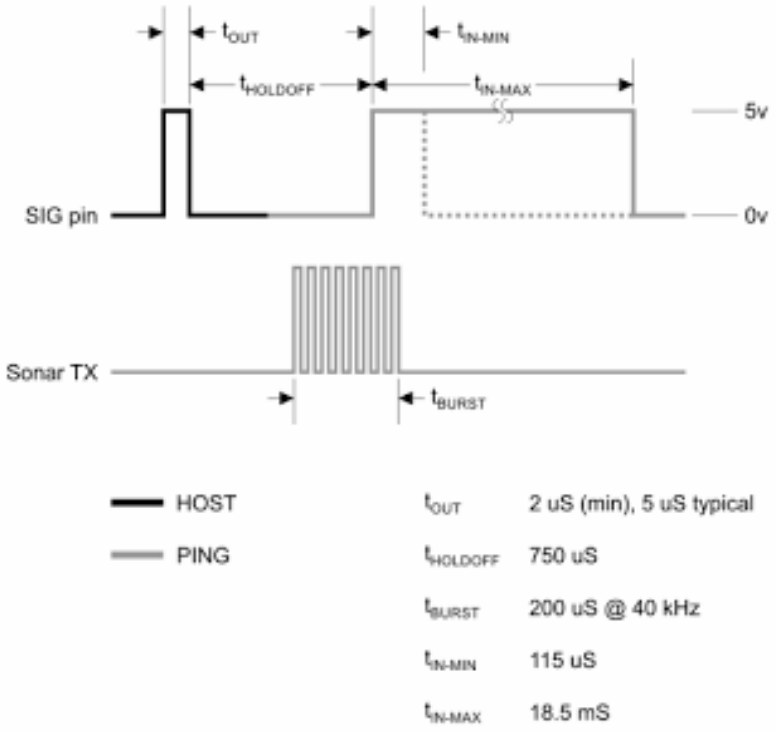
2.1.4 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik Ping



Gambar 2.4 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik Ping

(Sumber : Nugroho, Prio Gigih., Dkk. 2013. Jurnal Teknik: Sistem Pendeteksi Dini Banjir Menggunakan Sensor Kecepatan Air dan Sensor Ketinggian Air pada Mikrokontroler Arduino. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya)

Prinsip kerja sensor ping adalah Pin yang digunakan sebagai jalur data sensor dijadikan output. Mikrokontroler memberikan pulsa trigger (pulsa high dengan tOUT selama 2 µs sampai 5 µs). Kemudian setelah memberikan trigger, pin tersebut dijadikan input. Sensor memancarkan gelombang ultrasonik sebesar 40KHz selama 200 µs (tBURST). Gelombang ultrasonic ini akan merambat diudara dengan kecepatan 344.424 m/detik atau 1 cm setiap 29.034 µs. Gelombang tersebut akan mengenai objek kemudian terpantul kembali ke sensor. Selama menunggu pantulan, sensor akan menghasilkan sebuah pulsa (high). Pulsa ini akan berhenti (low) ketika gelombang suara pantulan terdeteksi oleh sensor. Lebar pulsa tersebut yang dipresentasikan sebagai jarak antara sensor ping dengan objek. Lebar pulsa high (tIN) akan sesuai dengan lama waktu tempuh gelombang ultrasonik untuk 2x jarak ukur dengan obyek yang kemudian dapat merepresentasikan jarak antara sensor ping dengan objek. Sinyal yang diterima oleh rangkaian receiver dikirimkan ke rangkaian mikrokontroler untuk selanjutnya diolah untuk menghitung jarak terhadap benda. Untuk lebih jelasnya, perhatikan Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Timing Diagram Sensor Ultrasonik Ping

(Sumber : Nugroho, Prio Gigih., Dkk. 2013. Jurnal Teknik: Sistem Pendeteksi Dini Banjir Menggunakan Sensor Kecepatan Air dan Sensor Ketinggian Air pada Mikrokontroler Arduino. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya)

Jarak antara sensor dan objek yang memantulkan gelombang suara dihitung dengan menggunakan rumus berikut. [4]

$$Jarak = \frac{Kecepatan\ Suara\ x\ t}{2}$$

Dalam hal ini, t adalah waktu tempuh dari saat sinyal ultrasonik dipancarkan hingga kembali. Perlu diketahui kecepatan suara adalah 344m/detik.

[4] Nugroho, Prio Gigih., Dkk. 2013. Jurnal Teknik: Sistem Pendeteksi Dini Banjir Menggunakan Sensor Kecepatan Air dan Sensor Ketinggian Air pada Mikrokontroler Arduino. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.

2.2 Arduino

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (*integrated circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai 'otak' yang mengendalikan input, proses dan output sebuah rangkaian elektronik.

Secara umum, Arduino terdiri dari dua bagian, yaitu:

1. *Hardware* berupa papan input/output (I/O) yang *open source*.
2. *Software* Arduino yang juga open source, meliputi *software* Arduino IDE untuk menulis program dan driver untuk koneksi dengan komputer. [5]

2.2.1 Sejarah Arduino

Modul *hardware* Arduino diciptakan oleh Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David A. Mellis dan Nicholas Zambetti di Ivrea, Italia pada tahun 2005. Bahasa arduino merupakan *fork* (turunan) bahasa *wiring platform* dan bahasa *processing*. *Wiring platform* diciptakan oleh Hernando Barragan di tahun 2003 dan *processing* dibuat oleh Casey Reas dan Benjamin Fry pada tahun 2001. Arduino memakai standar lisensi *open source*, mencakup *hardware* (skema rangkaian, desain PCB), *firmware bootloader,* dokumen dan perangkat lunak IDE (*integrated development environment*) sebagai aplikasi programer *board* arduino. Bahasa arduino merupakan pengembangan dari bahasa pemrograman *wiring platform* dengan struktur bahasa yang lebih sederhana dari bahasa C. [6]

Tujuan awal pembuatan arduino ini yaitu untuk membantu para siswa membuat perangkat desain dan interaksi dengan harga yang murah dibandingkan

---

[5] Syahwil, Muhammad. 2013. Panduan Mudah Simulasi dan Praktek Mikrokontroler Arduino. Yogyakarta : Penerbit Andi.

[6] Istiyanto,Jazi Eko. 2014. *Pengantar Elektronika dan Instrumentasi Pendekatan Project Arduino dan Android*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

dengan perangkat lain yang tersedia pada saat itu, seperti BASIC stamp yang harganya cukup mahal bagi pelajar pada saat itu. Arduino berasal dari bahasa Italia yang berarti teman yang berani. Pada bulan Mei 2011, arduino sudah terjaul lebih dari 300.000 unit. Arduino saat ini sudah menjadi salah satu *platform* OSHW (*Open Source HardWare*).

Arduino adalah sebuah *board* mikrokontroler yang bersifat *open source*, dimana desain skematik dan pcb bersifat *open source*, sehingga kita dapat menggunakannya maupun melakukan modifikasi. *Board* arduino menggunakan *Chip/*IC mikrokontroler Atmel AVR, misalnya arduino NG or older w/Atmega8 (Severino), arduino Duemilanove or Nano w/Atmega328, arduino uno. Arduino mega2560 dan lain-lain.

Software untuk membuat, mengkompilasi dan meng-*upload* program yaitu Arduino IDE atau disebut juga arduino *software* yang juga bersifat *open source*. *Software* ini dapat diunduh pada situs http//www.arduino.cc. Arduino IDE (Arduino *Software*) menghasilkan file *hex* dari baris kode instruksi program yang menggunakan bahasa C yang dinamakan *sketch* setelah dilakukan *compile* dengan perintah *Compile/Verify*.

Bootloader Chip/IC pada arduino *board* telah diisi oleh program yang dinamakan arduino *bootloader*, yang memungkinkan kita meng-*upload* kode program tanpa menggunakan *hardware* tambahan (tanpa menggunakan programmer dari luar seperti : AVR-ISP, STK500, *parallel programmer*, usb *programmer*). *Bootloader* akan aktif selama beberapa detik ketika *board* mengalami reset. Hasil kompilasi dari arduino *software* dapat dipergunakan dan dijalankan tidak hanya pada arduino *board* tetapi juga dapat dijalankan di sistem mikrokontroler avr yang sesuai bahkan tanpa *bootloader*. [7]

[7] Andrianto, Heri dan Aan Darmawan. 2016. *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung : Informatika Bandung.

2.2.2 Kelebihan Arduino

Arduino memiliki kelebihan dibandingkan dengan perangkat kontroler lainnya diantaranya adalah :

- Murah. Papan (perangkat keras) Arduino biasanya dijual relatif murah (harga Arduino Uno-R3 seharga RP279.000,00) dibandingkan dengan platform mikrokontroler pro lainnya. Jika ingin lebih murah lagi, tentu bisa dibuat sendiri dan itu sangat mungkin sekali karena semua sumber daya untuk membuat sendiri arduino tersedia lengkap di *website* Arduino bahkan di website-website komunitas Arduino lainnya. Tidak hanya cocok untuk Windows, namun juga cocok bekerja di Linux, Mac.
- Sederhana dan mudah pemrogramannya. Perlu diketahui bahwa lingkungan pemrograman di Arduino mudah digunakan untuk pemula, dan cukup fleksibel bagi mereka yang sudah tingkat lanjut. Untuk guru/dosen, arduino berbasis pada lingkungan pemrograman *processing*, sehingga jika mahasiswa atau murid-murid terbiasa menggunakan *processing* tentu saja akan mudah menggunakan arduino. Bahkan didalam dos/kotak arduino terdapat tulisan bahwa arduino diperuntukkan bagi seniman, desainer, penghobi, dan siapa saja. Sungguh membesarkan hati dan membangkitkan semangat bahwa penggunanya tidak harus teknisi berpengalaman atau ilmuan berotak jenius.
- Perangkat lunaknya *open source*. Perangkat lunak Arduino IDE dipublikasikan sebagai *open source*, tersedia bagi para pemrogram berpengalaman untuk pengembangan lebih lanjut. Bahasannya bisa dikembangkan lebih lanjut melalui pustaka-pustaka C++ yang berbasis pada bahasa C dan AVR.
- Perangkat kerasnya open source. Perangkat keras arduino berbasis Atmega8, Atmega168, Atmega328, dan Atmega1280. Dengan demikian, siapa saja bisa membuatnya (dan kemudian bisa menjualnya) perangkat keras arduino ini, apalagi *bootloader* tersedia langsung dari perangkat lunak Arduino IDE-nya. Bisa juga menggunakan *breadboard* untuk membuat perangkat arduino beserta peripheral-periferal lain yang dibutuhkan.

- Tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada *bootloadder* yang akan menangani *upload* program dari komputer.
- Sudah memiliki sarana komunikasi USB, Sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki *port serial*/RS323 bisa menggunakannya.
- Bahasa pemrograman relatif mudah, karena *software* Arduino dilengkapi dengan kumpulan *library* yang cukup lengkap.
- Memiliki modul siap pakai (*Shield*) yang bisa ditancapkan pada *board* arduino. Misalnya *shield GPS*, *Ethernet*, SD Card, dll.[8]
- Berkualitas, tiap produsen Arduino memakai desain skema rangkaian yang sama, sehingga tiap produsen akan lebih mengedepankan faktor kualitas produk untuk mendapatkan kepuasan dari konsumen serta memenangkan persaingan.
- Lintas *platform* dan selalu diperbarui, akibat faktor terbuka sehingga memudahkan pengembang untuk melakukan porting ke berbagai sistem operasi lain serta cepat dalam perbaikan *bug*, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. [9]

[8] Syahwil, Muhammad. 2013. Panduan Mudah Simulasi dan Praktek Mikrokontroler Arduino. Yogyakarta : Penerbit Andi.

[9] Istiyanto,Jazi Eko. 2014. *Pengantar Elektronika dan Instrumentasi Pendekatan Project Arduino dan Android*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

2.2.3 Arduino Mega 2560

Gambar 2.6 Arduino Mega 2560

(Sumber : Arduino. 2016. Arduino 2560 Datasheet, [pdf], Diakses dari: http://arduino.cc. 22 Juni 2016. Pukul 19.00)

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. *Board* ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, kita tinggal menghubungkan power dari USB ke PC atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC.

Arduino Mega2560 berbeda dari papan sebelumnya, karena versi terbaru sudah tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Tapi, menggunakan chip ATmega16U2 (ATmega8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Arduino Mega2560 Revisi 2 memiliki resistor penarik jalur HWB 8U2 ke Ground, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU.

Arduino Mega2560 Revisi 3 memiliki fitur-fitur baru berikut:

- 1.0 pinout : Ditambahkan pin SDA dan pin SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan pin RESET, IOREF memungkinkan shield untuk beradaptasi dengan tegangan yang

tersedia pada papan. Di masa depan, shield akan kompatibel baik dengan papan yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan 5 Volt dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3 Volt. Dan ada dua pin yang tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan masa depan.

- Sirkuit RESET.
- Chip ATmega16U2 menggantikan chip ATmega8U2.

2.2.4 Spesifikasi Arduino Mega2560

Arduino Mega2560 terbentuk dari prosessor yang dikenal dengan Mikrokontroler ATmega 2560. Mikrokontroler ATmega 2560 memiliki beberapa fitur atau spesifikasi yang menjadikannya sebagai solusi pengendali yang efektif untuk berbagai keperluan. Fitur-fitur tersebut antara lain :

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega2560

Mikrokontroler	**ATmega2560**
Tegangan Operasi	5V
Input Voltage (disarankan)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Pin Digital I/O	54 (yang 15 pin digunakan sebagai output PWM)
Pins Input Analog	16
Arus DC per pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Flash Memory	256 KB (8 KB digunakan untuk bootloader)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

2.2.4.1 Sumber Daya

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Sumber daya eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke ke jack sumber tegangan pada papan. Jika tegangan berasal dari baterai dapat langsung dihubungkan melalui header pin Gnd dan pin Vin dari konektor POWER. Papan Arduino ATmega2560 dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6 Volt sampai 20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 Volt, maka, pin 5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan akan mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt.

Pin tegangan yang tersedia pada papan Arduino adalah sebagai berikut:

- VIN : Adalah input tegangan untuk papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai ‘saingan’ tegangan 5 Volt dari koneksi USB atau sumber daya ter-regulator lainnya). Anda dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika memasok tegangan untuk papan melalui jack power, kita bisa mengakses/mengambil tegangan melalui pin ini.
- 5V : Sebuah pin yang mengeluarkan tegangan ter-regulator 5 Volt, dari pin ini tegangan sudah diatur (ter-regulator) dari regulator yang tersedia (built-in) pada papan. Arduino dapat diaktifkan dengan sumber daya baik berasal dari jack power DC (7-12 Volt), konektor USB (5 Volt), atau pin VIN pada board (7-12 Volt). Memberikan tegangan melalui pin 5V atau 3.3V secara langsung tanpa melewati regulator dapat merusak papan Arduino.
- 3V3 : Sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (on-board). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.
- GND : Pin Ground atau Massa.
- IOREF : Pin ini pada papan Arduino berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada mikrokontroler. Sebuah perisai (shield)

dikonfigurasi dengan benar untuk dapat membaca pin tegangan IOREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan (voltage translator) pada output untuk bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt.

2.2.4.2 Memori

Arduino ATmega2560 memiliki 256 KB flash memory untuk menyimpan kode (yang 8 KB digunakan untuk bootloader), 8 KB SRAM dan 4 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM).

2.2.4.3 Input Dan Output

Masing-masing dari 54 digital pin pada Arduino Mega dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi pinMode() , digitalWrite() , dan digitalRead(). Arduino Mega beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal (yang terputus secara default) sebesar 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus, antara lain:

- **Serial** : 0 (RX) dan 1 (TX); **Serial 1** : 19 (RX) dan 18 (TX); **Serial 2** : 17 (RX) dan 16 (TX); **Serial 3** : 15 (RX) dan 14 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data serial TTL. Pins 0 dan 1 juga terhubung ke pin chip ATmega16U2 Serial USB-to-TTL.
- **Eksternal Interupsi** : Pin 2 (interrupt 0), pin 3 (interrupt 1), pin 18 (interrupt 5), pin 19 (interrupt 4), pin 20 (interrupt 3), dan pin 21 (interrupt 2). Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubah nilai.
- **SPI** : Pin 50 (MISO), pin 51 (MOSI), pin 52 (SCK), pin 53 (SS). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI. Pin SPI juga terhubung dengan header ICSP, yang secara fisik kompatibel dengan Arduino Uno, Arduino Duemilanove dan Arduino Diecimila.
- **LED** : Pin 13. Tersedia secara built-in pada papan Arduino ATmega2560. LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin diset bernilai HIGH, maka LED menyala (ON), dan ketika pin diset bernilai LOW, maka LED padam (OFF).

- **TWI** : Pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL). Yang mendukung komunikasi TWI menggunakan perpustakaan Wire. Perhatikan bahwa pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin TWI pada Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila.

Arduino Mega2560 memiliki 16 pin sebagai analog input, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default pin ini dapat diukur/diatur dari mulai Ground sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan pin AREF dan fungsi analogReference().

Ada beberapa pin lainnya yang tersedia, antara lain:

- **AREF** : Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi analogReference().
- **RESET** : Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Jalur ini biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada shield yang menghalangi papan utama Arduino.

2.2.4.4 Komunikasi

Arduino Mega2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan Arduino lain, atau dengan mikrokontroler lainnya. Arduino ATmega328 menyediakan 4 hardware komunikasi serial UART TTL (5 Volt). Sebuah chip ATmega16U2 (ATmega8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang terdapat pada papan digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai COM Port Virtual (pada Device komputer) untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak pada komputer, untuk sistem operasi Windows masih tetap memerlukan file inf, tetapi untuk sistem operasi OS X dan Linux akan mengenali papan sebagai port COM secara otomatis. Perangkat lunak Arduino termasuk didalamnya serial monitor memungkinkan data tekstual sederhana dikirim ke dan dari papan Arduino. LED RX dan TX yang tersedia pada papan akan berkedip ketika data sedang dikirim atau diterima melalui chip USB-to-serial yang terhubung melalui USB komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial seperti pada pin 0 dan 1). Sebuah perpustakaan Software Serial memungkinkan untuk komunikasi serial pada salah satu pin digital Mega2560. ATmega2560 juga

mendukung komunikasi TWI dan SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan Wire digunakan untuk menyederhanakan penggunaan bus TWI. Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI.

2.2.4.5 Pemrograman

Arduino Mega dapat diprogram dengan software Arduino (Unduh perangkat lunak Arduino). ATmega2560 pada Arduino Mega sudah tersedia preburned dengan bootloader yang memungkinkan Anda untuk meng-upload kode baru tanpa menggunakan *programmer hardware* eksternal. Hal ini karena komunikasi yang terjadi menggunakan protokol asli STK500. Anda juga dapat melewati (bypass) bootloader dan program mikrokontroler melalui pin *header* ICSP (In-Circuit Serial Programming). Chip ATmega16U2 (atau 8U2 pada board Rev. 1 dan Rev. 2) *source code firmware* tersedia pada repositori Arduino. ATmega16U2/8U2 dapat dimuat dengan *bootloader* DFU, yang dapat diaktifkan melalui:

- **Pada papan Revisi 1** : Menghubungkan jumper solder di bagian belakang papan (dekat dengan peta Italia) dan kemudian akan me-reset 8U2.
- **Pada papan Revisi 2** : Ada resistor yang menghubungkan jalur HWB 8U2/16U2 ke ground, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU.

Kemudian Anda dapat menggunakan Atmel FLIP *software* (sistem operasi Windows) atau DFU *programmer* (sistem operasi Mac OS X dan Linux) untuk memuat *firmware* baru. Atau Anda dapat menggunakan pin *header* ISP dengan *programmer* eksternal (overwrite DFU bootloader).

2.2.4.6 Reset Software Otomatis

Dari pada menekan tombol *reset* sebelum *upload*, Arduino Mega2560 didesain dengan cara yang memungkinkan Anda untuk me-reset melalui perangkat lunak yang berjalan pada komputer yang terhubung. Salah satu jalur kontrol hardware (DTR) mengalir dari ATmega8U2/16U2 dan terhubung ke jalur reset dari ATmega2560 melalui kapasitor 100 nanofarad. Bila jalur ini di-set rendah/low, jalur *reset drop* cukup lama untuk me-*reset chip*. Perangkat lunak Arduino menggunakan kemampuan ini untuk memungkinkan Anda meng-*upload* kode

dengan hanya menekan tombol upload pada perangkat lunak Arduino. Ini berarti bahwa *bootloader* memiliki rentang waktu yang lebih pendek, seperti menurunkan DTR dapat terkoordinasi (berjalan beriringan) dengan dimulainya upload.

Pengaturan ini juga memiliki implikasi lain. Ketika Mega2560 terhubung dengan komputer yang menggunakan sistem operasi Mac OS X atau Linux, papan Arduino akan di-reset setiap kali dihubungkan dengan software komputer (melalui USB). Dan setengah detik kemudian atau lebih, *bootloader* berjalan pada papan Mega2560. Proses *reset* melalui program ini digunakan untuk mengabaikan data yang cacat (yaitu apapun selain meng-upload kode baru), ia akan memotong dan membuang beberapa *byte* pertama dari data yang dikirim ke papan setelah sambungan dibuka. Jika sebuah sketsa dijalankan pada papan untuk menerima satu kali konfigurasi atau menerima data lain ketika pertama kali dijalankan, pastikan bahwa perangkat lunak diberikan waktu untuk berkomunikasi dengan menunggu satu detik setelah terkoneksi dan sebelum mengirim data.

Mega2560 memiliki trek jalur yang dapat dipotong untuk menonaktifkan fungsi *auto-reset*. Pad di kedua sisi jalur dapat hubungkan dengan disolder untuk mengaktifkan kembali fungsi auto-reset. Pad berlabel “RESET-EN”. Anda juga dapat menonaktifkan *auto-reset* dengan menghubungkan resistor 110 ohm dari 5V ke jalur *reset*.

2.2.4.7 Perlindungan Beban Berlebih Pada USB

Arduino Mega2560 memiliki *polyfuse reset* yang melindungi *port* USB komputer Anda dari hubungan singkat dan arus lebih. Meskipun pada dasarnya komputer telah memiliki perlindungan internal pada port USB mereka sendiri, sekring memberikan lapisan perlindungan tambahan. Jika arus lebih dari 500 mA dihubungkan ke *port* USB, sekring secara otomatis akan memutuskan sambungan sampai hubungan singkat atau *overload* dihapus/dibuang.

2.2.4.8 Karakteristik Fisik dan Kompatibilitas Shield

Maksimum panjang dan lebar PCB Mega2560 adalah 4 x 2.1 inch (10,16 x 5,3 cm), dengan konektor USB dan jack power menonjol melampaui batas dimensi. Empat lubang sekrup memungkinkan papan terpasang pada suatu permukaan atau wadah. Perhatikan bahwa jarak antara pin digital 7 dan 8 adalah 160 mil (0.16”),

tidak seperti pin lainnya dengan kelipatan genap berjarak 100 mil. Arduino Mega2560 dirancang agar kompatibel dengan sebagian shield yang dirancang untuk Arduino Uno, Arduino Diecimila atau Arduino Duemilanove. Pin Digital 0-13 (pin AREF berdekatan dan pin GND), input analog 0 sampai 5, header power, dan header ICSP berada di lokasi yang ekuivalen. Selanjutnya UART utama (port serial) terletak di pin yang sama (0 dan 1), seperti pin interupsi eksternal 0 dan 1 (masing-masing pada pin 2 dan 3). SPI di kedua header ICSP yaitu Mega2560 dan Duemilanove/Diecimila. Harap dicatat bahwa pin I2C tidak terletak pada pin yang sama pada Mega pin (20 dan pin 21) seperti halnya Duemilanove/Diecimila (input analog pin 4 dan pin 5). [10]

2.2.5 Fungsi-fungsi Pemrograman pada Arduino Mega2560

Fungsi (*function*) adalah blok pemrograman yang mempunyai nama dan mempunyai statement yang akan dieksekusi ketika fungsi dipanggil. Untuk mengendalikan input dan output pada Arduino Mega 2560 ditulis suatu fungsi agar tidak terjadi kesalahan pembacaaan pada perintah pemrograman adalah sebagai berikut :

- ***Structure*** merupakan dasar dari bahasa pemrograman arduino yang terdiri dari dua bagian.

```
void setup( )
  {
    // Statement;
  }

void loop( )
  {
    // Statement;
  }
```

Dimana setup( ) bagian untuk inisialisasi yang hanya dijalankan sekali di awal program, sedangkan loop() untuk mengeksekusi bagian program yang akan dijalankan berulang-ulang untuk selamanya. Fungsi setup() hanya dipanggil satu

[10] http://ecadio.com/belajar-dan-mengenal-arduino-mega

kali ketika program pertama kali dijalankan. Ini digunakan untuk pendefinisian mode pin atau memulai komunikasi serial. Fungsi setup() harus diikut sertakan dalam program walaupun tidak ada statement yang dijalankan. Contoh :

```
void setup()
{
    pinMode(13,OUTPUT); // mengset 'pin' 13 sebagai output
}
```

Setelah melakukan fungsi *setup*() maka secara langsung akan melakukan fungsi *loop*() secara berurutan dan melakukan instruksi-instruksi yang ada dalam fungsi *loop*(). Contoh :

```
void loop()
{
   digitalWrite(13, HIGH);      // nyalakan 'pin' 13
   delay(1000);                 // pause selama 1 detik
   digitalWrite(13, LOW);       // matikan 'pin' 13
   delay(1000);                 /// pause selama 1 detik
}
```

- **{ } (*Curly Braces*)** mendefinisikan awal dan akhir dari sebuah blok fungsi. Apabila ketika memprogram dan progremer lupa memberi *curly brace* tutup maka ketika di*compile* akan terdapat laporan *error*.
- **; (*Semicolon*)** harus diberikan pada setiap *statement* program yang kita buat ini merupakan pembatas setiap *statement* program yang dibuat.
- **/*…*/ (*blok comment*)** adalah semua *statement* yang ditulis tidak akan dieksekusi dan tidak akan di*compile* sehingga tidak mempengaruhi besar program yang dibuat untuk dimasukan dalam *board* arduino.
- **// (*line comment*)** adalah sama halnya dengan *block comments*, *line coments* pun sama hanya saja yang dijadikan komen adalah perbaris.
- ***Variable*** adalah sebuah penyimpan nilai yang dapat digunakan dalam program. *Variable* dapat diubah sesuai dengan instruksi yang kita buat. Ketika mendeklarasikan *variable* harus diikut sertakan *type variable* serta nilai awal *variable*. *Type variableName* = 0;

Contoh :

Int inputVariable = 0; // mendefinisikan sebuah *variable* bernama *inputVariable* dengan nilai awal 0

inputVariable = *analogRead*(2); // menyimpan nilai yang ada dianalog *pin* 2 ke *inputVariable*

- **Variable scope** adalah sebuah *variable* dapat dideklarasikan pada awal program sebelum *void setup*(), secara local di dalam sebuah fungsi, dan terkadang di dalam sebuah *block statement* pengulangan. Sebuah *variable* global hanya satu dan dapat digunakan pada semua *block function* dan *statement* di dalam program. *Variable* global dideklarasikan pada awal program sebelum *fungstion setup*(). Sebuah *variable* local dideklarasikan di setiap *block function* atau di setiap *block statement* pengulangan dan hanya dapat digunakan pada blok yang bersangkutan saja.

  Contoh :

  int value; // '*value'* adalah variable global dan dapat digunakan pada semua *block funtion*

```
 void setup()
 {
  // no setup needed
 }
 void loop()
 {
  for (int i=0; i<20;) // 'i' hanya dapat di gunakan dalam pengulangan saja
 {
  i++;
 }
  float f; // 'f' sebagai variable local
 }
```

- ***Input / Output Digital*** pada *breadboard* arduino ada 14, pengalamatnya D0 – D13, ada saat tertentu *input*/*output* 0 dan 1 tidak bisa digunakan karena dipakai untuk komunikasi serial, sehingga harus hati-hati dalam pengalokasian *input*/*output*. Contoh penggunaan :

***pinMode*(*pin, mode*)** digunakan dalam *void setup*() untuk mengkonfigurasi *pin* apakah sebagai *input* atau *output*. Arduino digital *pin*s secara *default* dikonfigurasi sebagai *input* sehingga untuk mengubahnya harus menggunakan operator *pinMode*(*pin*, *mode*). Contoh :

pinMode (*pin*, *OUTPUT*);// mengset *pin* sebagai *output*
digitalWrite(*pin*, *HIGH*); // *pin* sebagai *source voltage*

***digitalRead*(*pin*)** berfungsi membaca nilai dari *pin* yang dihendaki dengan hasil *HIGH* atau *LOW*. Contoh :

Value = digitalRead(*pin*); // mengset '*value'* sama dengan *pin*

***digitalWrite*(*pin, value*)** digunakan untuk mengset *pin digital*. *Pin* digital arduino mempunyai 14 (D0 – D13). Contoh :

digitalWrite (*pin, HIGH*); // set *pin* to *HIGH*

- ***Input / Ouput analog*** pada *breadboard* arduino ada 6 pengalamatnya A0 – A5. Contoh penggunaan :

  ***analogRead*(*pin*)** membaca nilai *pin* analog yang memiliki resolusi 10-bit. Fungsi ini hanya dapat bekerja pada analog *pin* (0-5). Hasil dari pembacaan berupa nilai *integer* dengan *range* 0 sampai 1023. Contoh :

  Value = analogRead(*pin*);// mengset '*value'* sama dengan nilai analog *pin*

  ***analogWrite*(*pin, value*)** digunakan untuk mengirimkan nilai analog pada *pin* analog. Contoh :

  analogWrite(*pin*, *value*); // menulis ke *pin* analog

- ***Time delay*(ms)** berfungsi menghentikan program untuk sesaat sesuai dengan yang dikehendaki, satuanya dalam millisecond. Contoh :

  Delay(1000); // menunggu selama satu detik

- ***Logic Operator*** digunakan untuk membandingkan 2 ekpresi dan mengembalikan nilai balik benar atau salah tergantung dari operator yang digunakan. Terdapat 3 operator *logical AND*,*OR*, dan *NOT*, yang biasanya digunakan pada *if statement*. Contoh penggunaan:

  Logical AND

  If (x > 0 && x < 5) // bernilai benar apabila kedua operator pembanding terpenuhi

  Logical OR

  If (x > 0 || y > 0) // bernilai benar apabila salah satu dari operator pembanding terpenuhi

  Logical NOT

  If (!x > 0) // benilai benar apabila ekspresi operator salah

- ***True/False*** merupakan konstanta Boolean yang mendifinisikan *logic level*. *False* mendifinisikan 0 dan *True* mendifinisikan 1. Contoh :

```
If (  b == TRUE );
{
  //doSomething
}
```

- ***HIGH/LOW*** mendifinisikan aktifitas *pin HIGH* atau *LOW* dan digunakan ketika membaca dan menulis ke digital *pin*. *HIGH* didefinisikan sebagai 1 sedangkan *LOW* sebagai 0. Contoh :

  digitalWrite(13, *HIGH*);

- ***If*** berfungsi menguji sebuah kondisi seperti nilai analog sudah berada di bawah nilai yang kita kehendaki atau belum, apabila terpenuhi maka akan mengeksekusi baris program yang ada dalam brackets kalau tidak terpenuhi maka akan mengabaikan baris program yang ada dalam brackets. Contoh :

```
If ( someVariable ?? value )
{
  //DoSomething;
}
```

- ***If… Else*** berfungsi menguji sebuah kondisi apabila tidak sesuai dengan kondisi yang pertama maka akan mengeksekusi baris program yang ada di *else*. Contoh:

```
If ( inputPin == HIGH )
  {
    //Laksanakan rencana A;
  }
Else
  {
    //Laksanakan rencana B;
  }
```

- ***For*** merupakan suatu operator yang digunakan dalam blok pengulangan tertutup. Contoh :

```
For ( initialization; condition; expression )
  {
    //doSomething;
  }
```

- ***While*** merupakan suatu operator yang akan terus mengulang baris perintah yang ada dalam bracket sampai ekspresi sebagai kondisi pengulangan benilai salah. Contoh :

```
While ( someVariable ?? value )
  {
    //doSomething;
  }
```

- ***do… while*** merupakan suatu operator yang sama halnya dengan *while*() hanya saja pada operator *Do*…while tidak melakukan pengecekan pada awal tapi di

akhir, sehingga otomatis akan melakukan satu kali baris perintah walaupun pada awalnya sudah terpenuhi. Contoh :

```
Do
  {
    //doSomething;
  }
While ( someVariable ?? value );
```
[11]

2.3 Motor Servo

Gambar 2.7 Motor Servo

(Sumber : Motor Servo, 2014. Motor Servo. Diakses dari: "http://zonaelektro.net/motor-servo/". 22 Juni 2016. Pukul 20.00.)

Motor servo merupakan motor DC yang mempunyai kualitas tinggi. Motor ini sudah dilengkapi dengan sistem kontrol. Pada aplikasinya, motor servo sering digunakan sebagai kontrol loop tertutup. Sehingga dapat menangani perubahan posisi secara tepat dan akurat begitu juga dengan pengaturan kecepatan dan percepatan.

Bentuk fisik dari motor servo dapat dilihat pada gambar 2. Sistem pengkabelan motor servo terdiri dari 3 bagian, yaitu Vcc, Gnd, dan kontrol Pulse Width Modulation (PWM). Penggunaan PWM pada motor servo berbeda dengan penggunaan PWM pada motor DC. Pada motor servo,

[11] http://fandi.students.uii.ac.id/2013/04/30/pemrograman-arduino/

pemberian nilai PWM akan membuat motor servo bergerak pada posisi tertentu lalu berhenti (kontrol posisi).

Pengaturan dapat menggunakan delay pada setiap perpindahan awal menuju posisi akhir. Motor servo dibedakan menjadi 2, yaitu continuous servo motor dan uncontinuous servo motor. Pada continuous servo motor, motor servo dapat berputar penuh 360° sehingga memungkinkan untuk bergerak rotasi. Pada uncontinuous servo motor, motor servo dapat berputar 180°. Prinsip utama pada pengontrolan motor servo adalah pemberian PWM pada kontrolnya. Perubahan duty cycle akan menentukan perpindahan posisi dari motor servo. Frekuensi PWM yang digunakan pada pengontrolan motor servo ini mempunyai frekuensi 50 Hz, sehingga pulsa yang dihasilkan setiap 2x lebar pulsa menentukan posisi servo yang dikehendaki. [12]

2.4 LCD (*Liquid Crystal Display*)

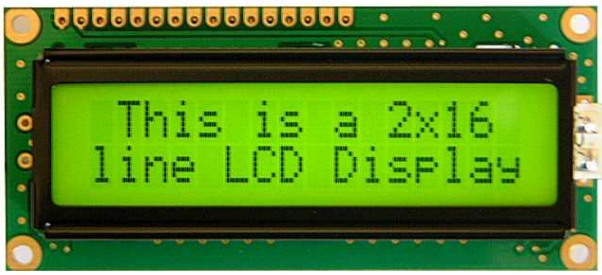
LCD sekarang semakin banyak digunakan, dari yang berukuran kecil, seperti LCD pada sebuah MP3 player sampai yang berukuran besar seperti monitor PC atau televisi. Warna yang dapat ditampilkan bisa bermacam–macam, dari yang 1 warna (*monochrome*) sampai yang 65.000 warna. Pola (*pattern*) LCD juga bisa bervariasi, dari pola yang membentuk display 7 segmen (misalnya LCD yang dipakai untuk jam tangan) sampai LCD yang bisa menampilkan karakter/teks dan LCD yang bisa menampilkan gambar.

Pada LCD yang bisa menampilkan karakter (LCD karakter) dan LCD yang bisa menampilkan gambar (LCD grafik), diperlukan memori untuk membangkitkan gambar CGROM (*Character Generator* ROM) dan juga RAM untuk menyimpan data (teks atau gambar) yang sedang ditampilkan (DDRAM atau *Display Data* RAM). Diperlukan pula pengendali (*controller*) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler.

---

[12] Utami, Dwi Putri. 2014. Tugas Akhir : Kotak Sampah *Mobile* Menggunakan Perintah Suara dengan Laporan Melalui *Sort Message Service* (SOFTWARE). Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.

LCD karakter adalah LCD yang bisa menampilkan karakter ASCII dengan format dot matriks. LCD jenis ini bisa dibuat dengan berbagai ukuran, 1 sampai 4 baris, 16 sampai 40 karakter per baris dan dengan ukuran font 5x7 atau 5x10. LCD ini biasanya dirakit dengan sebuah PCB yang berisi pembangkit karakter dan IC pengendali serta driver-nya. Walaupun ukuran LCD berbeda–berbeda, tetapi IC pengendali yang digunakan biasanya sama sehingga protokol komunikasi dengan IC juga sama. Antarmuka yang digunakan sesuai dengan level digital TTL (*Transistor-transistor logic*) dengan lebar bus data yang bisa dipilih 4 bit atau 8 bit. Pada bus data 4 bit komunikasi akan 2 kali lebih lama karena data atau perintah akan dikirimkan 2 kali, tetapi karena mikrokontroler sangat cepat, hal ini tidak akan menjadi masalah. Penggunaan bus data 4 bit akan menghemat pemakaian port mikrokontroler. Semua fungsi display diatur oleh instruksi–instruksi, sehingga modul LCD ini dapat dengan mudah dihubungkan dengan unit mikrokontroler. LCD tersusun sebanyak dua baris dengan 16 karakter.



Gambar 2.8 Bentuk Fisik LCD 16x2

(Sumber : Sari,Suspimiany Mayang. 2015. Aplikasi Sensor Ultrasonik SRF04 dan Sensor Proximity pada Level Pengisian Tangki Air Berbasis ATMEGA8535. Politeknik Negeri Sriwijaya : Palembang.)

2.4.1 Fitur LCD 16 x 2

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah:

- Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- Terdapat karakter generator terprogram.
- Dapat dialamati dengan mode 4bit dan 8bit.
- Dilengkapi dengan *backlight*.

2.4.2 Rangkaian Antarmuka LCD

Umumnya, sebuah LCD karakter akan mempunyai 14 pin untuk mengendalikannya. Pin–pin terdiri atas 2 pin catu daya (Vcc dan Vss), 1 pin untuk mengatur kontras LCD (Vee), 3 pin kendali (RS, R/W dan E), 8 pin data (DB0 - DB7). Pada LCD yang mempunyai *backlight*, disediakan 2 pin untuk memberikan tegangan ke dioda *backlight* (disimbolkan dengan A dan K). Tabel 2.3 memperlihatkan pin–pin LCD dan fungsinya. [13]

Tabel 2.3 Keterangan pin LCD [14]

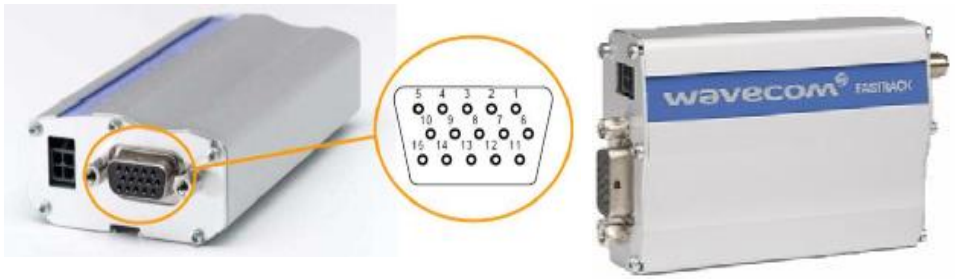
No	Nama	Keterangan Fungsi
1	VSS	Dihubungkan ke *ground.*
2	VDD	Catu daya positif.
3	V0	Pengatur kontras. Potensiometer 10K Ohm bisa digunakan untuk mengatur tingkat kontras.
4	RS	*Register Select* : RS = *High* untuk mengirim data RS = *Low* untuk mengirim instruksi
5	R/W	*Read/Write control bus* : R/W = *High* untuk membaca data di LCD
6	E	*Enable* : E = *High* supaya LCD dapat diakses
7-14	DB0-DB7	Data (Input/Output)
15	V+/BLA	Catu daya positif untuk layar
16	V-/BLK	Catu daya negatif untuk layar

[13] Sari, Suspimiany Mayang. 2015. *Aplikasi Sensor Ultrasonik SRF04 dan Sensor Proximity pada Level Pengisian Tangki Air Berbasis ATMEGA8535*. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.

[14] Kadir,Abdul. 2015. *Buku Pintar Pemrograman* Arduino. Yogyakarta : MediaKom.

2.5 Modem GSM Wavecom

Modem GSM *Wavecom* berfungsi sebagai bagian pengirim data. Modem GSM digunakan, karena dapat diakses menggunakan komunikasi data serial dengan baudrate yang dapat disesuaikan mulai dari 9600 sampai dengan 115200. Selain itu, modem GSM ini menggunakan catu daya DC 12 V dan tidak memerlukan tombol ON untuk mengaktifkannya, sehingga sangat cocok untuk digunakan pada sistem yang berjalan secara terus menerus. Gambar 2.9 berikut ini merupakan bentuk dari modem GSM *Wavecom.*



Gambar 2.9 Modem GSM *Wavecom*

(Sumber : Wavecom. 2006. Fastrack M1306B User Guide. Diakses dari: http://sendsms.com.cn. 23 Juni 2016. Pukul 16.00.)

Spesifikasi modem GSM *Wavecom* adalah:

- Dual Band GSM/GPRS 900/1800 MHz;
- GSM/GPRS (cl. 10) Data, SMS, *Voice* dan Fax;
- Open AT: menanamkan program langsung pada modem;
- Keluaran daya maksimum: 2W untuk GSM 900/ 1W untuk GSM 1800;
- Masukan tegangan: 5,5 volt s/d 32 volt;
- Antarmuka *SIMCard* 3volt;
- Dimensi: 73mm x 54,5mm x 25,5 mm;
- Bobot: 80g;
- Suhu operasi: - 25° C s/d 70° C;

GSM Modem ini, menggunakan *ATCommand* standar sebagai protokolnya. Yaitu Standad ETSI GSM 07.07.

2.5.1 Sistem Telemetri dengan SMS

SMS merupakan layanan yang banyak diaplikasikan pada layanan komunikasi nirkabel. Data yang dikirimkan berbentuk alfanumerik, yakni kode karakter teks ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) yang dapat dibaca. SMS pertama kali diperkenalkan di benua Eropa pada era tahun 1991 bersamaan dengan teknologi komunikasi tanpa kabel yaitu, *Global System for Mobile Communication* (GSM). Pengiriman SMS pertama kali dilakukan pada bulan Desember 1992 yang dilakukan dari sebuah PC (*Personal Computer*) ke telepon bergerak (*mobile telephone*) dalam jaringan GSM milik Vodafone, Inggris.Dengan segera, perkembangannya merambah benua Amerika yang dipelopori oleh beberapa operator komunikasi antara lain BellSouth Mobility, PrimeCo dan lain-lain. Kini cara mengirimkan SMS bervariasi, ada yang menggunakan AMPS, GSM dan CDMA (*Code Division Multiple Access*).

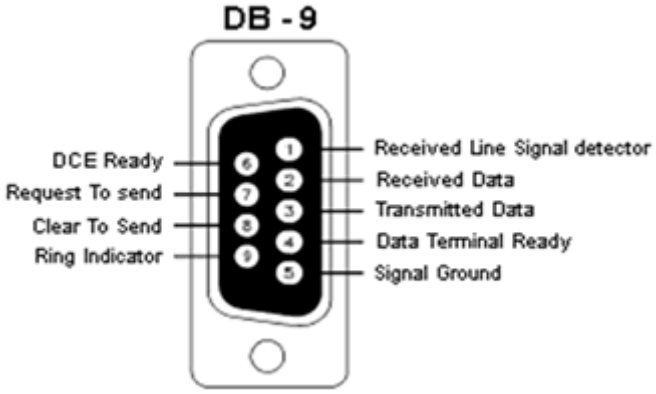
2.5.2 Komunikasi Serial

2.5.2.1 DB9

Peralatan (device) pada komunikasi port serial dibagi menjadi 2 (dua) kelompok, yaitu *Data Communication Equipment* (DCE) dan *Data Terminal Equipment* (DTE). Contoh dari DCE seperti modem, plotter, scanner dan lain – lain sedangkan contoh dari DTE seperti terminal di komputer. Spesifikasi elektronik dari serial port merujuk pada *Electronic Indusrty Association* (EIA), seperti:

a. Space (logika 0) merupakan tegangan antara +3 hingga +25 V.
b. Mark (Logika 1) merupakan tegangan antara -3 hingga -25 V.
c. Daerah antara 3 V hingga -3 V tidak didefinisikan atau tidak terpakai.
d. Tegangan open circuit tidak boleh melebihi 25 V.
e. Arus hubungan singkat tidak boleh melebihi 500 mA.

Komunikasi serial membutuhkan port sebagai saluran data. Gambar 2.10 berikut ini tampilan port serial DB9 yang umum digunakan sebagai port serial.



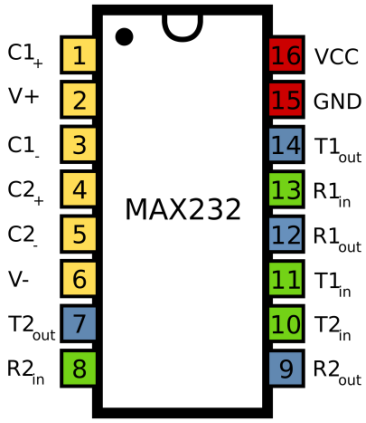
Gambar 2.10 Konfigurasi DB9

(Sumber : Ftdi. 2011. Db9 usb family of UART converter modules. Diakses dari:"http://farnell.com/datasheet/576664". 20 Juli 2016. Pukul 17.00.)

Berikut adalah penjelasan mengenai fungsi dari tiap-tiap pin (kaki) yang ada pada DB9.

1. Pin 1 (Data Carrier Detect) berfungsi untuk mendeteksi boleh atau tidaknya DIE menerima data.
2. Pin 2 (Receive Data) berfungsi sebagai jalur penerimaan data dari DCE ke DTE.
3. Pin 3 (Transmited Data) berfungsi sebagai jalur pengiriman data dari DTE ke DCE.
4. Pin 4 (Data Terminal Ready) berfungsi untuk memberitahu kesiapan terminal DTE.
5. Pin 5 (Ground) berfungsi sebagai saluran.
6. Pin 6 (Data Set Raady) berfungsi untuk menyatakan bahwa status data tersambung pada DCE.
7. Pin 7 (Requast To Send) berfungsi untuk mengirim sinyal informasi dari DTE ke DCE bahwa akan ada data yang akan dikirim.
8. Pin 8 (Clear To Send) berfungsi untuk memberitahu pada DTE bahwa DCE siap untuk menerima data.
9. Pin 9 (Ring lndicator) berfungsi untuk memberitahu DTE bahwa ada terminal yang menginginkan komunikasi dengan DCE.

2.5.2.2 Max 232



Gambar 2.11 Konfigurasi IC MAX232

(Sumber : Texas instrument. 2014. Max 232 Diakses dari:"http://alldatasheet.com".20 Juli 2016. Pukul 17.00.)

Komunikasi serial membutuhkan port sebagai saluran data. Pengiriman data serial pada komputer menggunakan standar RS232, sedangkan mikroktroler menggunakan standar TTL. Agar keduanya dapat berinteraksi, maka diperlukan rangkaian antarmuka sehingga perangkat – perangkat dapat saling berhubungan. Rangkaian antarmuka yang akan digunakan adalah rangkaian antarmuka pengubah standar RS232 ke standar TTL, yaitu dengan menggunakan IC MAX232.

IC MAX 232 ialah IC yang umum digunakan sebagai RS232 Converter. MAX232 adalah sebuah sirkuit terpadu yang mengubah sinyal dari port serial RS- 232 untuk sinyal yang sesuai yang digunakan pada sirkuit TTL logika digital yang kompatibel. MAX232 adalah driver ganda penerima atau receiver dan biasanya mengubah sinyal RX, TX, CTS dan RTS. MAX232 mencakup tegangan generator yang berkapasitas yang digunakan untuk menyuplai input dari hardware pada pada tegangan 5 V. MAX 232 memiliki ambang khas dari 1,3 V, histeresis khas 0,5 V, dan dapat menerima input ± 30 V. [15]

[15] Sari,Suspimiany Mayang. 2015. *Aplikasi Sensor Ultrasonik SRF04 dan Sensor Proximity pada Level Pengisian Tangki Air Berbasis ATMEGA8535*. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.