

BAB II

KAJIAN TEORITIS DAN KERANGKA BERFIKIR

2.1. Kajian Teoritis

2.1.1. Prototipe

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia Prototipe memiliki arti model yang mula (model asli) yang menjadi contoh atau standar ukuran dari sebuah entitas. Dalam bidang desain, sebuah prototipe dibuat sebelum dikembangkan atau justru dibuat khusus untuk pengembangan sebelum dibuat dalam skala sebenarnya atau sebelum diproduksi secara massal.

Prototipe bisa diartikan juga sebagai bentuk awalnya saja dan tidak menutup kemungkinan bisa dikembangkan menjadi skala yang lebih besar.¹ Jadi jangan heran apabila banyak prototipe yang dibuat dengan ukuran yang sangat kecil, ini bertujuan untuk membuat sebuah model awal program, rancangan perangkat-perangkat ataupun sebuah sistem. Terdapat 3 pendekatan utama prototipe, yaitu :

1. *Throw-Away*

Prototipe dibuat dan di tes. Pengalaman yang diperoleh dari pembuatan prototipe digunakan untuk membuat produk akhir (*final*), kemudian prototipe tersebut dibuang (tidak dipakai).

¹ Ian Sommerville, *Software Engineering (Rekayasa Perangkat Lunak)*, Erlangga, Jakarta, hlm. 175.

2. *Incremental*

Produk akhirnya dibuat sebagai komponen-komponen yang terpisah. Desain produk akhirnya secara keseluruhan hanya ada satu tetapi dibagi dalam komponen-komponen lebih kecil yang terpisah (*independent*).

3. *Evolutionary*

Pada metode ini, prototipenya tidak dibuang tetapi digunakan untuk iterasi desain berikutnya. Dalam hal ini, sistem atau produk yang sebenarnya dipandang sebagai evolusi dari versi awal yang sangat terbatas menuju produk *final* atau produk akhir.

2.1.2. Sistem Kendali

Sistem berasal dari bahasa Latin (*systēma*) dan bahasa Yunani (*sustēma*) adalah suatu kesatuan yang terdiri komponen atau elemen yang dihubungkan bersama untuk memudahkan aliran informasi, materi atau energi untuk mencapai suatu tujuan.²

Sedangkan, Sistem kendali adalah suatu alat untuk mengendalikan, memerintah, dan mengatur keadaan dari suatu sistem. Istilah sistem kendali ini dapat dipraktekkan secara manual untuk mengendalikan stir mobil pada saat mengendarai mobil, misalnya, dengan menggunakan prinsip umpan balik. Dalam sistem yang otomatis, alat semacam ini sering dipakai untuk peluru kendali sehingga peluru akan mencapai sasaran yang diinginkan. Banyak

² Wikipedia, *Sistem*, <http://id.wikipedia.org/wiki/Sistem> (Diakses pada tanggal 19 Oktober 2015)

contoh lain dalam bidang industri / instrumentasi dan dalam kehidupan kita sehari-hari di mana sistem ini dipakai.³

2.1.3. Mikrokontroler

Pembahasan tentang mikrokontroler dibagi menjadi beberapa sub pembahasan, diantaranya adalah pengertian mikrokontroler, pemanfaatan mikrokontroler, perkembangan mikrokontroler, jenis-jenis mikrokontroler dan jenis-jenis mikrokontroler yang sering digunakan.

2.1.3.1. Definisi Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah *chip*. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan *input-output*.⁴ Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer *mainframe*, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Secara sederhana, komputer akan menghasilkan *output* spesifik berdasarkan *input*-an yang diterima dan program yang dikerjakan.

Seperti umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya. Artinya, bagian

³ Wikipedia, *Sistem Kendali*, https://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_kendali (Diakses pada tanggal 19 Oktober 2015)

⁴ Muhammad Syahwil, *Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroler Arduino*, (Yogyakarta:Penerbit Andi:2013), hal.53.

terpenting dan utama dari suatu sistem terkomputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang *programmer*. Program ini menginstruksikan komputer untuk melakukan jalinan yang panjang dari aksi-aksi sederhana untuk melakukan tugas yang lebih kompleks yang diinginkan oleh *programmer*.

Dengan kata lain, mikrokontroller adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan (*input*) dan keluaran (*output*) serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroller sebenarnya membaca dan menulis data.⁵

Mikrokontroller merupakan komputer di dalam *chip* yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektivitas biaya. Secara harfiahnya bisa disebut “pengendali kecil” di mana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroller ini.

2.1.3.2. Pemanfaatan Mikrokontroller

Mikrokontroller ada pada perangkat elektronik di sekeliling kita. Misalnya *handphone*, MP3 *player*, DVD, Televisi, AC, dan lain-lain. Mikrokontroller juga dipakai untuk keperluan mengendalikan robot. Baik robot mainan maupun robot industri. Mikrokontroller juga digunakan

⁵ Ibid. hal. 54

dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, *remote control*, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat dan mainan. Dengan mengurangi ukuran, biaya, dan konsumsi tenaga dibandingkan dengan mendesain menggunakan mikroprosesor memori, dan alat *input output* yang terpisah, kehadiran mikrokontroler membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis. Dengan penggunaan mikrokontroler ini, maka :

1. Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas
2. Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi
3. Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak⁶

2.1.3.3. Jenis-jenis Mikrokontroler

Secara teknis, hanya ada dua macam mikrokontroler. Pembagian ini didasarkan pada kompleksitas instruksi-instruksi yang dapat diterapkan pada mikrokontroler tersebut. Pembagian itu, yaitu RISC dan CISC serta masing-masing mempunyai keturunan atau keluarga sendiri-sendiri.

1. RISC merupakan kependekan dari *Reduced Instruction Set Computer*. Instruksi yang dimiliki terbatas, tetapi memiliki fasilitas yang lebih banyak.

⁶ Ibid. hal. 55

2. Sebaliknya, CISC kependekan dari *Complex Instruction Set Computer*. Instruksi ini bisa dikatakan lebih lengkap tapi dengan fasilitas secukupnya.⁷

Ada beberapa jenis mikrokontroler yang umum digunakan, diantaranya:

1. Keluarga MCS51

Mikrokontroler ini termasuk dalam keluarga mikrokontroler CISC. Sebagian besar instruksinya dieksekusi dalam 12 siklus *clock*. Mikrokontroler ini berdasarkan arsitektur Harvard dan meskipun awalnya dirancang untuk aplikasi mikrokontroler *chip* tunggal, sebuah mode perluasan telah mengizinkan sebuah ROM luar 64KB dan RAM luar 64 KB diberikan alamat dengan cara jalur pemilihan *chip* yang terpisah untuk akses program dan memori data. Salah satu kemampuan dari mikrokontroler 8051 adalah pemasukan sebuah mesin pemroses Boolean yang mengizinkan operasi logika Boolean tingkatan-bit dapat dilakukan secara langsung dan secara efisien dalam *register* internal dan RAM. Karena itulah MCS51 digunakan dalam rancangan awal PLC (*Programmable Logic Control*).

2. AVR

Mikrokontroler *Alv and Vegard's Risc Processor* atau sering disingkat AVR merupakan mikrokontroler RISC 8 bit. Karena RISC

⁷ Ibid., hal. 58

inilah sebagian besar kode instruksinya dikemas dalam satu siklus clock. AVR adalah jenis mikrokontroler yang paling sering dipakai dalam bidang elektronika dan instrumentasi.

Secara umum, AVR dapat dikelompokkan dalam empat kelas. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya. Keempat kelas tersebut adalah keluarnya ATTiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan AT86RFxx.

3. PIC

Pada awalnya, PIC merupakan kependekan dari *Programmable Interface Controller*. Tetapi pada perkembangannya berubah menjadi *Programmable Intelligent Computer*. PIC termasuk keluarga mikrokontroler berarsitektur Harvard yang dibuat oleh *Microchip Technology*. Awalnya dikembangkan oleh Divisi Mikroelektronik *General Instruments* dengan nama IC1640. Sekarang *microchip* telah mengumumkan pembuatan PIC-nya yang keenam. PIC cukup populer digunakan oleh para *developer* dan para penghobi *ngoprek* karena biayanya yang rendah, ketersediaan dan penggunaan yang luas, *database* aplikasi yang besar, serta pemrograman (dan pemrograman ulang) melalui hubungan serial pada komputer.

4. Arduino

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel.

5. ARM Cortex-M0

ARM adalah prosesor dengan arsitektur *set* instruksi 32bit RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) yang dikembangkan oleh ARM Holdings. ARM merupakan singkatan dari *Advanced RISC Machine* (sebelumnya lebih dikenal dengan kepanjangan *Acorn RISC Machine*).

2.1.4. Arduino

Pembahasan mikrokontroler Arduino dibagi menjadi beberapa sub pembahasan, diantaranya sejarah singkat, pengertian, jenis-jenis Arduino, kelebihan Arduino dan beberapa sub pembahasan lain yang berkaitan dengan Arduino.

2.1.4.1. Sejarah Arduino

Pembuatan arduino dimulai pada tahun 2005, di mana sebuah situs perusahaan komputer Olivetti di Ivrea Italia, membuat perangkat untuk mengendalikan proyek desain interaksi siswa supaya lebih murah dibandingkan sistem yang ada pada saat itu. Dilanjutkan pada bulan Mei 2011, dimana sudah ada lebih dari 300.000 unit Arduino terjual.

Pendiri dari Arduino itu sendiri adalah Massimo Banzi dan David Cuartielles sebagai *founder*. Awalnya mereka memberi nama proyek itu dengan sebutan Arduin dari Ivrea tetapi seiring dengan perkembangan zaman, nama proyek itu diubah menjadi Arduino yang berarti “teman yang kuat” atau dalam versi bahasa Inggrisnya dikenal dengan sebutan “*Hardwin*”.

Proyek Pengkabelan diciptakan oleh seniman sekaligus *programmer* asal Kolombia bernama Hernando Barragan. Pengkabelan ini adalah proyek tesis Hernando pada Desain Interaksi Institut Ivrea. Hal tersebut dimaksudkan untuk menjadi versi elektronik pengolahan yang digunakan di lingkungan pemrograman dan mengambil pola sintaks *Processing*. Dengan berkembangnya teknologi, Arduino menjadi sangat populer di kalangan mahasiswa dan pelajar saat ini. Mereka mengembangkan Arduino dengan *bootloader* dan *software* yang *user friendly* sehingga menghasilkan sebuah *board* mikrokontroler yang bersifat *open source* yang bisa dipelajari dan dikembangkan oleh mahasiswa, pelajar, profesional, pemula, dan penggemar elektronika maupun robotik di seluruh dunia. IDE (*Integrated Development Environment*) diciptakan oleh Casey Reas dan Ben Fry, beberapa programmer yang lain juga terlibat seperti Tom Igoe, Gianluca Martino, David Mellis, dan Nicholas Zambett.

2.1.4.2. Pengertian Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, yang diturunkan dari *wiring platform*, yang di rancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware*-nya memiliki prosesor atmel AVR dan *software*-nya memiliki bahasa pemrograman sendiri.⁸

⁸ Ghavian, *Pengertian Arduino*, <http://ghavianarduino.blogspot.com/2013/09/pengertian-arduino.html> (Diakses pada tanggal 14 Oktober 2015)

Secara *software*, Arduino merupakan *open source* IDE yang digunakan untuk *men-develop* aplikasi mikrokontroler yang berbasis *Arduino platform*.

Secara *Hardware*, Arduino merupakan *single board* mikrokontroler yang bersifat *open source hardware* yang dikembangkan untuk arsitektur mikrokontroler AVR 8 bit dan ARM 32 bit.

Dari ketiga pengertian di atas, dapat disimpulkan bahwa Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel.⁹ 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.

⁹ Muhammad Syahwil, *Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroler Arduino*, (Yogyakarta:Penerbit Andi:2013),hal.60.

2.1.4.3. Kelebihan Arduino

Arduino menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroller, sekaligus menawarkan berbagai macam kelebihan antara lain:

1. Murah, papan (perangkat keras) Arduino biasanya dijual relatif murah dibandingkan dengan *platform* mikrokontroller 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.
2. Sederhana dan mudah pemrogramannya. Perlu diketahui bahwa lingkungan pemrograman 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 di dalam kardus/kotak Arduino terdapat tulisan bahwa Arduino diperuntukkan bagi seniman, desainer, penghobi, dan siapa saja. Sungguh membesarkan hati dan membangkitkan semangat bahwa penggunaannya tidak harus teknisi berpengalaman atau ilmuwan berotak jenius.
3. Perangkat lunaknya *Open Source*. Perangkat lunak Arduino IDE dipublikasikan sebagai *Open Source*, tersedia bagi para pemrogram

berpengalaman untuk pengembangan lebih lanjut. Bahasanya bisa dikembangkan lebih lanjut melalui pustaka-pustaka C++ yang berbasis pada bahasa C untuk AVR.

4. Perangkat kerasnya *Open Source*. Perangkat keras Arduino berbasis mikrokontroler 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 periferan-periferan lain yang dibutuhkan.
5. Tidak perlu perangkat *chip programmer*. Karena di dalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari komputer.
6. Sudah memiliki sarana komunikasi USB. Sehingga pengguna Laptop yang tidak memiliki *port serial/RS323* bisa menggunakannya.
7. Bahasa pemrograman relatif mudah. Karena *software* Arduino dilengkapi kumpulan *library* yang cukup lengkap.
8. Memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa ditancapkan pada *board* Arduino. Misalnya *shield* GPS, *Ethernet*, *SD Card*, dan lain-lain.¹⁰

2.1.4.4. Jenis-jenis Perangkat Keras Arduino (*Arduino Hardware*)

Saat ini ada bermacam-macam bentuk dan jenis papan Arduino yang disesuaikan dengan peruntukannya, tidak hanya *board* (papan) Arduino

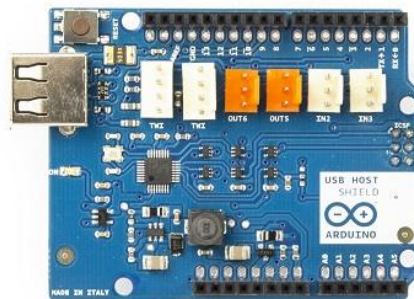
¹⁰ Ibid. hal. 63

yang disediakan juga terdapat modul siap pakai (*shield*), juga aksesoris seperti USB *adapter* dan sebagainya. Berikut jenis-jenis papan Arduino yang ada di pasaran:

1. Arduino USB

Papan Arduino jenis ini menggunakan *port* USB sebagai antar muka pemrograman atau komunikasi komputer, lihat gambar 2.1. Karena menggunakan *port* USB sebagai antar mukanya, jenis papan Arduino ini dapat digunakan secara *plug and play*.

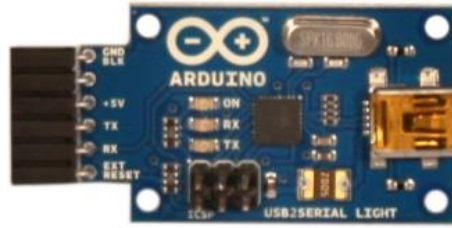
Beberapa contoh papan Arduino dengan *port* USB, ialah: Arduino Uno, Arduino Duemilanove, Arduino Diecimila, Arduino NG Rev. C. dan masih banyak lagi.



Gambar 2.1 Arduino USB
Sumber : <http://www.arduino.cc/>

2. Arduino Serial.

Papan Arduino pada gambar 2.2 disebut sebagai Arduino Serial yang menggunakan *port serial* RS232 sebagai antar muka pemrograman atau komunikasi komputernya. Penggunaan papan Arduino jenis ini cukup rumit, sehingga dibutuhkan kecakapan yang cukup memadai dari pengguna (*user*).



Gambar 2.2 Arduino Port Serial
 Sumber : <http://www.arduino.cc/>

3. Arduino Mega

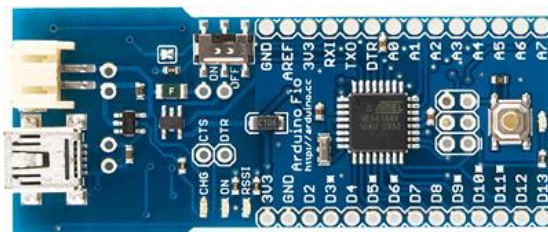
Papan Arduino pada gambar 2.3 merupakan jenis papan Arduino dengan spesifikasi yang lebih tinggi yang telah dilengkapi dengan tambahan pin digital, pin analog, port *serial* dan periferal lainnya yang dapat meningkatkan kemampuannya. Beberapa contoh papan Arduino jenis ini, ialah Arduino Mega dan Arduino Mega 2560.



Gambar 2.3 Arduino Mega
 Sumber : <http://www.arduino.cc/>

4. Arduino Fio

Papan Arduino pada gambar 2.4 disebut sebagai Arduino Fio. Papan jenis ini merupakan jenis papan Arduino yang khusus dikembangkan untuk keperluan project Nirkabel (*Wireless*).



Gambar 2.4 Arduino Fio/wireless
 Sumber : <http://www.arduino.cc/>

5. Arduino Lilypad

Papan Arduino Lilypad merupakan jenis papan Arduino yang memiliki karakteristik unik yang tidak dimiliki papan Arduino jenis lain. Papan Arduino Lilypad memiliki bentuk melingkar yang tidak umum dijumpai pada papan-papan Arduino lainnya, lihat gambar 2.5. Contoh papan Arduino jenis ini, ialah: LilyPad 00, LilyPad 01, LilyPad 02, LilyPad 03, dan LilyPad04.



Gambar 2.5 Arduino Lilypad
Sumber : <http://www.arduino.cc/>

6. Arduino BT

Papan Arduino pada gambar 2.6 memiliki kelebihan tersendiri yang tidak dimiliki oleh papan Arduino jenis lain. Pada papan Arduino jenis ini telah terpasang modul *bluetooth* untuk komunikasi nirkabel.



Gambar 2.6 Arduino BT
Sumber : <http://www.arduino.cc/>

7. Arduino Nano

Papan Arduino Nano seperti pada gambar 2.7 merupakan jenis papan yang memiliki bentuk paling sederhana dibandingkan dengan papan Arduino jenis lain. Papan Arduino Nano memiliki bentuk *compact* dengan port USB sebagai antar muka dan media komunikasi dengan komputer. Arduino Nano juga biasa digunakan bersama *breadboard*. Contohnya Arduino Nano 3.0 dan Arduino 2.x.



Gambar 2.7 Arduino Nano
Sumber : <http://www.arduino.cc/>

2.1.4.5. *Input / Output Digital & Input Analog*

Input/output digital atau *digital pin* adalah pin-pin untuk menghubungkan Arduino dengan komponen atau rangkaian digital. contohnya, jika ingin membuat LED berkedip, LED tersebut bisa dipasang pada salah satu pin *input* atau *output* digital dan *ground*. Komponen lain yang menghasilkan *output* digital atau menerima *input* digital bisa disambungkan ke pin-pin ini.

Input analog atau analog pin adalah pin-pin yang berfungsi untuk menerima sinyal dari komponen atau rangkaian analog. contohnya , potensiometer, sensor suhu, sensor cahaya, dan lain-lain.

2.1.4.6. Catu Daya

Pin-pin catu daya adalah pin yang memberikan tegangan untuk komponen atau rangkaian yang dihubungkan dengan Arduino. Pada bagian catu daya ini pin *Vin* dan *Reset*. *Vin* digunakan untuk memberikan tegangan langsung kepada Arduino tanpa melalui tegangan pada USB atau adaptor, sedangkan *Reset* adalah pin untuk memberikan sinyal *reset* melalui tombol atau rangkaian eksternal.

2.1.4.7. Baterai / Adaptor

Soket baterai atau adaptor digunakan untuk mensuplai Arduino dengan tegangan dari baterai/adaptor 9V pada saat Arduino sedang tidak disambungkan ke komputer. Jika Arduino sedang disambungkan ke komputer dengan USB, Arduino mendapatkan suplai tegangan dari USB, Jadi tidak perlu memasang baterai/adaptor pada saat memprogram Arduino.

2.1.4.8. Memori

ATmega328 mempunyai 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk *bootloader*). ATmega 328 juga mempunyai 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM yang dapat dibaca dan ditulis (*RW/read and written*) dengan *EEPROM library*).

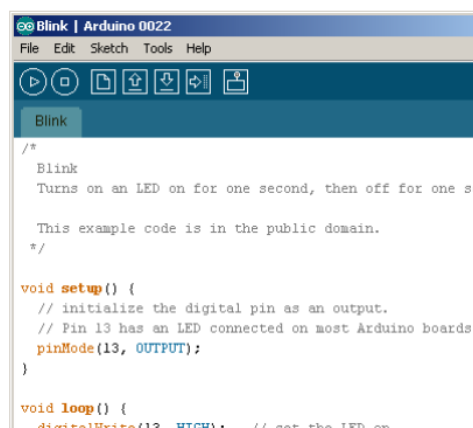
2.1.4.9. Perangkat Lunak Arduino (*Software*)

Sehubungan dengan pembahasan untuk saat ini *software* Arduino yang akan digunakan adalah *driver* dan IDE, walaupun masih ada beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan

Arduino. IDE Arduino adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari:

1. *Editor program*, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan meng-*edit* program dalam bahasa *Processing*.
2. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *processing*. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan Arduino.¹¹

Gambar 2.8 adalah contoh tampilan IDE Arduino dengan sebuah *sketch* yang sedang di-*edit*.



```

Blink | Arduino 0022
File Edit Sketch Tools Help
Blink
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second...
 *
 * This example code is in the public domain.
 */

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards:
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // set the LED on

```

Gambar 2.8 Contoh Tampilan Software Arduino
Sumber : <http://arduino-info.wikispaces.com>

¹¹ Feri Djuandi, *Pengenalan Arduino*, <http://www.tobuku.com/docs/Arduino-Pengenalan.pdf>
(Diakses tanggal 15 Oktober 2015)

2.1.5. Arduino Uno

2.1.5.1. Pengertian Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel Arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer).¹² Piranti ini dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan berukuran relatif kecil ini (lihat gambar 2.9).



Gambar 2.9 Arduino Uno
Sumber : <http://www.arduino.cc/>

¹² Abdul Kadir, *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*, (Yogyakarta: Penerbit Andi: 2013), hal.16

Bahkan, dengan penambahan komponen tertentu, piranti ini bisa dipakai untuk pemantauan kondisi pasien rumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah.

Arduino Uno mengandung mikroprosesor (berupa Atmel AVR) dan dilengkapi dengan *oscillator* 16Mhz (yang memungkinkan operasi berbasis waktu dilaksanakan dengan tepat), dan regulator (pembangkit tegangan) 5 volt. Sejumlah pin tersedia di papan. Pin 0 hingga 13 digunakan untuk isyarat digital, yang hanya bernilai 0 atau 1. Pin AO-A5 digunakan untuk isyarat analog. Arduino Uno dilengkapi dengan *Static Random-Access Memory* (SRAM) berukuran 2KB untuk memegang data, *flash memory* berukuran 32KB, dan *Erasable Programmable Read-Only Memory* (EEPROM) untuk menyimpan program.

Arduino Uno dapat diartikan juga sebagai *board* mikrokontroler berbasis ATmega328 (*datasheet*) yang memiliki 14 pin *input* dari *output* digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *Board* Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya.¹³

¹³ Suhendri Hendri, *Pengenalan Arduino Uno*, <http://belajar-dasar-pemrograman.blogspot.com/2013/03/arduino-uno.html> (Diakses pada tanggal 15 Oktober 2015)

Arduino Uno berbeda dengan semua *board* sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-*serial* yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan *board* sebelumnya yang menggunakan *chip FTDI driver USB-to-serial*.

Nama “Uno” berarti satu dalam bahasa Italia, untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi dari Arduino. Uno adalah yang terbaru dalam serangkaian board USB Arduino, dan sebagai model referensi untuk *platform* Arduino, untuk perbandingan dengan versi sebelumnya, lihat indeks *board* Arduino.¹⁴

Di bawah ini adalah tabel spesifikasi mikrokontroler Arduino Uno:

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno¹⁵

Microkontroler	ATmega328
Operasi tegangan	5V
Input tegangan	7-12 V (Rekomendasi)
Input tegangan batas	6-20 V (Limits)
Pin I/O digital	14 Pin (6 Pin untuk PWM)
Arus DC tiap pin I/O	50 mA

¹⁴ Arfa, *Pengertian Arduino Uno*, <http://arfa.ilearning.me/?p=49> (Diakses pada tanggal 15 Oktober 2015)

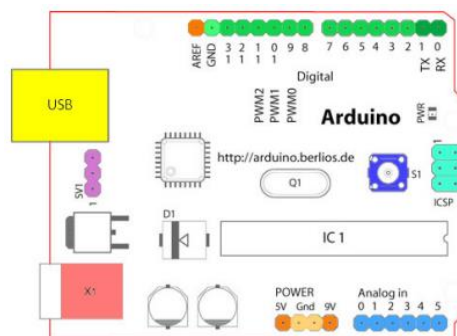
¹⁵ Aozon Maulana, *Mengenal Arduino Uno Lebih Rinci*, <http://aozon.blogspot.com/2014/03/mengenal-arduino-uno-lebih-rinci.html> (Diakses tanggal 15 Oktober 2015)

Arus DC ketika 3.3V	50 mA
Memori Flash	32 KB (ATmega328) dan 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Kecepatan clock	16 MHz

2.1.5.2. Bagian-bagian Papan Arduino Uno

Berikut ini adalah penjelasan bagian-bagian papan/*board* Arduino

Uno :



Gambar 2.10 Papan Arduino Uno

Sumber : Feri Djuandi, E-Book Pengenalan Arduino

1. 14 pin *input/output* digital (0-13)

Berfungsi sebagai *input* atau *output*, dapat diatur oleh program.

Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin analog *output* dimana tegangan *output*-nya dapat diatur.

Nilai sebuah pin *output* analog dapat diprogram antara 0 – 255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.

2. USB

Berfungsi untuk:

1. Memuat program dari komputer ke dalam papan
2. Komunikasi serial antara papan dan komputer
3. Memberi daya listrik kepada papan

3. Sambungan SV1

Sambungan atau *jumper* untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan Arduino versi terakhir karena pemilihan sumber daya eksternal atau USB dilakukan secara otomatis.

4. Q1 – Kristal (*quartz crystal oscillator*)

Jika mikrokontroler dianggap sebagai sebuah otak, maka kristal adalah jantungnya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada mikrokontroler agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detak-nya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz).

5. Tombol *Reset* S1

Untuk me-*reset* papan sehingga program akan mulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol *reset* ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan mikrokontroler.

6. *In-Circuit Serial Programming* (ICSP)

Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram mikrokontroler secara langsung, tanpa melalui *bootloader*.

Umumnya pengguna Arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.

7. IC 1 – *Microcontroller* Atmega

Komponen utama dari papan Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM.

8. X1 – sumber daya eksternal

Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, papan Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9-12V.

9. 6 pin input analog (0-5)

Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin *input* antara 0 – 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.¹⁶

Tanpa melakukan konfigurasi apapun, begitu sebuah papan Arduino dikeluarkan dari kotak pembungkusnya ia dapat langsung disambungkan ke sebuah komputer melalui kabel USB. Selain berfungsi sebagai penghubung untuk pertukaran data, kabel USB ini juga akan mengalirkan arus DC 5 Volt kepada papan Arduino sehingga praktis tidak diperlukan sumber daya dari luar. Saat mendapat suplai daya, lampu LED indikator

¹⁶ Feri Djuandi, *Pengenalan Arduino*, <http://www.tobuku.com/docs/Arduino-Pengenalan.pdf> (Diakses tanggal 15 Oktober 2015)

daya pada papan Arduino akan menyala menandakan bahwa ia siap bekerja. (Lihat gambar 2.11).



Gambar 2.11 Papan Arduino Uno Saat Aktif
Sumber : Feri Djuandi, E-Book Pengenalan Arduino

Pada papan Arduino Uno terdapat sebuah LED kecil yang terhubung ke pin digital no 13. LED ini dapat digunakan sebagai *output* saat seorang pengguna membuat sebuah program dan ia membutuhkan sebuah penanda dari jalannya program tersebut. Ini adalah cara yang praktis saat pengguna melakukan uji coba. Umumnya mikrokontroler pada papan Arduino telah memuat sebuah program kecil yang akan menyalakan LED tersebut berkedip-kedip dalam jeda satu detik. Jadi sangat mudah untuk menguji apakah sebuah papan Arduino baru dalam kondisi baik atau tidak, cukup sambungkan papan itu dengan sebuah komputer dan perhatikan apakah LED indikator daya menyala konstan dan LED dengan pin-13 itu menyala berkedip-kedip.

2.1.5.3.Sumber Daya/ Power

Arduino Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Untuk sumber daya Eksternal (*non-USB*) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan memasukkan 2.1mm *jack* DC ke colokan listrik *board*. Baterai dapat dimasukkan pada pin *header* Gnd dan Vin dari konektor daya.

Board dapat beroperasi pada pasokan eksternal dari 6 sampai 20 volt. Jika menggunakan tegangan kurang dari 6 volt mungkin tidak akan stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan merusak papan. Rentang yang dianjurkan adalah 7 sampai 12 volt.

Pin listrik yang tersedia adalah sebagai berikut:

1. *VIN* merupakan *input* tegangan ke *board* Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal. Pin *VIN* menyediakan tegangan atau memasok tegangan melalui *stop* kontak listrik.
2. *5V*. Pin *5V* merupakan output *5V* yang telah diatur oleh regulator papan Arduino. *Board* dapat diaktifkan dengan daya, baik dari *stop* kontak listrik DC (7 - 12V), konektor USB (5V), atau pin *VIN board* (7-12V). Jika memasukan tegangan melalui pin *5V* atau *3.3V* secara langsung (tanpa melewati regulator) dapat merusak papan Arduino.
3. *Tegangan pada pin 3V3*. 3.3Volt dihasilkan oleh regulator *on-board*. Menyediakan arus maksimum 50 mA.
4. *GND*. Pin *Ground*.

5. *IOREF*. Pin ini di papan Arduino memberikan tegangan referensi ketika mikrokontroler beroperasi. Sebuah *shield* yang dikonfigurasi dengan benar dapat membaca pin tegangan *IOREF* sehingga dapat memilih sumber daya yang tepat agar dapat bekerja dengan 5V atau 3.3V.¹⁷

2.1.5.4. Memori

ATmega328 memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk *bootloader*). ATmega328 juga memiliki 2 KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan / *library* EEPROM).¹⁸

2.1.5.5. Input dan Output

Masing-masing dari 14 pin digital di Arduino Uno dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, dengan menggunakan fungsi *pinMode* (), *digitalWrite* (), dan *digitalRead* (), beroperasi dengan daya 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal *pull-up* resistor (secara *default* terputus) dari 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus yaitu:

1. *Serial*: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini dihubungkan ke pin yang berkaitan dengan chip Serial ATmega8U2 USB-to-TTL.

¹⁷ Ibid.

¹⁸ Ibid.

2. Eksternal menyela: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu *interrupt* pada nilai yang rendah, dengan batasan tepi naik atau turun, atau perubahan nilai. Lihat (*Attach Interrupt*) fungsi untuk rincian lebih lanjut.
3. PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan *output* PWM 8-bit dengan fungsi *analogWrite* ().
4. *SPI*: 10 (SS), 11 (Mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi *SPI* menggunakan *SPI library*.
5. *LED*: 13. Ada *built-in* LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai nilai *HIGH*, LED *on*, ketika pin bernilai *LOW*, LED *off*.¹⁹

2.1.5.6. Komunikasi

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Pada ATmega16U2 saluran komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai *com port* virtual untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* 16U2 menggunakan standar *driver* USB COM, dan tidak ada *driver* eksternal diperlukan. Namun, pada *Windows*, diperlukan *file .inf*. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data tekstual sederhana akan dikirim ke dan dari papan

¹⁹ Ibid.

Arduino. RX dan TX LED di papan akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui *chip* USB-*to*-*serial* dan koneksi USB komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

ATmega328 juga mendukung I2C (TWI) dan komunikasi SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan *Wire* berfungsi menyederhanakan penggunaan bus I2C. Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI.

2.1.5.7. Pemrograman

Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pilih Arduino Uno dari *Tool* lalu sesuaikan dengan mikrokontroler yang digunakan.

Para ATmega328 pada Arduino Uno memiliki *bootloader* yang untuk meng-*upload* program baru untuk itu tanpa menggunakan *programmer hardware* eksternal, tidak dapat berkomunikasi menggunakan protokol dari bahasa C.

Sistem dapat menggunakan perangkat lunak FLIP Atmel (Windows) atau *programmer* DFU (Mac OS X dan Linux) untuk memuat *firmware* baru dapat menggunakan *header* ISP dengan programmer eksternal

2.1.5.8. Otomatis Software Reset

Tombol *reset* Uno Arduino dirancang untuk menjalankan program yang tersimpan di dalam mikrokontroler dari awal. Tombol *reset* terhubung ke ATmega328 melalui kapasitor 100nf. Setelah tombol *reset* ditekan cukup lama untuk me-*reset chip*, *software* IDE Arduino dapat juga

berfungsi untuk meng-*upload* program dengan hanya menekan tombol *upload* di *software* IDE Arduino.

2.1.5.9. Perlindungan Arus USB

Arduino Uno memiliki *polyfuse reset* yang melindungi *port* USB computer dari arus pendek atau berlebih. Meskipun kebanyakan komputer memberikan perlindungan internal sendiri. Sekering atau *fuse* menyediakan lapisan perlindungan tambahan pada arus berlebih. Saat *fuse* membaca arus lebih dari 500 mA, maka *fuse* otomatis bekerja memutus hubungan sirkuit untuk mencegah kerusakan.

2.1.5.10. Karakteristik Fisik

Panjang maksimum dan lebar PCB Uno masing-masing adalah 2,7 dan 2,1 inci, dengan konektor USB dan *stop* kontak listrik yang melampaui dimensi tersebut. Empat lubang sekrup memungkinkan *board* harus terpasang ke permukaan. Perhatikan bahwa jarak antara pin digital 7 dan 8 adalah 0,16", tidak seperti pin lainnya.

2.1.6. Sensor Ultrasonik

2.1.6.1. Pengertian Sensor Ultrasonik

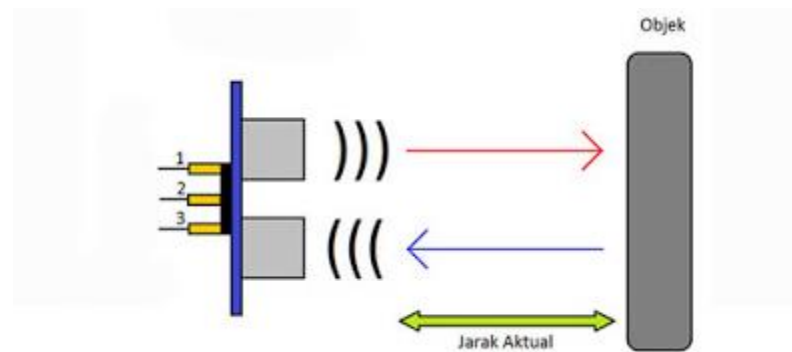
Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor

ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat didengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa.

2.1.6.2. Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima.



Gambar 2.12 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

Sumber : <http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>

Secara detail pada gambar 2.12, cara kerja sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

1. Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz.
2. Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut.
3. Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak benda dihitung berdasarkan rumus : $S = 340.t/2$ dimana S merupakan jarak antara sensor ultrasonik dengan benda (bidang pantul), dan t adalah selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh *transmitter* dan waktu ketika gelombang pantul diterima *receiver*. ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi.

2.1.6.3. Aplikasi Sensor Ultrasonik

Dalam bidang kesehatan, gelombang ultrasonik bisa digunakan untuk melihat organ-organ dalam tubuh manusia seperti untuk mendeteksi tumor, liver, otak dan menghancurkan batu ginjal. Gelombang ultrasonik juga dimanfaatkan pada alat USG (ultrasonografi) yang biasa digunakan oleh dokter kandungan.

Dalam bidang industri, gelombang ultrasonik digunakan untuk mendeteksi keretakan pada logam, meratakan campuran besi dan timah, meratakan campuran susu agar homogen, mensterilkan makanan yang diawetkan dalam kaleng, dan membersihkan benda benda yang sangat halus. Gelombang ultrasonik juga bisa digunakan untuk mendeteksi keberadaan mineral maupun minyak bumi yang tersimpan di dalam perut bumi.

Dalam bidang pertahanan, gelombang ultrasonik digunakan sebagai radar atau navigasi, di darat maupun di dalam air. Gelombang ultrasonik digunakan oleh kapal pemburu untuk mengetahui keberadaan kapal selam, dipasang pada kapal selam untuk mengetahui keberadaan kapal yang berada di atas permukaan air, mengukur kedalaman palung laut, mendeteksi ranjau, dan menentukan puosisi sekelompok ikan.

2.1.6.4. Rangkaian Sensor Ultrasonik

1. Piezoelektrik

Piezoelektrik berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Bahan piezoelektrik adalah material yang memproduksi

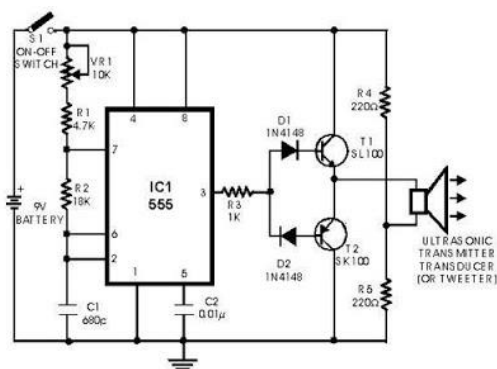
medan listrik ketika dikenai regangan atau tekanan mekanis. Sebaliknya, jika medan listrik diterapkan, maka material tersebut akan mengalami regangan atau tekanan mekanis. Jika rangkaian pengukur beroperasi pada mode pulsa elemen piezoelektrik yang sama, maka dapat digunakan sebagai transmitter dan *receiver*.

Frekuensi yang ditimbulkan tergantung pada osilatornya yang disesuaikan frekuensi kerja dari masing-masing transduser. Karena kelebihanannya inilah maka transduser piezoelektrik lebih sesuai digunakan untuk sensor ultrasonik.

2. *Transmitter*

Transmitter adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi tertentu (misal, sebesar 40 kHz) yang dibangkitkan dari sebuah osilator. Untuk menghasilkan frekuensi 40 KHz, harus di buat sebuah rangkaian osilator dan keluaran dari osilator dilanjutkan menuju penguat sinyal.

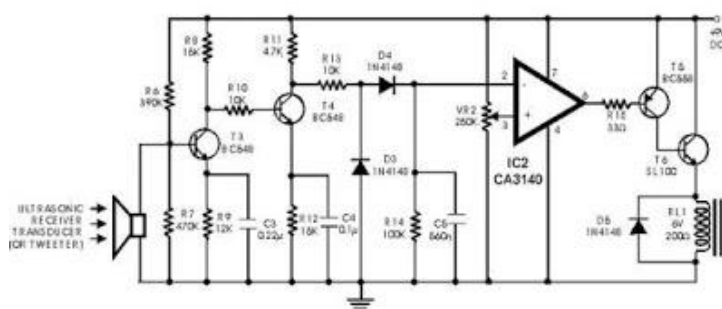
Besarnya frekuensi ditentukan oleh komponen RLC / kristal tergantung dari disain osilator yang digunakan. Penguat sinyal akan memberikan sebuah sinyal listrik yang diumpankan ke piezoelektrik dan terjadi reaksi mekanik sehingga bergetar dan memancarkan gelombang yang sesuai dengan besar frekuensi pada osilator. Berikut ini pada gambar 2.13 adalah rangkaian dasar *transmitter* ultrasonik:



Gambar 2.13 Gambar Rangkaian Dasar Transmitter Ultrasonik
 Sumber : <http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>

3. Receiver

Receiver terdiri dari transduser ultrasonik menggunakan bahan piezoelektrik, yang berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan yang berasal dari *transmitter* yang dikenakan pada permukaan suatu benda atau gelombang langsung LOS (*Line of Sight*) dari *transmitter*. Oleh karena bahan piezoelektrik memiliki reaksi yang *reversible*, elemen keramik akan membangkitkan tegangan listrik pada saat gelombang datang dengan frekuensi yang resonan akan menggetarkan bahan piezoelektrik tersebut. Berikut ini pada gambar 2.14 adalah rangkaian *receiver* ultrasonik :



Gambar 2.14 Gambar Rangkaian Dasar Receiver Ultrasonik
 Sumber : <http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>

2.1.6.5. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ini merupakan sensor ultrasonik siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang

ultrasonik. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm - 4m dengan akurasi 3mm. Alat ini memiliki 4 pin, pin *Vcc*, *Gnd*, *Trigger*, dan *Echo*. Pin *Vcc* untuk listrik positif dan *Gnd* untuk *ground*-nya. Pin *Trigger* untuk *trigger* keluarnya sinyal dari sensor dan pin *Echo* untuk menangkap sinyal pantul dari benda. Berikut ini pada gambar 2.15 adalah bentuk dari sensor ultrasonik HC-SR04:



Gambar 2.15 Gambar Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sumber : <http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>

Cara menggunakan alat ini yaitu: ketika kita memberikan tegangan positif pada pin *Trigger* selama 10 μ S, maka sensor akan mengirimkan 8 step sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40kHz. Selanjutnya, sinyal akan diterima pada pin *Echo*. Untuk mengukur jarak benda yang memantulkan sinyal tersebut, maka selisih waktu ketika mengirim dan menerima sinyal digunakan untuk menentukan jarak benda tersebut.

2.1.7. Motor Servo

2.1.7.1. Pengertian Motor Servo

Motor servo seperti terlihat pada gambar 2.16 adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo.²⁰ Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo, Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.



Gambar 2.16 Motor Servo

Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/motor-servo/>

Karena motor DC servo merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, maka magnet *permanent* motor DC servolah yang mengubah energi listrik ke dalam energi mekanik melalui interaksi dari dua medan magnet. Salah satu medan dihasilkan oleh magnet

²⁰ Eldas, *Motor Servo*, diakses dari <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/motor-servo/>, pada tanggal: 5 Oktober 2015.

permanent dan yang satunya dihasilkan oleh arus yang mengalir dalam kumparan motor. Resultan dari dua medan magnet tersebut menghasilkan torsi yang membangkitkan putaran motor tersebut. Saat motor berputar, arus pada kumparan motor menghasilkan torsi yang nilainya konstan.

Secara umum terdapat 2 jenis motor servo yaitu diantaranya :

1. Motor Servo *Standard* 180°

Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180°.

2. Motor Servo *Continuous*

Motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinu).

2.1.7.2. Prinsip Kerja Motor Servo

Prinsip kerja motor didasarkan pada peletakan suatu konduktor dalam suatu medan magnet.²¹ Jika suatu konduktor dililitkan dengan kawat berarus maka akan dibangkitkan medan magnet berputar. Kontribusi dari setiap putaran akan merubah intensitas medan magnet yang ada dalam bidang yang tertutup kumparan.

Dengan cara inilah medan magnet yang kuat terbentuk. Tenaga yang digunakan untuk mendorong *flux* magnet tersebut disebut *Manetomotive Force* (MMF).

²¹ *Ibid*

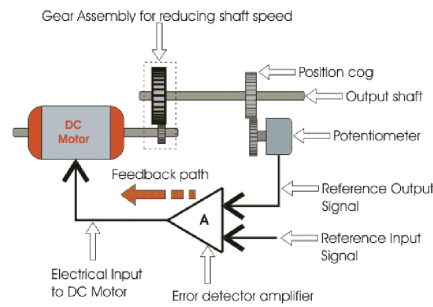
Flux magnet digunakan untuk mengetahui seberapa banyak *flux* pada daerah disekitar koil atau magnet permanent. Medan magnet pada motor DC servo dibangkitkan oleh magnet *permanent*, jadi tidak perlu tenaga untuk membuat medan magnet.

Flux medan magnet pada stator tidak dipengaruhi oleh arus *armature*. Oleh karena itu, kurva perbandingan antara kecepatan dengan torsi adalah linier. Motor servo merupakan sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closed feedback* yang terintegrasi dalam motor tersebut.²²

Pada motor servo posisi putaran sumbu (*axis*) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor servo disusun dari sebuah motor DC, *gearbox*, *variabel resistor* (VR) atau potensiometer dan rangkaian kontrol.

Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas maksimum putaran sumbu (*axis*) motor servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang ada pada pin kontrol motor servo, seperti yang terlihat pada gambar 2.17 di bawah ini:

²² www.electrical4u.com, *Servo Motor, Mechanism, Theory and Working Principle*, diakses dari <http://www.electrical4u.com/servo-motor-servo-mechanism-theory-and-working-principle/> pada tanggal : 5 Oktober 2015



Gambar 2.17 Prinsip Kerja Motor Servo

Sumber: <http://www.electrical4u.com/servo-motor-servo-mechanism-theory-and-working-principle/>

Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan dengan memberikan variasi lebar pulsa (*duty cycle*) sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya.²³

Jenis Motor Servo Standar 180°, Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180°. Motor Servo jenis *continuous* ini mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinyu).

Pulsa Kontrol Motor Servo Operasional motor servo dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar ± 20 ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari *range* sudut maksimum. Apabila motor servo diberikan pulsa dengan besar 1.5 ms mencapai gerakan 90°, maka bila kita

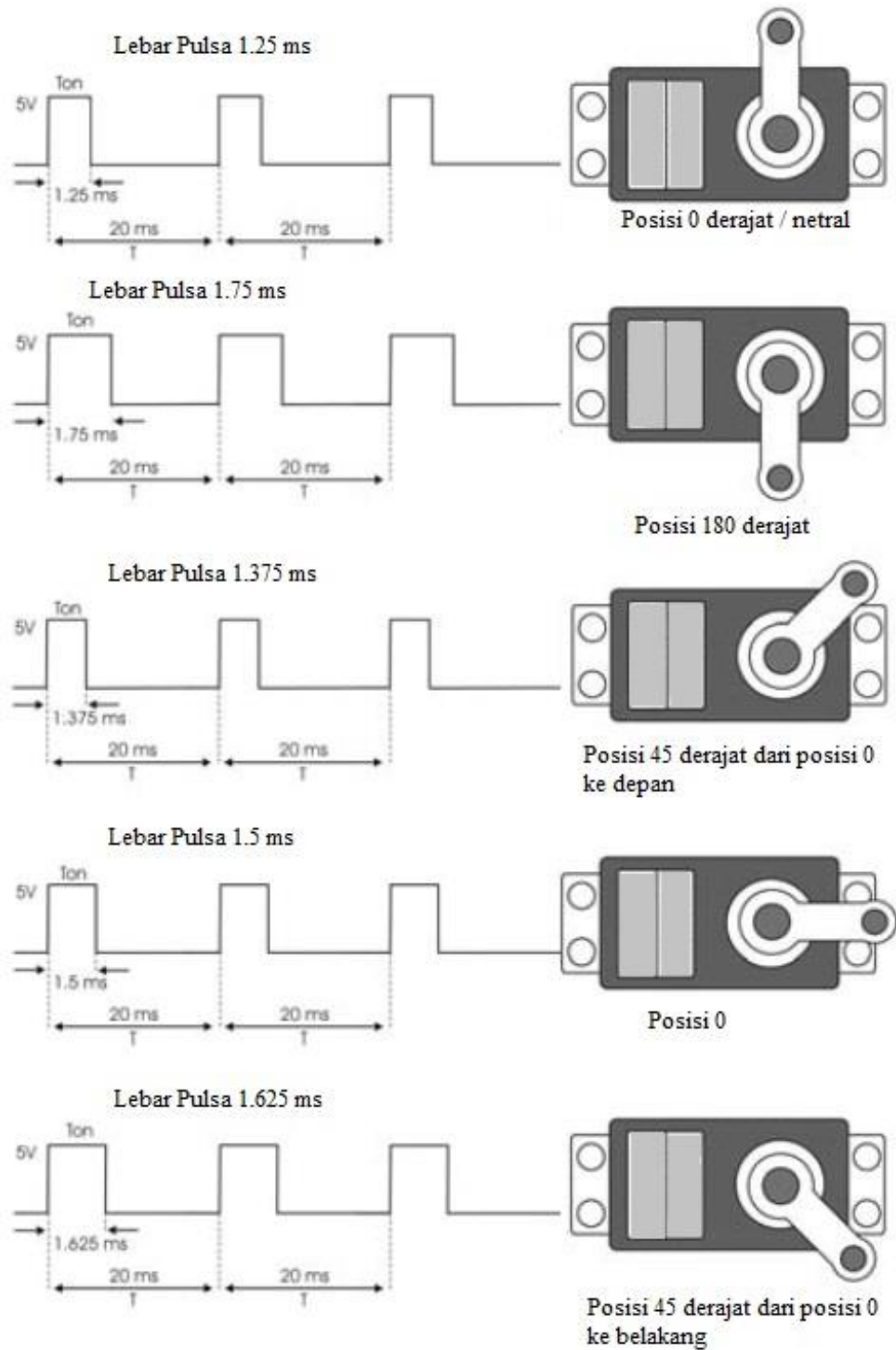
²³ *Ibid.*

berikan pulsa kurang dari 1.5 ms maka posisi mendekati 0° dan bila kita berikan pulsa lebih dari 1.5 ms maka posisi mendekati 180° .

Pulsa Kendali Motor Servo akan bekerja secara baik jika pada bagian pin kontrolnya diberikan sinyal PWM dengan frekuensi 50 Hz. Dimana pada saat sinyal dengan frekuensi 50 Hz tersebut dicapai pada kondisi *Ton duty cycle* 1.5 ms, maka rotor dari motor akan berhenti tepat di tengah-tengah (sudut 0° / *netral*).

Saat *Ton duty cycle* dari sinyal yang diberikan kurang dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar ke berlawanan arah jarum jam *Counter Clock wise* (CCW) dengan membentuk sudut yang besarnya linier terhadap besarnya *Ton duty cycle*, dan akan bertahan diposisi tersebut.

Sebaliknya, jika *Ton duty cycle* dari sinyal yang diberikan lebih dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar searah jarum jam *Clock Wise* (CW) dengan membentuk sudut yang *linier* pula terhadap besarnya *Ton duty cycle*, dan bertahan diposisi tersebut. Pengaturan sinyal dan lebar pulsa pada motor servo bisa dilihat pada gambar 2.18 di bawah ini.



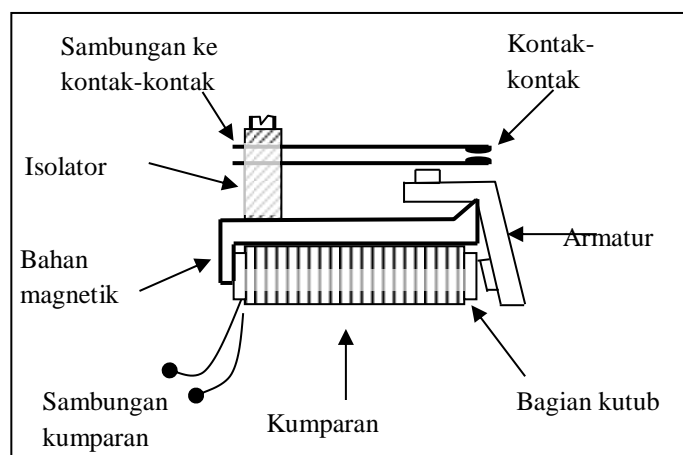
Gambar 2.18 Pengaturan Lebar Pulsa Motor Servo

Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/motor-servo/mechanism-theory-and-working-principle/>

2.1.8. Relay

2.1.8.1. Pengertian Relay

Dalam suatu sistem kontrol elektronik *relay* menjadi komponen yang sering dipakai, karena relai mudah dalam pengoperasiannya dan dapat di kendalikan dari jarak yang jauh. *Relay* adalah suatu piranti yang menggunakan magnet listrik untuk mengoperaskan seperangkat kontak.²⁴ Kita selalu berpikir bahwa *relay* merupakan suatu kontak elektromagnetik, yang dengan memberikan tegangan maka *coil* yang ada pada *relay* akan menggerakkan kontak yang ada pada relai itu. Susunan yang paling sederhana kontruksi dari suatu jenis relai dapat dilihat pada gambar 2.19, dan terdiri atas kumparan kawat penghantar yang digulungkan pada inti besi.



Gambar 2.19 *Relay*
Sumber: dokumentasi

²⁴ George loveday, *Intisari Elektronik*, PT Elexmedia Komputindo, Jakarta, hlm. 291

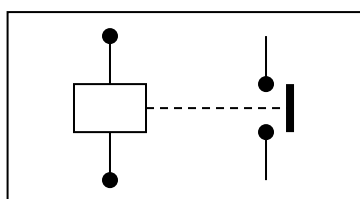
2.1.8.2. Prinsip Kerja *Relay*

Bila kumparan itu dienergikan oleh arus (biasanya jenis DC akan tetapi jenis AC juga ada), medan magnet yang terbangkitkan menarik armatur berporos, memaksanya bergerak cepat ke arah teras. Gerakan armatur ini dipakai melalui pengungkit, untuk menutup atau membuka kontak-kontak. Beberapa susunan kontak dapat dipakai, semuanya itu secara listrik terisolasi dari rangkaian kumparan.²⁵

2.1.8.3. Jenis-Jenis Kontak *Relay*

1. Kontak NO (*Normaly Open*)

Pada posisi NO seperti pada gambar 2.20, kontak *relay* berada pada keadaan terbuka dari hubungan kontak dengan terminal kutub kontak. Jadi dapat dikatakan, pada posisi kumparan tidak aktif (tidak bertegangan) kontak akan selalu terbuka, akan tetapi jika kumparan dialiri tegangan maka kontak NO akan menutup dan menjadi NC (*normaly close*).

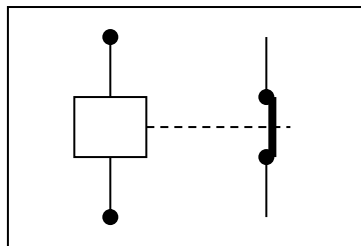


Gambar 2.20 Kontak *Relay*
NO (*normaly open*)
Sumber: dokumentasi

²⁵ *Ibid*

2. Kontak NC (*Normaly Close*)

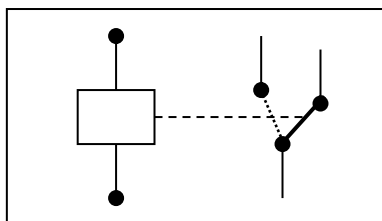
Pada posisi NC seperti pada gambar 2.21, kontak-kontak *relay* berlawanan keadaan dengan kondisi kontak NO, pada keadaan normal (kumparan tidak dialiri arus listrik) posisi kontak sudah dalam keadaan terhubung (kontak), namun ketika kumparan aktif (dialiri arus listrik) maka posisi kontak akan berubah menjadi NO.



Gambar 2.21 Kontak *Relay*
NC (*normaly close*)
Sumber: dokumentasi

3. Kontak Tukar Sambung

Relay dengan karakteristik kontak seperti pada gambar 2.22, mempunyai kontak tengah yang normalnya tertutup tetapi melepaskan diri dari posisi ini (awal) dan membuat kontak dengan yang lain bila kumparannya diberikan arus listrik.



Gambar 2.22 Kontak *Relay*
Posisi Tukar Sambung
Sumber: dokumentasi

2.1.9. Penampung air

Penampungan air atau sering disebut tangki atau tandon sangat umum dipakai di perumahan.. Fungsinya cukup vital sebagai cadangan air yang siap digunakan untuk kebutuhan rumah tangga sehari-hari, terutama bila terjadi masalah dengan suplai dari pompa air atau karena pemadaman listrik. Keuntungan lainnya adalah juga dalam sisi penghematan listrik karena pompa air tidak sering start-stop dalam interval singkat saat berlangsung pemakaian air.

Umumnya toren air dikontrol secara otomatis oleh suatu mekanisme pengaturan yang akan mengisi air bila volume air tinggal sedikit dan menghentikannya bila sudah penuh. Cukup merepotkan bila kontrol pengisian air dilakukan manual oleh penghuni rumah. Karena selain harus menunggu sekian lama sampai air mulai naik hingga keluar di keran air, juga air yang sudah penuh berpotensi terbuang disebabkan penghuni rumah lupa untuk mematikan pompa air. Sensor yang digunakan pada prototipe alat ini adalah sensor ultrasonik sebagai pembaca level air dan kontrol kendali pompa agar air selalu terisi dalam tangki. Penampung air yang digunakan pada prototipe ini adalah seperti terlihat di gambar 2.23 di bawah ini:



Gambar 2.23 *box* penampung air
Sumber : <http://www.shinpo.co.id>

2.1.10. Pompa air

Pompa adalah peralatan mekanis berfungsi untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi. Pada prinsipnya, pompa mengubah energi mekanik motor menjadi energi aliran fluida. Energi yang diterima oleh fluida akan digunakan untuk menaikkan tekanan dan mengatasi tahanan yang terdapat pada saluran yang dilalui. Pembuatan prototipe pada alat ini pompa yang digunakan adalah pompa AC 220V berukuran kecil yang difungsikan sebagai penyuplai air kedalam penampung air terlihat seperti digambar 2.24 di bawah ini :

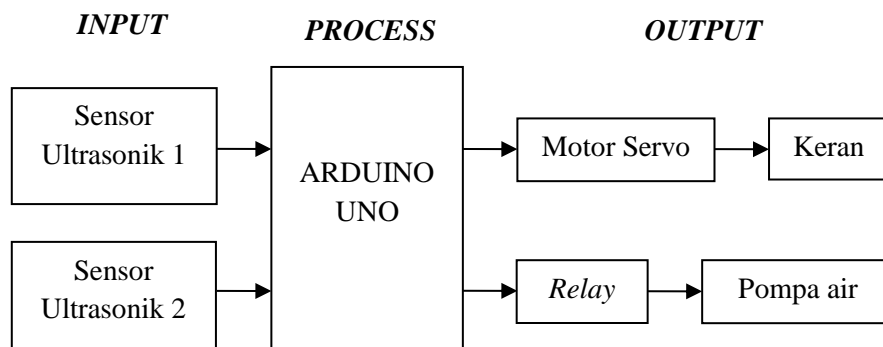


Gambar 2.24 Pompa air
Sumber : <http://www.sentralpompa.com>

2.2. Kerangka Berfikir

Pembuatan alat sistem kendali keran dan penampung air otomatis pada tempat wudu didasari pada penggunaan sensor ultrasonik, motor servo, pompa air dan mikrokontroler Arduino Uno.

Blok diagram pada gambar 2.25 akan menjelaskan secara keseluruhan sistem kendali keran dan penampung air otomatis pada tempat wudu berbasis arduino uno.



Gambar 2.25 Blok Diagram Sistem Kendali Keran Dan Penampung Air Otomatis Berbasis Arduino
Sumber : dokumentasi

Untuk bisa menjalankan prototipe sistem kendali keran dan penampung air otomatis diperlukan mikrokontroler. Sensor ultrasonik melakukan pendeteksian dari tangan dan kaki manusia saat ingin berwudu diproses oleh mikrokontroler arduino untuk mengaktifkan *output* motor servo, lalu hasilnya keran terbuka dan mengalir air.

Pada saat dalam keadaan *standby* sensor ultrasonik berlogika *low*, menunggu adanya objek sampai pada jarak pembacaan sensor terbaca. Saat sensor ultrasonik berlogika *high* karena adanya objek didepan sensor yaitu kaki dan tangan manusia yang ingin berwudu sehingga motor servo berlogika *high* juga lalu bergerak membuka keran kemudian air dari penampung air mengalir dan dapat digunakan untuk berwudu.

Sedangkan pada saat objek tangan dan kaki manusia menjauh dari jarak pembacaan sensor ultrasonik maka sensor kembali keadaan *standby* yaitu ke

posisi semula lagi menjadi logika *low* dan motor servo berlogika *low* kembali lalu keran pun ikut menutup.

Pada penampung air otomatis menggunakan sensor ultrasonik sebagai pembaca batas atas dan batas bawah penampung air tersebut. Pada sensor ultrasonik di berikan 2 *setpoint* yaitu batas atas dan batas bawah penampung air.

Pada saat penampung air dalam kondisi kosong sampai terbaca *setpoint* batas bawah sehingga *setpoint* tersebut berlogika *high*. Pada saat *setpoint* batas bawah kondisi *high*, sensor ultrasonik mentransmisikan sinyal ke arduino, kemudian arduino mengkonversikan sinyal menjadi tegangan lalu dikirim ke *relay* sehingga mengontak pompa bekerja untuk mengisi penampung air sampai penuh dan terbaca *setpoint* batas atas.

Saat *setpoint* batas atas berlogika *high* sensor mengirimkan sinyal ke arduino lalu diteruskan ke *relay* untuk memutus tegangan pada *relay* sehingga pompa berhenti bekerja. Proses ini terjadi secara otomatis dan terus menerus sehingga ketersediaan air di dalam penampung air selalu ada untuk mensuplai kebutuhan air wudu.

Alat ini dapat bekerja secara otomatis dikendalikan mikrokontroller Arduino Uno. Untuk menjalankan pengendalian Arduino harus diprogram terlebih dahulu menggunakan perangkat lunak atau *software*. Perangkat lunak yang digunakan untuk Arduino adalah Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) program dirancang sesuai dengan *flowchart* sistem yang dibuat.

Sebelum program dirancang harus terlebih dahulu menginstal program tersebut di PC. Selanjutnya pastikan *driver* Arduino sudah terinstal pada PC, kemudian cek pada *device manager* jika sudah terinstal maka akan ada *port* COM atau *Communication* yang terinstal di PC.