

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

2.1.1 Robot Beroda Perambat Dinding Berbasis Mikrokontroler ATmega 2560 Dilengkapi Kendali Nirkabel dan Penghindar Rintangan (2017, Ulfan alfianto)

Penelitian ini mengembangkan sebuah purwarupa robot perambat dinding beroda dengan 4 buah motor DC sebagai penggerak dan sebuah tabung hisap serta dapat menghindari rintangan. Robot ini menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai papan kontrolernya. Bobot robot adalah 747 gram. Tabung hisap menghasilkan gaya hisap sebesar 7,815 N yang mampu menahan beban robot dalam posisi diam vertikal di tegangan 12V. Robot mampu merambat turun dan mendarat, namun masih tidak bisa naik vertikal. Robot mampu diberikan perintah gerak secara manual dari tombol *joystick playstation* nirkabel 2,4 GHz. Di mode otomatis, robot dapat bergerak menghindari rintangan menggunakan sensor jarak HC-SR04. Dalam penelitian ini juga ditunjukkan hubungan antara gaya hisap dengan nilai tegangan motor DC *brushless* dan nilai *throtlenya*.

2.1.2 Implementasi Robot *Line Follower* Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Metode *Proportional–Integral–Derivative Controller* (PID) (2016, Muhammad yusuf)

Metode yang digunakan untuk mengendalikan robot yaitu PID (dari singkatan bahasa *Proportional – Integral – Derivative controller*) merupakan kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut. Komponen kontrol PID ini terdiri dari tiga jenis yaitu Proportional, Integratif dan Derivatif. Ketiganya dapat dipakai bersamaan maupun sendiri-sendiri tergantung dari respon yang kita inginkan terhadap suatu *plant*.

Prinsip kerja robot penyiram tanaman yaitu dilakukan dengan cara robot mendeteksi garis sebagai jalur pergerakan otomatisasi robot. Pencarian garis dilakukan dengan mendeteksi pancaran cahaya yang dipancarkan oleh LED dan dibaca oleh sensor *Photodiode*. Untuk mengikuti garis robot digerakkan oleh motor DC yang dikontrol menggunakan metode PID, robot bergerak secara otomatis menggunakan aplikasi dari motor DC. Robot menggunakan pembacaan sensor *photodiode* untuk melakukan penyiraman, setelah robot mendeteksi perempatan

pada jalur maka robot akan berhenti dan mengaktifkan pompa air untuk melakukan penyiraman dan apabila robot sudah melakukan proses penyiraman yang sesuai dengan apa yang diperintahkan oleh program maka robot akan menuju ketempat pemberhentian yaitu dengan mendeteksi jalur pertigaan.

2.1.3 Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Arduino Uno (2015, Jansen Silwanus Wakur)

Alat ini bertujuan untuk menggantikan pekerjaan manual menjadi otomatis. Manfaat yang didapat dari alat ini adalah dapat mempermudah pekerjaan manusia dalam menyiram tanaman cabai. Alat ini menggunakan sensor *soil moisture* /kelembaban tanah yang berfungsi sebagai pendeteksi kelembaban tanah dan mengirim perintah kepada Arduino uno guna menghidupkan *driver* relay agar pompa dapat menyiram air sesuai kebutuhan tanah secara otomatis. Pembuatan tugas akhir ini dilakukan dengan merancang, membuat dan mengimplementasikan komponen-komponen sistem yang meliputi Arduino uno sebagai pengendali, *driver* relay untuk menghidupkan dan mematikan pompa Air, LCD (*Linquit Cristal Display*) untuk menampilkan nilai kelembapan tanah. hasil penelitian membuktikan alat yang dibuat dapat berfungsi dengan baik dan dapat

dikembangkan sesuai yang diharapkan. Alat dapat berfungsi apabila kelembaban tanah di atas 300 PH, tidak berfungsi apabila kelembaban tanah kurang dari 300 PH.

2.2 Robot

Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik. Ada yang menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu (kecerdasan pembuatan). Robot klasik sudah ada sejak zaman Yunani kuno. Hingga kini robot terus dikembangkan sehingga keberadaannya sangat membantu umat manusia dalam mengerjakan pekerjaan rutin dan berat, atau bahkan sebagai penghibur. Secara umum robot dapat didefinisikan sebagai sebuah piranti mekanik yang mampu melakukan pekerjaan manusia atau berperilaku seperti manusia (McComb, 2001).

Kata robot sendiri diperkenalkan ke *public* oleh Karel Capek pada saat memainkan RUR (*Rossum's Universal Robots*). Awal munculnya robot dapat diketahui dari bangsa Yunani kuno yang membuat patung yang dapat dipindah-pindahkan (Budiharto, 2009). Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas-tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah dimasukkan terlebih dulu (Artanto, 2012).

Bentuk robot bermacam-macam, ada yang mirip manusia, ada yang menirukan bentuk binatang, Ada yang beroda, ada yang berkaki, dan lain-lain. Sekalipun bentuk robot bermacam-macam, namun bagian-bagian robot pada dasarnya sama, yaitu secara umum terdiri dari 3 bagian (Artanto, 2012):

1. Bagian mekanis

Bagian ini merupakan penyangga struktur robot (seperti tulang pada tubuh manusia) dan aktuator (seperti kaki dan tangan).

2. Bagian elektronik

Bagian ini merupakan bagian terbesar dari robot. Termasuk didalamnya adalah *supply* daya listrik (seperti jantung), sensor (seperti panca indra) dan *driver* aktuator (seperti otot).

3. Bagian Kontrol

Bagian ini merupakan pengendali semua bagian (seperti otak).

Beberapa penerapan robot saat ini antara lain:

1. Merakit dan mengelas kerangka mobil di industri manufaktur.
2. Pencari dan pemadam sumber api.
3. Pelayan toko.
4. Robot *Line Follower*.
5. Robot medis.

6. Robot perang.
7. Robot hewan peliharaan.
8. Robot penjelajah dan sebagainya.

2.2.1 Karakteristik Robot

Umumnya sebuah robot minimal memiliki salah satu dari beberapa karakteristik dibawah ini antara lain:

1. *Sensing*, yaitu robot harus dapat mendeteksi lingkungan sekitarnya (halangan, panas, suara, *image*).
2. Cerdas, yaitu robot memiliki kecerdasan buatan agar dapat memutuskan aksi yang tepat dan akurat.
3. Mampu bergerak, yaitu robot umumnya bergerak dengan menggunakan kaki atau roda, dan pada beberapa kasus robot diharapkan dapat terbang atau berenang.
4. Membutuhkan energi yang memadai, yaitu robot membutuhkan catu daya yang memadai agar unit pengontrol dan aktuator dapat menjalankan fungsinya dengan baik.

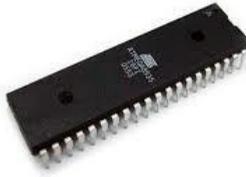
2.2.2 Desain Robot

Robot didesain dan dibuat sesuai kebutuhan pengguna. Hingga saat ini, secara umum robot dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu:

1. Robot manipulator (*arm robot*)
2. Robot mobil (*mobile robot*)
 - a. Robot daratan (*ground robot*)
 - b. Robot air (*submarine robot*)
 - c. Robot terbang (*aerial robot*) (Ifran, 2014).

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah mikroprosesor yang dikhususkan untuk instrumentasi dan kendali. Mikroprosesor merupakan suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Mikrokontroler merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiah disebut “pengendali kecil” dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini.



Gambar 2.1 Mikrokontroler
Sumber: Silwanus, 2015

2.3.1 Sejarah Singkat dan Perkenalan Terhadap Perkembangan Mikrokontroler

Mikrokontroler pertama kali dikenalkan oleh Texas Instrument dengan seri TMS 1000 pada tahun 1974 yang merupakan mikrokontroler 4 bit pertama. Mikrokontroler ini mulai dibuat sejak 1971, yang merupakan mikrokomputer dalam sebuah chip lengkap dengan RAM dan ROM. Kemudian pada tahun 1976 Intel mengeluarkan mikrokontroler yang kelak menjadi populer dengan nama 8748 yang merupakan mikrokontroler 8 bit, yang merupakan mikrokontroler dari keluarga MCS 48. Saat ini, mikrokontroler yang banyak beredar di pasaran adalah mikrokontroler 8 bit varian keluarga MCS51 (CISC) yang dikeluarkan oleh Atmel dengan seri AT89Sxx, dan mikrokontroler AVR yang merupakan mikrokontroler RISC dengan seri ATMEGA8535 (walaupun varian dari

mikrokontroler AVR sangatlah banyak, dengan masing-masing memiliki fitur yang berbeda-beda), Syahwil (2013).

2.3.2 Sekilas Tentang 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. 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. 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.

2.4 Arduino

Arduino merupakan rangkaian elektronik yang bersifat *open source*, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino dapat mengenali lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis sensor dan dapat mengendalikan lampu, motor, dan berbagai jenis sistem lainnya. Arduino mempunyai banyak jenis, di antaranya Arduino Uno, Arduino Mega 2560, Arduino Fio, dan lainnya.

2.4.1 Arduino Uno

Arduino adalah sebuah board mikrokontroler yang berbasis Atmega328. Arduino memiliki 14 pin *input/output* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 6 analog *input*, *crystal* osilator 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, kepala ICSP, dan tombol *reset*. Arduino mampu *support* mikrokontroler; dapat dikoneksikan dengan sistem menggunakan kabel USB. (Feri Djuandi, 2011).



Gambar 2.2 *Board* Arduino Uno
Sumber: Ben, 2011

Menurut (Feri Djuandi, 2011) Arduino adalah merupakan sebuah *board minimum system* mikrokontroler yang bersifat *open source*. Didalam rangkaian *board* arduino terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel. Arduino memiliki kelebihan tersendiri 15 *system* 15or15 *board* mikrokontroler yang lain selain bersifat *open source*, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramanya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika kita memprogram mikrokontroler didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan *board* mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian *loader*

terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. *Port* USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai *port* komunikasi serial. Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin *input* analog dan 14 pin digital *input/output*. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai *output* digital jika diperlukan *output* digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam *board* kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi *output* digital, pin analog yang pada keterangan board 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. Dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin *output* digital 14-16.

Sifat *open source* arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri untuk kita dalam menggunakan *board* ini, karena dengan sifat *open source* komponen yang kita pakai tidak hanya tergantung pada satu *merk*, namun memungkinkan kita bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran. Bahasa pemrograman arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan *syntax* bahasa

pemrogramannya sehingga mempermudah kita dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroler.

Deskripsi Arduino UNO:

Mikrokontroler	ATmega 328
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input yang disarankan	7 – 12 V
Batas Tegangan Input	6 – 20 V
Jumlah pin I/O digital	14 pin digital (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input Analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	50mA
Memori Flash	32 KB (ATmega 328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega 328)
EPROM	1 KB (ATmega 328)
Clock Speed	16 MHz

Gambar 2.3 Arduino Uno
Sumber: Silwanus, 2015

2.4.2 Power

Arduino dapat diberikan *power* melalui koneksi USB atau *power supply*. Powernya disaklar secara otomatis. *Power supply* dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan mencolok jack adaptor pada koneksi *port input supply*. Board arduino dapat dioperasikan menggunakan *supply* dari luar sebesar 6 – 20 volt. Jika *supply* kurang dari 7V, kadang kala pin 5V akan

menyuplai kurang dari 5 volt dan *board* bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V, tegangan di regulator bisa menjadi sangat panas dan menyebabkan kerusakan pada *board*. Rekomendasi tegangan ada pada 7 sampai 12 volt.

Penjelasan pada pin power adalah sebagai berikut:

a. Vin

Tegangan *input* ke *board* arduino ketika menggunakan tegangan dari luar (seperti yang disebutkan 5 volt dari koneksi USB atau tegangan yang diregulasikan). Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika tegangan *supply* menggunakan *power jack*, aksesnya menggunakan pin ini.

b. 5V

Regulasi *power supply* digunakan untuk power mikrokontroler dan komponen lainnya pada board. 5V dapat melalui Vin menggunakan regulator pada *board*, atau *supply* oleh USB atau *supply* regulasi 5V lainnya.

c. 3V3

Supply 3.3 volt didapat oleh FTDI chip yang ada di *board*. Arus maksimalnya adalah 50mA.

d. Pin Ground

Pin *Ground* berfungsi sebagai jalur *ground* pada arduino.

e. Memori

Atmega328 memiliki 32 KB *flash* memori untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk *bootloader*. Atmega328 memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEP.

2.4.3 Input & Output

Setiap 14 pin digital pada arduino dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi pin *Mode* (), *digital Write* (), dan *digital Read* (). *Input/output* dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maximum 40 mA dan memiliki internal *pull-up resistor (disconnected oleh default)* 20-50K Ohm.

Beberapa pin memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung pada pin yang koresponding dari USB ke TTL *chip* serial.
2. *Interrupt* eksternal: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk *trigger* sebuah interap

pada *low value*, *rising* atau *falling edge*, atau perubahan nilai.

3. PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mendukung 8-bit *output* PWM dengan fungsi analog *Write ()*.
4. SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini *support* komunikasi SPI, yang mana masih mendukung *hardware*, yang tidak termasuk pada bahasa arduino.
5. LED: 13. Ini adalah dibuat untuk koneksi LED ke digital pin 13. Ketika pin bernilai *HIGH*, LED hidup, ketika pin *LOW*, LED mati.

2.4.4 Komunikasi

Uno Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan *20system20o*, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. *Atmega328* ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). *Firmware* Arduino menggunakan USB *driver* standar COM, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada *Windows*, *file*, ini diperlukan. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke *board* Arduino. RX dan TX LED di *board* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui *chip* USB-*to*-*serial* dan koneksi USB ke *20system20o*.

2.4.5 *Software Arduino*

Arduino Uno dapat berkomunikasi dengan perangkat lunak Arduino. Pada ATmega328 di Arduino terdapat *bootloader* yang memungkinkan Anda untuk mengupload kode baru untuk itu tanpa menggunakan *programmer hardware* eksternal. 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 mengedit 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 sistem ke dalam *memory* di papan Arduino. Sebuah kode program Arduino umumnya disebut dengan istilah *sketch*. Kata “*sketch*” digunakan secara bergantian dengan

“kode program” dimana keduanya memiliki arti yang sama.



```

Blink
-----
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeats.
 * 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
  delay(1000);           // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // set the LED off
  delay(1000);           // wait for a second
}
  
```

Gambar 2.4 Tampilan IDE Arduino dengan Sebuah Sketch
Sumber: Ben, 2011

2.4.6 Bahasa Pemrograman Arduino Berbasis Bahasa C

Seerti yang telah dijelaskan di atas program Arduino sendiri menggunakan bahasa C. Walaupun banyak sekali terdapat bahasa pemrograman tingkat tinggi (*high level language*) seperti *pascal*, *basic*, *cobol*, dan lainnya. Walaupun demikian, sebagian besar dari para *programer* masih tetap memilih bahasa C sebagai bahasa yang lebih unggul, berikut alasannya:

1. Bahasa C merupakan bahasa yang *powerfull* dan fleksibel yang telah terbukti dapat menyelesaikan

program-program besar seperti pembuatan sistem operasi, pengolahan gambar (seperti pembuatan *game*) dan juga pembuatan kompilator bahasa pemrograman baru.

2. Bahasa C merupakan bahasa yang sistematis sehingga dapat dijalankan di beberapa sistem operasi yang berbeda. Sebagai contoh program yang kita tulis dalam sistem operasi *windows* dapat kita kompilasi didalam sistem operasi *linux* dengan sedikit ataupun tanpa perubahan sama sekali.
3. Bahasa C merupakan bahasa yang sangat sistematis dan banyak digunakan oleh sistem profesional berpengalaman sehingga kemungkinan besar *library* pemrograman telah banyak disediakan oleh pihak luar/lain dan dapat diperoleh dengan mudah.
4. Bahasa C merupakan bahasa yang bersifat modular, yaitu tersusun atas rutin-rutin tertentu yang dinamakan dengan fungsi (*function*) dan fungsi-fungsi tersebut dapat digunakan kembali untuk pembuatan program-program lainnya tanpa harus menulis ulang implementasinya.
5. Bahasa C merupakan bahasa tingkat menengah (*middle level language*) sehingga mudah untuk

melakukan *interface* (pembuatan program antar muka) ke perangkat keras.

6. Struktur penulisan program dalam bahasa C harus memiliki fungsi utama, yang bernama `main()`. Fungsi inilah yang akan dipanggil pertama kali pada saat proses eksekusi program. Artinya apabila kita mempunyai fungsi lain selain fungsi utama, maka fungsi lain tersebut baru akan dipanggil pada saat digunakan.

Oleh karena itu bahasa C merupakan bahasa yang menerapkan konsep runtutan (program dieksekusi per baris dari atas ke bawah secara berurutan), maka apabila kita menuliskan fungsi-fungsi lain tersebut dibawah fungsi utama, maka kita harus menuliskan bagian *prototype*, hal ini dimaksudkan untuk mengenalkan terlebih dahulu kepada daftar fungsi yang akan digunakan di dalam program. Namun apabila kita menuliskan fungsi-fungsi lain tersebut diatas atau sebelum fungsi utama, maka kita tidak perlu lagi untuk menuliskan bagian di atas. (Djuandi dalam Feri, 2011).

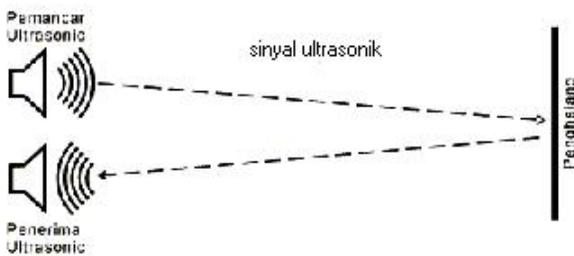
Selain itu juga dalam bahasa C kita akan mengenal *file header*, biasa ditulis dengan ekstensi `h(*.h)`, adalah *file* bantuan yang yang digunakan untuk

menyimpan daftar-daftar fungsi yang akan digunakan dalam program. Bagi anda yang sebelumnya pernah mempelajari bahasa *pascal*, *file header* ini serupa dengan unit. Dalam bahasa C, *file header* standar yang untuk proses *input/output* adalah `<stdio.h>`. Perlu sekali untuk diperhatikan bahwa apabila kita menggunakan *file header* yang telah disediakan oleh kompilator, maka kita harus menuliskannya didalam tanda ‘<’ dan ‘>’ (misalnya `<stdio.h>`). Namun apabila menggunakan *file header* yang kita buat sendiri, maka *file* tersebut ditulis diantara tanda “dan” (misalnya “*coba header.h*”). Perbedaan antara keduanya terletak pada saat pencerian *file* tersebut. Apabila kita menggunakan tanda `<>`, maka *file* tersebut dianggap berada pada direktori *default* yang telah ditentukan oleh kompilator. Sedangkan apabila kita menggunakan tanda, maka *file header* dapat kita dapat tentukan sendiri lokasinya.

File header yang akan kita gunakan harus kita daftarkan dengan menggunakan *directive #include*. *Directive #include* ini berfungsi untuk memberi tahu kepada kompilator bahwa program yang kita buat akan menggunakan *file-file* yang didaftarkan. Berikut ini contoh penggunaan *directive #include*. `#include <stdio.h> #include <stdlib.h> #include "myheader.h"`

Setiap kita akan menggunakan fungsi tertentu yang disimpan dalam sebuah *file header*, maka kita juga harus mendaftarkan *file header*nya dengan menggunakan *directive #include*. Sebagai contoh, kita akan menggunakan fungsi *getch ()* dalam program, maka kita harus mendaftarkan *file header*<conio.h>.

2.5 Sensor *Ultrasonic*



Gambar 2.5 Sinyal *Ultrasonic*
Sumber: Nugraha, 2016

Sensor *ultrasonic* adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu di depannya, frekuensi kerjanya pada daerah di atas gelombang suara dari 40 KHz hingga 400 KHz.

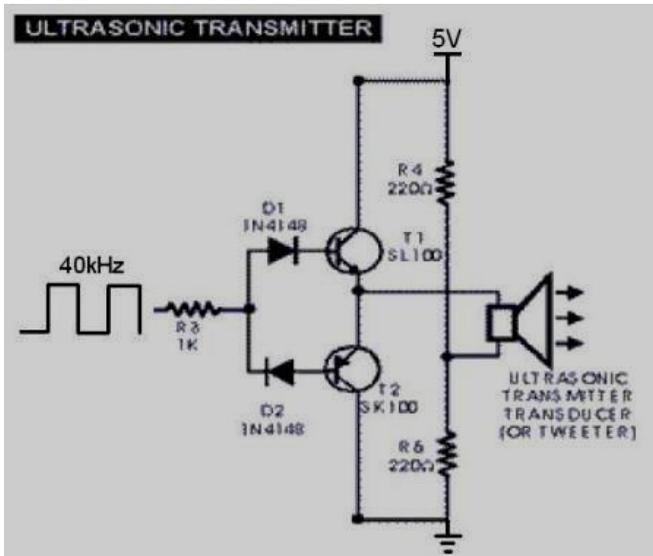
Sensor *ultrasonic* terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal *piezoelectric* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan

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 di teruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang *ultrasonic* yang dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya), dan pantulan gelombang *ultrasonic* akan terjadi bila ada objek tertentu, dan pantulan gelombang *ultrasonic* akan diterima kembali oleh 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.

2.5.1 Pemancar *Ultrasonic* (*Transmitter*)

Pemancar *Ultrasonic* ini berupa rangkaian yang memancarkan sinyal sinusoidal berfrekuensi di atas 20 KHz menggunakan sebuah *transducer transmitter ultrasonic*.



Gambar 2.6 Rangkaian Pemancar Gelombang *Ultrasonic*
Sumber: Nugraha, 2016

Prinsip kerja dari rangkaian pemancar gelombang *ultrasonic* tersebut adalah sebagai berikut :

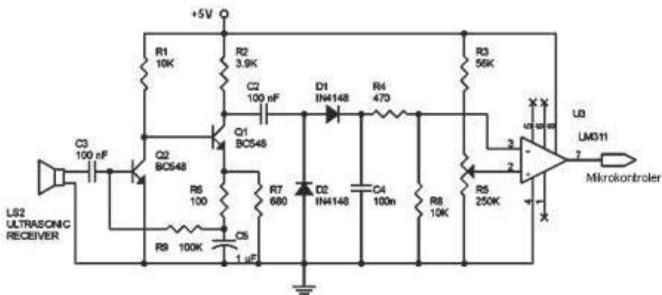
1. Sinyal 40 kHz dibangkitkan melalui *mikrokontroler*.
2. Sinyal tersebut dilewatkan pada sebuah *resistor* sebesar 3kOhm untuk pengaman ketika sinyal tersebut membias maju rangkaian dioda dan *transistor*.
3. Kemudian sinyal tersebut dimasukkan ke rangkaian penguat arus yang merupakan kombinasi dari 2 buah dioda dan 2 buah *transistor*.

4. Ketika sinyal dari masukan berlogika tinggi (+5V) maka arus akan melewati dioda D1 (D1 on), kemudian arus tersebut akan membias *transistor* T1, sehingga arus yang akan mengalir pada kolektor T1 akan besar sesuai dari penguatan dari *transistor*.
5. Ketika sinyal dari masukan berlogika tinggi (0V) maka arus akan melewati dioda D2 (D2 on), kemudian arus tersebut akan membias *transistor* T2, sehingga arus yang akan mengalir pada kolektor T2 akan besar sesuai dari penguatan dari *transistor*.
6. Resistor R4 dan R6 berfungsi untuk membagi tegangan menjadi 2,5V. Sehingga pemancar *ultrasonic* akan menerima tegangan bolak-balik dengan $V_{\text{peak-peak}}$ adalah 5V (+2,5 V s.d - 2,5 V).

2.5.2 Penerima *Ultrasonic* (Receiver)

Penerima *Ultrasonic* ini akan menerima sinyal *ultrasonic* yang dipancarkan oleh pemancar *ultrasonic* dengan karakteristik frekuensi yang sesuai. Sinyal yang diterima tersebut akan melalui proses filterisasi frekuensi dengan menggunakan rangkaian *band pass filter* (penyaring pelewat pita), dengan nilai frekuensi yang dilewatkan telah ditentukan. Kemudian sinyal

keluarannya akan dikuatkan dan dilewatkan ke rangkaian komparator (pembanding) dengan tegangan referensi ditentukan berdasarkan tegangan keluaran penguat pada saat jarak antara sensor kendaraan mini dengan sekat/dinding pembatas mencapai jarak minimum untuk berbelok arah. Dapat dianggap keluaran komparator pada kondisi ini adalah high (logika '1') sedangkan jarak yang lebih jauh adalah *low* (logika '0'). Logika-logika biner ini kemudian diteruskan ke rangkaian pengendali (*mikrokontroler*).



Gambar 2.7 Rangkaian Penerima Gelombang *Ultrasonic*
Sumber: Nugraha, 2016

Prinsip kerja dari rangkaian pemancar gelombang *ultrasonic* tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pertama – tama sinyal yang diterima akan dikuatkan terlebih dahulu oleh rangkaian *transistor* penguat Q2.

2. Kemudian sinyal tersebut akan difilter menggunakan *High pass filter* pada *frekuensi* $> 40\text{kHz}$ oleh rangkaian *transistor* Q1.
3. Setelah sinyal tersebut dikuatkan dan difilter, kemudian sinyal tersebut akan disearahkan oleh rangkaian dioda D1 dan D2.
4. Kemudian sinyal tersebut melalui rangkaian *filter low pass filter* pada *frekuensi* $< 40\text{kHz}$ melalui rangkaian *filter* C4 dan R4.
5. Setelah itu sinyal akan melalui komparator Op-Amp pada U3.
6. Jadi ketika ada sinyal *ultrasonic* yang masuk ke rangkaian, maka pada komparator akan mengeluarkan logika rendah (0V) yang kemudian akan diproses oleh *mikrokontroler* untuk menghitung jaraknya.

2.5.3 Tujuan Sensor Sonar

Di dalam robotika, sensor sonar mempunyai tiga tujuan yang berbeda tetapi berhubungan, yaitu :

1. Penghindaran rintangan (*Obstacle avoidance*): Gema (sinyal *echo*) pertama yang dideteksi pertama diasumsikan untuk mengukur jarak dari benda terdekat. Robot-robot menggunakan informasi ini untuk merencanakan lintasan di

sekitar rintangan dan mencegah benturan/tabrakan.

2. Pemetaan sonar (*Sonar Mapping*): Beberapa sinyal *echo* (gema) yang diperoleh dari pencarian secara putaran atau dari beberapa sensor sonar digunakan untuk membangun peta lingkungan. Seperti halnya tampilan pada radar, satu titik ditempatkan pada cakupan yang dideteksi.
3. Pengenalan objek (*Object recognition*): Satu urutan dari sinyal *echo* atau pemetaan sonar diproses untuk menggolongkan sinyal *echo*, lalu digunakan untuk menggambarkan struktur-struktur dari objek yang dideteksi. Bila berhasil, informasi ini akan bermanfaat untuk navigasi robot.

2.5.4 Prinsip Kerja

1. Sinyal dipancarkan oleh pemancar *onic-onic*. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz, biasanya yang digunakan untuk mengukur jarak benda adalah 40kHz. Sinyal tersebut di bangkitkan oleh rangkaian pemancar *onic-onic*.
2. Sinyal yang dipancarkan tersebut kemudian akan merambat sebagai sinyal/gelombang bunyi dengan kecepatan bunyi yang berkisar 340 m/s. Sinyal tersebut kemudian akan dipantulkan dan

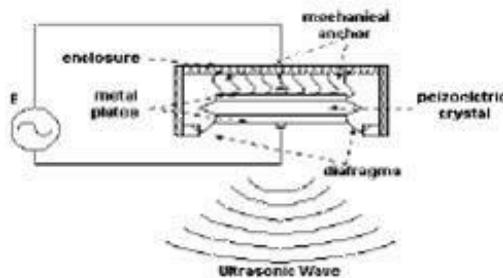
akan diterima kembali oleh bagian penerima *Ultrasonic*.

3. Setelah sinyal tersebut sampai di penerima *onic-onic*, kemudian sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jaraknya. Jarak dihitung berdasarkan rumus :

$$S = 340.t/2$$

Dimana S adalah jarak antara sensor *onic-onic* dengan bidang pantul, dan T adalah selisih waktu antara pemancaran gelombang *onic-onic* sampai diterima kembali oleh bagian penerima *onic-onic*.

Untuk lebih jelas tentang sensor *ultrasonic* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.8 Sensor *Ultrasonic*

Sumber: Nugraha, 2016

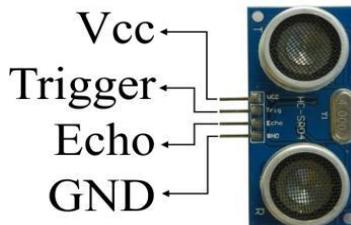
Besar amplitudo sinyal elektrik yang dihasilkan unit sensor penerima tergantung dari jauh dekatnya objek yang dideteksi serta kualitas dari sensor pemancar dan sensor penerima. Proses *sensing*

yang dilakukan pada sensor ini menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan obyek sasaran. Jarak antara sensor tersebut dihitung dengan cara mengalikan setengah waktu yang digunakan oleh sinyal *ultrasonic* dalam perjalanannya dari rangkaian Tx sampai diterima oleh rangkaian Rx, dengan kecepatan rambat dari sinyal *ultrasonic* tersebut pada media rambat yang digunakannya, yaitu udara.

2.5.5 Sensor yang Termasuk Sensor *Ultrasonic*

1. Sensor Jarak *Ultrasonic* HC-SR04

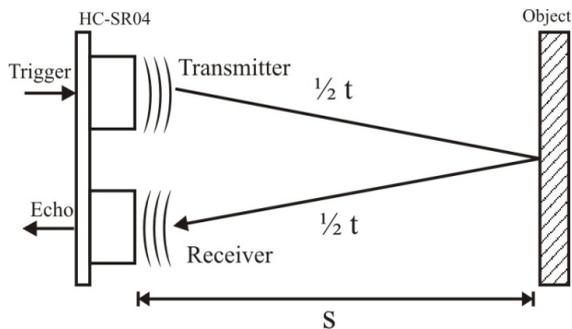
Sensor jarak *ultrasonic* HC-SR04 adalah sensor 40 KHz. HC-SR04 merupakan sensor *ultrasonic* yang dapat digunakan untuk mengukur jarak antara penghalang dan sensor. Konfigurasi pin dan tampilan sensor HC-SR04 diperlihatkan pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Konfigurasi Pin dan Tampilan Sensor HC-SR04

Sumber: Nugraha, 2016

HC-SR04 memiliki 2 komponen utama sebagai penyusunnya yaitu *ultrasonic transmitter* dan *ultrasonic receiver*. Fungsi dari *ultrasonic transmitter* adalah memancarkan gelombang *ultrasonic* dengan frekuensi 40 KHz kemudian *ultrasonic receiver* menangkap hasil pantulan gelombang *ultrasonic* yang mengenai suatu objek. Waktu tempuh gelombang *ultrasonic* dari pemancar hingga sampai ke penerima sebanding dengan 2 kali jarak antara sensor dan bidang pantul seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 *Ultrasonic Transmitter*
Sumber: Nugraha, 2016

Prinsip pengukuran jarak menggunakan sensor *ultrasonic* HC-SR04 adalah ketika pulsa *trigger* diberikan pada sensor, *transmitter* akan

mulai memancarkan gelombang *ultrasonic*, pada saat yang sama sensor akan menghasilkan *output* TTL transisi naik menandakan sensor mulai menghitung waktu pengukuran, setelah *receiver* menerima pantulan yang dihasilkan oleh suatu objek maka pengukuran waktu akan dihentikan dengan menghasilkan *output* TTL transisi turun. Jika waktu pengukuran adalah t dan kecepatan suara adalah 340 m/s, maka jarak antara sensor dengan objek dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan.

$$s = t x \frac{340 \text{ m/s}}{2}$$

Dimana :

s = Jarak antara sensor dengan objek (m)

t = Waktu tempuh gelombang *ultrasonic* dari *transmitter* ke *receiver* (s)

Pemilihan HC-SR04 sebagai sensor jarak yang akan digunakan pada penelitian ini karena memiliki fitur sebagai berikut; kinerja yang stabil, pengukuran jarak yang akurat dengan ketelitian 0,3 cm, pengukuran maksimum dapat mencapai 4 meter dengan jarak minimum 2 cm, ukuran yang ringkas dan dapat beroperasi pada level tegangan TTL Prinsip pengoperasian sensor *ultrasonic* HC-

SR04 adalah sebagai berikut; awali dengan memberikan pulsa *Low* (0) ketika modul mulai dioperasikan, kemudian berikan pulsa *High* pada *trigger* selama 10 μ s sehingga modul mulai memancarkan 8 gelombang kotak dengan frekuensi 40 KHz, tunggu hingga transisi naik terjadi pada *output* dan mulai perhitungan waktu hingga transisi turun terjadi, setelah itu gunakan Persamaan 2.10 untuk mengukur jarak antara sensor dengan objek.

2.6 Relay

Relay merupakan komponen elektronika yang dapat mengimplementasikan logika *switching*. Relay yang digunakan sebelum tahun 70an, merupakan “otak” dari rangkaian pengendali. Setelah tahun 70-an digantikan posisi posisinya oleh PLC. Relay yang paling sederhana ialah relay elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana relay elektromekanis ini di definisikan sebagai alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar. Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik. Jadi secara sederhana dapat disimpulkan bahwa Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik.



Gambar 2.11 Relay
Sumber: Silwanus, 2015

Secara umum relay digunakan untuk menentukan fungsi-fungsi berikut :

- a. *Remote control* : dapat menyalakan dan mematikan alat dari jarak jauh.
- b. Penguat daya : menguatkan arus atau tegangan

Kontak ada dua jenis :

1. *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan *open*)
2. *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan *close*)

Secara prinsip kerja dari relay: ketika Coil mendapat energi listrik (*energized*), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik *armature* yang berpegas, dan *contact* akan menutup. Seperti saklar, relay juga dibedakan berdasar *pole* dan *throw* yang dimilikinya. *Pole* merupakan banyaknya *contact* yang di miliki oleh relay. Sedangkan *Throw* adalah banyaknya kondisi (*state*) yang mungkin dimiliki *contact*. (Silwauns,2015)

2.7 Motor DC

Sebuah motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kebanyakan motor listrik beroperasi melalui interaksi medan magnet dan konduktor pembawa arus untuk menghasilkan kekuatan, meskipun motor menggunakan gaya elektrostatik. Proses sebaliknya, menghasilkan energi listrik dari energi mekanik, yang dilakukan oleh generator seperti alternator, atau dinamo. Banyak jenis motor listrik dapat dijalankan sebagai generator, dan sebaliknya. Misalnya generator/*starter* untuk turbin gas, atau motor traksi yang digunakan untuk kendaraan, sering melakukan kedua tugas. motor listrik dan generator yang sering disebut sebagai mesin-mesin listrik. Motor listrik DC (arus searah) merupakan salah satu dari motor DC. Mesin arus searah dapat berupa generator DC atau motor DC. Untuk membedakan sebagai generator atau motor dari mesin di fungsikan sebagai apa. Generator DC alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik DC.

Motor DC alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran. Sebuah motor DC dapat di fungsikan sebagai generator atau sebaliknya generator DC dapat difungsikan sebagai motor DC. Pada motor DC kumparan medan disebut *stator* (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut *rotor* (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-

ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik.



Gambar 2.12 Motor DC
Sumber: Peneliti, 2018

Gambar 2.12 adalah gambar motor DC yang akan digunakan pada alat penyiram tanaman. Motor tersebut telah memiliki rangkaian *gear* yang berguna untuk menggerakkan robot penyiram tanaman. Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar sebagai berikut.

1. Kutub medan

Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi ruang terbuka diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet.

2. *Current* Elektromagnet atau Dinamo

Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi.

3. *Commutator*

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.

Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur:

- a. Tegangan dinamo, meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan.
- b. Arus medan, menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

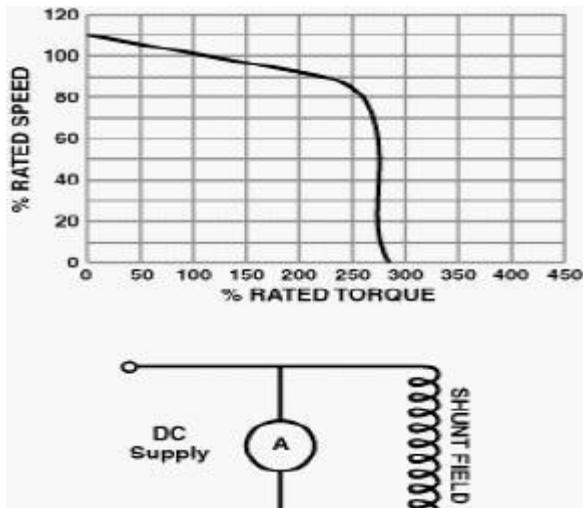
2.7.1 Jenis-jenis Motor DC

1. Motor DC sumber daya terpisah/*Separately Excited*

Jika arus medan dipasok dari sumber terpisah maka disebut motor DC sumber daya terpisah/*separately excited*.

2. Motor DC sumber daya sendiri/*Self Excited* :
motor *shunt*

Pada motor *shunt*, gulungan medan (medan *shunt*) disambungkan secara *parallel* dengan gulungan kumparan motor DC (A) seperti diperlihatkan dalam gambar 2.13 dibawah. Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus kumparan motor DC.



Gambar 2.13 Karakteristik Motor DC Shunt
Sumber: Zona Elektro, 2014

Berikut tentang kecepatan motor *shunt* (E.T.E., 1997) :

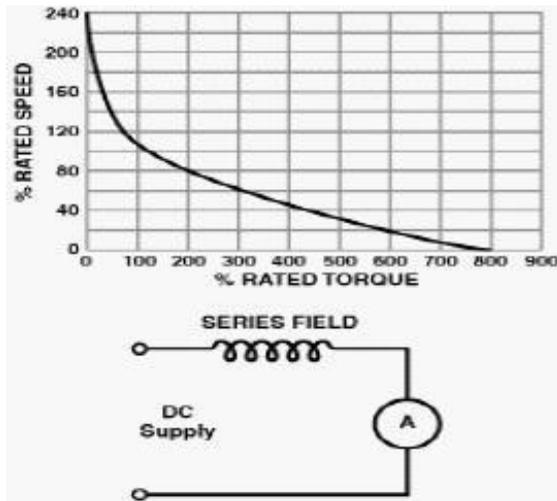
- a. Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban hingga *torque* tertentu setelah kecepatannya berkurang, lihat Gambar 2.13 di atas dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin.
 - b. Kecepatan dapat dikendalikan dengan cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan kumparan motor DC (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).
3. Motor DC daya sendiri : motor seri

Dalam motor seri, gulungan medan (medan *shunt*) dihubungkan secara seri dengan gulungan kumparan motor DC (A) seperti ditunjukkan dalam gambar 2.14 dibawah. Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus kumparan motor DC. Berikut tentang kecepatan motor seri:

- a. Kecepatan dibatasi pada 5000 RPM
- b. Harus dihindarkan menjalankan motor seri tanpa ada beban sebab motor akan mempercepat tanpa terkendali.

Motor-motor seri cocok untuk penggunaan yang memerlukan *torque* penyalaan awal yang

tinggi, seperti derek dan alat pengangkat *hoist* seperti pada gambar 2.14 berikut.

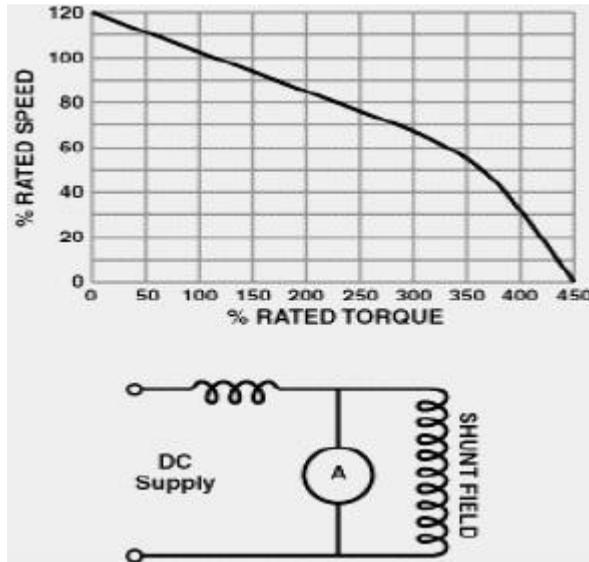


Gambar 2.14 Karakteristik Motor DC Seri
Sumber: Zona Elektro, 2014

4. Motor DC Kompon/Gabungan

Motor Kompon DC merupakan gabungan motor seri dan *shunt*. Pada motor kompon, gulungan medan (medan *shunt*) dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan kumparan motor DC (A) seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.15 dibawah. Sehingga, motor kompon memiliki *torque* penyalaan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil. Makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri),

makin tinggi pula *torque* penyalaaan awal yang dapat ditangani oleh motor ini.



Gambar 2.15 Karakteristik Motor DC Kompon
Sumber: Zona Elektro, 2014

2.7.2 Prinsip Dasar Motor DC

Prinsip kerja motor DC didasarkan pada prinsip bahwa jika sebuah konduktor yang dialiri arus listrik diletakkan dalam medan magnet, maka tercipta gaya pada konduktor tersebut yang cenderung membuat konduktor berotasi. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor.

Tabel 2.1 Pemakaian dan Sifat-Sifat Motor DC

Jenis Motor	Sifat-Sifat	Pemakaian
Motor <i>shunt</i>	Putaran tetap (30% dari putaran nominal)	<ul style="list-style-type: none"> – Torsi awal tidak terlalu tinggi – Fan, <i>Blower</i> – Mesin pengerjaan logam (<i>mesifffris</i>) – Penggerak <i>wiper</i> mobil – Mesin slep
Motor seri	Putaran bervariasi (mudah diatur)	<ul style="list-style-type: none"> – Torsi awal tinggi – Traksi (Derek) – <i>Krane</i> – Trem, kereta listrik – Kereta bawah tanah
Motor kompon	Hampir sama dengan motor <i>Shunt</i>	Hampir sama dengan motor <i>Shunt</i>

Sumber: Zona Elektro, 2014

2.8 Pompa Air

Pompa air menurut (Jansen, 2015) Alat ini terbuat dari logam. Bentuknya seperti kotak segi empat yang Bagian

dasarnya menonjol ke depan. Pada bagian belakangnya terpasang kabel listrik. Bila alat ini digunakan, kabel listrik itu dihubungkan dengan sumber listrik. Di tengah tengah sisi depannya terdapat sebuah roda yang terbuat dari plat logam bundar. Bila dihubungkan dengan arus listrik, roda akan berputar dan menggerakkan pompa yang terletak di sampingnya. Di depan pompa terdapat dua buah pipa logam. Pipa yang satu gunanya untuk mengisap udara dan yang lainnya untuk mengeluarkan udara ketika pompa bekerja.

Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*). Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran.

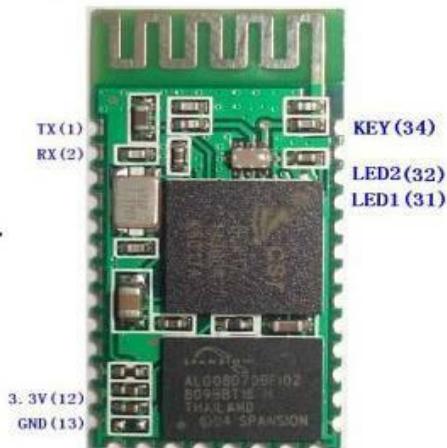


Gambar 2.16 Pompa Air
Sumber: Penulis, 2018

2.9 *Bluetooth*

Bluetooth adalah protokol komunikasi *wireless* yang bekerja pada frekuensi radio 2.4 GHz untuk pertukaran data pada perangkat bergerak seperti PDA, laptop, HP, dan lain-lain. Salah satu hasil contoh modul *Bluetooth* yang paling banyak digunakan adalah tipe HC-05. Modul *Bluetooth* HC-05 merupakan salah satu modul *Bluetooth* yang dapat ditemukan dipasaran dengan harga yang relative murah. Modul *Bluetooth* HC-05 terdiri dari 6 pin konektor, yang setiap pin konektor memiliki fungsi yang berbeda - beda. Untuk gambar *module Bluetooth*.

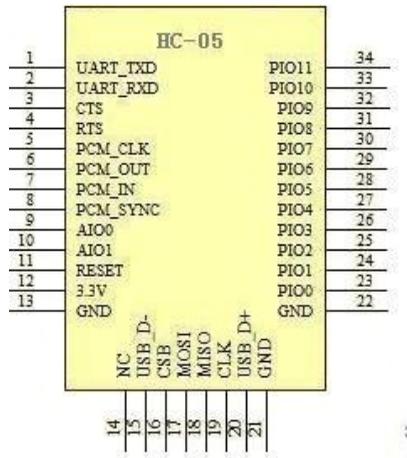
Modul *Bluetooth* HC-05 dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini:



Gambar 2.17 Modul *Bluetooth* HC-05
Sumber: Marchi, 2016

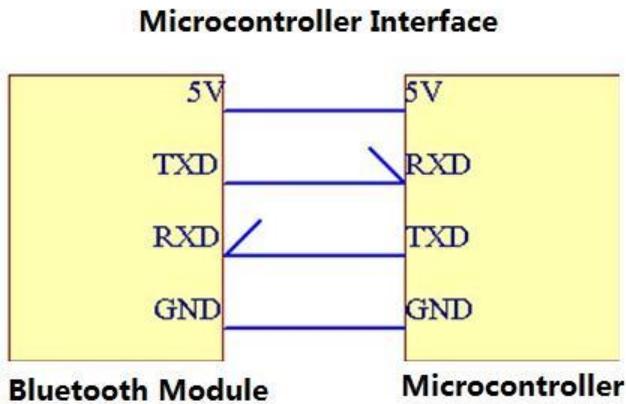
Modul *Bluetooth* HC-05 dengan *supply* tegangan sebesar 3,3 V ke pin 12 modul *Bluetooth* sebagai VCC. Pin 1 pada modul *Bluetooth* sebagai *transmitter*. kemudian pin 2 pada *Bluetooth* sebagai *receiver*.

Berikut merupakan konfigurasi pin *bluetooth* HC-05 ditunjukkan pada gambar 2.18 dibawah ini:



Gambar 2.18 Konfigurasi Pin HC-05
Sumber: Marchi, 2016

Berikut merupakan *Bluetooth-to-Serial-Module* HC-05 dapat dilihat pada gambar 2.19 dibawah ini:



Gambar 2.19 *Bluetooth to Serial Module HC-05*
Sumber: Marchi, 2016

Konfigurasi pin modul *Bluetooth* HC-05 dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2 Konfigurasi Pin Modul *Bluetooth* CH-05

No.	Nomor Pin	Nama	Fungsi
1.	Pin 1	Key	-
2.	Pin 2	VCC	Sumber tegangan 5V
3.	Pin 3	GND	Groud tegangan
4.	Pin 4	TXD	Mengirim data
5.	Pin 5	RXD	Menerima data
6.	Pin 6	STATE	-

Sumber: Kurniawan, 2016

Modul *Bluetooth* HC-05 merupakan module *Bluetooth* yang bisa menjadi *slave* ataupun *master* hal ini dibuktikan dengan bisa memberikan notifikasi untuk melakukan *pairing*

keperangkat lain, maupun perangkat lain tersebut yang melakukan *pairing* ke *module Bluetooth* CH-05. Untuk mengeset perangkat *Bluetooth* dibutuhkan perintah-perintah *AT Command* yang mana perintah *AT Command* tersebut akan direspon oleh perangkat *Bluetooth* jika modul *Bluetooth* tidak dalam keadaan terkoneksi dengan perangkat lain. Tabel 2.3 dibawah adalah tabel *AT Command Module Bluetooth* CH-05. Keterangan *AT Command Modul Bluetooth* CH-05 dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 *AT Command Module Bluetooth* CH-05

No	Perintah	Kirim	Terima	Keterangan
1.	Test Komunikasi	AT	ON	-
2.	Ganti Nama Bluetooth	AT+NAMEnamaBT	OKnamaBT	-
3.	Ubah Pin Code	AT+PINxxxx	OKsetpin	Xxxx digit key
4.	Ubah Baudrate	AT+BAUD1 AT+BAUD2 AT+BAUD3 AT+BAUD4 AT+BAUD5 AT+BAUD6	OK1200 OK2400 OK4800 OK9600 OK19200 OK38400	1———1200 2———2400 3———4800 4———9600 5———19200 6———38400 7———57600 8———115200

Sumber: Kurniawan, 2016

Dalam penggunaannya, HC-05 dapat beroperasi tanpa menggunakan *driver* khusus. Untuk berkomunikasi antar *Bluetooth*, minimal harus memenuhi dua kondisi berikut :

1. Komunikasi harus antara master dan *slave*.
2. *Password* harus benar (saat melakukan *pairing*).

Jarak sinyal dari HC-05 adalah 30 meter, dengan kondisi tanpa halangan.



Gambar 2.20 *Bluetooth*
Sumber: Marchi, 2016

Adapun spesifikasi dari HC-05 adalah :

Hardware :

- a. Sensitivitas -80dBm (*Typical*)
- b. Daya transmit RF sampai dengan +4dBm.
- c. Operasi daya rendah 1,8V – 3,6V I/O.
- d. Kontrol PIO.
- e. Antarmuka UART dengan *baudrate* yang dapat diprogram.
- f. Dengan antena terintegrasi.

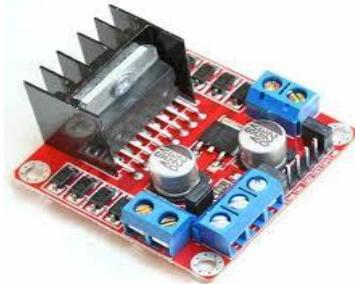
Software :

- a. *Default baudrate* 9600, Data bit : 8, *Stop bit* = 1,
Parity : *No Parity*, Mendukung *baudrate* : 9600,
19200, 38400, 57600, 115200, 230400 dan 460800.
- b. Auto koneksi pada saat *device* dinyalakan (*default*).

- c. *Auto reconnect* pada menit ke 30 ketika hubungan putus karena *range* koneksi.

2.10 Modul Driver

Cara kerja modul *driver* menggunakan L298 untuk mengatur kedua motor pada robot penyiraman sehingga robot dapat berjalan bagaimana mestinya, L298 ini dirangkai sesuai dengan data *sheet* yang ada dan dikontrol menggunakan arduino dengan 4 *output* arduino untuk 2 motor DC yang mengatur maju dan mundurnya.



Gambar 2.21 L298N
Sumber: Reichenstein7,2014

Spesifikasi:

- a. *Double H* jembatan Drive Chip: L298N
- b. Tegangan logika: Tegangan 5V Drive: 5V-35V
- c. Logika saat ini: 0-36mA Arus drive: 2A (*jembatan tunggal MAX*)
- d. Daya maksimal : 25W
- e. Dimensi: 43 x 43 x 26mm
- f. Berat: 26g

2.11 Baterai

2.11.1 Pengertian Baterai

Baterai merupakan suatu komponen yang digunakan pada sistem PLTS memiliki fungsi sebagai penyimpan hasil dari *photovoltaic* yaitu energi listrik dalam bentuk energi arus DC. Energi yang disimpan pada baterai berfungsi sebagai cadangan (*back up*), yang biasanya digunakan pada saat panel surya tidak menghasilkan energi listrik, contohnya pada saat malam hari atau pada saat cuaca mendung, selain itu tegangan keluaran ke sistem cenderung lebih stabil. Satuan kapasitas energi yang dihasilkan pada baterai adalah *ampere hour* (Ah), yang artinya arus maksimum yang dapat dikeluarkan oleh baterai selama satu jam. Proses pengosongan baterai (*discharge*), baterai tidak boleh dikosongkan hingga titik maksimum, sebab hal ini mempengaruhi usia pakai (*life time*) dari baterai tersebut. Batas pengosongan dari baterai disebut dengan *depth of discharge* (DOD) dengan satuan persen. Apabila baterai memiliki *depth of discharge* sebesar 80%, maka energi yang tersedia di dalam baterai hanya dapat digunakan sebesar 80% dan 20% lainnya digunakan sebagai cadangan. Kemudian, semakin besar *depth of discharge* yang diberlakukan pada suatu

baterai, maka umur teknis dari baterai akan semakin pendek (James P Dunlop, 1997).

Baterai dapat diartikan sebagai gabungan dari sel-sel yang terhubung seri. Secara umum ada dua jenis baterai yang digunakan untuk keperluan *solar electric systems*, yaitu *lead acid battery (accu)* dan *nicel cadmium battery*. Kedua jenis baterai tersebut memiliki komponen yang hampir sama, hanya saja berbeda dalam jenis elektroda yang dipakai dan jenis elektrolit yang digunakan untuk membangkitkan reaksi elektrokimia. *Lead acid battery* menggunakan lempengan yang terbuat dari *lead*, dan sebagai elektrolitnya digunakan H_2SO_4 (asam sulfur) yang sama seperti pada accu serta memiliki efisiensi 80%. Sedangkan *nickel cadmium battery* menggunakan cadmium sebagai elektroda negatif dan nikel sebagai elektroda positif sedang elektrolitnya dipakai potassium hidroksida dan memiliki efisiensi 70% (James P Dunlop, 1997).

Baik *lead acid* baterai maupun nikel cadmium baterai secara umum mempunyai 4 bagian penting. Keempat bagian tersebut mempunyai fungsi yang berbeda-beda yang menunjang proses penyimpanan energi maupun pengeluaran energi. Empat bagian tersebut terdiri dari:

- a. Elektroda
- b. Pemisah atau separator
- c. Elektrolit
- d. Wadah sel

2.11.2 Jenis-Jenis Baterai

Sistem penyimpanan energi yang biasanya di pakai pada sel surya adalah baterai, dari segi penggunaannya baterai dapat diklasifikasikan menjadi 2 jenis yaitu (Nasrul Haq Rosyadi, 2016) :

1. Baterai *Primer*

Baterai *primer* adalah baterai yang hanya digunakan atau di pakai sekali saja. Pada waktu baterai dipakai, material dari salah satu elektroda menjadi larut dalam elektrolit dan tidak dapat dikembalikan dalam keadaan semula.

2. Baterai *Sekunder*

Baterai *sekunder* adalah jenis baterai yang dapat digunakan dan dapat diisi ulang kembali dengan mengembalikan komposisi awal elektroda dengan menggunakan arus yang berkebalikan.

Baterai berperan sangat penting dalam sistem sel surya karena baterai digunakan untuk membantu agar sel surya dapat memenuhi kestabilan suplai daya ke beban. Baterai pada sel

surya mengalami dua tahapan siklus yaitu tahapan siklus pengisian (*Charging*) dan tahapan siklus pengosongan (*Discharging*) yang sangat bergantung pada terdapat tidaknya radiasi matahari. Selama adanya ketersediaan radiasi matahari, maka *photovoltaic* dapat memproduksi energi listrik. Dan apabila terdapat kelebihan energi listrik, maka kelebihan energi ini dapat digunakan untuk mengisi baterai. Namun, apabila tidak ada sinar matahari, maka kebutuhan listrik dapat dipasok dari energi yang tersimpan di baterai. Tahapan siklus mengisi dan mengosongkan baterai dinamakan dengan satu tahapan siklus baterai. Berikut beberapa hal yang harus diperhatikan pada baterai:

a. Tegangan baterai

Tegangan baterai yaitu suatu nilai tegangan yang merupakan watak dasar baterai yang ditentukan dari proses elektrolit baterai yaitu konversi antara energi kimia menjadi energi listrik.

b. Kapasitas baterai

Kapasitas baterai yaitu jumlah muatan yang tersimpan pada baterai yang menggambarkan sejumlah energi maksimal yang dikeluarkan dari sebuah baterai yang

dinyalakan dalam *Ampere Hour* (Ah). Nilai Ah ini didapatkan dari perkalian antara nilai arus yang dapat dikeluarkan baterai dengan berapa lamanya waktu untuk mengeluarkannya. Untuk itu, baterai yang bernilai 12 V 200 Ah berarti bahwa baterai akan dapat melepaskan baik sebesar 200 A dalam 1 jam, 50 A dalam 4 jam, 4 A dalam 50 jam, atau 1 A dalam 200 jam. Kemudian, ketika merancang kapasitas baterai untuk sistem PLTS yang paling penting dilakukan yaitu memperhatikan berapa jumlah hari-hari otonominya (*days of autonomy*). Hari-hari otonomi yaitu hari-hari disaat tidak adanya sinar matahari (Polarpowerinc, 2011).

c. Parameter *charging* dan *discharging* baterai

Kapasitas sebuah baterai sangat di pengaruhi oleh nilai *charging* dan *discharging*. Apabila baterai dikosongkan dengan cepat, maka energi listrik yang akan digunakan baterai akan menurun, untuk itu kapasitas baterai juga akan menurun. Hal tersebut disebabkan karena keperluan suatu komponen untuk melakukan reaksi yang terjadi hanya memiliki waktu yang terbatas untuk berpindah ke tempat yang seharusnya. Jadi seharusnya arus *discharging*

yang digunakan harus sangat rendah, sehingga energi yang digunakannya pun juga rendah dan kapasitas baterai yang didapat menjadi lebih besar.

Pengaturan aliran daya pada sistem dilakukan oleh BCR (*Battery Charger Regulator*). Hal ini berguna untuk melindungi baterai dan peralatan lainnya dari berbagai penyebab kerusakan. Jenis-jenis BCR yang ada di pasaran yakni adalah *controller* seri, *controller parallel*, dan *controller* menggunakan MPP (*Maximum Power Point*) *tracker*. Berikut formula untuk menghitung kapasitas BCR sebagai berikut :

$$IBCR = I_{SC \text{ panel}} \times N_{\text{panel}} \times 125\%$$

Keterangan :

I_{BCR}	= Arus BCR (<i>Ampere</i>)
$I_{SC \text{ panel}}$	= Arus hubung-singkat panel surya (<i>Ampere</i>)
N_{panel}	= Jumlah panel surya
125%	= Kompensasi

2.11.3 Perhitungan Daya Tahan Baterai

Intensitas arus listrik didefinisikan sebagai muatan listrik yang lewat per satuan waktu melalui suatu penampang daerah dimana muatan mengalir, seperti penampang tabung pemacu atau kawat logam. Karena itu jika dalam waktu t , N partikel bermuatan

yang masing-masing membawa muatan q , lewat melalui suatu penampang medium penghantar, maka muatan total yang lewat adalah $Q = Nq$, dan intensitas listriknya adalah :

$$I = \frac{Q}{t}$$

Keterangan :

I = Arus listrik dalam satuan *ampere*

Q = Muatan listrik yang satuannya *coulomb* yang setara dengan *ampere* detik

t = Waktu (*second*) (Zuhal, 2004)

Dari persamaan diatas, persamaan muatan listrik dapat diperoleh sebagai berikut :

$$Q = I \times t$$

Perhitungan daya tahan baterai dihitung dari persamaan sebagai berikut :

$$t = \frac{Q}{I}$$