

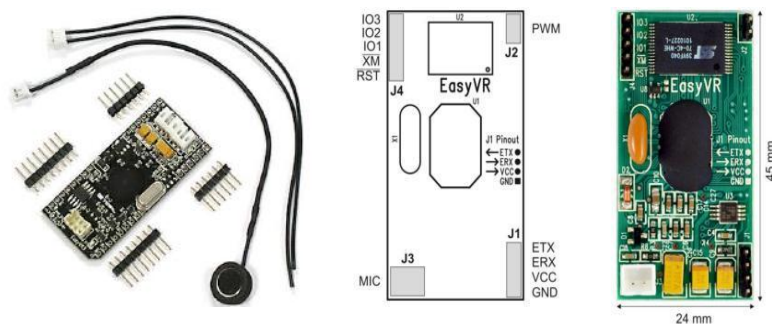
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Easy Voice Recognition (*EasyVR*)

Easy Voice Recognition merupakan modul *voice recognition* multifungsi yang dapat digunakan pada aplikasi sistem kendali yang membutuhkan pendeteksian suara. Modul *Easy Voice Recognition* dapat dihubungkan dengan mikrokontroler yang digunakan untuk beragam aplikasi, seperti *home automation* dapat mengontrol nyala lampu, kunci pintu, televisi, atau sebagai modul pelengkap sensor pendengaran robot. (Sumber: Brave.A.Sugiarto S.T Dkk. 2013. *Ejournal Teknik Elektro dan Komputer. Manado*. Hal: 2).

Voice Recognition dibagi menjadi dua jenis yaitu *Speaker Recognition* dan *Speech Recognition*. *Speaker recognition* merupakan sistem pengenalan suara berdasarkan orang yang berbicara. Misalnya berupa intonasi suara, tingkat kedalaman suara dan sebagainya. Sedangkan *speech recognition* merupakan proses identifikasi suara berdasarkan kata yang diucapkan. Misalnya berupa tingkat penekanan suara yang kemudian akan dicocokkan dengan template database yang tersedia. Implementasi *speech recognition* misalnya perintah suara untuk menjalankan aplikasi komputer. Pada robot beroda ini menggunakan modul *Easy Voice Recognition* yang jenisnya *speech recognition* karena *speech recognition* mempunyai kelebihan dapat mempercepat proses transmisi informasi dan umpan balik dari transmisi tersebut. Gambar 2.1 menunjukkan bentuk fisik dari *Easy Voice Recognition*. (Sumber: Melissa Gresia. 2008. *Pencocokan Pola Suara dengan FFT*. Hal 1).

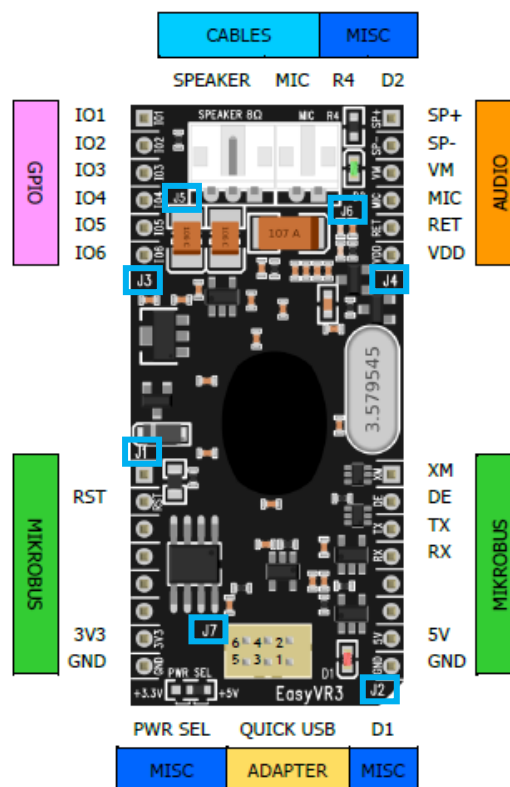


Gambar 2.1 Module Easy Voice Recognition

Sumber: <http://robosavvy.com/forum>

2.1.1 Spesifikasi Pin Modul *Easy Voice Recognition*

Modul *Easy Voice Recognition* mempunyai spesifikasi pin pada papan *board* yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 pada *Header* luar J1 dan J2 adalah konektor antarmuka mikroBUS, yang memberikan input daya 3.3V/ 5V yang dapat dipilih ke modul I/O digital dan tegangan yang diterjemahkan, termasuk: UART menerima/mengirimkan baris dan pin kontrol. Header J3 menyediakan jalur ekspansi I/O yang dapat dikonfigurasi (input dengan pull-up internal lemah secara default), didukung pada tegangan logika internal VDD. Header J4 berisi sinyal analog utama, seperti sinyal mikrofon dan output DAC yang diperkuat, yang juga tersedia pada konektor sudut kanan kanan J5 dan J6. Modul ini juga bisa dioperasikan melalui konektor pemrograman J7 saja, dengan menggunakan *QuickUSB Adapter Cable*.



Gambar 2.2 Spesifikasi Pin Modul *Easy Voice Recognition*

Sumber: EasyVR 3 User Manual 1.0.14 Halaman 6

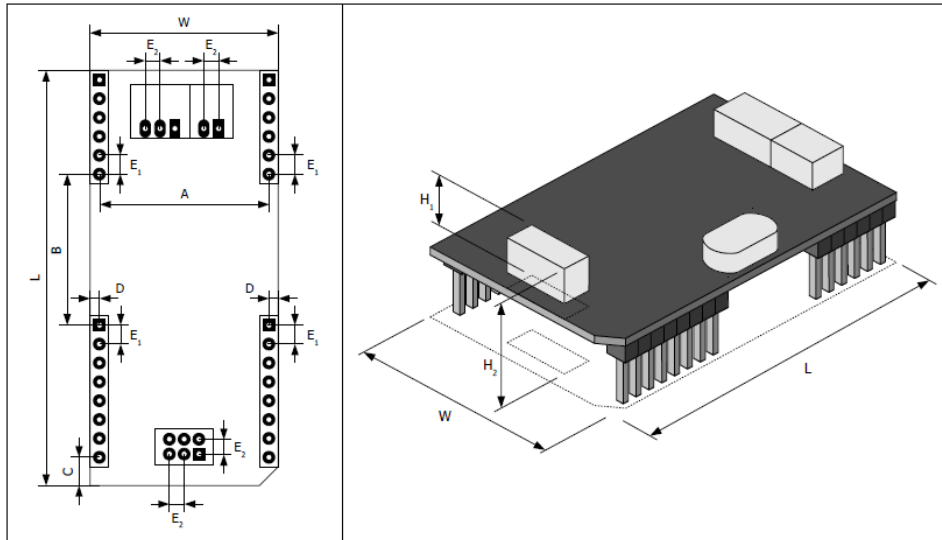
Tabel 2.1 Spesifikasi Pin Modul *Easy Voice Recognition*

Group	Nama	Nomor	Pin	Tipe	Deskripsi
MIKROBUS	J1	1	-	-	<i>(Not connected)</i>
		2	RST	I	<i>Active low asynchronous reset</i>
		3-6	-	-	<i>(Not connected)</i>
		7	3V3	I	<i>3.3V DC power input</i>
		8	GND	-	<i>Ground</i>
	J2	1	XM	I	<i>Boot select (internal pull-</i>
		2	DE	O	<i>(Reserved)</i>
		3	TX	O	<i>Serial Data Transmit</i>
		4	RX	I	<i>Serial Data Receive</i>
		5-6	-	-	<i>(Not connected)</i>
7		5V	I	<i>5.0V DC power input</i>	
8		GND	-	<i>Ground</i>	
GPIO	J3	1	IO1	I/O	<i>General purpose I/O (VDD</i>
		2	IO2	I/O	<i>General purpose I/O (VDD</i>
		3	IO3	I/O	<i>General purpose I/O (VDD</i>
		4	IO4	I/O	<i>General purpose I/O (VDD</i>
		5	IO5	I/O	<i>General purpose I/O (VDD</i>
		6	IO6	I/O	<i>General purpose I/O (VDD</i>
AUDIO	J4	1	SP+	O	<i>Differential audio output (can</i>
		2	SP-	O	<i>directly drive 8Ω Sspeaker)</i>
		3	VM	O	<i>Microphone power (to support</i>
		4	MIC	I	<i>Microphone audio input</i>
		5	RET	-	<i>Microphone return (analog</i>
		6	VDD	O	<i>Internal logic voltage (for</i>
CABLE	J5	1	SP-	O	<i>Differential audio output (can</i>
		3	SP+	O	<i>directly drive 8Ω Sspeaker)</i>
		2	-	-	<i>(Not connected)</i>
ADAPTER	J6	1	MIC	I	<i>Microphone audio input</i>
		2	RET	-	<i>Microphone return (analog</i>
	J7	1	RX_P	O	<i>Programming cable serial data</i>
		2	RTS_P	I	<i>Programming cable request to</i> <i>send (reset/boot control)</i>
		3	GND	-	<i>Programming cable ground</i>
		4	5V_P	I	<i>Programming cable 5V DC</i>
5	TX_P	I	<i>Programming cable serial data</i>		
6	CTS_P	O	<i>Programming cable clear to</i> <i>send (tied to ground)</i>		

Sumber: *EasyVR 3 User Manual 1.0.14 Halaman 7*

2.1.2 Dimensi Modul *Easy Voice Recognition*

Dimensi modul *Easy Voice Recognition* mempunyai ukuran yang kecil seperti pada Gambar 2.3 sehingga sangat praktis dan menghemat tempat pemasangan pada rancang bangun robot beroda menggunakan sensor *Easy Voice Recognition*.



Gambar 2.3 Dimensi Fisik *Easy Voice Recognition*

Sumber: EasyVR 3 User Manual 1.0.14 Halaman 8

Pada tabel 2.2 menunjukkan ukuran fisik pada *Easy Voice Recognition* menggunakan skal millimeter dengan mempunyai lebar sebesar 25,4 mm dan tinggi 56,5 mm.

Tabel 2.2 Dimensi Modul *Easy Voice Recognition*

Simbol	Parameter	Units (Inch/mm)	
W	<i>Width</i>	25.4	1.000
L	<i>Length</i>	56.4	2.220
H₁	<i>Height (without outer strips J1-J4)</i>	9.5	0.375
H₂	<i>Height (with outer strips J1-J4)</i>	17.0	0.670
E₁	<i>Connector pitch and pin spacing (of outer strips J1-J4)</i>	2.54	0.100
E₂	<i>Connector pitch (of inner connectors J5-J7)</i>	2.00	0.079
A	<i>Headers horizontal spacing</i>	22.86	0.900
B	<i>Headers vertical spacing</i>	20.32	0.800
C	<i>Header vertical offset</i>	3.81	0.150
D	<i>Header horizontal offset</i>	1.27	0.050

Sumber: EasyVR 3 User Manual 1.0.14 Halaman 8

2.1.3 Keunggulan Modul *Easy Voice Recognition 3.0*

Modul *Easy Voice Recognition* versi 3.0 yang memiliki berbagai fitur unggulan terbaru seperti:

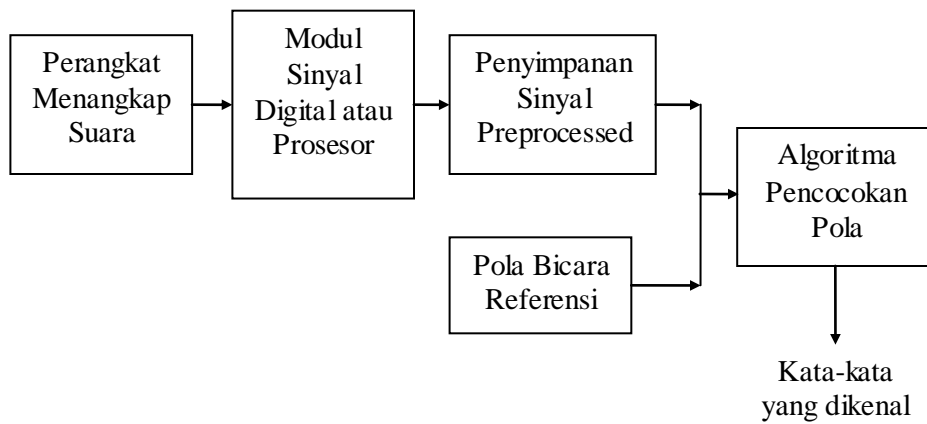
1. Mendukung berbagai bahasa, yaitu English (US), Italian, German, French, Spanish, Japanese
2. Mendukung hingga 32 *custom Speaker Dependet* (SD) trigger atau perintah, bahkan dapat digunakan pada bahasa apapun.
3. GUI yang mudah digunakan
4. Dapat dihubungkan dengan mikrokontroler dengan koneksi UART (tegangan 3.3 - 5 V)
5. Mudah diaplikasikan dan didukung oleh dokumentasi yang sederhana
6. 3 x GPIO (IO1, IO2, IO3) dapat dikontrol dengan perintah protokol baru
7. PWM audio output mendukung speaker 8 ohm
8. *Sound playback*
9. Kompatible dengan Robonova dan Robozak MR-C3024 *controller board*

2.1.4 Prinsip Kerja *Voice Recognition*

Prinsip kerja modul *EasyVoice recognition* adalah kata-kata yang diucapkan oleh manusia menyebabkan getaran di udara, yang dikenal sebagai gelombang suara. Gelombang suara akan ditangkap *mikrofon* modul *EasyVoice Recognition* setelah itu gelombang suara diubah ke sinyal listrik dan diterjemahkan oleh modul *EasyVoice recognition*. Gelombang suara yang telah menjadi sinyal listrik akan disimpan di *database* modul *EasyVoice recognition*.

Prinsip kerja modul *Easy Voice Recognition* ialah merubah besaran suara menjadi besaran listrik. Sinyal yang masuk akan diolah sehingga menghasilkan satu kondisi yaitu kondisi 1 atau 0. Suara yang diterima oleh *mikrofon* akan di transfer ke preamp mic sebagai penguat mic. Setelah sinyal suara diterima oleh preamp mic, kemudian di teruskan ke rangkaian pengubah agar sinyal suara dapat diubah ke sinyal digital. Sinyal suara yang berbentuk sinyal digital diubah menjadi sinyal analog agar dapat dibaca oleh mikrokontroler yang akan diolah menjadi data untuk menjalankan motor DC. (Sumber :Brave.A.Sugiarto S.T Dkk. 2013. *Ejournal Teknik Elektro*)

2.1.4.1 Sistem Pengenal Ucapan



Gambar 2.4 Sistem Pengenal Ucapan modul *Easy Voice Recognition*

Sumber: <https://www.elprocus.com/understanding-voice-recognition6>

1. **Perangkat menangkap suara** : Terdiri dari mikrofon, yang mengubah sinyal gelombang suara menjadi sinyal listrik dan *Analog to Digital Converter* yang membuat sampel dan mendigitasi sinyal analog untuk mendapatkan data diskrit yang dapat dimengerti komputer.
2. **Modul Sinyal Digital atau Prosesor** : yaitu melakukan pemrosesan pada sinyal ucapan mentah seperti konversi domain frekuensi, dan mengembalikan informasi yang diperlukan, dll.
3. **Penyimpanan sinyal preprocessed** : Percakapan preprocessed disimpan di dalam memori untuk melaksanakan tugas pengenalan suara lebih lanjut.
4. **Pola Bicara Referensi** : Komputer atau sistem terdiri dari pola bicara atau template standar yang telah tersimpan dalam memori, untuk dijadikan acuan pencocokan.
5. **Algoritma pencocokan pola** : Sinyal yang tidak diketahui dibandingkan dengan pola ucapan referensi untuk menentukan kata-kata atau pola kata yang sebenarnya.

2.1.5 Faktor-faktor yang mempengaruhi *Easy Voice Recognition*

Sistem yang mempengaruhi *Easy Voice Recognition* mengenali ucapan bergantung pada faktor-faktor berikut:

1. **Kata-kata** : Perlu ada jeda antara kata-kata berturut-turut yang diucapkan karena kata-kata yang terus-menerus bisa tumpang tindih sehingga sulit bagi sistem untuk memahami kapan sebuah kata dimulai atau berakhir. Jadi perlu ada keheningan antara kata-kata berturut-turut.
2. **Speaker Tunggal** : Banyak pembicara yang mencoba memberi masukan ucapan pada saat bersamaan dapat menyebabkan tumpang tindih sinyal dan interupsi. Sebagian besar sistem pengenalan suara yang digunakan adalah sistem speaker dependent.
3. **Ukuran kosakata** : Bahasa dengan kosakata yang besar sulit untuk dipertimbangkan dibandingkan dengan kosakata kecil karena kemungkinan kata-kata ambigu lebih rendah pada yang kedua.

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Nilai plus bagi mikrokontroler adalah terdapatnya memori dan Port Input/Output dalam suatu IC. Kemampuannya yang programmable, fitur yang lengkap (ADC internal, EEPROM internal, Port I/O, Komunikasi Serial, dll), dan juga harga yang terjangkau memungkinkan mikrokontroler digunakan pada berbagai sistem elektronik, seperti pada robot, automasi industri, sistem alarm, peralatan telekomunikasi, hingga peralatan rumah tangga..Salah satu contoh dari mikrokontroler adalah Arduino uno R3.

(Sumber: Wardhana, Lingga.2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535: Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*. Yogyakarta:Andi.)

2.2.1 Arduino Uno R3

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroller dengan jenis AVR. Tujuan menanamkan program pada arduino adalah agar

rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output seperti yang diinginkan.

(Sumber: Wardoyo, Siswo, dan Anggoro Suryo Pramudyo, 2015: 75)

Secara umum Arduino terdiri dari dua bagian, yaitu: secara *Software* arduino *open source* IDE untuk menulis program, *driver* untuk koneksi dengan komputer, contoh program dan *library* untuk pengembangan program. Secara *Hardware* single board mikrokontroler *input/output* (I/O).

Arduino memiliki kelebihan dibandingkan dengan perangkat kontroler lainnya diantaranya adalah:

1. Tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada bootloader yang akan menangani upload program dari Arduino IDE.
2. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, Sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya.
3. Memiliki modul siap pakai (*Shield*) yang bisa ditancapkan pada board arduino. Contohnya *shield GPS, Ethernet*, dll.



Gambar 2.5 Arduino UNO R3

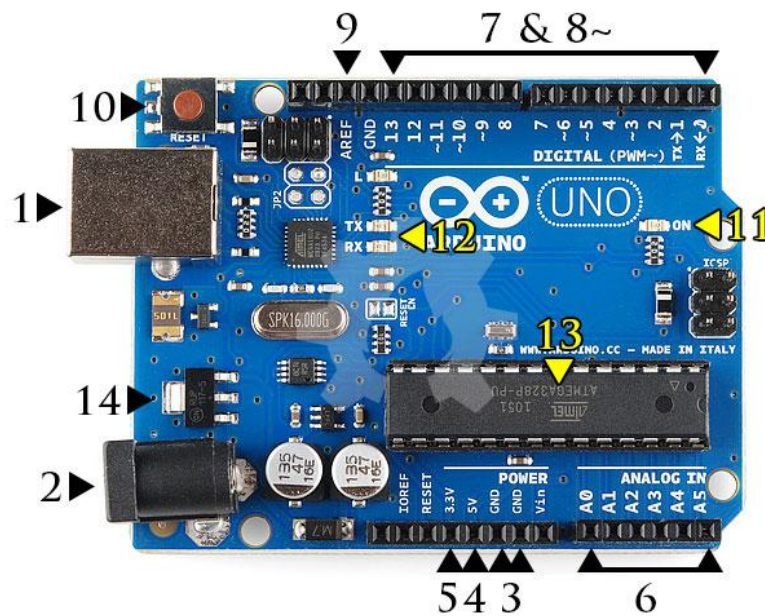
<https://www.sparkfun.com/products/11021>

Kemampuan untuk dapat melakukan komunikasi data antara 2 atau lebih peralatan elektronik adalah hal yang sangat penting yang harus dimiliki oleh sebuah mikrokontroler dan yang lebih penting lagi, kemampuan komunikasi tersebut tidak boleh sampai mengurangi fungsi dari mikrokontroler itu sendiri. Ada 2 jenis komunikasi data yang bisa dilakukan oleh mikrokontroler, yaitu

komunikasi paralel dan komunikasi serial. Komunikasi paralel memiliki kelebihan dari sisi kecepatan transfer data, namun efisiensi penggunaan pin dari mikrokontroler juga menjadi berkurang. port komunikasi serial ini bisa digunakan secara independen, artinya bisa digunakan satu per satu ataupun digunakan keseluruhan secara bersama.

Komunikasi serial yang dimiliki oleh arduino dapat dimanfaatkan untuk berkomunikasi dengan personal komputer, Bluetooth Modul, atau bahkan dengan arduino yang lain. Yang perlu menjadi catatan utama adalah, jika port dari arduino sudah mikrokontroler difungsikan sebagai sarana komunikasi serial, maka port tersebut tidak dapat difungsikan sebagai port input/output digital.

2.2.2 Bagian-bagian *Board* Mikrokontroler Arduino Uno



Gambar 2.6 Bagian-bagian *board* Arduino

<https://www.robomart.com/arduino-uno-online-india>

Tabel 2.3 Konfigurasi Pin Arduino Uno

No	Nama	Deskripsi
1	USB Female Type-B	Sebagai sumber DC 5V dan jalur pemrograman antara PC dan Arduino

No	Nama	Deskripsi
2	Barrel Jack	Sebagai input sumber antara 5-12V
3	Pin GND	Sebagai sumber pentanahan (Ground)
4	Pin 5V	Sebagai Sumber tegangan 5V
5	Pin 3,3V	Sebagai Sumber tegangan 3,3V
6	A0-A5	Sebagai Analog Input
7	2-13	Sebagai I/O digital
8	0-1	Sebagai I/O sekaligus bisa juga sebagai Rx Tx
9	AREF	Sebagai Analog Referensi untuk fungsi ADC
10	Tombol RESET	Sebagai perintah Reset Arduino
11	LED	Sebagai Indikator Daya
12	LED Rx Tx	Sebagai Indikator Rx Tx saat pengisian program
13	Mikrokontroler	Sebagai otak arduino dengan menggunakan mikrokontroler AVR Atmega328
14	Regulator Tegangan	Berfungsi sebagai pembatas atau penurun tegangan yang masuk melalui barrel jack dengan tegangan maksimul input sebesar 20V.

Sumber : <https://fandi.student.uui.ac.id>

1. *Input/Output* Digital

Input/Output digital atau digital pin adalah pin-pin untuk menghubungkan Arduino dengan komponen atau rangkaian digital. Pin *Input/Output* Digital adalah dari 0-13. Komponen lain yang menghasilkan *output* digital atau menerima *input* digital bisa disambungkan ke pin-pin ini. 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. *Input/Output analog*

Sedangkan untuk pin analog berfungsi untuk menerima sinyal dari komponen atau rangkaian analog. Misalnya dari potensiometer, sensor suhu, sensor cahaya, dsb. Program dapat membaca nilai sebuah pin input antara 0 – 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V. Konfigurasi pinnya yaitu dari A0-A5 yang memiliki 6 pin.

3. USB

Soket USB adalah soket untuk kabel USB yang disambungkan ke komputer atau laptop. Berfungsi untuk mengirimkan program ke Arduino dan juga sebagai port komunikasi serial, dan memberi daya listrik kepada papan.

4. Kristal (*quartz crystal oscillator*)

Jika mikrokontroler dianggap sebagai sebuah otak, maka kristal adalah jantung-nya 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

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 – Mikrokontroler. Atmega328

Mikrokontroler Atmega328 digunakan pada arduino uno sebagai otak untuk mengendalikan perangkat elektronik yang akan dirancang. Komponen utama dari papan Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM.

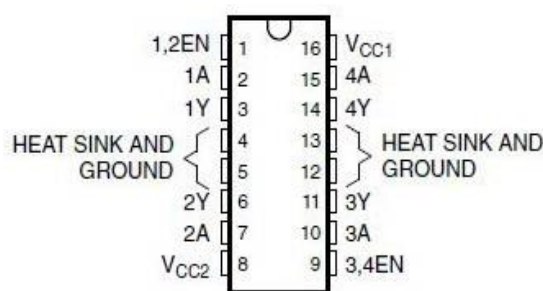
8. Sumber daya eksternal

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

2.3 DriverMotor DC

Driver motor adalah rangkaian yang digunakan untuk mengatur arah putaran dari motor DC. Rangkaian terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang nand yang memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor DC. Tetapi sekarang telah disediakan IC L293D sebagai driver motor DC yang dapat mengatur arah putar dan disediakan pin PWM untuk mengatur kecepatan motor DC. Motor DC tidak dapat dikendalikan secara langsung oleh mikrokontroler, karena kebutuhan arus listrik yang besar pada motor DC sedangkan arus keluaran pada mikrokontroler sangat kecil. *Driver* motor merupakan pilihan alternatif yang harus digunakan untuk mengendalikan motor DC pada robot beroda. (Sumber: <http://kedairobot.com/components/35-l298-motor-driver.html>).

IC L293D adalah IC yang didesain khusus sebagai *driver* motor DC dan dapat dikendalikan dengan *pulse width modulation* (PWM). Dalam IC L293D terdiri dari 4 buah *driver* motor DC yang berdiri sendiri dengan kemampuan mengalirkan arus 1 Ampere tiap *driver*-nya. Sehingga dapat digunakan untuk membuat *driver H-bridge* untuk 2 buah motor DC. Maksud dari *H-bridge* disini yaitu kita dapat mengendalikan arah putar dari motor DC *clockwise* (searah jarum jam) atau *counter clock wise* (berlawanan jarum jam). IC L293D memiliki 16 kaki yang memiliki fungsi tersendiri. Konfigurasi kaki-kaki IC L293D dapat kita lihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Pin IC *driver* motor L293D

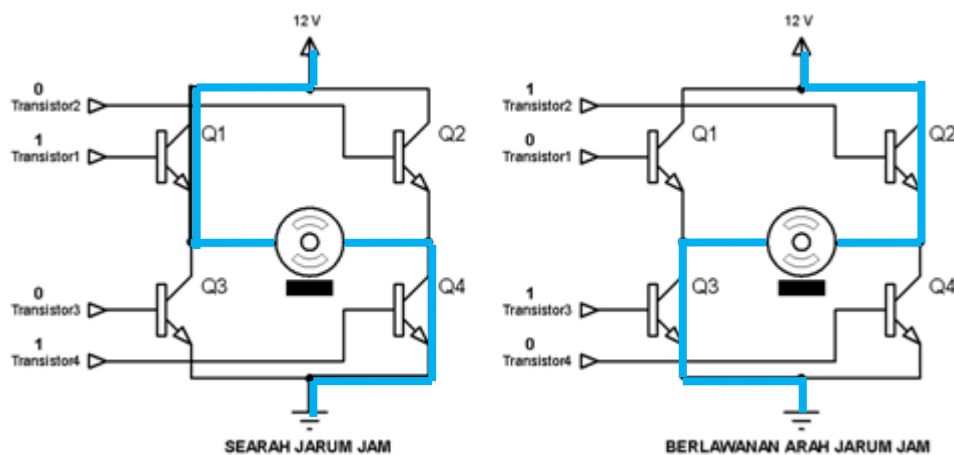
Sumber: <https://electrosome.com>

2.3.1 Fungsi Pin Driver Motor DC IC L293D

- Pin EN (Enable, EN1.2, EN3.4) berfungsi untuk mengijinkan driver menerima perintah untuk menggerakan motor DC.

- Pin In (Input, 1A, 2A, 3A, 4A) adalah pin input sinyal kendali motor DC
- Pin Out (Output, 1Y, 2Y, 3Y, 4Y) adalah jalur output masing-masing driver yang dihubungkan ke motor DC
- Pin VCC (VCC1, VCC2) adalah jalur input tegangan sumber driver motor DC, dimana VCC1 adalah jalur input sumber tegangan rangkaian kontrol driver dan VCC2 adalah jalur input sumber tegangan untuk motor DC yang dikendalikan.
- Pin GND (Ground) adalah jalur yang harus dihubungkan ke ground, pin GND ini ada 4 buah yang berdekatan dan dapat dihubungkan ke sebuah pendingin kecil. (Sumber: <http://electrocontrol.com/2011/05/25/driver-motor-dc-menggunakan>)

2.3.2 Rangkaian Driver Motor DC L293D



Gambar 2.8 Rangkaian Driver Motor DC L293D

Sumber: <http://nordenergi.org/sunglasses-rangkaian-h-bridge-driver-motor-dc>.

1. Dari Gambar 2.8 dapat dijelaskan bahwa, arus listrik akan mengalir dari *power supply* (12 V) melalui transistor **Q1**, kemudian akan mengalir ke motor DC, lalu mengalir ke transistor **Q4** dan akan berakhir di ground, dengan mengaktifkan transistor **Q1** dan transistor **Q4** akan menyebabkan motor DC berputar searah jarum jam (*clockwise*).
2. Begitu juga sebaliknya listrik akan mengalir dari *power supply* (12 V) melalui transistor **Q2**, kemudian menuju motor DC, sehingga akan mengalir ke transistor **Q3** dan akan berakhir di ground, dengan

aktifnya transistor **Q2** dan **Q3** akan menyebabkan motor DC berputar berlawanan arah jarum jam (*counter clockwise*). (Sumber Elektro Control Team. Driver Motor DC. 2011. Hal:1)

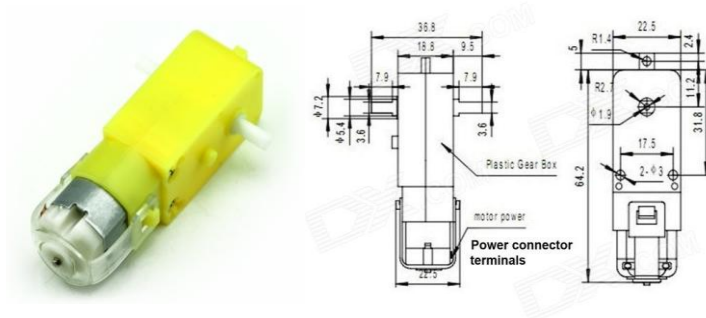
Tabel 2.4 Kondisi Gerak Motor Menggunakan Driver Motor L293D

Perintah Suara	Input M1		Input M2		Motor 1	Motor 2	Ket
	In1	In2	In3	In4			
Go	5v	0	5v	0	Maju	Maju	Maju
Back	0	5v	0	5v	Mundur	Mundur	Mundur
Stop	0	0	0	0	Diam	Diam	Diam

Pada Tabel 2.4 In1 dan In3 jika diberi logika *high*, maka robot akan maju. Sebaliknya jika In2 dan In4 diberi logika *high*, maka robot akan mundur. Robot dapat bergerak dengan syarat EnA dan EnB diberi logika *high* juga, jika diberi logika *low* maka driver motor tidak akan hidup.

2.4 Motor DC

Motor DC adalah suatu piranti elektronik yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Pada aplikasi robotika pergerakan atau actuator robot beroda umumnya menggunakan motor DC yang menggunakan gear box dan roda sebagai komponen pendukungnya, karena jenis motor ini lebih mudah untuk dikendalikan. Kecepatan yang dihasilkan oleh motor DC berbanding lurus dengan potensial yang diberikan.

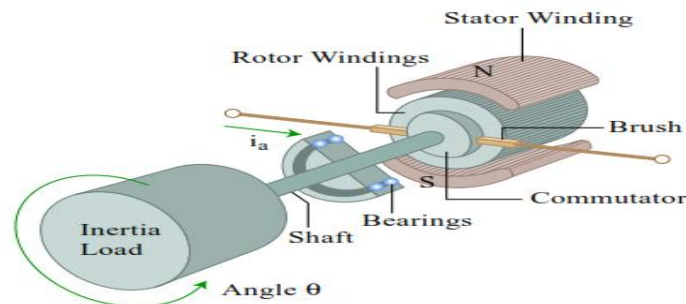


Gambar 2.11 Motor DC

Sumber: (<http://www.jogjarobotika.com/motor-dc/76-motor-dc-gearbox-gearbox-6v-roda.html>, 2017)

2.4.1 Bagian-Bagian Motor DC

Motor DC terdiri dari bagian stator yaitu bagian yang tidak berputar dan rotor yaitu bagian yang berputar. Stator merupakan tempat diletakkannya kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan medan magnet sedangkan rotor ditempati oleh rangkaian jangkar seperti kumparan jangkar, komutator dan sikat. (Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/teori-motor-dc-dan-jenis-jenis-motor-dc>)



Gambar 2.10 Bagian Motor DC (*Direct Current*)

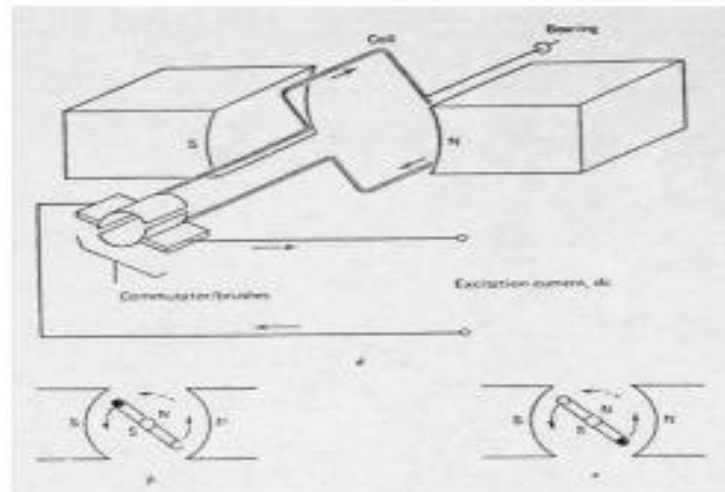
Sumber: <https://www.pinterest.com>

2.4.2 Prinsip Kerja Motor DC

Pada motor DC kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konverter mengubah energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya dari energi mekanik menjadi energi listrik (generator) berlangsung melalui medium medan magnet. Medan magnet berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi juga sekaligus proses perubahan energi. Motor DC mempunyai rotor (bagian yang bergerak) magnet permanen dan stator (bagian diam) yang berupa koil atau gulungan kawat tembaga, dimana setiap ujungnya tersambung dengan komutator.

Komutator dihubungkan dengan kutub positif (+) dan kutub negatif (-) dari catu daya melalui sikat-sikat. Apabila komutator dihubungkan dengan sumber tegangan contohnya *battery* maka arus listrik dari kutub positif akan masuk melalui komutator kemudian berjalan mengikuti gulungan kawat sebelumnya dan masuk ke kutub negatif. Mengalirnya arus pada kumparan menyebabkan elektromagnetik pada kumparan sehingga terjadi gaya tolak menolak antara

magnet permanen pada motor dengan medan magnet pada kumparan motor sehingga motor akan berputar. Karena putaran motor, arus listrik di dalam kawat akan berjalan bolk-balik sesuai arah medan magnet menyebabkan rotor akan terus berputar selama arus listrik tetap mengalir di dalam kawat.



Gambar 2.11 Prinsip Kerja Motor DC

2.4.3 Pengaturan Kecepatan Motor DC

Pengaturan kecepatan motor DC dapat dilakukan dengan mengatur besar tegangan masukan kecepatan motor DC (ω) dapat dirumuskan pada persamaan di bawah ini :

$$\omega = \frac{V_t - R_a I_a}{K\Phi} \text{ (rad/sec)} \dots \dots \dots (2.1)$$

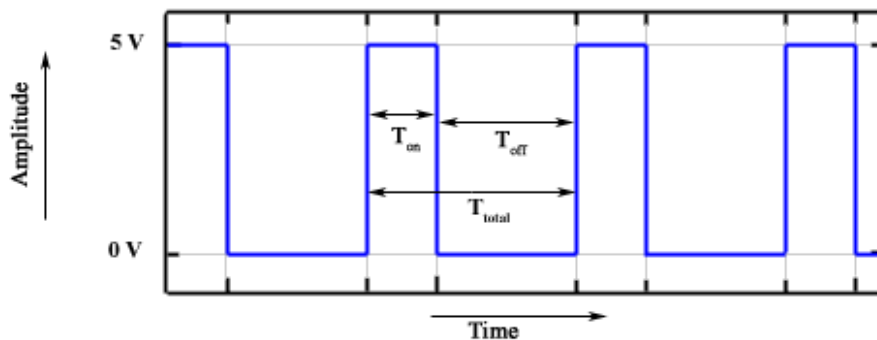
Keterangan:

- V_t = tegangan masukan motor (volt)
- R_a = hambatan jangkar motor (ohm)
- $K\Phi$ = pluks magnetik
- ω = kecepatan motor (rad/sec)

Kecepatan motor DC berbanding lurus dengan suplai tegangan (V_t), sehingga pengurangan suplai tegangan (V_t) akan menurunkan kecepatan motor (ω) dan penambahan suplai tegangan (V_t) akan menambah kecepatan motor (ω).

2.4.4 Pengaturan Motor DC Dengan Modulasi Lebar Pulsa (PWM)

Salah satu cara untuk mengatur kecepatan putar motor DC adalah dengan mengatur tegangan sumbernya atau disebut *Pulse Width Modulation* (PWM). *Pulse Width Modulation* (PWM) adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Sinyal PWM memiliki sinyal amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Lebar Pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, Sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun duty cycle bervariasi (antara 0% hingga 100%).



Gambar 2.12 Sinyal PWM dan Rumus Perhitungannya

Sumber : <http://www.codepolitan.com/tutorial/ana-log-output-arduino-menggunakan-pwm>

PWM dapat dihasilkan dari arduino besar nilai pwm memiliki alokasi data 8bit, atau memiliki variasi perubahan nilai mulai dari 0 – 255 perubahan nilai yang mewakili *duty cycle* 0 – 100% dari keluaran PWM tersebut.

Duty cycle adalah persentasi panjang pulsa *high* dalam satu periode sinyal. Ketika *duty cycle*-nya 0% atau sinyal *low* penuh, maka nilai tegangan yang dikeluarkan adalah 0V. Ketika *duty cycle*-nya 100% atau sinyal *high* penuh maka tegangan yang dikeluarkan adalah 5V. Contoh penggunaan PWM pada pengaturan kecepatan motor dc semakin besar nilai *duty cycle* yang diberikan maka akan berpengaruh terhadap cepatnya putaran motor. Apabila nilai *duty cycle*-nya kecil maka motor akan bergerak lambat.

Untuk mengatur nilai *duty cycle*, menggunakan nilai pada parameter antara 0 hingga 255. Jika mengeset *duty cycle* ke 0%, maka set nilai parameter ke 0,

dan untuk *duty cycle* 100%, maka set nilai parameter ke 255. Jadi *duty cycle* ke 50%, berarti nilai parameter yang harus diset adalah 127.

T_{on} adalah waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi tinggi (*high* atau 1) dan T_{off} adalah waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi rendah (*low* atau 0). Anggap T_{total} adalah waktu satu siklus atau penjumlahan antara T_{on} dengan T_{off} , biasa dikenal dengan istilah “periode satu gelombang”.

$$T_{total} = T_{on} + T_{off} \dots \dots \dots (2.2)$$

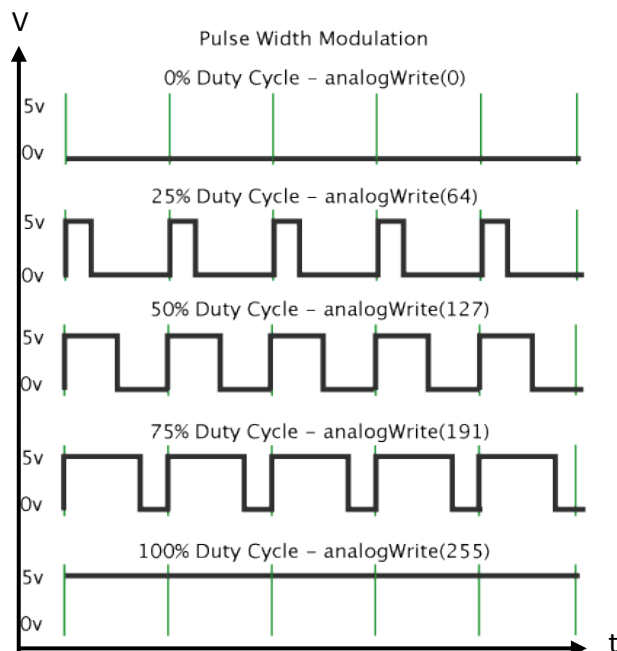
Siklus kerja atau *duty cycle* sebuah gelombang di definisikan sebagai,

$$D = \frac{T_{on}}{(T_{on} + T_{off})} = \frac{T_{on}}{T_{total}} \dots \dots \dots (2.3)$$

Tegangan keluaran dapat bervariasi dengan *duty-cycle* dan dapat dirumuskan sebagai berikut,

$$V_{out} = D \times V_{in} \text{ atau } V_{out} = \frac{T_{on}}{T_{total}} \times V_{in} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dari rumus diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa tegangan keluaran dapat diubah-ubah secara langsung dengan mengubah nilai T_{on} . Apabila T_{on} adalah 0, V_{out} juga akan 0. Apabila T_{on} adalah T_{total} maka V_{out} adalah V_{in} atau katakanlah nilai maksimumnya.



Gambar 2.13 Grafik PWM

Sumber : <http://www.codepolitan.com/tutorial/ana-log-output-arduino-menggunakan-pwm>