

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Robot

Robot merupakan salah satu bagian dari bidang *Artificial Intelligence* (AI), teknik, dan psikologi. Teknologi inilah yang menghasilkan robot. Robot diartikan sebagai mesin dengan kecerdasan komputer dan dikontrol oleh komputer, dan memiliki kemampuan fisik seperti manusia. Aplikasi dari robot ini mencakup pemberian kemampuan untuk melihat atau persepsi visual, menyentuh atau kemampuan meraba, kemampuan untuk memegang dan memanipulasi, pengangkutan atau kemampuan fisik untuk bergerak, dan navigasi atau kecerdasan untuk menemukan atau mencapai jalan keluar. Sedangkan pengertian robot secara tepat adalah sistem atau alat yang dapat berperilaku atau meniru perilaku manusia dengan tujuan untuk menggantikan dan mempermudah kerja/aktifitas manusia. Untuk dapat diklasifikasikan sebagai robot, mesin harus memiliki dua macam kemampuan yaitu:

1. Bisa mendapatkan informasi dari sekelilingnya.
2. Bisa melakukan sesuatu secara fisik seperti bergerak atau memanipulasi objek.

Untuk dapat dikatakan sebagai robot sebuah sistem tidak perlu untuk meniru semua tingkah laku manusia, namun suatu sistem tersebut dapat mengadopsi satu atau dua saja sistem yang ada pada diri manusia saja sudah dapat dikatakan sebagai robot. Sistem yang diadopsi berupa sistem penglihatan (mata), sistem pendengaran (telinga) ataupun sistem gerak[4].

2.2 Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence* atau AI) didefinisikan sebagai kecerdasan yang ditunjukkan oleh suatu entitas buatan. Sistem seperti ini umumnya dianggap komputer. Kecerdasan diciptakan dan dimasukkan ke dalam suatu mesin (komputer) agar dapat melakukan pekerjaan seperti yang dapat dilakukan manusia. Beberapa macam bidang yang menggunakan kecerdasan- buatan antara lain sistem

pakar, permainan komputer (games), logika *fuzzy*, jaringan syaraf tiruan dan robotika[5].

Penggunaan AI dalam kontroler dilakukan untuk mendapatkan sifat dinamik kontroler “secara cerdas”. Secara klasik, kontrol P, I, D atau kombinasi, tidak dapat melakukan adaptasi terhadap perubahan dinamik sistem selama operasi karena parameter P, I dan D itu secara teoritis hanya mampu memberikan efek kontrol terbaik pada kondisi sistem yang sama ketika parameter tersebut di-tune. Di sinilah kemudian dikatakan bahwa kontrol klasik ini “belum cerdas” karena belum mampu mengakomodasi sifat-sifat nonlinieritas atau perubahan-perubahan dinamik, baik pada sistem robot itu sendiri maupun terhadap perubahan beban atau gangguan lingkungan[6].

Mengilustrasikan tentang skema AI yang digunakan secara langsung sebagai kontroler sistem robot. Dalam aplikasi lain, AI juga dapat digunakan untuk membantu proses identifikasi model dari sistem robot, model lingkungan atau gangguan, model dari tugas robot (*task*) seperti membuat rencana trajektori, dan sebagainya. Dalam hal ini konsep AI tidak digunakan secara langsung (*direct*) ke dalam kontroler, namun lebih bersifat tak langsung (*indirect*)[5].

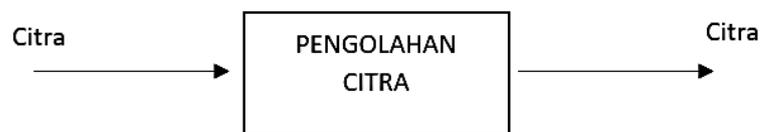
2.3 Pengolahan Citra (Image Processing)[7]

Citra (*image*) istilah lain untuk gambar, sebagai salah satu komponen multimedia yang memegang peranan sangat penting sebagai bentuk informasi visual [11]. Meskipun sebuah citra kaya informasi, namun seringkali citra yang kita miliki mengalami penurunan mutu (*degradasi*), misalnya mengandung cacat atau derau (*noise*). warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (*blurring*), dan sebagainya. Tentu saja citra semacam ini menjadi lebih sulit diinterpretasi karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi berkurang.

Agar citra yang mengalami gangguan mudah diinterpretasi (baik oleh manusia maupun mesin), maka citra tersebut perlu dimanipulasi menjadi citra lain yang kualitasnya lebih baik. Bidang studi yang menyangkut hal ini adalah pengolahan citra (*image processing*). Pengolahan citra adalah pemrosesan citra.

khususnya dengan menggunakan komputer, menjadi citra yang kualitasnya lebih baik.

Pengolahan citra bertujuan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer). Teknik - teknik pengolahan citra mentransformasikan citra menjadi citra lain. Jadi, masukannya adalah citra dan keluarannya juga citra, namun itra keluaran mempunyai kualitas lebih baik daripada citra masukan [12].



Gambar 2. 1 Proses Pengolahan Citra

2.3.1 Original Image dan Thresholding

Original image merupakan tampilan citra yang tertangkap oleh sensor yang belum diolah lebih lanjut. Nantinya *original image* ini akan diolah dengan menggunakan beberapa metode, salah satu nya metode *thresholding*. *Thresholding* merupakan salah satu metode segmentasi citra yang memisahkan antara objek dengan background dalam suatu citra berdasarkan pada perbedaan tingkat kecerahannya atau gelap terangnya. Region citra yang cenderung gelap akan dibuat semakin gelap (hitam sempurna dengan nilai intensitas sebesar 0), sedangkan region citra yang cenderung terang akan dibuat semakin terang (putih sempurna dengan nilai intensitas sebesar 1). Oleh karena itu, keluaran dari proses segmentasi dengan metode *thresholding* adalah berupa citra biner dengan nilai intensitas piksel sebesar 0 atau 1. Setelah citra sudah tersegmentasi atau sudah berhasil dipisahkan objeknya dengan background, maka citra biner yang diperoleh dapat dijadikan sebagai masking untuk melakukan proses cropping sehingga diperoleh tampilan citra asli tanpa background atau dengan background yang dapat diubah - ubah. Berikut ini merupakan contoh *original image* dan *thresholding*.



Gambar 2. 2 Hasil Tampilan Citra

(a) *Original Image*

(b) *Thresholding*

2.3.2 Color Sorter Filtering

Color sorter filtering adalah suatu teknik pengolahan citra yang dipakai untuk memanipulasi suatu citra berdasarkan warna spesifik. Cara kerjanya adalah dengan membandingkan komponen warna setiap pixel *image* dengan warna spesifik. Apabila warnanya sesuai dengan warna spesifik komponen warna pixel tersebut dibiarkan saja. Namun, bila warnanya tidak sesuai dengan warna spesifik maka komponen warna pixel tersebut diubah menjadi warna background, biasanya menjadi warna hitam.

Warna yang *Color Sorter Filtering* dapat digunakan dalam direpresentasikan dalam berbagai ruang warna. Ada beberapa ruang warna yang dikenal, antara lain RGB (*Red, Green, Blue*), HSV (*Hue, Saturation, Value*), maupun CMYK (*Cyan, Magenta, Yellow, Key/Black*). HSV merupakan ruang warna yang sangat cocok untuk mengidentifikasi warna - warna dasar, dimana warna dasar ini digunakan dalam penelitian sebagai warna identifikasi robot. Selain itu, HSV mentoleransi terhadap perubahan intensitas cahaya. Inilah yang menjadi keunggulan HSV dengan ruang warna lainnya.

2.3.3 Warna RGB

Warna RGB (*Red, Green, Blue*) adalah kombinasi warna primer yaitu merah, hijau, dan biru, yang biasa digunakan oleh monitor komputer atau televisi. Warna yang dihasilkan berasal dari kombinasi tiga warna dan masing - masing memiliki nilai 8 bit merah, 8 bit hijau, dan 8 bit biru. Campuran ketiga warna primer

tersebut dengan porposi seimbang akan menghasilkan nuansa warna. kelabu. Jika ketiga warna ini disaturasikan penuh, maka akan menghasilkan warna putih.

Sebuah jenis warna, dapat dibayangkan sebagai sebuah vektor di ruang 3 dimensi yang biasanya dipakai dalam matematika, koordinatnya dinyatakan dalam bentuk tiga bilangan, yaitu komponen - x, komponen - y dan komponen - z. Misalkan sebuah vektor dituliskan sebagai $r = (x, y, z)$. Untuk warna, komponen - komponen tersebut digantikan oleh komponen R (*red*), G (*green*), B (*Blue*).

Dalam suatu ruang yang sama sekali tidak ada cahaya, maka ruangan tersebut adalah gelap total. Tidak ada signal gelombang cahaya yang diserap oleh mata kita atau RGB (0,0,0). Apabila kita menambahkan cahaya merah pada ruangan tersebut, maka ruangan akan berubah warna menjadi merah misalnya RGB (255,0,0), semua benda dalam ruangan tersebut hanya dapat terlihat berwarna merah. Demikian apabila cahaya kita ganti dengan hijau atau biru. Jika warna RGB di campur semua, akan menghasilkan warna putih.

Untuk melihat daftar warna RGB lebih lengkapnya lihat pada tabel

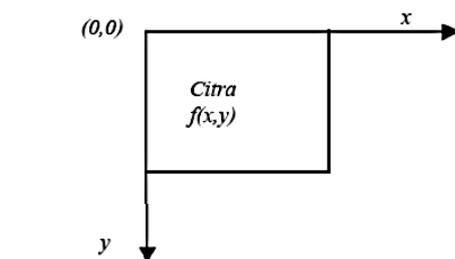
Tabel 2. 1 Format Warna RGB

Warna	R	G	B
Merah	255	0	0
Hijau	0	255	0
Biru	0	0	255
Kuning	255	255	0
Magenta	255	0	255
Cyan	0	255	255
Putih	255	255	255
Hitam	0	0	0
Abu-abu	128	128	128

2.3.4 Model Citra

Oleh karena citra merupakan matrik dua dimensi dari fungsi intensitas cahaya, maka referensi citra menggunakan dua variabel yang menunjuk posisi pada

bidang dengan sebuah fungsi intensitas cahaya yang dapat dituliskan sebagai $f(x,y)$ dimana f adalah nilai amplitudo pada koordinat spasial (x,y) . Karena cahaya merupakan salah satu bentuk energi, $f(x,y)$ tidak berharga nol atau negatif dan merupakan bilangan berhingga, yang dalam pernyataan matematis adalah sebagai berikut, $0 < f(x,y)$.



Gambar 2. 3 Koordinat Citra Diskrit [7].

2.4 Input

Robot kit (3 robot) *ball tracking*, *line follower*, dan sel surya memiliki beberapa *input* atau masukan, yaitu sensor kamera sebagai pengolahan citra, sensor ultrasonik, sensor inframerah TCRT5000, dan sensor mini solar cell.

2.4.1 Modul Kamera Raspberry Pi

Modul kamera merupakan bagian penting dalam penelitian ini, dimana objek akan direkam oleh kamera khusus untuk raspberry pi. Modul kamera yang digunakan adalah V1.3 dengan resolusi maksimal 2594x1944. Modul kamera raspberry pi merupakan kamera yang khusus diperuntukkan dengan berbagai macam jenis raspberry pi. Keunggulan kamera ini adalah kecepatan dalam memproses data dikarenakan kompatibel dengan board raspberry pi [2].



Gambar 2. 4 Modul Kamera Raspberry [14]

Sensor modul kamera raspberry pi memiliki beberapa spesifikasi seperti yang terlihat pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Modul Kamera Raspberry Pi

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Resolusi	8 megapixel
2	Resolusi gambar diam	3280 x 2464
3	Kecepatan transfer gambar maksimum	- 1080p: 30fps (encode and decode) - 720p: 60fps
4	Koneksi ke Raspberry Pi	Kabel pita 15-pin, ke Antarmuka Serial Kamera MIPI 15-pin khusus (CSI-2).
5	Fungsi kontrol gambar	- Kontrol eksposur otomatis - Keseimbangan putih otomatis - Filter pita otomatis - Deteksi pencahayaan 50/60 Hz otomatis - Kalibrasi level hitam otomatis
6	Kisaran suhu	- Operasi: -20° hingga 60° - Gambar stabil: -20° hingga 60°
7	Ukuran lensa	1/4"
8	Dimensi	23,86 x 25 x 9mm
9	Berat	3g

2.4.2 Sensor Inframerah TCRT5000

Modul sensor infrared TCRT5000 ini terdiri dari berbagai komponen yaitu sensor infra merah TCRT5000, IC LM393, potensiometer, komparator, dan 2 buah LED. Sensor TCRT5000 pada modul ini terdiri dari IR LED yang berfungsi sebagai pemancar sinar infra merah dan fototransistor yang berfungsi sebagai penerima sinar infra merah. Cara kerja fototransistor hampir sama seperti transistor pada umumnya, dimana arus basis transistor dikalikan untuk memberikan arus pada kolektor, namun pada fototransistor arus basis dikendalikan oleh jumlah cahaya atau infra merah yang diterimanya. Pada prinsipnya jika terminal basis pada fototransistor menerima intensitas cahaya atau infra merah yang tinggi, maka arus yang mengalir dari terminal kolektor ke emiter akan semakin besar.

IC LM393 merupakan komparator yang berfungsi sebagai pembanding antara dua nilai masukan yaitu keluaran yang dihasilkan oleh sensor TCRT5000 dan keluaran yang dihasilkan oleh potensiometer, keluaran dari komparator memiliki nilai HIGH dan LOW tergantung dari hasil perbandingan kedua masukan tersebut. Modul memiliki 2 buah LED yang memiliki fungsi berbeda. LED pertama berfungsi sebagai indikator power dan LED kedua berfungsi sebagai indikator dari perubahan nilai yang dihasilkan modul (*HIGH* dan *LOW*). Oleh karena itu, sensor ini dapat digunakan pada robot pengikut garis (*line follower*)[9].



Gambar 2. 5 Sensor TRT5000 [9]

2.4.3 Solar Cell

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel photovoltaic, photovoltaic dapat diartikan sebagai "cahaya listrik". Sel surya bergantung pada efek photovoltaic untuk menyerap energi. Pada umumnya, solar cell merupakan sebuah hamparan semikonduktor yang dapat menyerap photon dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik.

Solar cell ini merupakan solar cell berukuran mini yang mampu menghasilkan voltage sebesar 6 volt dan menghasilkan daya maksimum 1 Watt. Aplikasi dari solar cell ini sudah banyak digunakan untuk charge handphone, untuk menyalakan lampu baterai dan sebagainya[10].



Gambar 2. 6 Sensor Sel Surya[10]

Terdapat beberapa spesifikasi pada sel surya seperti yang terlihat pada tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor Sel Surya

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Tegangan kerja	6V
2	Daya keluaran	1W
3	Bekerja saat ini	0-200 MA
4	Ukuran produk	110*60*2.5mm
5	Aplikasi	- Untuk mengisi daya ponsel - Untuk penerangan rumah - Untuk mainan tenaga surya DIY

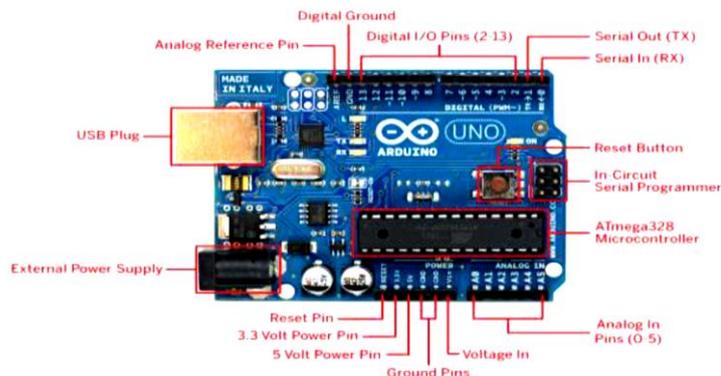
2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan chip mikrokomputer berupa sebuah IC (*Integrated Circuit*). Mikrokontroler berisikan bagian-bagian utama yaitu CPU (*Central Processing Unit*), RAM (*Random-Access Memory*), ROM (*Read-Only Memory*) dan port I/O (*Input/Output*). Selain bagian-bagian utama tersebut, terdapat beberapa perangkat keras yang dapat digunakan untuk banyak keperluan seperti melakukan pencacahan, melakukan komunikasi serial, melakukan interupsi dan lain sebagainya.

2.5.1 Arduino Uno

Berbentuk board yang berbasis mikrokontroler ATmega328. Jumlah input/output ada 14 pin, 6 pin output PWM, 6 pin input analog, 16MHz osilator Kristal, koneksi USB. Dalam Pin berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, penghubung ke computer menggunakan USB. Sedangkan untuk catu daya bisa menggunakan baterai atau adaptor AC-DC [11]. Fitur Board arduino yaitu :

1. 1,0 pin out: SDA dan SCL
2. Circuit yang lebih kuat.
3. Atmega 16U2 yaitu 8U2



Gambar 2. 7 Skema Board Arduino [11]

2.5.1.1 Catu Daya

Arduino dapat di aktifkan dengan koneksi USB dan menggunakan catu daya eksternal. Supply listrik dipilih secara otomatis. Untuk power supply dari luar dapat berupa adaptor berupa AC atau DC atau dapat menggunakan baterai. Adaptor ini dihubungkan dengan memasang center positive plug panjang 2,1mm ke jack catu daya board arduino. Lead baterai dimasukan kedalam header pin Gnd dan Vin dengan power.

Dapat bekerja pada tegangan antara 6-20V, akan tetapi apabila suplai tegangan yang masuk kurang dari 7V. Pin 5V Arduino mempunyai output 5V yang menyebabkan arduino tidak stabil. Begitu juga sebaliknya apabila tegangan yang diberikan lebih dari 12V yang terjadi adalah voltage regulator akan lebih cepat panas, dan kondisi ini juga tidak bagus untuk jangka panjang dan juga membahayakan arduino itu sendiri. Jadi tegangan yang dianjurkan adalah antara 7 – 12V.

2.5.1.2 Memori

ATmega 328 terdiri dari 32 KB memori dan 0,5 sebagai bootloader. Dan terdiri 2KB SRAM serta 1KB EEPROM.

2.5.1.3 Input Output

14 pin digital arduino sebagai input/output, fungsi pin mode (), digital write (), dan digital read(). Batasan beroperasi adalah 5V. Setiap pin memberikan dan

menerima batas maksimum 40 mA dan mempunyai resistor pull-up internal terdiri dari 20 - 50 K Ω .

2.5.1.4 Komunikasi

Arduino memiliki sejumlah fasilitas komunikasi terhubung dengan komputer. Atmega 328 menyediakan serial komunikasi UART TTL (5V), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX).

2.5.1.5 Pemograman

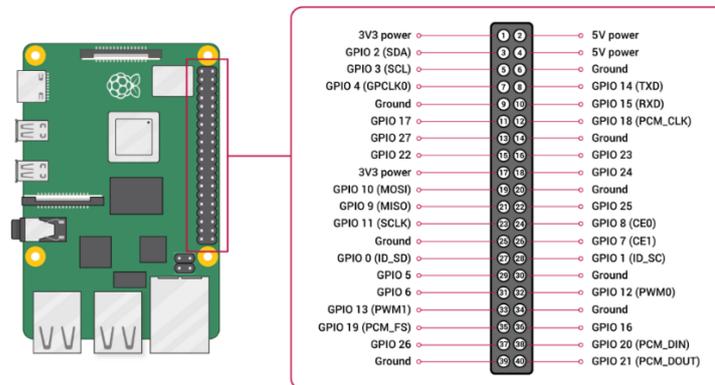
Arduino diprogram menggunakan perangkat lunak. ATmega328 hadir dengan sebuah bootloader pemogram mengirim kode baru ke ATmega 328 tanpa menggunakan pemogram hardware eksternal. ATmega 328 berkomunikasi menggunakan STK 500 asli. Bisa memberi jalan pintas ke bootloader dan program mikrokontroler melalui header ICSP (In- Circuit Serial Programing).

2.5.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi memiliki ARM1176JZF - S 700 MHz CPU untuk Graphics telah disertakan VideoCore IV GPU, serta telah memiliki ram sebesar 256MB untuk model A. dan telah ditingkatkan ke 512 MB untuk model B dan B + pada generasi pertama [13]. Sedangkan untuk generasi kedua Raspberry Pi memiliki Processor Broadcom BCM2836 SoC, dengan *Processor quad-core* ARM Cortex-A7 CPU dan sebuah *VideoCore IV* dual - core GPU; serta memiliki ram sebesar 1 GB. *System on Chip* yang dipakai oleh Raspberry Pi diciptakan oleh Boradcom, dan menggunakan arsitektur ARM. *Raspberry Pi* dapat diperlihatkan pada Gambar 2.10.



Gambar 2. 8 Raspberry Pi 3 [1].



Gambar 2. 9 Pin GPIO Raspberry Pi 3 Model B

Tabel 2. 4 Spesifikasi Raspberry Pi 3B

Spesifikasi Raspberry Pi 3B	
Processor	Broadcom BCM2837
Architecture	4-Core ARM Cortex-A53 64-bit
Clockspeed	1.2 GHz
RAM	1 GB
Wifi	Single-Band 2.4GHz IEEE 802.11b/g/n
Bluetooth	Bluetooth Low Enegy
Ethernet	10/1000 Mbps
Display Out	HDMI
Audio Out	Audio Jack, HDMI
Interface	CSI camera port, DSI display port
Storage	Micro SD
Power Supply	5V 2.5A
Operation Sistem	Raspbian, Ubuntu Mate, OSMC, dsb
Built-in Heat Sink	No

2.6 Aktuator

Akuator adalah elemen yang mengkonversikan besaran listrik analog menjadi besaran lainnya misalnya kecepatan putaran dan merupakan perangkat

elektromagnetik yang menghasilkan daya Gerakan sehingga menghasilkan gerakan pada robot [5].

2.6.1 Motor Driver Module L293D

Motor DC adalah motor yang biasa digunakan pada perangkat elektronika dalam hal ini motor digunakan untuk menggerakkan roda. Motor dapat bergerak kearah kanan dan kearah kiri jika motor DC dapat instruksi dari IC L293D. Konfigurasi motor DC dapat dilihat pada Motor driver merupakan suatu rangkaian yang mengatur kerja motor atau biasa dikatakan sebagai suatu rangkaian penggerak motor sehingga motor tersebut bekerja atau beroperasi sesuai dengan apa yang kita kehendaki.

Pada saat motor ini beroperasi atau bekerja biasanya terjadi induksi yang mengakibatkan tegangan menjadi sangat tinggi, sehingga diperlukan suatu rangkaian motor driver yang mengatur motor. Agar pada saat motor tersebut beroperasi dia tidak akan mengakibatkan gangguan kepada rangkaian-rangkaian lain yang berhubungan dengan motor [12].

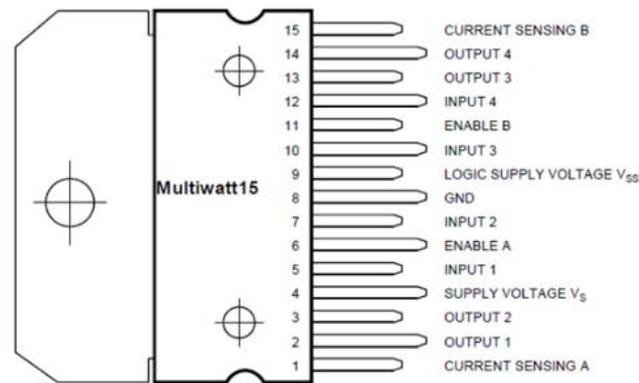


Gambar 2. 10 Motor Driver L293D[12]

2.6.2 Motor Driver Modul L298N

Motor DC tidak dapat dikendalikan dengan menggunakan Raspberry Pi maupun Mikrokontroller, karena kebutuhan arus listrik yang sangat besar pada Motor DC sedangkan arus keluaran pada Raspberry Pi sangatlah kecil. Driver motor merupakan salah satu pilihan alternatif yang harus digunakan untuk mengendalikan motor DC pada robot beroda. Ada beberapa *driver* motor yang sering digunakan pada aplikasi robotika, yaitu menggunakan *H-Bridge* transistor, *H-Bridge* MOSFET dan lain sebagainya. Dalam tugas akhir ini yang digunakan untuk untuk

pengendali 2 motor DC adalah IC L298N sebuah *chip* H-Bridge yang mempunyai 2 buah rangkaian H-Bridge didalamnya, sehingga bisa mengendalikan 2 buah motor DC. Berikut Gambar yang menunjukkan kaki - kaki pada driver motor L298N.



Gambar 2. 11 Konfigurasi Motor Driver L298N

2.6.3 Motor DC

Motor DC merupakan motor yang paling sederhana untuk pengaktifannya. Hanya dengan memberikan tegangan DC, motor ini akan berputar secara kontinyu kearah tertentu. Membalik putaran motor dapat dilakukan dengan mengubah polaritas arus yang mengalir pada motor. Motor DC biasanya mempunyai kecepatan putar yang cukup tinggi dan sangat cocok digunakan untuk roda robot yang membutuhkan kecepatan gerak yang tinggi.

Motor DC memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung / direct - undirectional [14].



Gambar 2. 12 Motor DC[14].

