

BAB II DASAR TEORI

2.2 Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka dilakukan dengan cara pengumpulan data dari buku dan jurnal yang sudah ada yang akan digunakan sebagai acuan dalam membuat sistem navigasi pergerakan pada robot *holonomic omnidirectional three wheel*. Berikut data-data yang digunakan :

- a. Pada Tugas Akhir yang berjudul “*Sistem Navigasi Pada Robot Sepak Bola Beroda Krsbi Menggunakan Metode Odometry*” yang disusun oleh Eko Okta Pratama dan Chiki Leamongga. Pada Tugas Akhir tersebut menggunakan keluaran tiga buah *rotary encoder* berupa pulsa yang dikalkulasikan menggunakan *odometry* menjadi jarak posisi awal robot menuju posisi tujuan yang berupa sumbu x dan sumbu y dan sensor MPU 6050 digunakan untuk membaca orientasi robot dengan nilai maksimum satu putaran penuh adalah 360. Dari jurnal ini dapat diketahui perancangan untuk mengontrol navigasi perlu adanya data kecepatan robot pada sumbu x dan sumbu y untuk mendapatkan informasi pergerakan atau translasi robo^[13].
- b. Pada Jurnal yang berjudul “*Penentuan Posisi Robot Menggunakan Odometry Omniwheel*” yang disusun oleh Iwan Kurnianto Wibowo, Mochamad Mobed Bachtiar , Renardi Adryantoro P, dan Muhammad Labiyb Afakh. Pada jurnal Pada jurnal tersebut menggunakan metode *odometry* untuk memperkirakan posisi relatif terhadap posisi awal dengan sensor *rotary encoder* untuk membaca pergerakan robot dengan perhitungan jumlah pulsa yang dihasilkan setiap satuan ukuran yang kemudian dikonversi menjadi satuan milimeter untuk mengetahui jarak perpindahan robot . Dari jurnal ini dapat diketahui pengolahan sensor *rotary encoder* untuk mengetahui jarak perpindahan pada robot *holonomic* roda *omnidirectional* yang dapat dijadikan refrensi dalam penyusunan Tugas Akhir yang akan dibuat^[11].
- c. Anan Pepe Abseno menyusun Tugas Akhir yang berjudul “*Penerapan Kinematika Untuk Lokalisasi Pada Robot Sepak Bola Beroda*”, menjelaskan penggunaan metode *inverse* kinematika. Rumus *inverse* kinematika mempunyai standard normal arah hadap robot yang menghadap koordinat (X), rumus

yang digunakan disesuaikan dengan sudut pada tata letak pemasangan roda dan banyaknya roda yang digunakan. Pada tugas akhir ini juga menggunakan sistem odometri menggunakan motor DC yang sudah dilengkapi dengan *rotary encoder*. Dengan melakukan konversi jarak untuk mendapatkan nilai *setpoint* odometri berupa total jumlah *pulse* yang nilainya akan dibandingkan dengan nilai *error* dari umpan balik *rotary encoder*^[6].

- d. Anggito Aji Prayoga menyusun Tugas Akhir yang berjudul “*Penerapan Odometri Pada Robot Kiper KSBI Beroda*”, menggunakan metode odometri dan pengolahan citra sebagai metode kontrol robot. Penggunaan metode odometri digunakan untuk mengatur pergerakan khusus pada robot kiper yang mengutamakan pergerakan kekiri dan kekanan dengan tingkat kepresisian yang tinggi untuk menempatkan posisi robot pada gawang. Metode Odometri juga digunakan untuk sistem kendali kecepatan pergerakan robot dalam berpindah posisi, Sistem yang digunakan adalah sistem pengereman dengan memanfaatkan data pembacaan dari sensor *Rotary Encoder* yang menjadi umpan balik untuk mengatur kecepatan motor^[15].

Dari tinjauan pustaka yang telah dipelajari dari beberapa jurnal, dapat diketahui perbandingan dari kelima tinjauan pustaka yang diambil dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Perbandingan Tinjauan Pustaka

| Tinjauan Pustaka | Kontroller | Sensor | Output | Fungsi |
|-------------------------|-------------------|--|---|---|
| Laporan Tugas Akhir (a) | Arduino Mega 2560 | Sensor rotary encoder dan Sensor accelerator MPU6050 | Data kecepatan, jarak, posisi orientasi sensor. | Memonitoring navigasi pergerakan robot. |
| Jurnal (b) | Tidak tertera | Sensor rotary encoder | Motor Dc dan data koordinat | Sebagai umpan balik pergerakan robot dan membaca letak posisi |

| | | | | |
|-------------------------|---------------------------------------|--|---|--|
| | | | | robot. |
| Laporan Tugas Akhir (c) | Arduino DUE | Sensor rotary encoder | Motor DC | Me-ngendalikan kecepatan Motor DC |
| Laporan Tugas Akhir (d) | Arduino Mega 2560 | Kamera webcam, rotary encoder dan kompas. | Motor DC, Pneumatik | Melakukan deteksi pergerakan robot dan mendeteksi bola |
| Alat Tugas Akhir | Arduino Mega 2560 dan Bluetooth HC-05 | Sensor rotary encoder dan sensor accelerator MPU6050 | Data jarak, posisi, orientasi sensor dan motor DC | Melakukan deteksi setiap pergerakan robot dari waktu ke waktu dan melakukan navigasi pergerakan robot dari posisi awal keposisi tujuan |

2.3 Sistem Navigasi

Navigasi didefinisikan sebagai alat bantu pengarah suatu wahana bergerak dari satu lokasi ke lokasi lainnya dengan merujuk pada informasi posisi dan arah dari alat navigasi. Alat navigasi adalah suatu perangkat yang dilengkapi dengan sensor yang dapat memberikan data posisi dan arah^[19]. Sistem navigasi dapat didefinisikan sebagai perencanaan jalur untuk memandu sebuah wahana bergerak dari titik mulai pergerakan untuk mencapai suatu titik tujuan, sistem navigasi dalam *autonomus mobile robot* menjadi bagian terpenting agar robot mampu bergerak secara mandiri.

Sistem navigasi pada *autonomous mobile robot* dapat diartikan sebagai suatu kemampuan untuk memandu pergerakan dari suatu posisi ke posisi lain yang dituju melalui penentuan posisi dan arah gerakannya^{[8-10][18]}. Sistem navigasi pada tugas akhir ini memiliki sistem navigasi *waypoint* yang merupakan suatu metode untuk mengatur gerak dari suatu posisi ke posisi lain yang di tuju, dengan mengasumsikan setiap poisisi dalam proses pergerakannya menjadi suatu titik dalam koordinat.

2.4 Robot *Holonomic*

Robot *holonomic* adalah robot yang dapat bergerak ke segala arah tanpa melakukan rotasi sehingga robot memiliki ruang gerak bebas dalam melakukan pergerakan. Robot memungkinkan untuk melakukan pergerakan dengan banyak kombinasi seperti bergerak maju/mundur, geser kanan/kiri dan rotasi secara bersamaan, hal ini dikarenakan dengan adanya dukunga roda yang digunakan pada robot yaitu roda *omni-directional*^{[3-8][11-15]}.

Roda *omnidirectional* ini mempunyai roda kecil tambahan yang berporos tegak lurus pada roda inti, sehingga roda dapat bergerak ke segala arah. Sehingga robot dengan metode holonomic ini dapat melakukan pergerakan/mobilisasi robot lebih cepat, karena tanpa bermanufer saat belok^{[3-8][11-15]}.

2.5 Kinematika

Kinematika robot adalah studi analisis pergerakan kaki atau roda robot terhadap sistem kerangka koordinat acuan yang diam atau bergerak tanpa memperhatikan gaya yang menyebabkan pergerakan tersebut. Model kinematika merepresentasikan hubungan *end effector* dalam ruang tiga dimensi dengan variabel sendi dalam ruang sendi. Model kinematika robot dalam kinematika dikenal istilah *forward* kinematika dan *invers* kinematika. *Forward* kinematik adalah metode untuk menentukan orientasi dan posisi *end effector* dari besarnya sudut sendi dan panjang link kaki robot. Sementara itu, *Invers* kinematika merupakan kebalikan dari *forward* kinematika yaitu metode untuk mengetahui nilai sudut pada sendi sendi yang dapat diperlukan agar *end effector* dapat mencapai posisi yang dikehendaki^{[3-8][11-13]}.

2.6 Odometri

Odometri adalah penggunaan data dari sensor pergerakan untuk memperkirakan perubahan posisi dari waktu ke waktu dan digunakan untuk memperkirakan posisi relatif terhadap posisi awal. Odometri membutuhkan sistem elektronik penunjang, bagian penting dari sistem elektronik penunjang odometri adalah sensor pergerakan. Sensor pergerakan yang bisa digunakan untuk sistem odometri antara lain kamera, sensor inersia, maupun rotary encoder. Penggunaan rotary encoder lebih disukai karena cara akses sensor yang relatif lebih mudah

sehingga bisa langsung diproses dengan menggunakan mikrokontroler^{[5][6][9-15]}.

Pada sistem odometri penggunaan rotary encoder yaitu sebagai pendeteksi jumlah putaran roda. Terdapat tiga buah parameter utama dalam menghitung koordinat posisi robot yaitu diameter roda free wheel ($DW(i)$), jumlah resolusi encoder (resolusienc) dan putaran pulsa rotary encoder yang dihasilkan (*pulse*). Untuk menghitung keliling roda free wheel ($KW(i)$), dapat digunakan persamaan [1]. Bila digunakan sumbu gerak Kartesian, maka perubahan koordinat posisi x (xtempuh) dan koordinat posisi y (ytempuh) dapat dihitung menggunakan persamaan [2] dan [3]^[9].

$$KW(i) = DW(i) \times \pi \quad (1)$$

$$X_{\text{tempuh}} = \frac{\text{pulse (x)}}{\text{resolusi enc}} KW_{(x)} \quad (2)$$

$$Y_{\text{tempuh}} = \frac{\text{pulse (y)}}{\text{resolusi enc}} KW_{(y)} \quad (3)$$

Untuk mengetahui orientasi arah robot omni (θ), koordinat posisi saat ini ($x_{\text{saat_ini}}, y_{\text{saat_ini}}$) relatif terhadap pergerakan posisi awal ($x_{\text{awal}}, y_{\text{awal}}$), maka orientasi robot (θ) dapat diperoleh dengan persamaan [2.4]. Sedangkan panjang jarak tempuh dari posisi saat ini terhadap posisi awal dapat dicari menggunakan persamaan [2.5]^[9].

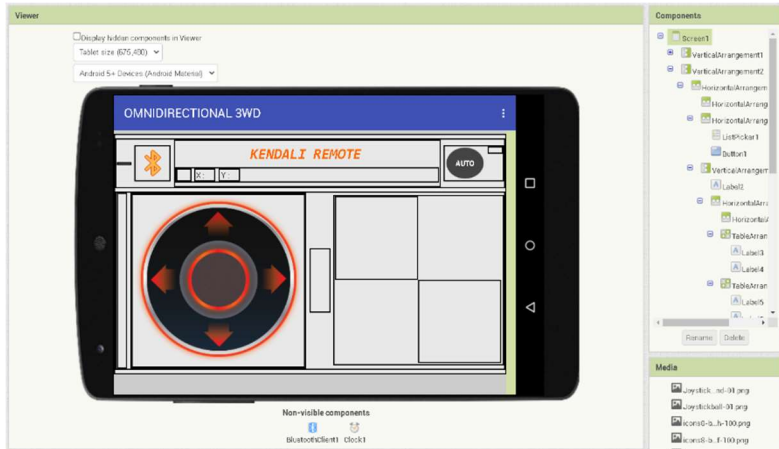
$$\theta = \tan^{-1} \frac{y_{\text{tempuh}}}{x_{\text{tempuh}}} \quad (4)$$

$$\text{Jarak} = \sqrt{(X_{\text{saat_ini}} - X_{\text{awal}})^2 + (Y_{\text{saat_ini}} - Y_{\text{awal}})^2} \quad (5)$$

2.7 App Invertor

App invertor adalah alat pengembangan yang digunakan untuk membangun aplikasi di Android. Peranti ini diciptakan di MIT (*Massachusetts Institute Of Teknologi*) dengan tujuan untuk memudahkan pembuatan Aplikasi di Android. Sebagaimana diketahui, bahasa pemrograman yang secara bawaan digunakan di Android adalah Java. Bahasa Java ini memang sangat ampuh digunakan untuk kepentingan pembuatan aplikasi di perangkat Android. Namun, bahasa ini tidak mudah dipelajari oleh pemula. Selain itu, kode yang digunakan cenderung panjang sehingga menyulitkan para pemula yang berhasrat untuk membuat aplikasi Android. Itulah sebabnya, MIT menciptakan

alat pengembangan yang mudah digunakan oleh siapa saja dengan menggunakan pendekatan blok. Adapun desain layar dilakukan dengan pendekatan “click and drag” [20].



Gambar 2. 1 Halaman *Designer MIT APP Inventor*

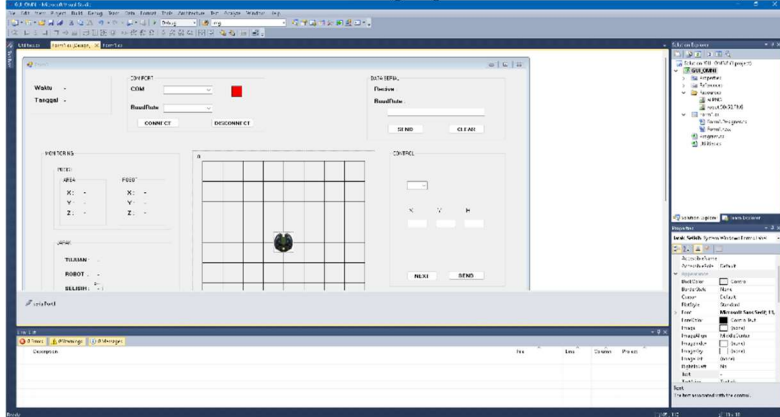
Pada halaman designer terdapat beberapa jendela yang ditampilkan pada Gambar 2.1 seperti *Palette*, *Viewer*, *Components*, *Media*, dan *Properties*. *Tools* tersebut berfungsi untuk mendesain tampilan aplikasi android sesuai keinginan.

1. *Palette* merupakan jendela tempat mengambil komponen-komponen yang dikategorikan dalam beberapa kategori untuk dimasukkan dalam aplikasi yang dibuat. Terdapat kategori *User Interface*, *Layout*, *Media*, *Drawing and Animation*, *Maps*, *Sensors*, *Social*, *Storage*, *Connectivity*, *Lego Mindstorms*, *Experimental*, dan *Extension*.
2. *Viewer* merupakan tempat untuk mengatur tampilan komponen pada aplikasi nantinya.
3. *Components* merupakan tempat untuk mengatur komponen-komponen yang telah diletakkan di *viewer*, seperti misalnya mengganti nama komponen, dan menghapus komponen.
4. *Properties* merupakan tempat untuk mengatur properti layar, dan komponen-komponen yang digunakan pada aplikasi yang sedang dibuat seperti lebar, tinggi, warna latar, besar huruf, dll.

5. Media merupakan tempat untuk mengunggah gambar untuk digunakan pada aplikasi yang sedang dibuat.

2.8 Microsoft Visual Studio

Microsoft Visual Studio merupakan sebuah perangkat lunak lengkap (suite) yang dapat digunakan untuk melakukan pengembangan aplikasi, baik itu aplikasi bisnis, aplikasi personal, ataupun komponen aplikasinya, dalam bentuk aplikasi console, aplikasi Windows, ataupun aplikasi Web. Microsoft Visual Studio dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi dalam native code (dalam bentuk bahasa mesin yang berjalan di atas Windows) ataupun managed code (dalam bentuk Microsoft Intermediate Language di atas .NET Framework)^[21].



Gambar 2. 2 Tampilan *Designer* Visual Studio

Pada halaman *designer* berfungsi untuk membuat tampilan aplikasi atau *front end* dapat dilihat pada Gambar 2.1. Tampilan ini nantinya akan digunakan oleh pengguna sebagai *interface* .

2.9 Pemrograman Arduino

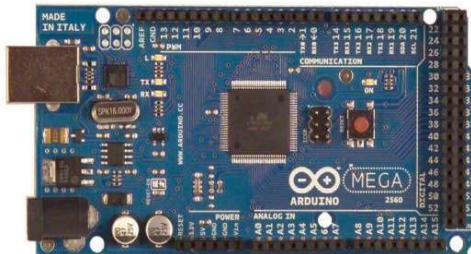
Bahasa pemrograman Arduino bisa dikatakan mirip dengan bahasa pemrograman C. Arduino menggunakan perangkat lunak IDE (*Integrated Development Environment*) yang membuat pengguna menjadi lebih mudah untuk merancang sistem menggunakan mikrokontroler mulai dari menuliskan *source* program, kompilasi program, unggah hasil kompilasi, dan uji coba. *Arduino Development*

Environment juga digunakan untuk mengupload program yang sudah di *compile* ke memori program *Board Arduino*. Tujuan dari diciptakannya arduino adalah untuk mempermudah pengguna dalam membuat sitem elektonika dan mempermudah dalam melakukan pembelajaran bagi pengguna yang ingin mempelajari sistem mikrokontroler^[22].

Arduino memiliki keunggulan tersendiri dibandingkan minimum sistem mikrokontroler lainnya karena bersifat open source, dan memiliki bahasa pemrograman yang hampir sama dengan bahasa C. selain itu arduino dilengkapi dengan *bootloader* yang mudah digunakan tanpa adanya penambahan komponen elektronika lagi. *IDE Arduino* merupakan *software* yang menyerupai bahasa C dan ditulis dengan menggunakan *java*. IDE Arduino terdiri dari editor program, window yang memungkinkan pengguna membuat dan mengedit program dalam bahasa Processing^[22].

2.10 Arduino Mega 2560

Arduino Mega umumnya dibuat menggunakan jenis mikrokontroler ATmega 2560. Sesuai dengan namanya, Arduino ini dibekali dengan prosesor ATmega2560 yang memiliki 54 pin digital I/O (dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART, 2x3 pin ICSP (untuk memprogram Arduino dengan software lain), dan kabel USB komputer yang sekaligus digunakan sebagai sumber tegangan^[23]. Berikut ini tampilan dari Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2. 3 Arduino Mega 2560^[23]

Adapun data teknis *board* Arduino Mega 2560 yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Data Teknis Board Arduino Mega 2560

| Spesifikasi | Keterangan |
|------------------------|--|
| Mikrokontroler | Atmega 2560 |
| Tegangan Operasional | 5V |
| Tegangan Input | 7-12 V |
| Tegangan Input (limit) | 6-20V |
| Pin Digital I/O | 54 (<i>of which 15 provide PWM output</i>) |
| Pin Analog Input | 16 |
| Arus DC per Pin I/O | 20 mA |
| Arus DC Pin 3.3V | 50 mA |
| Memori Flash | 256 KB <i>of which 8 KB used by bootloader</i> |
| SRAM | 8 KB |
| EEPROM | 4 KB |
| Clock Speed | 16 MHz |
| LED_BUILTIN | 13 |
| USB Host Chip | MAX3421E |
| Panjang | 101.52 mm |
| Lebar | 53.3 mm |
| Berat | 37 gram |

2.11 Rotary Encoder

Gambar 2.4 merupakan tampilan dari rotary encoder. Rotary encoder adalah *device* elektromekanik yang dapat memonitor gerakan dan posisi. Rotary encoder umumnya menggunakan sensor optik untuk

menghasilkan serial pulsa yang dapat diartikan menjadi gerakan, posisi, dan arah. Sehingga posisi sudut suatu poros benda berputar dapat diolah menjadi informasi berupa kode digital oleh rotary encoder untuk diteruskan oleh rangkaian kendali. Rotary encoder umumnya digunakan pada pengendalian robot, motor drive, dsb^[15].



Gambar 2. 4 Rotary Encoder ^[15]

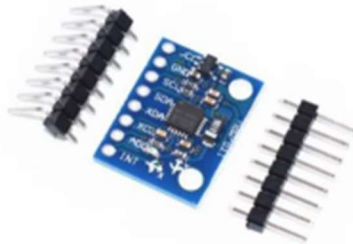
Tabel 2.3 merupakan spesifikasi dari Rotary Encorder yang dapat dilihat di bawah ini :

Tabel 2. 3 Spesifikasi Rotary Encoder

| Spesifikasi | Keterangan |
|--------------------|------------|
| Power | 5 Vdc |
| Ouput | Digital |
| Kecepatan maksimum | 400 p/r |
| Konsumsi daya | 100mA |

2.12 Sensor Gyro-521 MPU6050

Sensor Gy-521 MPU-6050 *gyroscope accelerometer* adalah merupakan jenis sensor yang menggabungkan sebuah *MEMS accelerometer* dan sebuah *MEMS gyroscope* yang saling berinteraksi. Berdasarkan Gambar 2.6, Modul Gy-521 MPU-6050 merupakan sebuah modul berinti MPU-6050 yang berisi 6 *axis motion processing unit* dan ditambahkan dengan regulator tegangan serta beberapa komponen pelengkap lainnya, sehingga membuat modul ini bisa dipakai dengan supply tegangan sebesar 3-5 Vdc. Modul ini memiliki *interface* I2C yang dapat disambungkan langsung ke MCU yang sama-sama miliki saluran I2C^[13].



Gambar 2. 5 Sensor Gyro-521 MPU6050 ^[13]

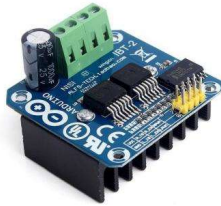
Adapun spesifikasi dari Sensor Gyro-521 MPU6050 dapat dilihat pada Tabel 2.4, sebagai berikut :

Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor Gyro MPU6050

| Spesifikasi | Keterangan |
|-----------------------------------|--------------|
| Tegangan kerja | 3,3V-5V |
| Komunikasi | I2C |
| Dimensi sensor | 5 x 4 cm |
| Dimensi <i>signal conditioner</i> | 3.2 x 1.4 cm |

2.13 Motor Driver BTS7960

Gambar 2.6 merupakan salah satu driver motor yang banyak digunakan dalam penggunaan salah satu komponen robot. Driver motor ini memiliki ketahanan yang cukup baik dan dapat mengontrol motor DC yang memerlukan arus tinggi. *Driver* motor ini dapat mengalirkan arus hingga 43 A dan memiliki rentang tegangan *input* yang dialirkan ke motor sebesar 5,5V-27V DC. Motor *Driver* BTS7960 memiliki 8 pin diantaranya R_PWM, L_PWM, R_EN, L_EN, R_IS, L_IS, VCC, GND. Pin R_PWM berfungsi untuk membalikkan putaran motor, dan L_PWM di kondisi low. Pin L_PWM berfungsi untuk membalikkan putaran motor, dan R_PWM di kondisi low. Pin R_EN dan pin L_EN dihubungkan ke 5V. BTS7960 menggunakan sistem PWM (Pulse Width Modulation). PWM pada arduino bekerja di frekuensi 500 Hz yaitu 500 siklus per ketukan dalam 1 detik dan pada setiap siklus memberikan nilai dari 0 sampai 255^[24].



Gambar 2. 6 Motor Driver BTS7960^[24]

Ada beberapa parameter dan spesifikasi dari Motor *Driver* BTS7960 yang dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Spesifikasi Motor Driver BTS7960

| NO | Parameter | Spesifikasi |
|----|-----------------------|-------------|
| 1 | Tegangan suplai motor | 2,5-27Vdc |
| 2 | Tegangan kerja | 5 Vdc |
| 3 | Arus beban maksimal | 43 A |

2.14 Motor DC PG28

Gambar 2.7 adalah motor Listrik DC atau DC motor adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (motion). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai Motor Arus Searah. Motor Listrik DC ini biasanya digunakan pada perangkat-perangkat Elektronik dan listrik yang menggunakan sumber listrik DC seperti Vibrator Ponsel, Kipas DC dan Bor Listrik DC^[15].



Gambar 2. 7 Motor DC PG28 ^[15]

Motor DC yang digunakan pada tugas akhir ini adalah motor PG28 yang merupakan salah satu jenis motor DC. Motor seri ini ada yang sudah dilengkapi dengan rotary encoder. Motor ini juga dapat

menghasilkan maksimal 800 RPM. Tegangan kerja dari motor ini adalah 1,5V-24V^{25]}.

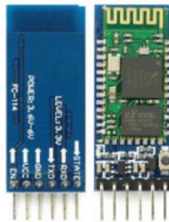
Tabel 2.6 merupakan spesifikasi dari Motor DC PG28 yang dapat dilihat di bawah ini :

Tabel 2. 6 Spesifikasi Motor DC PG28

| Spesifikasi | Keterangan |
|----------------|--------------|
| Tegangan kerja | 1,5Vdc-24Vdc |
| Arus kerja | 2A |
| Kecepatan | 800 RPM |
| Torsi | 7 kgfcm |
| Berat | 250gr |

2.15 Modul Bluetooth HC-05

Modul Bluetooth HC-05 terdiri dari 6 pin konektor, yang setiap pin konektor memiliki fungsi yang berbeda-beda. 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. Untuk gambar modul bluetooth dapat dilihat pada Gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2. 8 Modul Bluetooth HC-05 ^[13]

Berikut ini adalah spesifikasi adalah spesifikasi dari Modul Bluetooth HC-05 yang dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2. 7 Modul Bluetooth HC-05

| Spesifikasi | Keterangan |
|--------------------|------------------------------|
| Model | HC-05 |
| Tegangan kerja | 3.3Vdc-6Vdc |
| Arus kerja | 50mA |
| Frekuensi kerja | ISM 2.4 GHz |
| Bluetooth protocol | Bluetooth tipe v2.0+EDR |
| Sensitivitas | -84dBm (0.1% BER) |
| Kecepatan koneksi | 1Mbps pada keadaan terhubung |
| Komunikasi | Serial |

2.16 Modul Step Down LM2596

Gambar 2.9 merupakan modul *regulator switching* yang memiliki IC LM2596 yang bersifat monolitik yang memiliki fungsi untuk *switching step-down direct current* (DC) dengan *current rating* 3A. Modul ini beroperasi pada frekuensi *switching* 150 kHz, sehingga memungkinkan filter yang berukuran lebih kecil perlu regulator lagi sebagai pengatur frekuensi yang lebih rendah. Modul LM2596 memiliki 4 pin, 2 pin input DC di sebelah kiri dan 2 pin output DC di sebelah kanan.

Modul ini berfungsi menurunkan tegangan DC sesuai dengan yang diperlukan untuk mengubah nilai tegangan seperti menurunkan nilai tegangan, maka putarkan posisi potensio yang ada pada modul *step down* dan coba ukur tegangan *output* yang terjadi dengan multimeter^[26].



Gambar 2. 9 Modul Step Down LM2596 ^[26]

Adapun spesifikasi dari Modul Step Down LM2596 yang digunakan dalam Tugas akhir ini, dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2. 8 Spesifikasi Modul Step Down LM2596

| Spesifikasi | Keterangan |
|--------------------------------|---------------|
| <i>Input</i> tegangan maksimal | 44Vdc |
| <i>Output range</i> tegangan | 1.25Vdc-37Vdc |
| <i>Output</i> arus | 3A |

2.17 LCD 20 x 4

LCD merupakan perangkat keras yang berfungsi sebagai penampil hasil pengolahan data. LCD (*Liquid Crystal Display*) juga biasa dipakai untuk menampilkan karakter berupa teks. Sedikitnya diperlukan 10 bit yang diperlukan untuk menjalankan modul LCD. Pin-pin tersebut dapat dihasilkan melalui mikrokontroler atau interfacing melalui port-port dikomputer (PPI atau LPT). Dari 10 bit tersebut 2 pin digunakan untuk mengendalikan status (RS dan E) dan 8 bit untuk instruksi atau data karakter. Untuk aplikasi LED back-light (lampu latar) diaktifkan dengan menghubungkan A ke $V_{cc} = 5$ volt dan K dihubungkan ke ground ^[23]. Gambar 2.10 menunjukkan sebuah modul LCD untuk tipe LCD 20x4 yaitu LCD dengan 4 baris dan 20 kolom.

**Gambar 2. 10 LCD 20 x 4** ^[23]

Tabel 2.9 merupakan spesifikasi dari LCD 20 x 4 yang dapat dilihat di bawah ini :

Tabel 2. 9 Spesifikasi LCD 20 x 4

| Spesifikasi | Keterangan |
|----------------|-----------------|
| Format display | 20 x 4 |
| Dimensi modul | 146.0 x 62.5 mm |
| Dot size | 0.92 x 1.10 mm |
| Dot pitch | 0.98 x 1.16 mm |
| Tegangan input | 4.7 V ~ 5 V |
| Supply current | Max. 10 mA |

~Halaman ini sengaja dikosongkan~