

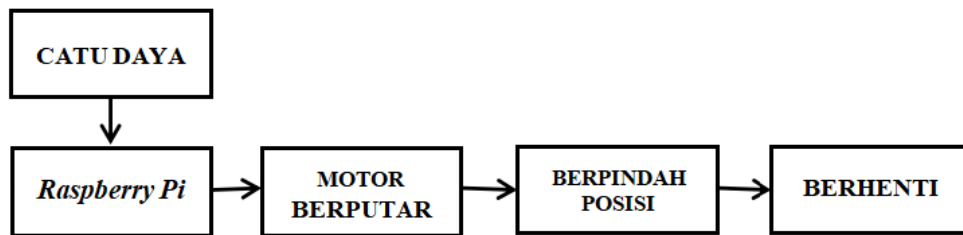
BAB III

PERANCANGAN ALAT

3.1. Pendahuluan

Pada bab ini akan dibahas mengenai hal-hal yang diperlukan dalam merancang sebuah robot AGV dalam proyek Implementasi *Computer Vision* untuk Navigasi AGV 4WD Berbasis Raspberry Pi 4 Model B. Yang berisikan rancangan perangkat keras, mulai konstruksi *body* AGV sebagai penampang pokok dari robot AGV. Kemudian, tata letak *mecanum wheel* yang dihubungkan dengan motor DC berguna menggerakkan atau menjalankan robot AGV. Dimana *mecanum wheel* sangat baik dalam memaanuver gerakan atau dapat dikatakan sangat fleksibel dan lincah di dalam ruang kecil. Tata letak komponen pendukung lainnya seperti *accu*, Raspberry Pi 4 model B, rangkaian pembagi tegangan, dan L298N *dual half-bridge motor driver* sangat diperhitungkan. Karena sangat dibutuhkan keseimbangan yang tepat, agar manuver dari robot AGV tidak terganggu.

Penelitian ini memakai aplikasi *VNC Viewer* yang terpasang pada laptop yang berfungsi sebagai pengganti layar monitor dalam proses pengaksesan Raspberry Pi. Menggunakan bahasa Python dalam pemrogramannya, dengan *library* atau pustaka dari *Open CV*. Gambar 3.1 merupakan blok diagram alur kerja dari *Computer Vision* untuk Navigasi AGV(*Automated Guided Vehicle*) 4WD.

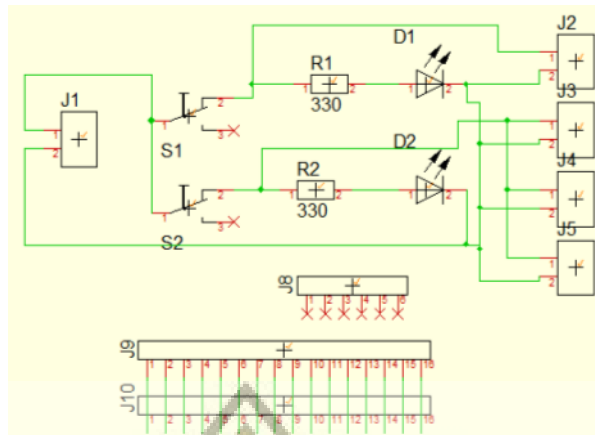


Gambar 3.1 Blok Diagram Alur Kerja Navigasi AGV

Blok diagram di atas merupakan cara kerja *Computer Vision* untuk Navigasi AGV 4WD berbasis Raspberry Pi. Masukan data dari alat ini berupa titik koordinat (x,y) dari posisi AGV, yang telah diolah dengan Raspberry Pi sebelumnya. Penelitian ini berfokus untuk sistem navigasi dari robot AGV. Penggerak roda untuk AGV menggunakan motor DC yang dapat diatur arah putaran dan kecepataannya. AGV akan bergerak maupun berpindah posisisesuai yang diperintahkan atau diprogram. Setelah mencapai titik koordinat (x`,y`), Raspberry Pi akan memberikan titik koordinat baru. Jika sesuai, AGV berhenti dan menunggu perintah selanjutnya.

3.2. Penjelasan Blok Catu Daya

Penelitian ini menggunakan aki sebagai sumber daya. Memiliki kapasitas 12V/3,5 Ah yang dipakai untuk menjalankan robot AGV. Sebelum perangkat pada robot AGV mendapat sumber, diperlukan rangkaian *step-down*. Bertujuan untuk menurunkan daya ke 10 Volt dan 3 Ampere. Pada Gambar 3.2 di bawah ini merupakan desain skematik dari modul pembagi tegangan.



Gambar 3.2 Modul Pembagi Tegangan

3.3. Penjelasan Blok Raspberry Pi

Setelah Raspberry Pi menentukan titik koordinat (x,y) dari robot AGV, langkah selanjutnya yaitu memberikan perintah untuk berpindah posisi menuju titik koordinat (x',y'). Dalam mengontrol dan memberikan perintah, digunakanlah aplikasi *VNC Viewer*. Aplikasi ini berfungsi untuk akses Raspberry Pi dengan layar PC atau ponsel Android, sehingga lebih praktis dibandingkan dengan layar monitor. Untuk menghubungkannya, diperlukan koneksi WiFi dan penggunaan *IP Address* yang sama, seperti pada Gambar 3.3.

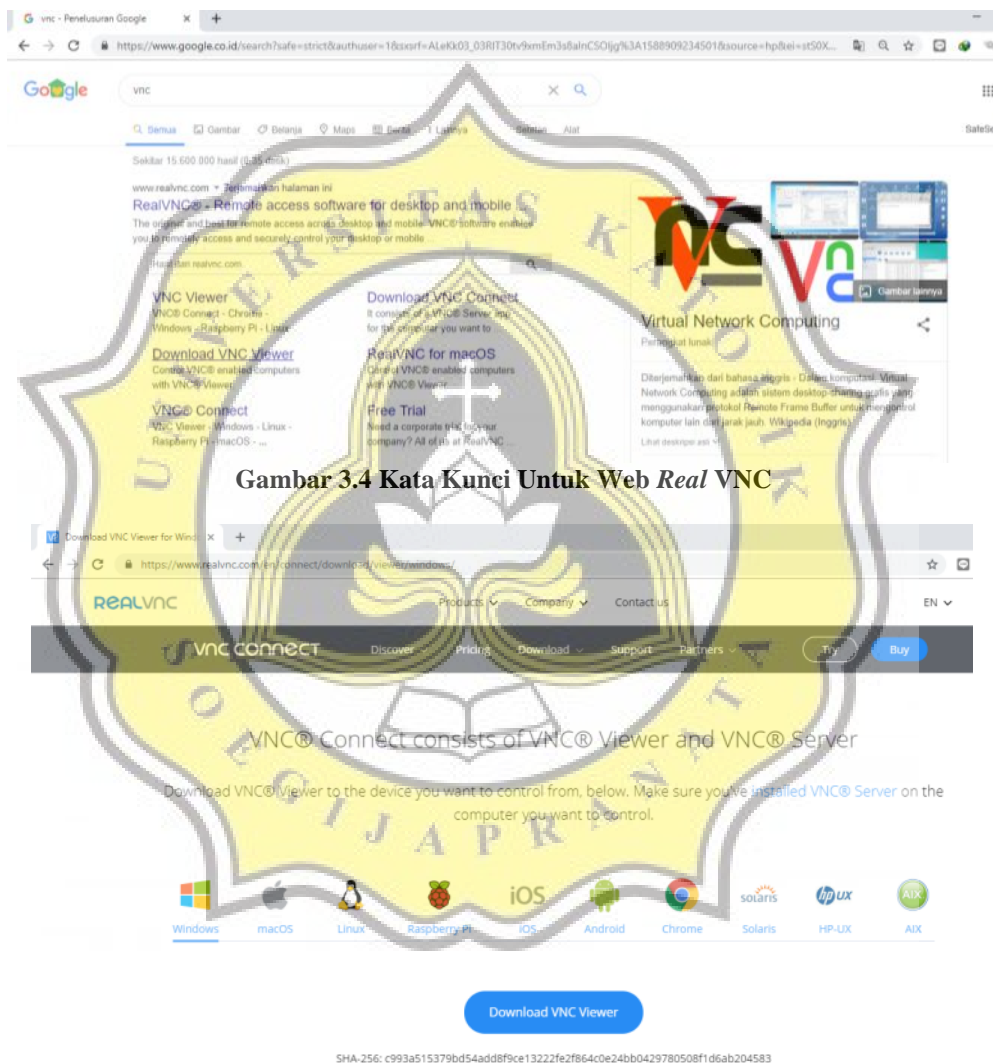


Gambar 3.3 Mencocokkan IP Address

Berikut merupakan langkah mengunduh dan meng-*install* VNC Viewer:

a. Cari lalu buka web *Real VNC*. Pilih *download* seperti pada Gambar 3.4.

Maka akan terbuka tampilan seperti Gambar 3.5. Lalu klik pada bagian “*Download VNC Viewer*”.



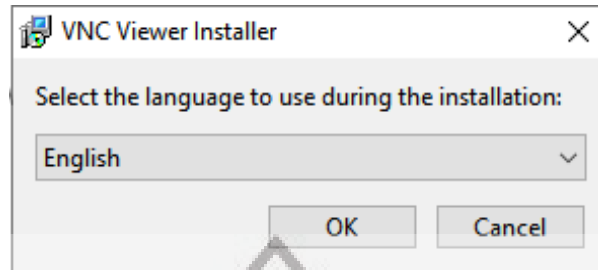
Gambar 3.4 Kata Kunci Untuk Web *Real VNC*

Gambar 3.5 Tampilan *Download VNC Viewer* Pada PC

b. Setelah proses pengunduhan selesai, *install* aplikasi *VNC Viewer* pada PC.

Hal pertama yang akan tertampil yaitu seperti pada Gambar 3.6. Tekan “oke” jika

sudah sesuai dengan bahasa yang diinginkan. Maka selanjutnya akan tertampil seperti pada Gambar 3.7, PC akan bersiap untuk meng-*install*.

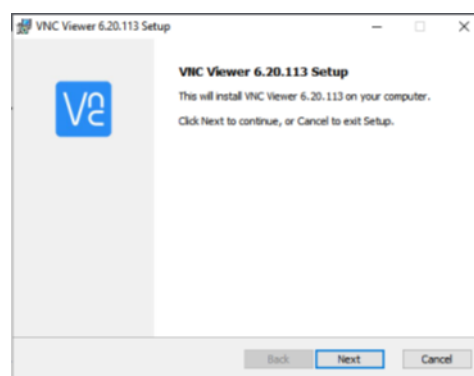


Gambar 3.6 Pemilihan Bahasa



Gambar 3.7 Tampilan Persiapan *Install*

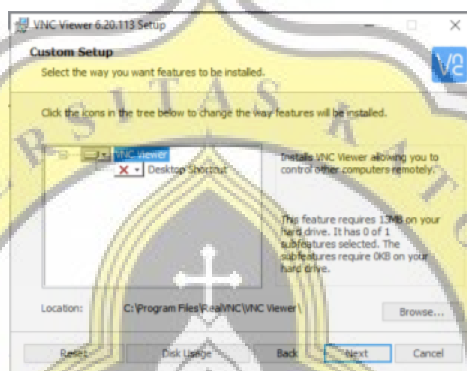
c. Lalu dilanjutkan ke tahap-tahap peng*installan* pada umumnya. Pada gambar 3.8, klik pada bagian "*next*". Kemudian, pada Gambar 3.9, diharuskan untuk menyetujui perjanjian lisensi dengan mencentang tulisan paling bawah, lalu klik "*next*". Dilanjutkan dengan klik "*next*" pada format fitur yang akan di *install* seperti pada Gambar 3.10. Jika semua tahapan selesai, maka klik "*install*" untuk memulai pemasangan aplikasi pada PC seperti pada Gambar 3.11. Dan klik "*finish*" jika pemasangan telah selesai seperti pada Gambar 3.12.



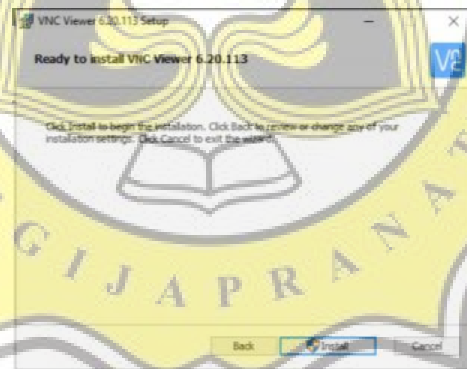
Gambar 3.8 Memulai Untuk Pemasangan



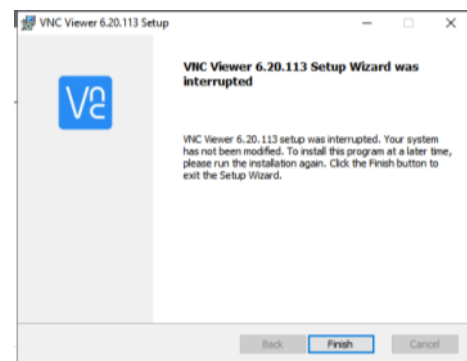
Gambar 3.9 Persetujuan Perjanjian Lisensi



Gambar 3.10 Format Fitur Pemasangan yang Dipakai



Gambar 3.11 Memulai Pemasangan Aplikasi



Gambar 3.12 Pemasangan Aplikasi Telah Selesai

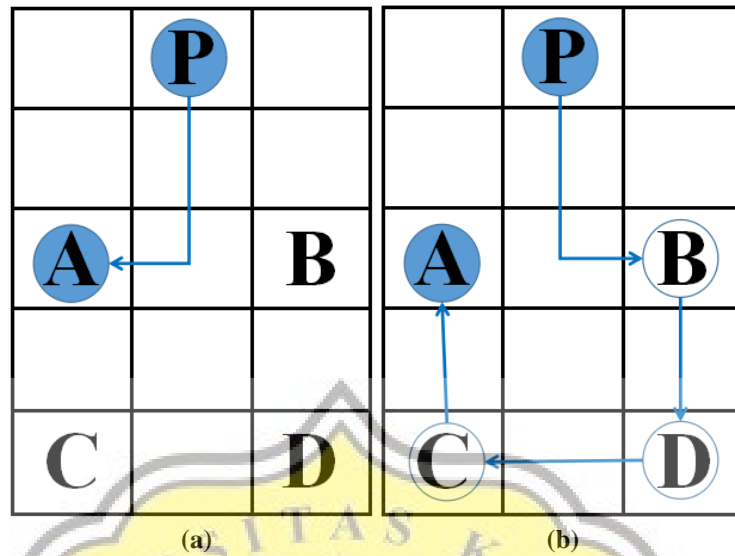
3.4. Penjelasan Blok Motor Berputar

Dalam penelitian ini, motor penggerak yang digunakan adalah Motor DC dengan L298N *dual half-bridge* sebagai motor *driver*. Untuk roda yang dipakai adalah *mecanum wheel* yang memiliki manuver lebih baik dibandingkan dengan roda konvensional lainnya. Oleh karenanya, dapat memudahkan robot AGV berjalan menuju titik koordinat (x',y') dengan mengatur PWM agar kecepatan dan penggerakannya dapat berputar sesuai arah yang telah ditentukan.

3.5. Penjelasan Blok Perpindahan Posisi

Setelah mendapat perintah untuk berpindah menuju titik koordinat (x',y') , robot AGV akan bergerak menuju posisi yang telah ditentukan sebelumnya. Memiliki 5×3 posisi koordinat dengan ukuran $40 \text{ cm}^2/\text{kotak}$.

Dalam penelitian ini, perpindahan posisi dilakukan dengan dua cara. Pertama, perpindahan dilakukan dengan cara langsung atau *direct*. Dan yang kedua, perpindahan dilakukan dengan cara memutar. Cara memutar ini dilakukan untuk mengantisipasi kendala terhalangnya perpindahan posisi cara pertama oleh suatu benda atau hal lainnya. Ilustrasi perpindahan kedua cara tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 (a) Perpindahan Langsung Dari Posisi P Menuju A
 (b) Perpindahan Memutar Dari Posisi P Menuju A

3.6. Penjelasan Blok Henti

Saat berpindah posisi, robot AGV juga memiliki kemungkinan untuk meleset dari titik koordinat (x',y') yang telah ditentukan. Hal tersebut dapat dikarenakan terjadinya *slip* pada roda. Karenanya, saat program perpindahan menuju titik koordinat (x',y') selesai dijalankan, Raspberry Pi akan memastikan dengan membandingkan pola yang diperintahkan. Jika sudah tepat sesuai dengan titik koordinat (x',y') , maka robot AGV akan berhenti hingga siap untuk diberikan perintah perpindahan posisi selanjutnya.

3.7. Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode *inverse* kinematik dari robot AGV diturunkan dari pergerakan vektor pada keempat roda yang digunakan. Vektor kecepatan robot v yang arahnya sejajar dengan koordinat x , koordinat vektor v_x dan v_y diturunkan menjadi :

$$v_x = v \cos \theta \quad (1)$$

$$v_y = v \sin \theta \quad (2)$$

Dimana θ adalah sudut arah lateral dari kecepatan gerak robot. Kecepatan sudut robot ditentukan oleh ω pada titik tengah dari *body* robot AGV saat melakukan gerakan belok kanan ataupun belok kiri. Dimensi robot AGV ditunjukkan oleh jari-jari dari a dan b diantara pusat *body* robot dengan sumbu roda $a_i : \{a, a, -a, -a\}$ dan $b_i : \{b, -b, b, -b\}$ dimana $i : \{1, 2, 3, 4\}$ yang melambangkan nomor roda. Vektor kecepatan linier dari roda dan vektor kecepatan mekanum setiap roda ditunjukkan oleh v_i dan rv_i . Kemiringan sudut γ dengan v dan rv adalah 45° dimana $\gamma_i : \{\pi/4, -\pi/4, -\pi/4, \pi/4\}$ yang dilambangkan vektor kecepatan mekanum pada setiap roda. Persamaan vektor kecepatan dari robot AGV terhadap sistem koordinat dapat dihitung sebagai berikut :

$$v_i + rv_i \cos(\gamma_i) = v_x - b_i \omega \quad (3)$$

$$rv_i \sin(\gamma_i) = v_y - a_i \omega \quad (4)$$

Substitusi antara (3) dan (4) menggunakan $\tan(\gamma_i)$, kecepatan linear dari masing-masing roda dapat diperoleh dari :

$$v_i = v_x - b_i \omega - \frac{v_y + a_i \omega}{\tan(\gamma_i)} \quad (5)$$

Karena $\tan(\gamma_i)$ telah dinotasikan pada (5) dari $\tan(\gamma_i) : \{1, -1, -1, 1\}$, kecepatan linear dari roda mekanum adalah :

$$v_1 = v_x - v_y - a\omega - b\omega \quad (6)$$

$$v_2 = v_x + v_y + a\omega + b\omega \quad (7)$$

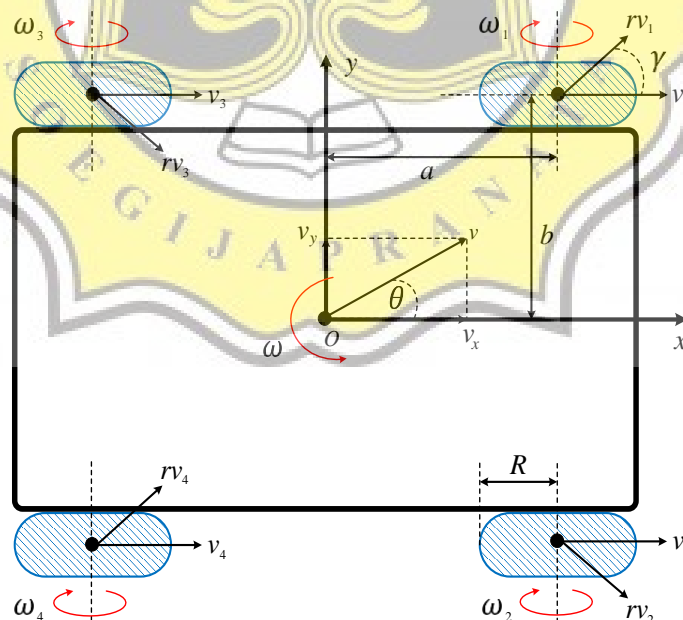
$$v_3 = v_x + v_y - a\omega - b\omega \quad (8)$$

$$v_4 = v_x - v_y + a\omega + b\omega \quad (9)$$

Sedangkan sudut kecepatan roda adalah $v_i = \omega_i R$ dan R adalah jari-jari dari keempat roda mekanum, Persamaan (6)-(9) dapat dimodifikasi menjadi :

$$\begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \\ \omega_4 \end{bmatrix} = \frac{1}{R} \begin{bmatrix} 1 & -1 & -(a+b) \\ 1 & 1 & (a+b) \\ 1 & 1 & -(a+b) \\ 1 & -1 & (a+b) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ \omega \end{bmatrix} \quad (10)$$

Persamaan (10) menunjukkan model matematika dari invers kinematik untuk diimplementasikan pada kecepatan sudut dari masing-masing roda mekanum dengan *input* vektor v_x , v_y , dan ω yang sesuai dengan arah sudut lateral (θ) tanpa mengubah body robot ke arah tertentu. Vektor gerakan pada robot AGV ditunjukkan pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Vektor Gerakan dan Koordinat pada Keempat Roda Robot AGV

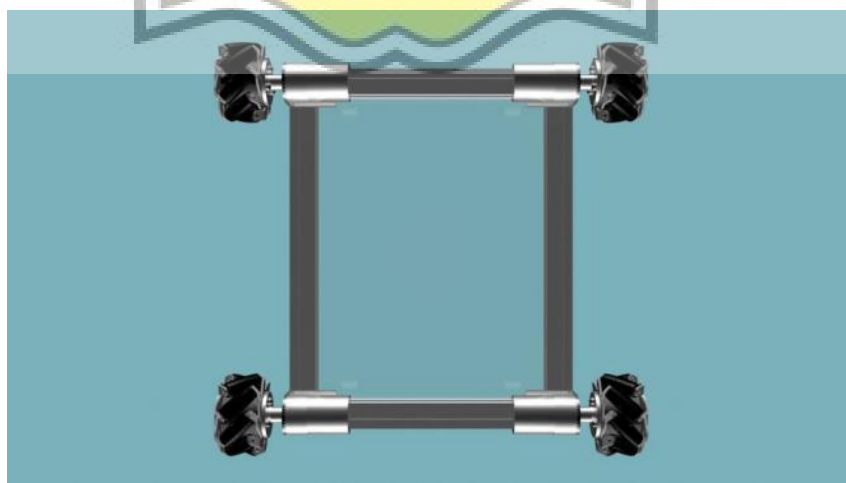
3.8. Perancangan *Hardware*

Beberapa komponen yang digunakan yaitu Raspberry Pi sebagai pengolah data, *mecanum wheel* sebagai roda, motor DC sebagai penggerak roda, L298N berfungsi untuk mengatur kecepatan dan mengontrol arah putaran pada motor DC tersebut, juga *body* dari robot AGV itu sendiri.

Untuk desain *body* dari robot AGV dapat dilihat pada Gambar 3.15 dan Gambar 3.16. Robot AGV yang telah dirancang memiliki ukuran total sebagai berikut: panjang 28 cm, lebar 22 cm, dan tinggi 7 cm.



Gambar 3.15 Desain *Body* Robot AGV Sisi Atas



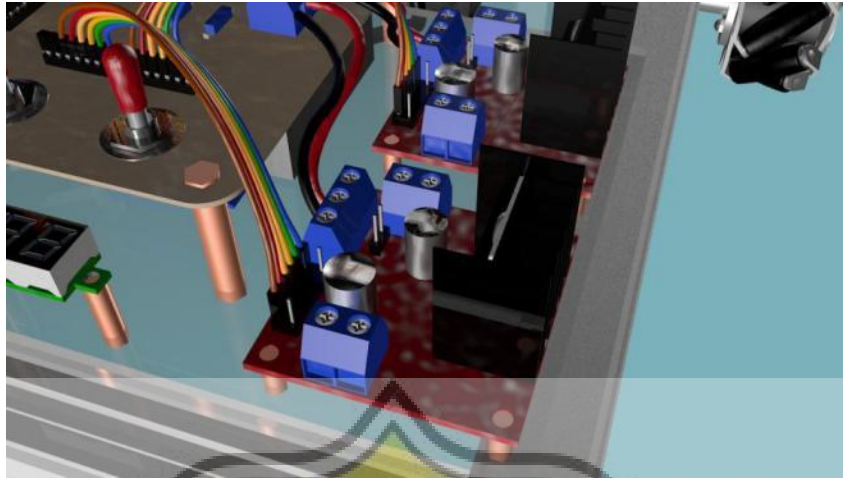
Gambar 3.16 Desain *Body* Robot AGV Sisi Bawah

Kemudian menggunakan *mecanum wheel* sebagai roda, dengan ukuran diameter 6 cm dan lebar 3 cm. Membuatnya sangat baik dalam memandu gerakan dan juga kokoh. *Mecanum wheel* dipasang langsung dengan motor DC sebagai penggerak roda. Motor DC yang dipakai memiliki beberapa keunggulan, termasuk kinerja awalan dan pengereman yang baik, putaran panjang, pengaturan kecepatan yang sangat baik sehingga mudah kontrol. Desain pemasangan *mecanum wheel* dengan motor DC dapat dilihat pada Gambar 3.17.



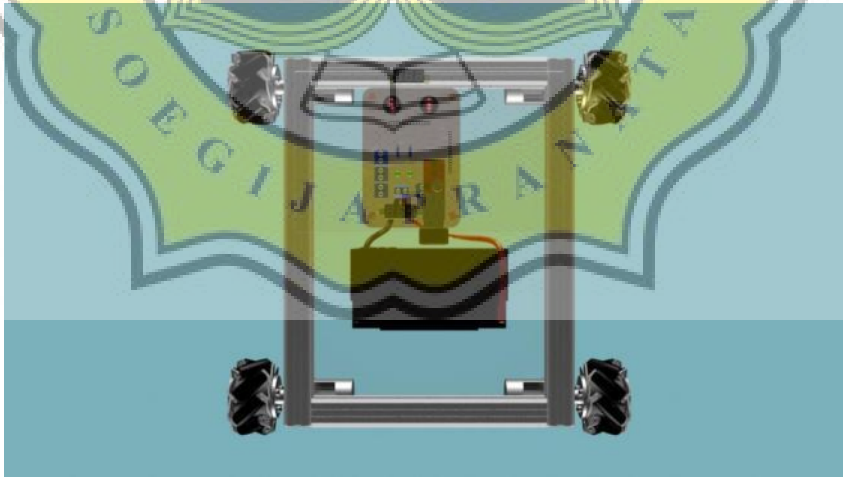
Gambar 3.17 Desain Pemasangan *Mecanum Wheel* dengan Motor DC

Motor DC dikontrol menggunakan motor *driver* L298N *Dual Half-Bridge*. Yang berfungsi sebagai kontrol kecepatan dan mampu untuk mengendalikan arah putaran dari motor DC tersebut. Pada robot AGV, digunakan dua buah L298N. L298N pertama digunakan pada dua roda bagian depan dan L298N kedua digunakan pada dua roda bagian belakang robot AGV. Desain pemasangan motor *driver* L298N *Dual Half-Bridge* dapat dilihat pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18 Desain Pemasangan Motor Driver L298N Dual Half-Bridge

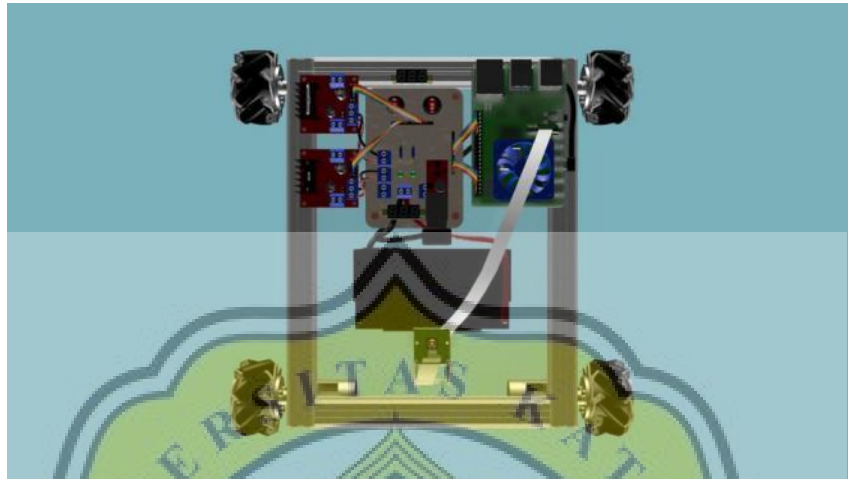
Motor driver L298N Dual Half-Bridge mendapat *supply* dari *accu* yang sebelumnya melalui rangkaian pembagi tegangan dan rangkaian *step-down*. Rangkaian *step-down* bertujuan untuk menurunkan daya ke 10 Volt dan 3 Ampere, sebelum masuk ke L298N. Gambar 3.19 merupakan desain pemasangan *accu* dengan rangkaian pembagi tegangan dan rangkaian *step-down*.



Gambar 3.19 Desain Pemasangan Accu dengan Rangkaian Pembagi Tegangan dan Step-Down

Untuk perpindahan posisi AGV, dibutuhkan *input*-an dari pengolahan data oleh Raspberry Pi berupa titik koordinat (x,y) yang didapat dari tangkapan

kamera. Pada Gambar 3.20 dan Gambar 3.21 menunjukkan desain pemasangan Raspberry Pi dengan kamera.



Gambar 3.20 Desain Pemasangan Raspberry Pi dengan Kamera Sisi Atas



Gambar 3.21 Desain Pemasangan Raspberry Pi dengan Kamera Sisi Samping