

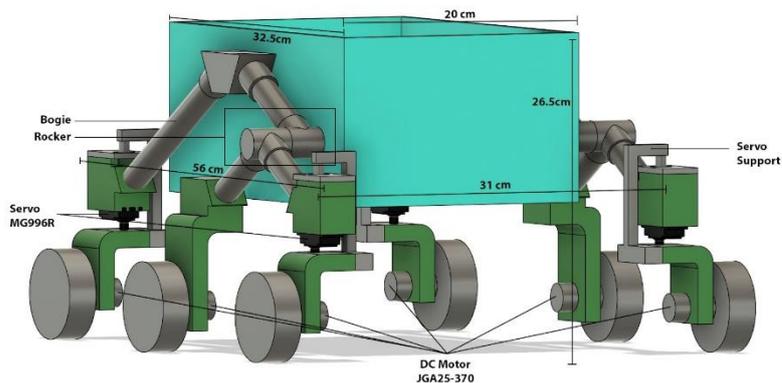
BAB II

KONSEP DESAIN & SPESIFIKASI SISTEM

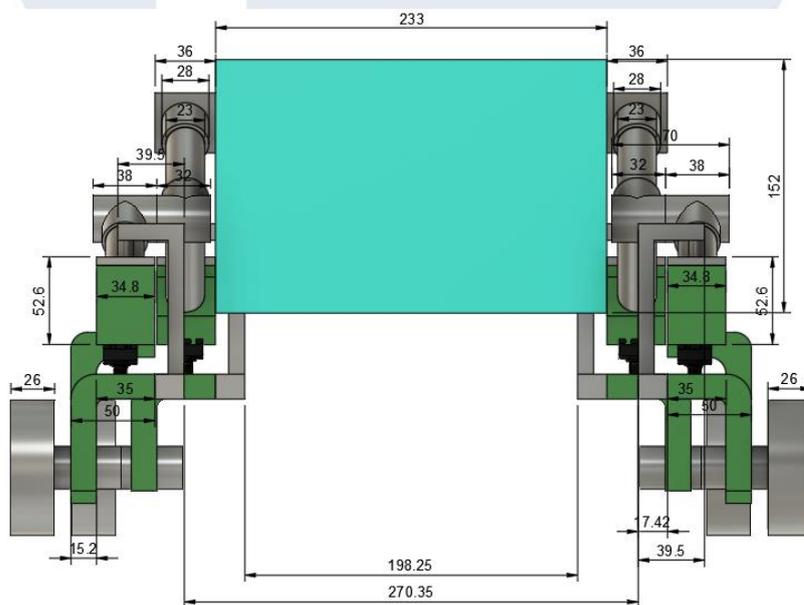
2.1 Konsep Desain Sistem

Robot ini merupakan robot yang memiliki tugas untuk dapat menjelajahi lahan pertanian yang memiliki kontur permukaan yang tidak rata. Robot ini memakai suspensi *Rocker-Bogie* yang dirancang untuk kontur permukaan yang tidak rata, dan suspensi ini memiliki kemampuan untuk dapat membuat robot menjadi lebih stabil serta dapat membuat robot melewati rintangan seperti kayu, batu, dan rintangan lainnya. Penggunaan 6 motor pada robot ini bertujuan untuk memberikan robot tenaga atau torsi yang besar dan kecepatan yang lebih tinggi. Pada robot ini juga terdapat *servo* yang memiliki fungsi untuk membuat robot berputar ditempat apabila robot akan berbelok ke arah lain.

Robot ini terdiri beberapa bagian yaitu badan utama robot, suspensi *Rocker-Bogie* dan *link*. Badan utama terbuat dari *box* plastik, pada bagian suspensi *Rocker-Bogie* terbuat dari 3D *print* dengan bahan PETG dan PLA+ dan *link* yang terbuat dari pipa PVC. Robot ini memiliki dimensi 31 x 56 x 26.5 cm. Seluruh komponen akan diletakkan di dalam badan utama robot, yang terdiri dari *power supply* berupa baterai, PCB (*Printed Circuit Board*), *microcontroller*, *buck converter* dan *driver motor*. Terdapat dua sensor utama yang berfungsi sebagai *feedback* untuk sistem lokomosi, yaitu *encoder* yang terletak pada motor dan MPU6050. Seluruh komponen sensor diletakkan diluar badan robot karena sensor harus langsung membaca *output* dari aktuator. Roda yang dipakai pada robot ini memiliki diameter sebesar 85mm dan memiliki tekstur seperti duri yang berfungsi agar roda memiliki *grip* yang lebih baik ketika bersentuhan dengan permukaan tanah. Desain robot dapat dilihat pada Gambar 2.1 hingga Gambar 2.4 dibawah ini.

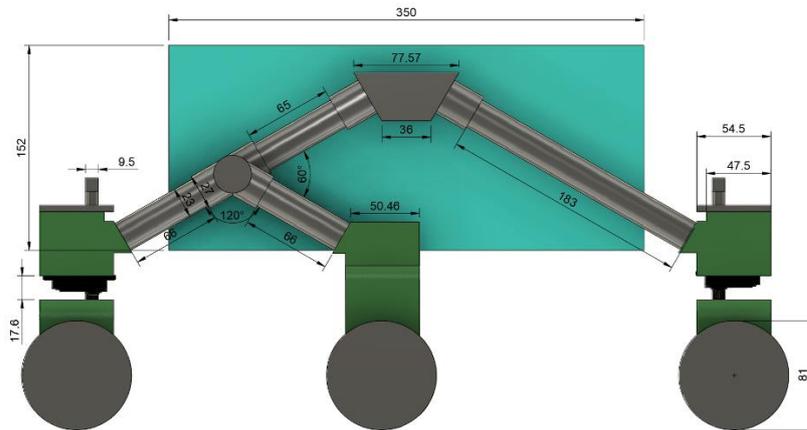


Gambar 2.1 - Desain Utama Robot Tampak Depan

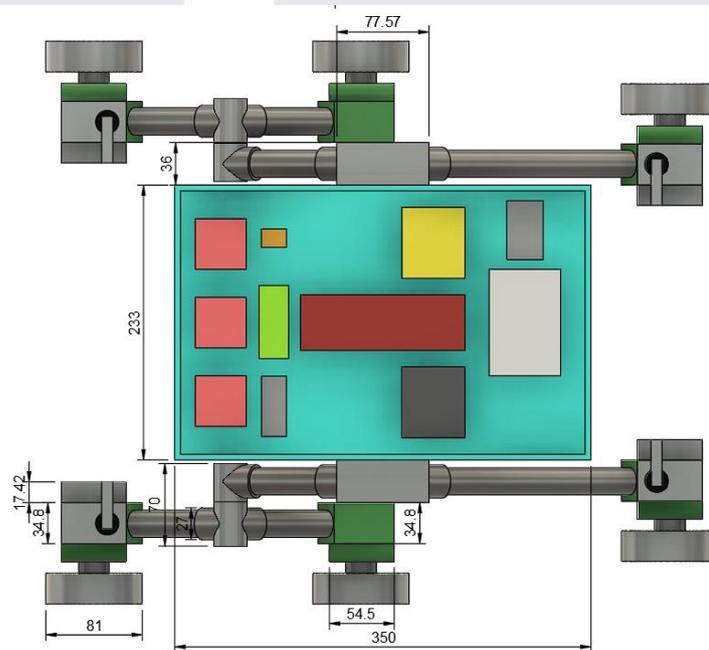


Gambar 2.2 - Dimensi Depan Robot

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

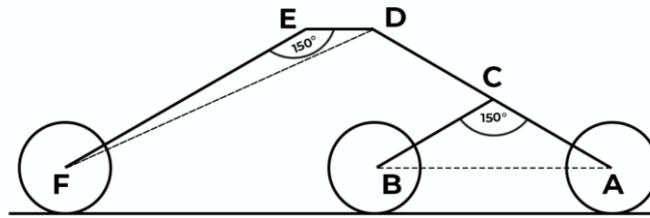


Gambar 2.3 – Dimensi Samping Robot

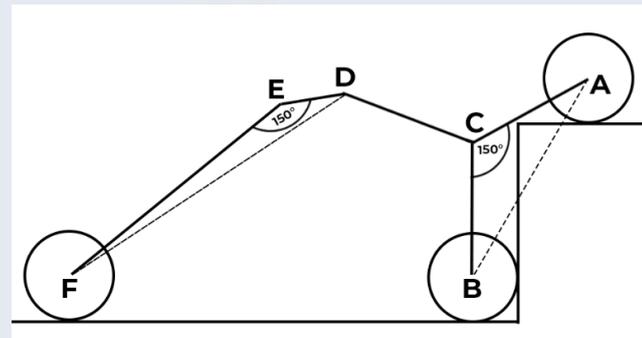


Gambar 2.4 – Dimensi Atas Robot

Dalam perancangan desain *rocker-bogie*, pembuatan desain suspensi *rocker-bogie* sebagai suspensi utama robot. Untuk merancang desain suspensi perlu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan hasil desain yang optimal. Berikut merupakan desain *sketch* suspensi *rocker-bogie*.



Gambar 2.5 – Skematik Desain *Rocker-Bogie* di Permukaan Lurus



Gambar 2.6 – Skematik Desain *Rocker-Bogie* di Rintangan Berupa Tangga

Dari Gambar 2.1 hingga Gambar 2.4 diatas, diketahui bahwa suspensi ini memiliki dua bagian yang berbeda yaitu *rocker* yang merupakan *link* terpanjang yang berada dibelakang dan *bogie* yang merupakan *link* pendek yang terhubung dengan *pivot* yang akan diletakkan didepan. Panjang *rocker* adalah 247.585 mm, panjang *bogie* adalah 121.739 mm, panjang *link* yang menghubungkan *mount* dengan *pivot* adalah 125.846 mm dan panjang *mount* sebesar 56.785 mm.

Gambar 2.5 dan 2.6 merupakan gambar untuk dua jenis skenario yang berbeda, gambar 2.5 merupakan skenario suspensi *rocker-bogie* apabila berjalan pada permukaan yang lurus dan gambar 2.6 merupakan skenario suspensi *rocker-bogie* apabila menaiki tangga dengan tinggi maksimal yang akan dicari.

Untuk mendapatkan tinggi minimal dari rintangan yang dapat dilalui perlu dilakukan perhitungan panjang dari titik roda depan dan roda belakang. Berikut merupakan persamaan yang dilakukan mendapatkan jarak diantara kedua roda tersebut.

$$AB^2 = AC^2 + BC^2 - 2 \times BC \times AC \times \cos(\alpha) \quad (1)$$

$$AB^2 = 121.739^2 + 121.739^2 - 2 \times 121.739 \times 121.739 \times \cos(120)$$

$$AB^2 = 14820.784 + 14820.384 - (2 \times 14820.384 \times \left(-\frac{1}{2}\right))$$

$$AB^2 = 29640.768 - (-14820.384)$$

$$AB = \sqrt{44461.152}$$

$$AB = 210.858$$

Dikarenakan sudut dari kedua *join* tidaklah 90° , perlu dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus trigonometri dan didapatkan total jarak antara roda depan dan roda tengah adalah 21 cm dengan AC adalah *join* dari roda depan, BC adalah *join* untuk roda tengah, AB adalah jarak untuk dari kedua roda yang akan menjadi acuan untuk tinggi yang dapat dilalui oleh robot. Setelah mendapatkan persamaan untuk mengetahui tinggi maksimum dari rintangan yang dapat dilalui akan dilakukan perhitungan untuk mencari jangkauan maksimum dari robot, maka akan dihitung dengan persamaan 2.

$$DF^2 = DE^2 + EF^2 - 2 \times DE \times EF \times \cos(\beta) \quad (2)$$

$$DF^2 = 56.785^2 + 247.585^2 - 2 \times 56.785 \times 247.585 \times \cos(150)$$

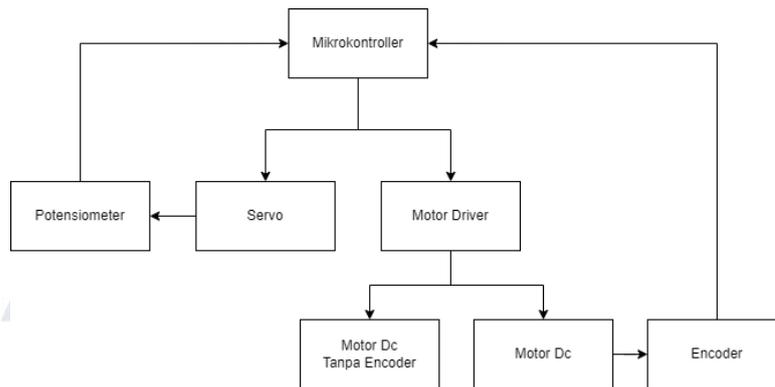
$$DF^2 = 3224.536 + 61298.332 - \left(2 \times 14059.114 \times \left(-\frac{1}{2}\sqrt{3}\right)\right)$$

$$DF^2 = 64522.868 - (-24351.099)$$

$$DF = \sqrt{88873.967}$$

$$DF = 298.117$$

DF pada data diatas merupakan jarak dari *mount* belakang, DE adalah jarak kedua titik *mount* utama, EF adalah panjang *join rocker* dan β adalah sudut dari titik E. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya, apabila rintangan berbentuk tangga, maka panjang maksimum yang dapat dicapai oleh suspensi *rocker-bogie* adalah 29 cm. Dari Keseluruhan perhitungan dapat diambil kesimpulan bahwa tinggi maksimum yang dapat dilalui oleh robot adalah 21 cm dengan panjang maksimum apabila rintangan berbentuk tangga adalah 29 cm.



Gambar 2.7 - Diagram Blok Sistem Lokomosi Robot

Pada diagram blok yang terdapat pada Gambar 2.7, dapat dilihat bahwa sistem lokomosi akan diatur oleh Raspberry Pi Pico yang akan terhubung dengan motor dan juga *servo*. Masing-masing aktuator akan memiliki algoritma sistem kendali PID masing-masing. Pada aktuator motor DC, *encoder* akan membaca pulsa yang dihasilkan ketika motor bergerak dan data tersebut akan diolah oleh Raspberry Pi Pico untuk mengetahui kecepatan dari kedua motor. Pada aktuator *servo*, potensiometer akan menjadi acuan banyak nya sudut yang telah dilakukan oleh *servo*, data tersebut akan diolah juga oleh Raspberry Pi Pico untuk mengetahui apakah *servo* sudah mencapai sudut yang diinginkan.

2.2 Spesifikasi Sistem

2.2.1 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Kemampuan dan Fungsionalitas

Dalam pengembangan *farming mobile robot*, robot akan diuji untuk berjalan di jalan yang lurus sejauh 5 meter dengan 150 kali percobaan, percobaan ini dilakukan di 3 jenis permukaan yang berbeda. Untuk mendapatkan hasil yang baik, diperlukan penyesuaian mekanik suspensi *Rocker-Bogie* yang baik, penyesuaian kecepatan motor dengan menggunakan *encoder* dan sensor IMU (*Inertial Measurement Unit*) MPU6050 sebagai acuan arah dan kecepatan motor serta pengarahan arah *servo*. Robot ini menggunakan suspensi *Rocker-Bogie* yang memiliki bahan filamen PLA+ dan PETG dan *join* pada suspensi menggunakan pipa PVC. Badan utama robot yang berbahan plastik, akan di *support* menggunakan kayu. Penggunaan material PLA+ dan

PETG dengan *infill* 50% sebagai *mount* motor dan *mount servo* digunakan untuk menahan benturan dan beroperasi di medan yang kondisi lingkungannya tidak diketahui. *Farming mobile robot*, dapat menahan debu namun tidak memiliki kemampuan untuk tahan air, sehingga robot tidak mampu beroperasi dalam kondisi hujan.

2.2.2 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Standarisasi

Mobile robot memiliki beberapa standarisasi yang diikuti, standarisasi ini mencakup standar nasional Indonesia maupun secara global, berikut merupakan standarisasi yang diikuti:

1. IP21, mengenai proteksi robot yang dibuat terhadap debu, interaksi dengan anggota tubuh manusia dan cipratan air. Standar ini artinya robot terlindungi dari sebagian besar anggota tubuh manusia dan terproteksi dari cipratan air.
2. SNI IEC 60529:2014, mengenai standar robot yang dibuat mengenai tingkat perlindungan robot yang dibuat memiliki perlindungan terhadap intrusi, debu, kontak yang tidak disengaja, dan air.
3. SNI 04-6972-2003, mengenai standar untuk robot dengan memastikan penyajian dan spesifikasi data keandalan untuk komponen elektronik.
4. EN 50144-1, mengenai standar robot mengenai keselamatan peralatan elektronik yang menggunakan motor elektrik.
5. IEC 60086-4:2019, mengenai standar robot yang memastikan keamanan baterai lithium.

2.2.3 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Keandalan dan Perawatan

Mobile Robot ini diperkirakan memiliki waktu pengoperasian 4 jam dalam satu hari dengan setiap 1 jam dilakukan pengisian daya. Target waktu operasi produk *mobile robot* dalam satu tahun adalah 260 hari. *Mobile robot* komponen yang paling rentan rusak adalah komponen motor DC dengan *Mean Time Before Failure* (MTBF) yaitu sebesar 1000 hingga 2000 jam tergantung pada permukaan dan kondisi lingkungan yang diberikan. Sedangkan *Mean Time To*

Repair (MTTR) yang diperlukan produk *mobile robot* untuk dilakukan perbaikan pada motor DC adalah 3 jam, hal ini dikarenakan komponen motor DC tidak terlalu sulit untuk dicari dan dipasang kembali ke *mobile robot*.

2.2.4 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Hambatan

Dalam *mobile robot* ini juga terdapat spesifikasi sistem berdasarkan hambatan sebagai berikut:

1. Sensor yang digunakan adalah sensor *encoder* dan sensor IMU (*Inertial Measurement Unit*) MPU6050
2. *Encoder* pada motor DC bersifat *incremental* bukan *absolute*.
3. Material badan utama robot terbuat dari bahan *box* plastik.
4. Dimensi *mobile robot* adalah 31 x 56 x 26.5 cm.
5. *Mobile robot* dapat dioperasikan pada 2 jenis lingkungan yaitu *indoor* dan *outdoor*. Dengan 3 jenis permukaan yang berbeda yaitu permukaan lantai, *conblock* dan tanah.

2.3 Metode Verifikasi Spesifikasi

Seluruh komponen yang terdapat pada robot akan dianalisa. dan dilakukan pengujian untuk memastikan seluruh komponen sudah sesuai dengan spesifikasi yang telah dijabarkan sebelumnya. Komponen yang pertama kali diuji adalah komponen *microcontroller* untuk dipastikan bahwa komponen bekerja dengan baik dan layak untuk dipakai. Untuk menguji *microcontroller*, *microcontroller* akan dimasukkan kode program sederhana, seperti untuk menyalakan LED (*Light Emitting Diode*) yang terdapat pada *microcontroller*. Komponen yang akan diuji selanjutnya adalah seluruh aktuator, baik motor DC dan *servo*. Untuk menguji motor DC, akan bergerak dengan memasukkan tegangan ke dalam motor DC menggunakan *power supply*. Untuk menguji *servo*, *servo* akan dijalankan dengan menggunakan program *sweep* agar *servo* dapat berputar sesuai derajat yang diinginkan. Pengujian selanjutnya adalah pengujian *driver* motor, pengujian ini dilakukan dengan memasukkan tegangan 12V dan 5V ke dalam driver motor dan

akan dimasukkan program untuk mengubah kecepatan dan arah putaran motor. Pengujian terakhir yaitu pengujian sensor. Pada robot ini terdapat dua jenis sensor, yaitu sensor *encoder* yang terletak pada motor DC dan IMU yang berfungsi untuk mengetahui arah jalannya robot dan sebagai acuan untuk mempertahankan kecepatan robot. Seluruh komponen baik aktuator, *driver* dan sensor akan dihubungkan dengan Raspberry Pi Pico

Setelah dilakukan pengujian pada masing-masing komponen, dilakukan juga analisis toleransi pada *farming mobile robot*. Dalam 3 jenis permukaan dapat diketahui bahwa robot dapat berjalan dengan lurus dengan mudah di kondisi dengan permukaan yang tidak bergelombang atau landai. Pada permukaan yang tidak landai, robot akan lebih sulit berjalan dengan lurus maupun mempertahankan kecepatannya, oleh karena itu perlu dilakukan pengujian dengan mengatur arah dan kecepatan motor sehingga robot dapat berjalan dengan lurus dan dapat mempertahankan kecepatannya.

