

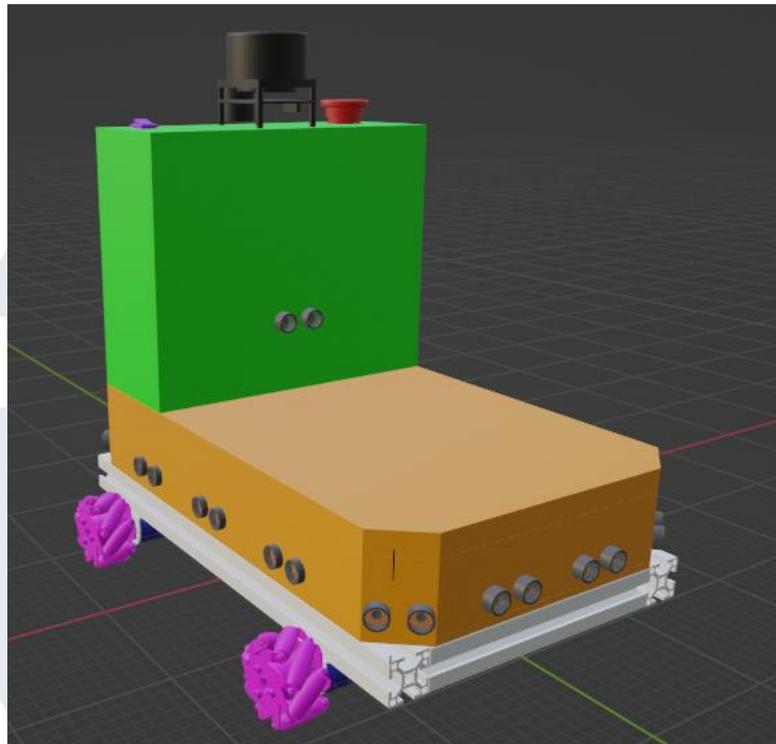
## BAB II

### KONSEP DESAIN & SPESIFIKASI SISTEM

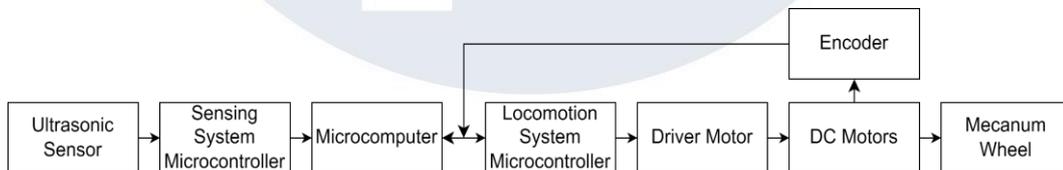
#### 2.1 Konsep Desain Sistem

Robot yang dibuat ini merupakan *mobile robot* yang sistem pengembangannya berfokus pada kemampuan *sensing* dan *obstacle avoidance* yang tentu saja dipadukan dengan *mecanum wheel* untuk melakukan gerakan manuver di lingkungan kerja yang sempit dan dapat menghindari halangan dengan leluasa. *Mecanum wheel mobile robot* ini difokuskan untuk beroperasi di area logistik yang tertutup dengan area jalur yang sempit serta lingkungan yang mengalami perubahan secara terus-menerus atau dinamis. *Mecanum wheel mobile robot* ini berfungsi untuk meningkatkan efektivitas dalam kegiatan operasional logistik dan mengurangi resiko terjadinya kecelakaan kerja.

Secara keseluruhan desain, *mecanum wheel mobile robot* ini terdiri dari tiga bagian berupa bagian badan utama yang terbuat dari akrilik, bagian panel yang terbuat dari akrilik juga, dan bagian sasis yang terbuat dari aluminium profil tipe 3030. Dimensi total dari keseluruhan *mecanum wheel mobile robot* memiliki panjang sebesar 40 cm dengan lebar 25 cm serta tinggi 35 cm. Semua komponen untuk sistem *sensing* pada *mobile robot* ini diletakkan di bagian badan utama *mecanum wheel mobile robot* yang berbentuk persegi delapan. Peletakan komponen sensor ultrasonik akan diletakkan di bagian samping badan utama dengan alasan agar sistem dapat mendeteksi ke seluruh arah atau area di sekitar robotnya. Selain komponen sistem *sensing*, terdapat juga komponen untuk sistem penggerakan, baterai, dan sebagian besar perkabelan berada di bagian badan utama juga karena badan utama ini memiliki ruang yang cukup besar untuk meletakkan komponen-komponen tersebut. Sedangkan untuk komponen mikrokomputer yang mengolah data sistem *obstacle avoidance* dan mikrokontroler untuk sistem penggeraknya terdapat pada bagian dalam panel *mecanum wheel mobile robot*. Pada bagian sasis akan diperuntungkan untuk pemasangan motor dan *mecanum wheel* dengan diameter 6 cm pada bagian bawah sasis *mecanum wheel mobile robot*. Bentuk desain awal keseluruhan *mecanum wheel mobile robot* dari *Computer Aided Design (CAD) file* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 - CAD File Pandangan Isometri Desain Awal *Mecanum Wheel Mobile Robot*



Gambar 2.2 - Diagram Blok Sistem *Sensing* dan Lokomosi

Diagram blok untuk sistem *sensing* dan sistem lokomosi pada *mecanum wheel mobile robot* ini dapat dilihat pada Gambar 2.2. Sistem *sensing* ini dikendalikan oleh mikrokontroler Raspberry Pico RP2040 yang mengatur sensor ultrasonik untuk mengambil data di sekitar robot berupa waktu yang dikonversikan menjadi jarak dan data yang diambil tersebut akan dikirimkan ke Raspberry Pi 4. Dalam Raspberry Pi 4 yang mengatur sistem algoritma *obstacle avoidance* ini, data yang didapatkan akan diolah dan akan mengambil keputusan pergerakan berdasarkan data yang didapatkan dan keputusan tersebut akan dikirimkan ke mikrokontroler Raspberry Pico RP2040 yang mengatur sistem dari pergerakan *mecanum wheel mobile robot*. Raspberry Pi 4 juga akan mendapatkan data dari *encoder* yang ada dalam sistem pergerakan untuk mengetahui pergerakan yang dilakukan oleh *mecanum wheel mobile robot*.

## 2.2 Spesifikasi Sistem

Spesifikasi sistem dari *mecanum wheel mobile robot* ini dijelaskan kedalam beberapa bagian adalah sebagai berikut:

### 2.2.1 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Kemampuan dan Fungsionalitas

Dalam pengembangan *mecanum wheel mobile robot* ini, memiliki kepresisian yang ingin dicapai terkait pengulangan dari kemampuan robot bergerak mencapai dan berhenti di titik tujuan dengan 9 dari 10 percobaan berhasil. Kepresisian ini akan bergantung pada kinerja dari komponen yang digunakan. *Mecanum wheel mobile robot* ini memiliki ketahanan yang cukup kuat untuk menahan benturan dan beban dari robot karena dirancang dengan menggunakan bahan akrilik yang memiliki ketebalan 5 mm untuk bagian badan utama dan 3mm pada bagian panel yang keduanya mampu menahan benturan karena tidak mudah retak, sedangkan untuk bagian sasis menggunakan aluminium profil tipe 3030 yang mampu untuk menopang seluruh beban dari *mecanum wheel mobile robot*. Namun *mecanum wheel mobile robot* ini tidak dirancang untuk tahan air sehingga *mecanum wheel mobile robot* dapat mengalami kegagalan sistem atau rusak jika terkena air.

### 2.2.2 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Standarisasi

*Mecanum wheel mobile robot* ini memiliki beberapa standarisasi yang diikuti baik standar nasional Indonesia maupun secara global adalah sebagai berikut:

1. IP31, mengenai proteksi robot yang dibuat terhadap debu, interaksi dengan anggota tubuh manusia, dan cipratan air. Standar ini artinya robot yang dibuat terlindungi dari benda yang lebih besar dari 2.5 mm dan cipratan air dari atas.
2. SNI IEC 60529:2014, mengenai standar robot yang dibuat terhadap tingkat proteksi robot yang dibuat yang diberikan oleh selungkup dalam menghadapi intrusi, debu, kontak yang tidak disengaja, dan air.
3. SNI 04-6972-2003, mengenai standar dai robot yang dibuat terhadap penyajian dan spesifikasi data keandalan untuk komponen elektronik.

4. EN 50144-1, mengenai standar robot yang dibuat terhadap keselamatan peralatan elektrik yang menggunakan motor elektrik.
5. IEC 60086-4:2019, mengenai standar robot yang dibuat terhadap keamanan baterai lithium.

### **2.2.3 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Keandalan dan Perawatan**

*Mecanum wheel mobile robot* ini mengonsumsi daya sebesar 77,886 W dengan asumsi seluruh komponen menggunakan arus maksimal. Daya yang dikonsumsi ini sebagian besar berasal dari penggunaan empat motor yang masing-masing motor mengonsumsi daya sebesar 14,4 W. Selain dari penggunaan motor, Raspberry Pi 4 dan LiDAR juga mengonsumsi banyak daya sebesar 15 W dan 4 W. *Mecanum wheel mobile robot* ini sendiri menggunakan baterai *Lithium Polymer* (LiPo) 14,8 V sebagai sumber dayanya yang memiliki kapasitas sebesar 5500 mAh dengan total daya sebesar 81,4 Wh. Jika daya yang dimiliki oleh baterai dibagi dengan daya yang dikonsumsi oleh *mecanum wheel mobile robot* ini, maka robot dapat dioperasikan selama 1,045 jam atau 62,7 menit. Sehingga *mecanum wheel mobile robot* ini diperkirakan memiliki waktu pengoperasian sebesar 4 jam dalam 8 jam kerja yang diselingi dengan setiap 1 jam sekali akan dilakukan pengisian daya, maka waktu operasional dalam satu tahun adalah 1040 jam dengan asumsi dalam 1 tahun terdapat 260 hari kerja. Pada *mecanum wheel mobile robot* ini, komponen yang paling rentan rusak merupakan komponen motor *Direct Current* (DC) yang memiliki *Mean Time Before Failure* (MTBF) sebesar 1000 sampai 3000 jam tergantung dari tegangan dan beban yang diberikan. Sedangkan *Mean Time To Repair* (MTTR) yang diperlukan pada *mecanum wheel mobile robot* ini untuk mengatasi kerusakan minor berupa motor DC adalah 3 jam karena komponen motor DC yang digunakan tidak sulit untuk dicari dan dipasang kembali ke *mecanum wheel mobile robot*.

### **2.2.4 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Hambatan**

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

1. Jenis sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik HC-SR04.
2. Pembacaan sensor ultrasonik bersifat sekuensial dan memiliki interval dalam tiap pembacaannya.
3. Material badan utama dan panel dari *mecanum wheel mobile robot* terbuat dari bahan akrilik.
4. Dimensi *mecanum wheel mobile robot* adalah 40 x 25 x 35 cm dengan bobot maksimum yang dapat dibawa oleh *mecanum wheel mobile robot* adalah 3 kg.
5. *Mecanum wheel mobile robot* hanya dapat dioperasikan di dalam ruangan yang permukaannya datar, terbebas dari gangguan gelombang ultrasonik, dan rak-rak penyimpanan harus memiliki tinggi pada bagian bawah minimal 40 cm atau ditutupi dengan bahan yang memantulkan gelombang ultrasonik atau juga diisi dengan barang.

### 2.3 Metode Verifikasi Spesifikasi

Spesifikasi *mecanum wheel mobile robot* yang dijanjikan sebelumnya akan dianalisis dan diverifikasi melalui pengujian pada masing-masing modul komponen yang digunakan pada masing-masing sistem. Pengujian yang pertama kali akan dilakukan kepada komponen mikrokomputer dan mikrokontroler untuk memastikan kelayakannya. Pada masing-masing mikrokontroler dan mikrokomputer akan dimasukkan kode program sederhana dan melihat hasil dari jalannya kode tersebut. Setelah itu akan dilakukan pengecekan pada sensor yang ada, sensor ultrasonik akan dimasukkan kode program untuk membaca jarak sederhana dan hasil pembacaan tersebut akan dibandingkan dengan alat ukur. Pada aktuator berupa motor DC akan diuji apakah dapat berputar secara *clockwise* dan *counterclockwise* serta akan digerakan dengan *Pulse Width Modulation (PWM)* yang berangsur-angsur naik hingga maksimal dan juga melihat apakah *encoder* dapat membaca putaran dari motor DC.

Setelah masing-masing komponen diuji, akan dilakukan pengujian pada masing-masing subsistem. Semua komponen sensor ultrasonik dihubungkan ke mikrokontroler Raspberry Pico Rp2040 dan diuji apakah semua sensor dapat bekerja dengan baik dengan memberikan hasil pembacaan jarak yang sesuai dengan

alat ukur. Begitu pula untuk semua motor DC akan dihubungkan juga ke mikrokontroler Raspberry Pico RP2040 dan motor DC tersebut dijalankan bersama-sama dan dilihat hasil pembacaan *encoder* serta pergerakan yang dihasilkan oleh motor tersebut. Setelah semua subsistem berhasil di uji, semua subsistem tersebut digabungkan dan dijalankan bersama-sama untuk diuji bergerak ke titik tujuan sambil menghindari halangan yang ada.

Selain dilakukan pengujian, akan dilakukan juga analisis toleransi pada *mecanum wheel mobile robot*. Selama *mecanum wheel mobile robot* ini beroperasi, akan terdapat kondisi yang mampu mengurangi kinerja dari *mecanum wheel mobile robot* berupa *mecanum wheel mobile robot* beroperasi di lingkungan yang basah atau terdapat genangan air di rute yang dilalui *mecanum wheel mobile robot* dapat membuat roda dari *mecanum wheel mobile robot* menjadi slip dan tidak dapat beroperasi secara maksimal. Selain itu juga, jika *mecanum wheel mobile robot* membawa benda yang terlalu berat dapat mengurangi kinerja dari motor DC berupa kecepatan yang berkurang atau bahkan tidak dapat bergerak. Benda yang memiliki ukuran yang melebihi panjang serta lebar *mecanum wheel mobile robot* juga dapat mengurangi kemampuan *obstacle avoidance mecanum wheel mobile robot* karena *mecanum wheel mobile robot* hanya memprediksi rute yang dapat dilewati oleh dimensi dari *mecanum wheel mobile robot*, bukan dimensi dari benda yang dibawah oleh *mecanum wheel mobile robot*. Semua pengujian ini akan dilaksanakan di dalam ruangan tertutup dengan permukaan yang datar dan yang tidak mengganggu sinyal ultrasonik. Pengujian ini juga akan dilakukan di lingkungan yang statis dan di lingkungan yang dinamis.