

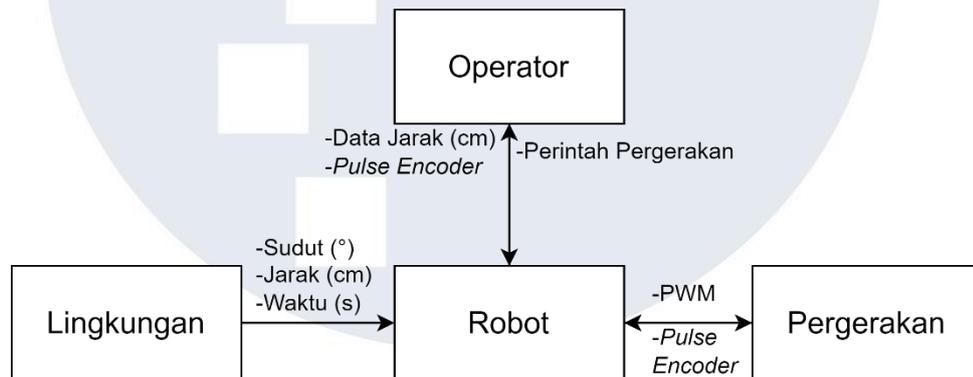
BAB III

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

3.1 Tinjauan Desain Sistem

3.1.1 Desain Sistem Keseluruhan

Pada bagian desain sistem *mecanum wheel mobile robot* secara keseluruhan ini akan menjelaskan hubungan dari sistem *mecanum wheel mobile robot* dengan lingkungan luar. Gambar 3.1 menunjukkan *Data Flow Diagram* (DFD) level 0 yang menjelaskan hubungan dari sistem *mecanum wheel mobile robot* dengan lingkungannya.



Gambar 3.1 - DFD Level 0 *Mecanum Wheel Mobile Robot*

Tabel 3.1 - Penjelasan DFD Level 0 *Mecanum Wheel Mobile Robot*

Parameter	Keterangan
Input	<ul style="list-style-type: none"> ● Konfigurasi pergerakan awal <i>mecanum wheel mobile robot</i> dari pengguna ● Pembacaan sensor terhadap lingkungan dari subsistem ● Pembacaan sensor dari pergerakan yang dilakukan
Output	<ul style="list-style-type: none"> ● Pergerakan <i>mecanum wheel mobile robot</i> ke tujuan ● Tampilan perintah yang dapat diberikan ke <i>mecanum wheel mobile robot</i> ● Tampilan perintah yang sedang dijalankan
Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> ● Mengatur pergerakan <i>mecanum wheel mobile robot</i> ● Menampilkan perintah yang sedang dijalankan ● Membaca kondisi lingkungan sekitar

Seperti yang terlihat dari Tabel 3.1, *mecanum wheel mobile robot* ini dapat menerima perintah dari pengguna untuk menentukan pergerakan awal dari *mecanum wheel mobile robot* dan *mecanum wheel mobile robot* akan bergerak sesuai dengan perintah tersebut. *Mecanum wheel mobile robot* juga dapat mendeteksi halangan yang ada di lingkungan di sekitar *mecanum wheel mobile robot* dengan membaca data dari sensor. Pembacaan dari sensor serta perintah pergerakan dari pengguna akan menentukan pergerakan yang dihasilkan oleh *mecanum wheel mobile robot* sepanjang jalur pergerakan.

3.1.2 Desain Subsistem



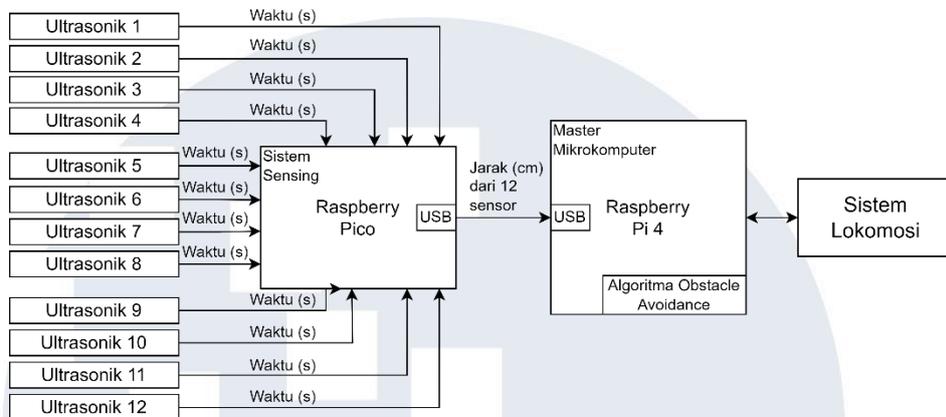
Gambar 3.2 - DFD Level 1 *Mecanum Wheel Mobile Robot*

Tabel 3.2 - Penjelasan DFD Level 1 *Mecanum Wheel Mobile Robot*

Parameter	Keterangan
Input	<ul style="list-style-type: none"> ● Pergerakan sistem <i>mecanum wheel mobile robot</i> ● Data sensor ultrasonik ● Data pergerakan dari <i>encoder</i>
Output	<ul style="list-style-type: none"> ● Perputaran pada masing-masing roda ● Pergerakan sesuai dengan algoritma dari <i>obstacle avoidance</i>
Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> ● Mengatur parameter pergerakan <i>mecanum wheel mobile robot</i> dalam lingkungan kerja ● <i>Mecanum wheel mobile robot</i> bergerak mencapai lokasi tujuan dan bergerak ke lokasi berikutnya

Seperti terlihat pada Tabel 3.2, subsistem dari *mecanum wheel mobile robot* ini secara besar adalah subsistem *sensing* dan subsistem lokomosi. Kedua subsistem ini bergantung pada master mikrokomputer pada *mecanum wheel mobile robot* berupa Raspberry Pi 4. Subsistem *sensing* ini berfungsi untuk mendeteksi adanya halangan dalam jarak dekat dari *mecanum wheel mobile robot* dan subsistem lokomosi adalah subsistem yang bertanggung jawab terhadap pergerakan dari sistem *mecanum wheel mobile robot*. Hubungan dari subsistem dengan mikrokomputer beserta dengan *input*, *output*, dan fungsinya dapat dilihat pada DFD level 1 *mecanum wheel mobile robot* pada Gambar 3.2.

a. Subsistem Sensing

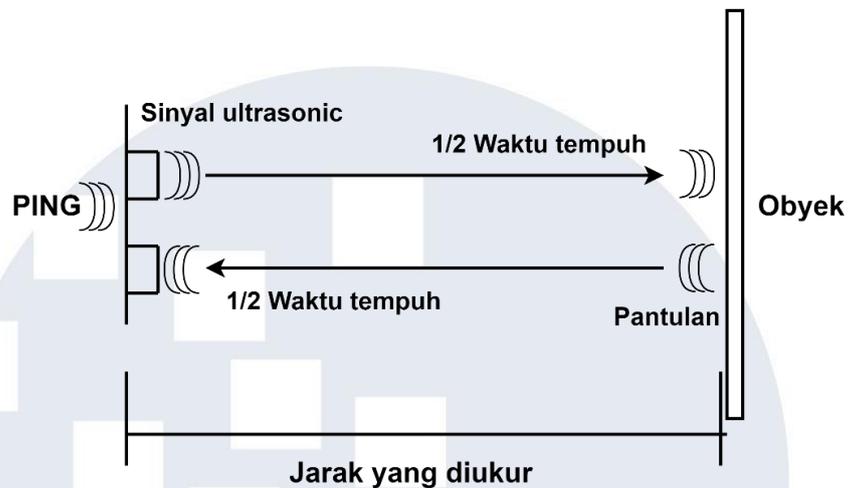


Gambar 3.3 - DFD Level 2 Subsistem Sensing

Tabel 3.3 - Penjelasan DFD Level 2 Subsistem Sensing

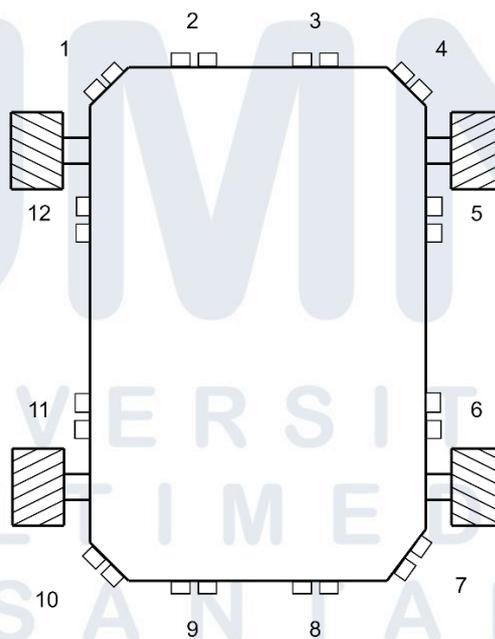
Parameter	Keterangan
Input	<ul style="list-style-type: none"> Data keberadaan objek di dekat sekitar <i>mecanum wheel mobile robot</i> dengan sensor ultrasonik
Output	<ul style="list-style-type: none"> Mendeteksi keberadaan objek di dekat sekitar <i>mecanum wheel mobile robot</i> dengan sensor ultrasonik
Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> Membantu <i>mecanum wheel mobile robot</i> mendeteksi halangan yang ada Membantu subsistem lokomosi untuk bereaksi dengan halangan di dekat <i>mecanum wheel mobile robot</i>

Seperti yang terlihat pada Tabel 3.3, subsistem *sensing* ini berfungsi untuk mengetahui ada tidaknya halangan di sekitar *mecanum wheel mobile robot* dalam jangkauan jarak yang cukup dekat dengan menggunakan sensor ultrasonik. Gelombang yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik akan memantul jika terkena oleh suatu objek dan gelombang tersebut kembali ke sensor ultrasonik kembali. Data yang didapatkan oleh sensor ultrasonik ini adalah waktu sehingga untuk mengubahnya kedalam jarak, waktu tempuh dari sensor perlu dikalikan dengan kecepatan gelombang dan dibagi dua [25]. Prinsip dari sensor ini dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 3.4.



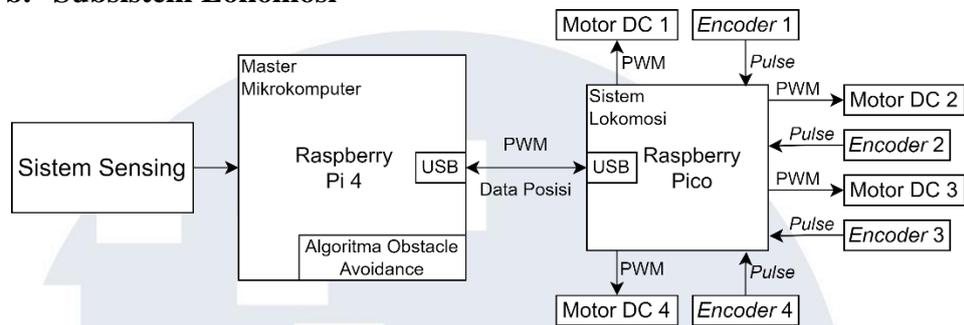
Gambar 3.4 - Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

Data waktu yang didapatkan oleh sensor ini akan diolah oleh Raspberry Pico RP2040 menjadi data jarak dan akan dikirimkan ke Raspberry Pi 4 untuk diolah dengan algoritma *obstacle avoidance* yang sudah dibuat di Raspberry Pi 4. Setelah itu data akan dikirimkan ke subsistem lokomosi untuk membuat pergerakan terhadap data yang sudah diberikan. Jumlah dari sensor ultrasonik yang digunakan sama dengan DFD level 2 subsistem yaitu berjumlah 12. Peletakan dari sensor ultrasonik ini dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 - Peletakan Sensor Ultrasonik

b. Subsistem Lokomosi



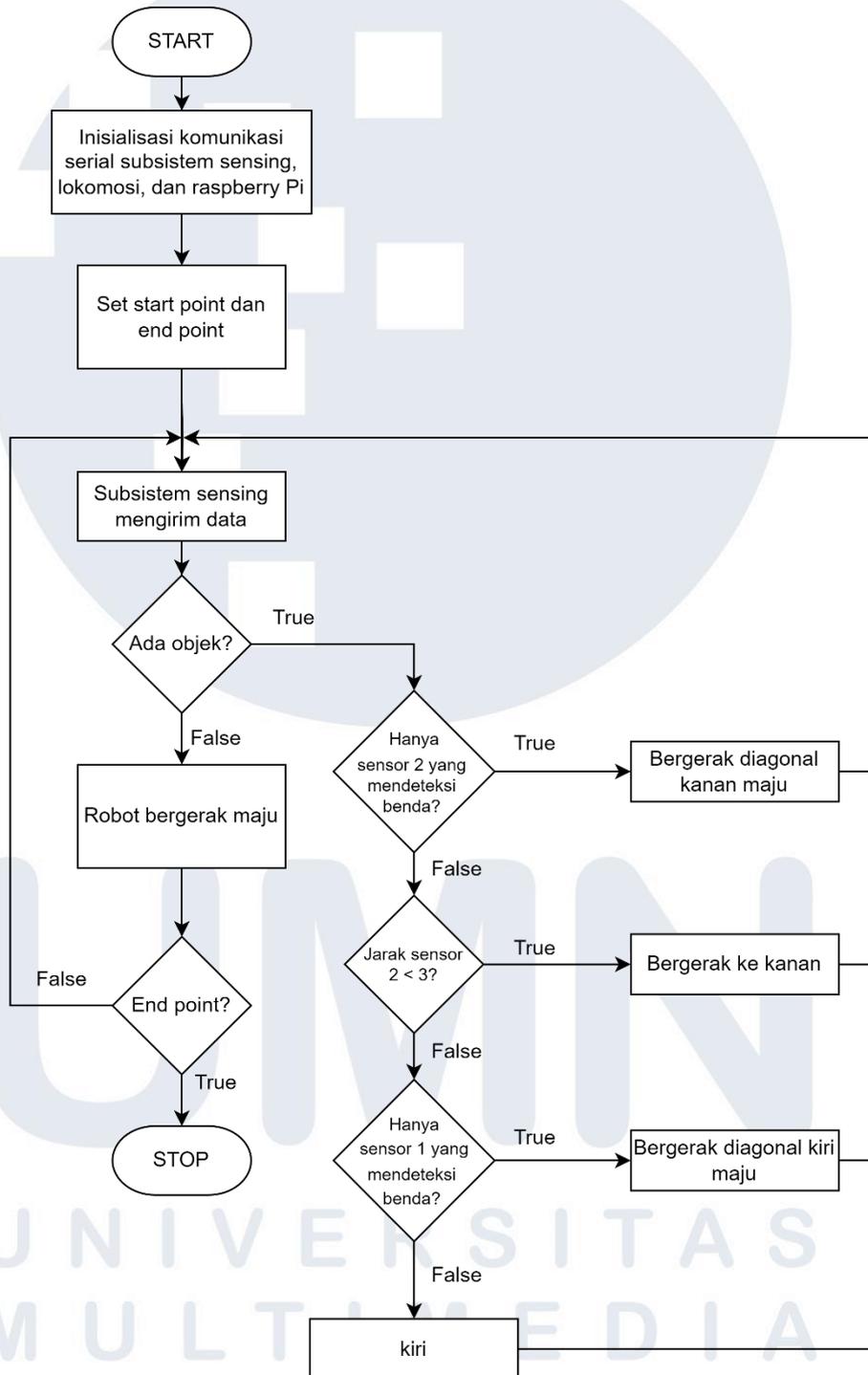
Gambar 3.6 - DFD Level 2 Subsistem Lokomosi

Tabel 3.4 - Penjelasan DFD Level 2 Subsistem Lokomosi

Parameter	Keterangan
Input	<ul style="list-style-type: none"> • Data subsistem <i>sensing</i> • Data dari sensor <i>encoder</i> pada motor DC
Output	<ul style="list-style-type: none"> • Pergerakan dari aktuator motor DC dan <i>mecanum wheel</i>
Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Mecanum wheel mobile robot</i> mampu bergerak ke lokasi tujuan dan kembali ke titik awal • <i>Mecanum wheel mobile robot</i> mampu melakukan gerakan bergeser ke kiri dan kanan, bergerak diagonal, dan berputar di tempat. • <i>Mecanum wheel mobile robot</i> mampu menghindari rintangan di sekitarnya

Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.4, subsistem ini berfungsi untuk menggerakkan *mecanum wheel mobile robot* yang didukung oleh subsistem *sensing* untuk mengetahui adanya halangan pada jalur yang dilalui. Subsistem ini selain mendapatkan data berupa perintah dari Raspberry Pi 4, subsistem ini juga mengirimkan data berupa pembacaan dari *encoder* yang berguna untuk mengetahui seberapa jauh *mecanum wheel mobile robot* ini bergerak. Subsistem lokomosi merupakan subsistem yang penting karena tanpa adanya subsistem ini, *mecanum wheel mobile robot* tidak dapat bergerak sama sekali walaupun subsistem *sensing* dapat bekerja dengan baik. Pergerakan yang dilakukan oleh subsistem ini tergantung pada hasil dari keputusan Raspberry Pi 4 yang sudah terdapat *algoritma obstacle avoidance* yang akan membuat Raspberry Pi 4 untuk cenderung memilih pergerakan ke kanan terlebih dahulu dibandingkan pergerakan yang lain.

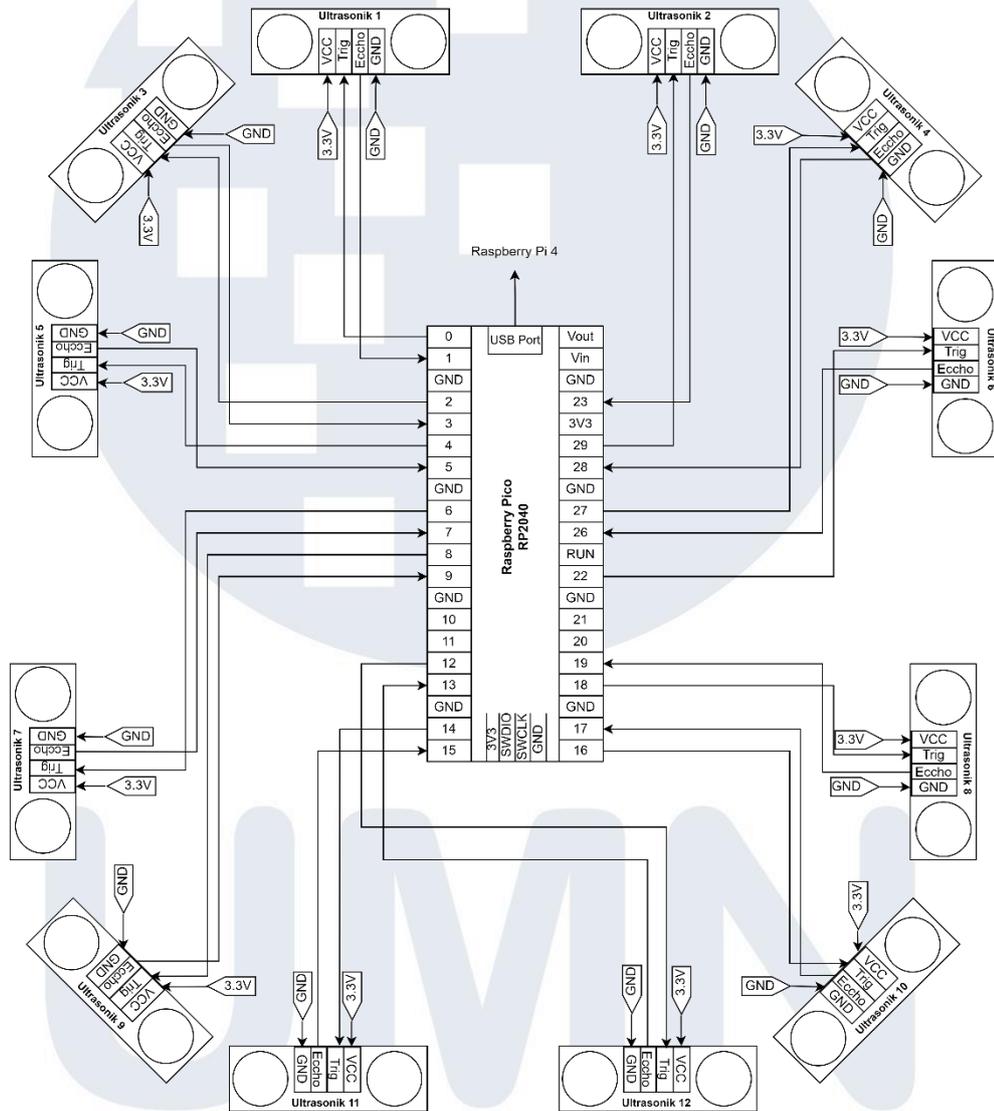
Flowchart dari salah satu kasus berupa pergerakan ketika *mecanum wheel mobile robot* melaju ke depan dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 - Flowchart Algoritma *Obstacle Avoidance* Ketika *Mecanum Wheel Mobile Robot* Bergerak Maju

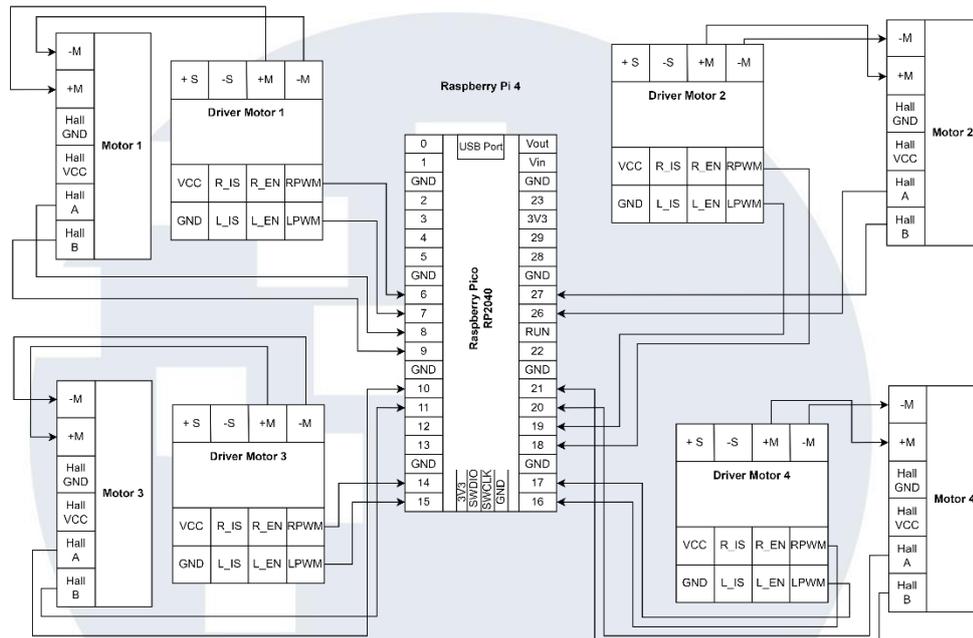
3.1.3 Diagram Sistem

Gambar 3.8 dan Gambar 3.9 berikut ini merupakan *wiring diagram* untuk sistem *sensing* dan lokomosi. *Wiring diagram* ini menunjukkan konektivitas antara modul dan juga komponen secara spesifik.



Gambar 3.8 - *Wiring Diagram* Sistem Sensing

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



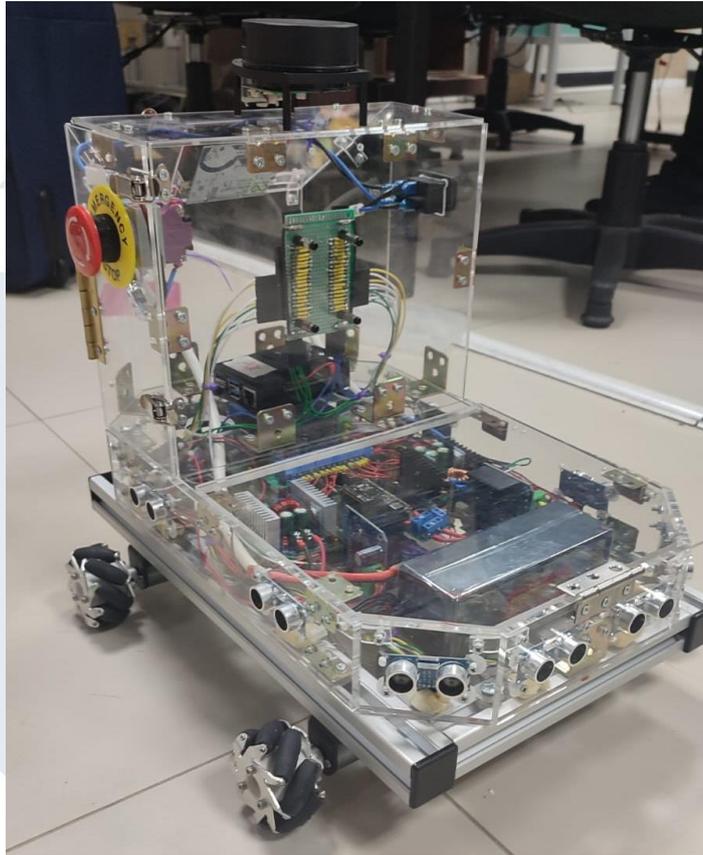
Gambar 3.9 - Wiring Diagram Sistem Lokomosi

3.2 Implementasi Sistem

3.2.1 Hasil Implementasi

a. Hasil Implementasi Desain Fisik

Mecanum wheel mobile robot ini terdiri dari tiga bagian utama, dimulai dari bagian tengah yang merupakan badan utama, bagian bawah yang merupakan sasis, dan bagian atas yang merupakan panel. Badan utama ini berisi komponen-komponen yang cukup besar berupa empat buah motor *driver*, dua buah *buck converter* untuk 12V dan 5V, dua belas buah sensor ultrasonik, baterai, dan Raspberry Pico RP2040 yang dipasangkan dengan PCB. Sasis *mecanum wheel mobile robot* hanya dipasangkan komponen motor DC yang sudah dipasangkan *mecanum wheel* untuk penggerak *mecanum wheel mobile robot* dengan menggunakan *bracket* besi. Sedangkan untuk bagian panel berisi LCD TFT, Raspberry Pi 4, dan Raspberry Pico RP2040 yang terpasang pada PCB. Tampak depan dari keseluruhan *mecanum wheel mobile robot* dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 - Pandangan Isometri *Mecanum Wheel Mobile Robot*

Bagian badan utama dari *mecanum wheel mobile robot* semuanya terbuat dari akrilik baik itu permukaan atas, bawah, ataupun dindingnya. Pada bagian permukaan bawah dan dinding menggunakan akrilik dengan ketebalan 5 mm, sedangkan untuk permukaan atas hanyalah menggunakan akrilik dengan ketebalan 3 mm. Badan utama dari *mecanum wheel mobile robot* ini berbentuk persegi delapan dengan *outline* persegi panjang berdimensi 25 x 40 cm. Permukaan bawah pada badan utama ini dihubungkan ke sasis dengan menggunakan *T-Nut* yang merupakan mur khusus untuk aluminium profil. Dinding pada bagian ini terdiri dari 8 buah persegi panjang yang memiliki tinggi yang sama sebesar 6 cm, namun dengan 3 ukuran panjang yang berbeda-beda. Bagian dinding ini dipasangkan ke samping-samping permukaan bawah dengan menggunakan siku yang terbuat dari besi dan juga akrilik yang dipasangkan dengan sekrup, mur, dan *washer*. Sedangkan permukaan atas tubuh utama ini di

potong menjadi dua bagian dengan bagian depan yang lebih panjang dengan tujuan untuk dipasangkan engsel sehingga dapat memudahkan akses ke dalam bagian badan utama untuk mengurus komponen-komponen yang ada di dalam badan utama.

Bagian sasis ini terbuat dari bahan aluminium profil dengan tipe 3030 yang berarti memiliki panjang dan lebar 30 mm. Aluminium profil ini terdiri dari 5 buah dengan panjang 40 cm sebanyak 2 buah untuk membentuk sasis kiri dan kanan, 20 cm sebanyak 2 buah untuk membentuk sasis bagian depan dan belakang, dan 34 cm sebanyak 1 untuk membentuk sasis bagian tengah. Semua bagian aluminium ini dihubungkan dengan siku besi dengan menggunakan *T-Nut*, sekrup, dan juga *washer* berukuran M6.

Pada bagian panel terbuat dari bahan akrilik juga dengan ketebalan 3 mm yang berjumlah 8 buah akrilik dengan bentuk dan ukuran berbeda-beda. Semua bagian akrilik tersebut dihubungkan dengan menggunakan siku besi dan juga siku akrilik. Panel ini memiliki dimensi kasar berupa 25 x 15 x 20 cm dan panel ini diletakan di bagian belakang permukaan atas badan utama. Pada bagian kanan panel ini dipasangkan engsel sehingga dapat mempermudah dalam mengakses komponen yang ada didalamnya.

b. Hasil Implementasi Subsistem *Sensing*

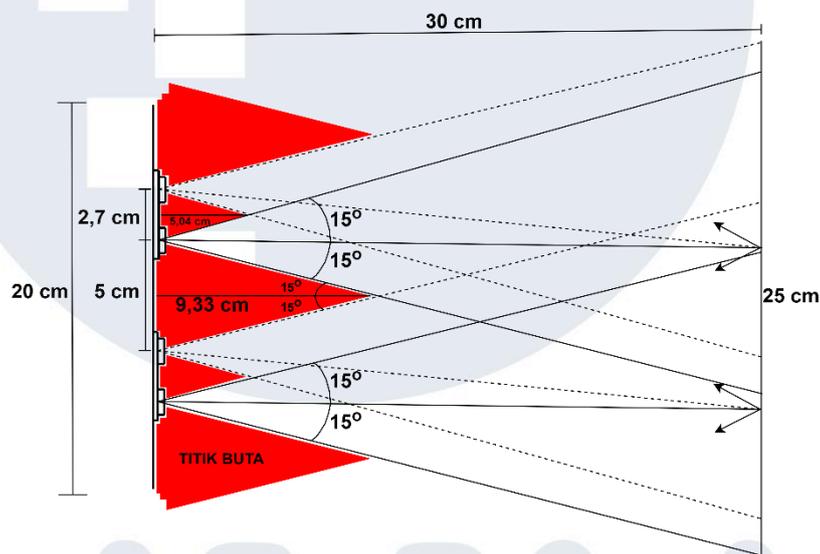
Subsistem sensing ini bertanggung jawab pada lokalisasi mecanum wheel mobile robot secara lokal untuk mendeteksi adanya halangan di sekitar mecanum wheel mobile robot. Subsistem *sensing* ini membuat mecanum wheel mobile robot dapat beradaptasi pada lingkungan yang dinamis karena dapat mengetahui adanya perubahan yang terjadi di lingkungan sekitar robot dengan menggunakan data yang didapatkan dari sensor yang ada. Subsistem ini akan bekerja sama dengan subsistem lokomosi untuk mengubah arah jalur yang dilalui sistem ketika ada halangan yang muncul sepanjang jalur sistem. Lingkungan pengembangan dari subsistem *sensing* ini menggunakan aplikasi Thonny *Integrated Development Environment* (IDE) yang berbasis Python. Pengembangan program dari subsistem ini adalah untuk mengendalikan dua belas buah

ultrasonik untuk mengetahui ada tidaknya halangan di jalur. Subsistem ini sendiri akan dihubungkan dengan sistem utama dengan menggunakan komunikasi serial melalui USB antara Raspberry Pico RP2040 dengan Raspberry Pi 4.

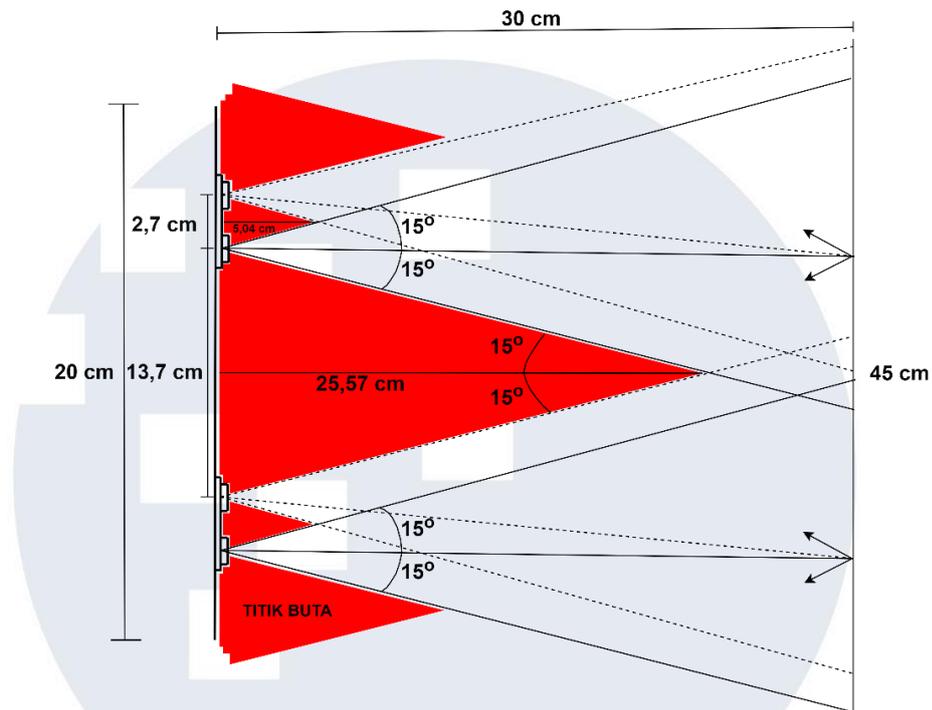
Implementasi awal dari subsistem ini adalah pembuatan dari *wiring diagram* yang dapat mempermudah pemasangan komponen-komponennya, *wiring diagram* pada subsistem *sensing* ini dapat dilihat pada Gambar 3.5 sebelumnya. Rangkaian dari subsistem *sensing* ini seluruhnya dipasang pada bagian dalam badan utama karena badan utama memiliki ruang yang cukup besar untuk menampung seluruh kabel dari rangkaian ini beserta papan pcb dan komponen-komponennya. Komponen yang digunakan dalam subsistem ini adalah Raspberry Pico RP2040 dan juga dua belas buah sensor ultrasonik HC-SR04. Seluruh pin VCC dan GND sensor ultrasonik akan dihubungkan secara paralel di bagian depan dan belakang PCB ke pin 3V3 dan GND Raspberry Pico RP2040, hal ini dikarenakan Raspberry Pico sendiri hanya memiliki satu pin 3V3 dan 4 pin GND saja yang tidak cukup untuk mensuplai semua sensor. Untuk pin *trig* dan *echo* sensor ultrasonik akan dipasangkan pada masing-masing pin GPIO pada raspberry Pico RP2040 di sisi kanan dan kiri melalui PCB. Semua pin tersebut menggunakan kabel AWG 22 yang ujungnya disambungkan dengan *dupont connector female* pada sensor dan *dupont connector male* pada PCB. Setelah selesai di rangkai, semua sensor ultrasonik dipasangkan ke lubang yang sudah tersedia di bagian dinding badan utama dengan menggunakan sekrup, *washer*, dan juga mur.

Pada desain awal perancangan sistem *sensing*, ultrasonik yang mau di implementasikan pada dinding badan utama berjumlah 14 buah, tapi jumlah sensornya dikurangi di bagian dinding kiri dan kanan dikarenakan penggunaan 2 buah sensor ultrasonik pada dinding kiri dan kanan sudah cukup untuk mendeteksi halangan yang ada di bagian tersebut. Sensor ultrasonik yang dipasang mengelilingi badan *mobile robot* ini mampu untuk mengurangi titik buta dari robot dan mendeteksi ke segala arah. Dalam

penelitian yang dilakukan oleh Dongkyoung dan Junseok yang dikutip oleh Gillang, dkk. [26], menyebutkan bahwa sensor ultrasonik pada pemasangan *mobile robot* mereka masih memiliki banyak titik buta. Selain itu menurut Alfian, dkk. [27], titik buta dari robot dapat semakin kecil dengan menggunakan sensor yang dapat mendeteksi dalam 360 derajat atau satu lingkaran penuh. Oleh karena itu, *mobile robot* ini menggunakan dua belas sensor ultrasonik dan pemasangan ultrasonik pada *mobile robot* ini dipasang melingkar atau mengelilingi badannya untuk mengurangi titik buta *mobile robot* dan dapat mendeteksi sekelilingnya.



Gambar 3.10 - Pancaran Gelombang Sensor Ultrasonik pada Bagian Depan



Gambar 3.11 - Pancaran Gelombang Sensor Ultrasonik pada Bagian Samping

Gambar 3.10 dan 3.11 menggambarkan gelombang yang dihasilkan dan diterima oleh sensor ultrasonik yang dipasang pada bagian depan serta bagian samping dari *mecanum wheel mobile robot*. Gelombang *transmitter* ditandai dengan garis lurus dan gelombang *receiver* ditandai dengan garis putus-putus. Titik buta ditandai dengan daerah berwarna merah yang berbentuk segitiga sama kaki. Pada daerah ini, sensor ultrasonik tidak dapat mendeteksi benda dengan baik bahkan menghasilkan pembacaan yang salah karena derajat pembacaan yang efektif pada sensor ultrasonik ini adalah 15° dari garis tengah pembacaan sensornya. Derajat pembacaan efektif pada sensor ini didapatkan dari datasheetnya [28]. Sehingga jika terdapat halangan yang muncul di depan *mecanum wheel mobile robot* akan selalu terdeteksi oleh robot kecuali ada benda yang jatuh di bagian titik buta robot tersebut.

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

c. Hasil Implementasi Subsistem Lokomosi

Subsistem lokomosi ini merupakan subsistem yang penting karena berperan dalam pergerakan dari *mecanum wheel mobile robot*. Subsistem ini merupakan subsistem yang bergantung pada subsistem *sensing* karena memerlukan data yang didapatkan oleh subsistem *sensing*. Subsistem lokomosi ini sendiri dikendalikan oleh Raspberry Pico RP2040 yang lingkungan pengembangannya menggunakan aplikasi Thonny IDE juga dan akan berkomunikasi secara serial dengan Raspberry Pi 4.

Sama seperti pengimplementasian *sensing*, subsistem lokomosi ini dimulai dari pembuatan *wiring diagram* yang dapat dilihat pada Gambar 3.6 sebelumnya. Rangkaian dari subsistem ini akan terdapat pada badan utama, panel, dan juga sasis. Subsistem lokomosi ini menggunakan komponen berupa Raspberry Pico RP2040, empat buah motor *driver* BTS760, 2 buah *buck converter* dengan tegangan 5V serta 12V, dan juga empat buah motor DC JGA25-12CPR yang masing-masing sudah dilengkapi dengan *encoder*. Masing-masing motor DC dipasang pada bagian bawah sasis dengan menggunakan *bracket* besi dan *mecanum wheel* dipasangkan langsung ke besi as pada motor DC. Kabel dari motor DC diperpanjang dengan menggunakan kabel AWG 24 yang bagian ujung-ujungnya diberi *dupont connector male* dan dihubungkan ke GPIO Raspberry Pico dengan PCB dan juga ke motor *driver*.

Motor *driver* yang digunakan memerlukan tegangan masuk 5V pada pin VCC dan GND dari *buck converter* 5V untuk menyalakan motor *driver* tersebut. Terdapat juga pin dari *driver* berupa pin R_EN dan L_EN yang dihubungkan ke pin motor DC untuk berputar secara *clockwise* dan *counterclockwise*, sedangkan untuk pin RPWM dan LPWM dihubungkan ke pin GPIO Raspberry Pico RP2040 untuk memberikan nilai PWM. Pin VCC dan GND untuk *encoder* yang digunakan akan dihubungkan ke 3V3 dan GND Raspberry Pico RP2040 melalui PCB dan pin A serta B akan dipasang di GPIO.

3.2.2 Hambatan dan Solusi Implementasi

a. Hambatan dan Solusi Implementasi Desain Fisik

Pada tahap pengimplementasian desain fisik *mecanum wheel mobile robot*, terdapat permasalahan pada tahap penggabungan badan utama. Akrilik yang harus digabungkan tidak memiliki lubang untuk sekrup karena tidak dibuat pada tahap desain, sehingga perlu dilakukan perlubangan secara manual dengan menggunakan bor yang memiliki mata bor yang sesuai dengan ukuran sekrup yang digunakan. Pada desain awal panel, engsel akan dipasangkan pada bagian atas panel sebagai pintu akses ke komponen yang ada di dalam, namun hal itu membuat struktur dari panel menjadi tidak kokoh sehingga posisi pintu dipindahkan ke bagian samping kanan panel. Pada badan utama juga terdapat permasalahan berupa penggunaan *latch* sebagai pengunci dalam pintu akses ke dalam bagian badan utama, tapi hal ini menyebabkan pintu tidak tertutup dengan rapat sehingga *latch* digantikan dengan menggunakan siku yang sudah terpasang mur dan dipasangkan pada bagian dalam yang dapat dikunci dengan menggunakan sekrup saja. Pada badan utama juga terdapat permasalahan dalam pemasangan kabel, kabel yang dipasang dalam tubuh utama sangatlah banyak dan membuatnya menjadi berantakan serta tumpang tindih yang membuat kabel terkadang dapat terlepas karena tumpang tindih tersebut dan menghabiskan banyak ruang yang membuat komponen lain tidak dapat terpasang. Sehingga seluruh kabel tersebut perlu dirapikan serta diarahkan berpusat ke arah kiri dan kanan dengan menggunakan *cable ties* dan *cable organizer*.

b. Hambatan dan Solusi Implementasi Subsistem Sensing

Pada pengimplementasian subsistem *sensing* ini, terdapat permasalahan yang ditemui. Sensor ultrasonik tidak dapat dipasangkan ke lubang mount pada dinding dikarenakan pin header pada sensor tersebut sudah terpasang terlebih dahulu ketika dibeli dan menghadap ke arah depan sehingga perlu dilakukan desoldering pin header dan memasang pin tersebut menghadap ke belakang. *Dupont connector female* yang digunakan ke pin header sensor ultrasonik juga mengalami permasalahan yaitu *Dupont connector female*

yang terpasang cukup mudah untuk terlepas karena dipasang secara melayang, sehingga perlu diganjak di bagian bawahnya dengan menggunakan busa sehingga tidak mudah lepas.

Selain permasalahan yang ditemukan pada pemasangan sensor ultrasonik dan kabelnya, ditemukan juga permasalahan pada program yang sudah dibuat dan dijalankan dengan Raspberry Pico RP2040. Hasil pembacaan seluruh sensor ultrasonik menunjukkan nilai negatif yang berarti terdapat kesalahan pada keseluruhan sensor ultrasonik atau terdapat pada koneksi antara pin sensor dengan Raspberry Pico RP2040. Karena seluruh sensor menunjukkan hasil negatif, dilakukan pemeriksaan terlebih dahulu pin 3V3 dan GND pada Raspberry Pico RP2040 dan ditemukanlah bahwa terdapat pin GND yang rusak sehingga koneksi pin GND pada PCB perlu dihubungkan ke pin GND yang lain.

Dilakukan pengetesan ulang untuk mengetahui apakah masih terdapat permasalahan yang muncul dan hasil pembacaan sensor menunjukkan bahwa satu sensor bernilai negatif. Dilakukanlah pemeriksaan kembali pada sensor tersebut dan ditemukan bahwa pin *header* pada sensor ultrasonik tidak terpasang dengan baik sehingga perlu dilakukan solder ulang pada pin *header* tersebut. Dilakukanlah pengetesan kembali kembali, namun hasil pembacaan tetaplah negatif sehingga dilakukan pemeriksaan pada pin yang terhubung dengan Raspberry Pico RP2040 dan ditemukan bahwa pin GPIO 20 dan 21. Maka dilakukan perubahan terhadap *wiring* yang telah dilakukan dengan memindahkan koneksi ke pin GPIO yang lain dan semua sensor berhasil memberikan pembacaan yang sesuai.

Dari Gambar 3.10 yang terdapat pada implementasi subsistem *sensing*, dapat dilihat juga bahwa pada jarak lebih dari 20 cm, gelombang yang akan diterima oleh kedua *receiver* sensor ultrasonik yang ada di depan *mobile robot* mengalami *overlapping* dan hal ini terbukti ketika dilakukan pengetesan. Gelombang *receiver* mengalami *overlapping* dan data yang didapatkan menjadi tidak sesuai dengan jarak yang diukur, semua data yang didapatkan oleh kedua atau salah satu sensor tersebut menghasilkan jarak

yang berbeda dari jarak aktualnya yang bernilai 100 cm lebih. Hal ini dapat diatasi dengan penggunaan kondisi *if else* dalam program *sensing* untuk membatasi data yang akan dikirimkan ke Raspberry Pi 4. Jika sensor mendeteksi benda dengan jarak 15 cm yang merupakan jarak aman dan tidak mengalami *overlapping*, maka sistem *sensing* barulah mengambil data tersebut dan mengirimkannya.

c. Hambatan dan Solusi Implementasi Subsistem Lokomosi

Terdapat juga permasalahan yang terdapat dalam mengimplementasikan subsistem lokomosi ini. Pemasangan motor DC ke *bracket* tidak dapat dilakukan karena posisi lubang sekrup pada *bracket* tidak sesuai dengan motor DC sehingga perlu dilakukan penggantian pada *bracket* dengan yang lebih sesuai. Rangkaian yang dibuat untuk subsistem ini cukup kompleks, banyak membutuhkan kabel, dan memakan banyak tempat sehingga kabel-kabel tersebut perlu dipanjangkan terlebih dahulu dan dirapikan menjadi beberapa bagian yang berpusat ke sisi kiri dan kanan badan utama dengan menggunakan *cable ties* dan *cable organizer*. Pada tahap awal perencanaan, subsistem ini akan menggunakan Raspberry Pi 4 sebagai pengendali subsistemnya, namun pada Raspberry Pi 4 hanya memiliki 6 pin PWM saja sedangkan yang dibutuhkan sebanyak 8 pin PWM, sehingga pengendali dari subsistem ini digantikan ke Raspberry Pico RP2040 yang semua GPIO dari mikrokontroler ini dapat digunakan untuk PWM. Selain dari pemasangan, ditemukan juga masalah ketika menjalankan program untuk menggerakkan motor DC yang sudah dipasang. Terdapat satu roda yang motor DC nya tidak nyala, sehingga dilakukanlah pengecekan mulai dari kabel dan juga koneksi pin baik di motor DC dan di motor *driver* dengan menggunakan multimeter. Setelah dilakukan pengecekan, ditemukan bahwa terdapat pin GPIO yang rusak pada Raspberry Pico RP2040, sehingga koneksi pin PWM perlu diubah.