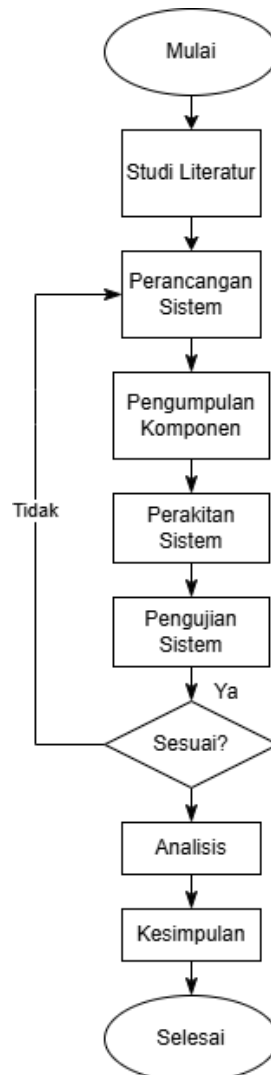


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Flowchart Penelitian

Perancangan sistem ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang diilustrasikan pada *flowchart* di bawah ini. Setiap langkah dalam proses ini disusun secara sistematis untuk memastikan kelancaran dan keberhasilan dalam pengembangan sistem. Gambar 3.1 menjelaskan *flowchart* penelitian yang menjadi alur perancangan sistem dalam pengendalian *mobile robot* mekanum.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Penelitian

3.1.1 Studi Literatur

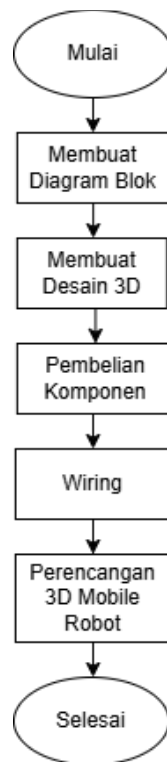
Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan berbagai referensi yang relevan dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Referensi ini bisa berupa jurnal, artikel ilmiah, buku, dan sumber lainnya yang mendukung pengembangan penelitian serta penulisan tugas akhir.

3.1.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem bertujuan untuk menentukan kebutuhan yang diperlukan dalam merakit *mobile robot*, mulai dari perangkat keras hingga perangkat lunak. Perancangan perangkat keras meliputi komponen seperti mikrokontroler arduino, driver motor, motor DC Encoder, dan sensor MPU9250, serta komponen lainnya yang mendukung operasi robot. Sementara itu, perancangan perangkat lunak mencakup penggunaan berbagai perangkat lunak untuk desain dan pemrograman sistem mikrokontroler arduino yang akan mengontrol robot.

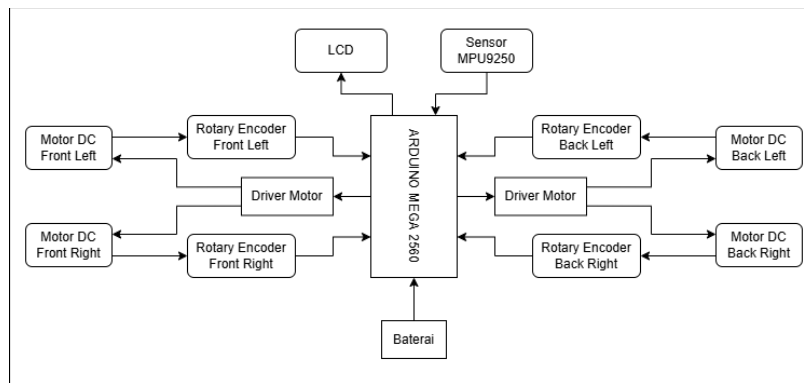
1. Perancangan Perangkat Keras

Pada Gambar 3.2 menunjukkan flowchart perancangan perangkat keras, yang dimulailai dengan pembuatan diagram blok sebagai panduan alur kerja sistem perangkat keras. Setelah itu, dilakukan pembelian komponen yang diperlukan untuk merakit *mobile robot* guna mendukung pembangunan sistem. Dengan komponen yang sudah terkumpul, proses perakitan dimulai dengan mencakup kegiatan *wiring* dan desain fisik pada bodi robot. Langkah pertama ini menggunakan diagram blok untuk menjelaskan hubungan antara komponen utama dalam sistem.



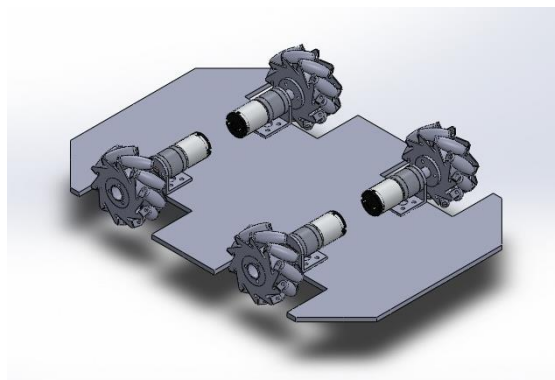
Gambar 3. 2 Perancangan Perangkat Keras

. Pada Gambar 3.3 menunjukan hubungan antar sistem dimana Arduino MEGA 2560 dijalankan dengan supply tegangan baterai dan berperan sebagai pusat pengendalian. Sensor MPU9250 untuk membaca orientasi (*heading*) dan sensor *rotary encoder* yang menghitung kecepatan putaran pada masing-masing roda. Data ini digunakan sebagai umpan balik dalam pengendalian kecepatan motor menggunakan metode kontrol PID. Proses perhitungan kinematika dilakukan untuk menghasilkan kecepatan yang diperlukan pada tiap roda yang selanjutnya dikontrol oleh motor driver untuk menggerakkan motor DC.



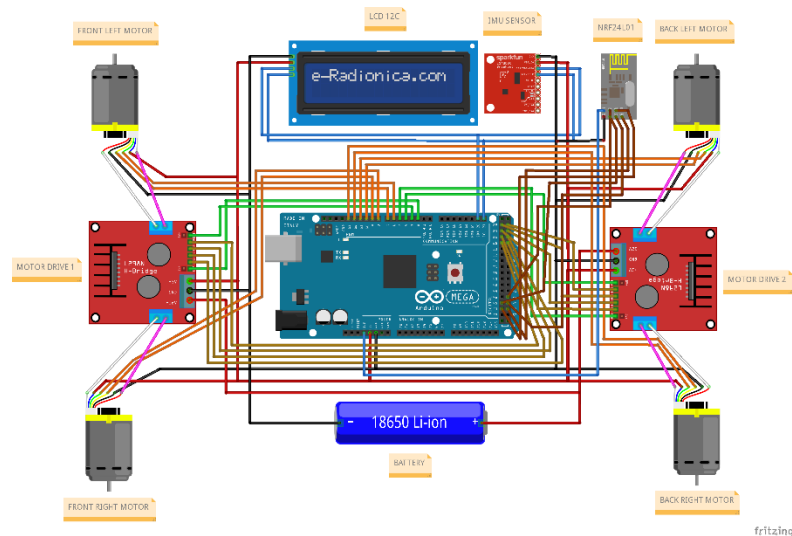
Gambar 3. 3 Diagram Blok Sistem

Selanjutnya setelah mengetahui struktur pada diagram blok maka akan dibuat desain *3D*, guna menjadi gambaran untuk perancangan desain sesungguhnya setelah semua dimensi yang dibutuhkan telah diketahui yang ditunjukkan pada Gambar 3.4.

Gambar 3. 4 Desain 3D *Mobile Robot*

Setelah mengetahui struktur pada diagram blok dan membuat desain, maka akan dibuat perancangan elektronika robot (*wiring*). Pada Gambar 3.5 adalah *wiring* diagram sistem dengan komponen empat motor DC encoder, dua *driver* motor L298N, sensor MPU9250, LCD, dan arduino MEGA 2560. Dalam pengaplikasiannya sistem *wiring* ini membutuhkan *supply* tegangan berupa baterai 12V untuk *driver* motor dan 5V untuk arduino, sehingga arduino dapat memberikan

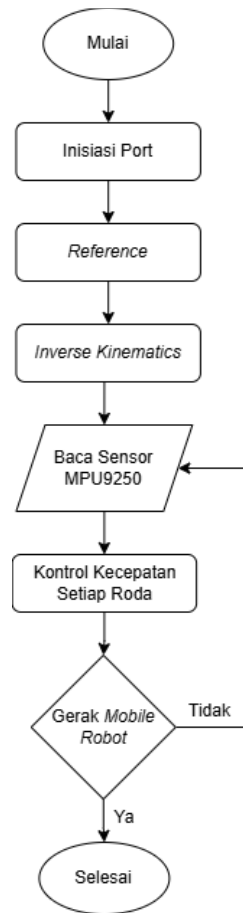
perintah kepada sensor *rotary encoder*, sensor MPU9250 dan *driver* motor untuk mengatur kecepatan *mobile robot* nantinya.



Gambar 3. 5 *Wiring Diagram Sistem*

2. Perancangan Perangkat Lunak

Setelah perancangan perangkat keras dianggap selesai maka selanjutnya dalam tahap ini yaitu memprogram Arduino sesuai dengan kebutuhan yang terdapat pada Gambar 3.6 yaitu flowchart perangkat lunak yang menunjukkan alur perancangan perangkat lunak *mobile robot* yang dimulai dengan inisiasi port sebagai pengaturan awal sistem. Selanjutnya data sensor MPU9250 dibaca untuk mendapatkan informasi orientasi robot. Proses dilanjutkan dengan perhitungan *inverse kinematics* untuk menentukan kecepatan sudut masing-masing roda berdasarkan referensi dari V_r dan θ .

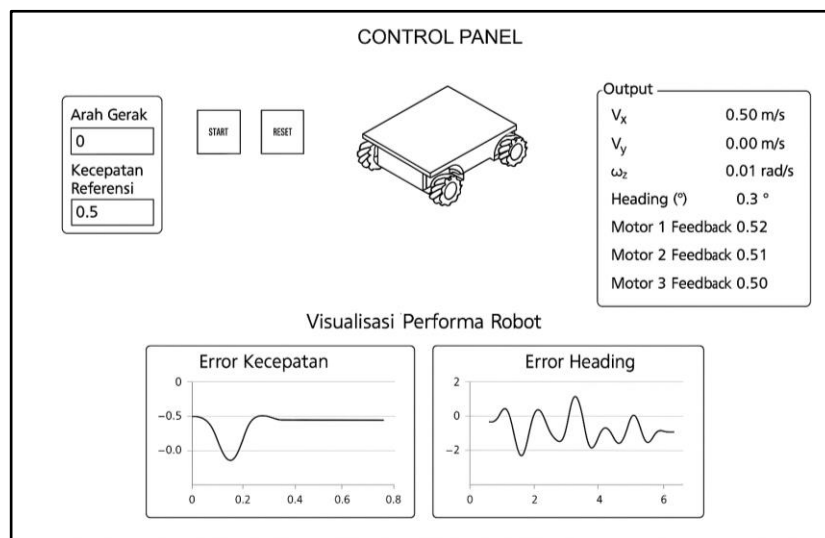


Gambar 3. 6 *Flowchart* Perancangan Perangkat Lunak

Setelah perhitungan selesai sistem mengontrol kecepatan setiap roda melalui algoritma kontrol PID (*Proportional-Integrative-Derivative*) untuk kestabilan kecepatan setiap roda pada *mobile robot* roda *mecanum*. Proses ini berakhir setelah robot bergerak sesuai arah yang diinginkan dan koreksi *heading* diperlukan untuk memastikan target telah tercapai.

Tahap berikutnya adalah perancangan *user interface* (UI) sebagai media interaksi antara pengguna dan sistem robot. UI dirancang untuk menampilkan data input dan output secara *real-time*, seperti kecepatan linier V_x dan V_y , kecepatan sudut ω_z serta *feedback* dari setiap motor dan sensor *heading*. Antarmuka ini juga dilengkapi dengan kontrol input seperti arah gerak dan kecepatan referensi yang

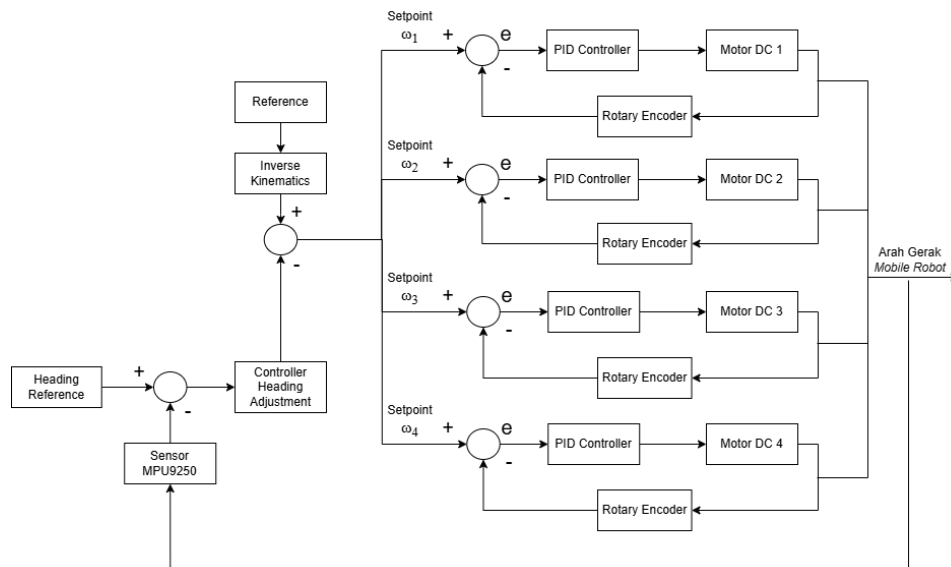
memudahkan pengguna dalam mengatur pergerakan robot. Selain itu, ditampilkan grafik visualisasi robot, seperti grafik error kecepatan dan *heading*, untuk memudahkan proses monitoring dan evaluasi sistem selama pengujian. Gambar 3.7 merupakan sketsa UI yang akan dibuat untuk media interaksi antara pengguna dan sistem robot.



Gambar 3. 7 Tampilan *User Interface*

3. Metode Pengendalian

Pada Gambar 3.8 menggambarkan alur sistem kontrol robot beroda mecanum. Proses dimulai dari *reference* yang menentukan arah target dan data ini diproses melalui *inverse kinematics* untuk menghitung kecepatan sudut roda yang diperlukan. Selanjutnya *PID Controller* mengatur kecepatan masing-masing motor sesuai *reference* kecepatan dan umpan balik dari *rotary encoder*.



Gambar 3. 8 Diagram Pengendalian

Secara bersamaan sensor MPU9250 memberikan data orientasi robot yang digunakan dalam *controller heading adjustment* untuk menyelaraskan arah gerak robot berdasarkan *heading reference*. Hasil pengendalian ini diteruskan ke motor DC JGA25-370 untuk memastikan pergerakan *mobile robot* roda *mecanum*.

3.1.3 Pengumpulan Komponen

Setelah perancangan sistem dianggap selesai, proses pengumpulan komponen dilakukan untuk memastikan apakah setiap komponen dapat berfungsi dengan baik. Beberapa komponen yang diperlukan dalam perakitan sistem yang ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Data Komponen

No.	Hardware dan Software	Fungsi
1.	Laptop/PC	Hardware untuk memprogram arduino
2.	Arduino Mega 2560	Prosesor utama
3.	Arduino IDE	Aplikasi program arduino
4.	Kabel USB	Konektor Arduino ke PC

No.	Hardware dan Software	Fungsi
5.	Baterai	Pemasok tegangan pada Arduino dan motor <i>driver</i>
6.	<i>Driver</i> Motor L289N	Sebagai pengendali motor
7.	Sensor MPU9250	Untuk membantu robot bernavigasi
8.	LCD	Sebagai tampilan robot
9.	Motor DC JGA25 - 370	Penghasil putaran untuk roda dengan sensor encoder
10.	Kabel	Sebagai konektor antar komponen
11.	Akrilik	Sebagai bahan bodi
12.	Papan Triplek	Sebagai bahan arena pengujian

3.1.4 Perakitan Sistem

Setelah semua komponen berhasil dikumpulkan dan dipastikan dapat berfungsi, langkah berikutnya adalah merakit komponen-komponen tersebut sesuai dengan rancangan sistem yang telah disusun sebelumnya.

3.1.5 Pengujian Sistem

Sistem yang telah selesai dirancang akan diuji secara keseluruhan apakah sistem tersebut bekerja dengan baik atau tidak dan sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Pengujian dilakukan dengan cara mengamati pergerakan *mobile robot* yang telah dirakit, diantaranya dengan capaian sebagai berikut.

1. Pengujian Perhitungan *Inverse Kinematics*

Pengujian kinematika robot dilakukan dengan memberikan input nilai variabel kecepatan robot V_r dan arah gerak θ kemudian dimasukkan dalam persamaan kinematik robot yang menghasilkan variabel baru berupa kecepatan sudut tiap roda

($\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$). Berdasarkan hal itu, maka hasil pengujian perhitungan kinematik ditunjukkan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Pengujian Perhitungan *Invers Kinematics*

Kecepatan Robot V_r (m/s)	Sudut θ (°)	Kecepatan Roda (rad/s)			
		ω_1	ω_2	ω_3	ω_4
	0				
	45				
	90				
	dst.				

Pada Tabel 3.2 dapat diambil kesimpulan bahwasannya nilai yang ditentukan pada input kecepatan robot V_r dan arah gerak θ dengan sudut $0^\circ - 315^\circ$ menghasilkan masing-masing $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$ kecepatan sudut sesuai dengan setiap pergerakan yang diinginkan. Perbandingan kecepatan sudut roda robot dengan perhitungan kinematik dapat dijelaskan dalam Tabel 3. 3.

Tabel 3. 3 Perbandingan Kecepatan Roda Robot

Sudut θ (°)	Teori / Uji	Kecepatan Roda (rad/s)				Selisih Error (rad/s)			
		ω_1	ω_2	ω_3	ω_4	ω_1	ω_2	ω_3	ω_4
0	T								
	U								
45	T								
	U								
90	T								
	U								
Rata – rata Selisih Error									

Pada tabel 3.3 dapat diketahui bahwa perbandingan antara kecepatan motor dalam perhitungan dengan yang sebenarnya adalah motor satu sebesar ... rad/s,

motor dua sebesar ... rad/s, motor tiga sebesar ... rad/s, dan motor empat sebesar ... rad/s.

2. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian sistem secara menyeluruh dilakukan untuk mengevaluasi kinerja *mobile robot* beroda mekanum. Prosedur pengujian melibatkan pemberian berbagai mode pergerakan dengan variasi gerakan robot sesuai yang diberikan. Hasil pengujian untuk respon robot saat digerakkan kearah tertentu dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Hasil Keseluruhan Sistem

Sudut <i>theta</i> (°)	Kecepatan Aktual (rad/s)				Sudut Kesalahan Gerak (°)	Sudut Kesalahan Orientasi (°)
	ω_1	ω_2	ω_3	ω_4		
0						
45						
90						
135						
180						
225						
270						
315						
Rata – rata Kesalahan						

Pada Tabel 3.4 hasil respon robot saat dikendalikan untuk bergerak ke arah tertentu menunjukkan bahwa terdapat kesalahan orientasi dengan deviasi rata-rata sudut ...°.

3. Pengujian Koreksi *Heading* Menggunakan Kontrol PID

Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja *mobile robot* beroda mekanum setelah diterapkan koreksi *heading*. Prosedur pengujian dengan membandingkan keseluruhan sistem tanpa sensor dengan sensor. Hasil pengujian untuk respon robot saat digerakkan kearah tertentu dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Hasil Perbandingan Kesalahan Sudut Orientasi

Sudut <i>theta</i> (°)	Kesalahan Sudut Orientasi		Selisih Error (°)
	Tanpa Sensor (°)	Sensor MPU9250 (°)	
0			
45			
90			
135			
180			
225			
270			
315			
Rata – rata Selisih Error			

Dati Tabel 3.5. dapat diperoleh perbandingan rata – rata hasil kesalahan sudut sebelum memakai sensor MPU9250 dan setelah menggunakan sensor MPU9250 dengan rata – rata sebesar ...°

3.1.6 Analisis Kinerja Sistem

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dari hasil pengujian sistem dan analisis untuk menilai kesesuaian antara teori dengan hasil pengujian. Proses ini bertujuan untuk menentukan apakah tujuan dari perancangan telah tercapai atau belum. Selain itu dari analisis ini akan diperoleh beberapa poin penting mengenai

kelebihan dan kekurangan dari hasil perancangan *mobile robot* yang telah dilakukan.

3.1.7 Penarikan Kesimpulan

Setelah analisis selesai dilakukan dapat disimpulkan apakah penelitian ini berhasil mencapai tujuan yang diharapkan.

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lingkungan kampus 2 Universitas Siliwangi yaitu di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Siliwangi, Jl. Mugarsari, Kec. Tamansari, Kota Tasik. Tasikmalaya, Jawa Barat 46196.