

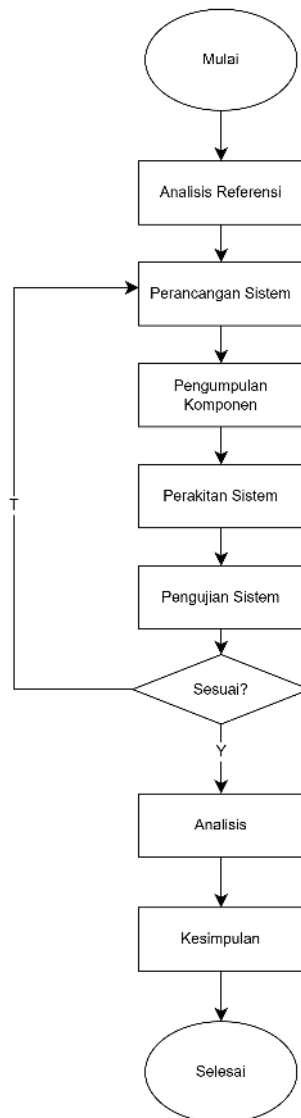
BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ada beberapa tahapan yang dilalui.

Berikut ini merupakan tahapan-tahapan dalam penelitian :



Gambar 3. 1 Desain Penelitian

3.1.1 Analisis Referensi

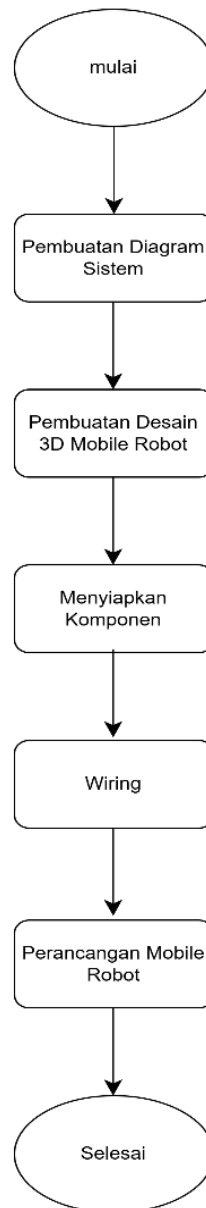
Analisis referensi bertujuan menganalisis sumber dan mempelajari landasan teori yang berkaitan dengan penelitian, sehingga penelitian ini bisa diimplementasikan di dunia nyata. Referensi bisa berupa buku, jurnal, internet maupun sumber lainnya. Referensi yang dianalisis dan dipelajari yaitu tentang *mobile robot trajectory tracking* dengan metode *Odometry* dinamis

3.1.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam merakit *mobile robot trajectory tracking* dengan metode *Odometry* dinamis. Perancangan dimulai dari perangkat keras sampai dengan proses perancangan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan terdiri dari mikrokontroler, motor *driver*, sensor *encoder*, dan lain-lain. Untuk perancangan perangkat lunak menggunakan beberapa *software* untuk membuat desain, program sistem *mobile robot*, dan program sistem mikrokontroler Arduino.

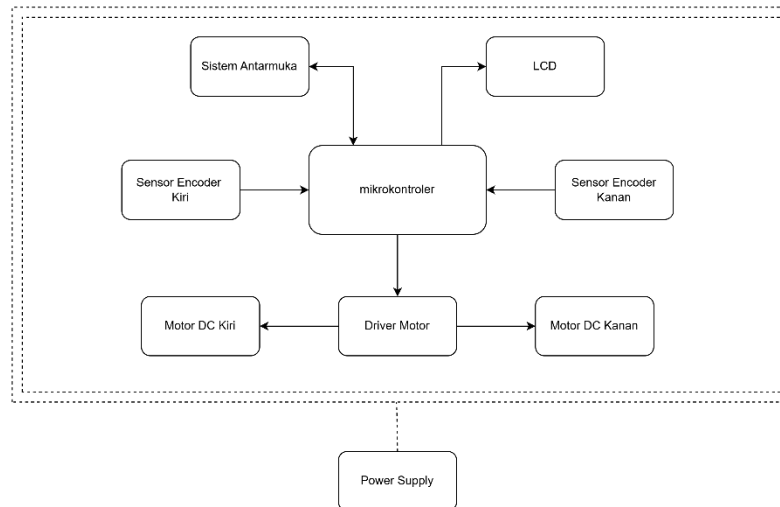
1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras yang ada pada Gambar 3.2 menjelaskan proses perancangan perangkat keras dari *mobile robot* yang akan dirancang, mulai dari pembuatan diagram sistem, pembuatan desain 3D, menyiapkan komponen, *wiring*, sampai dengan perancangan *mobile robot*.



Gambar 3. 2 Perancangan Perangkat Keras

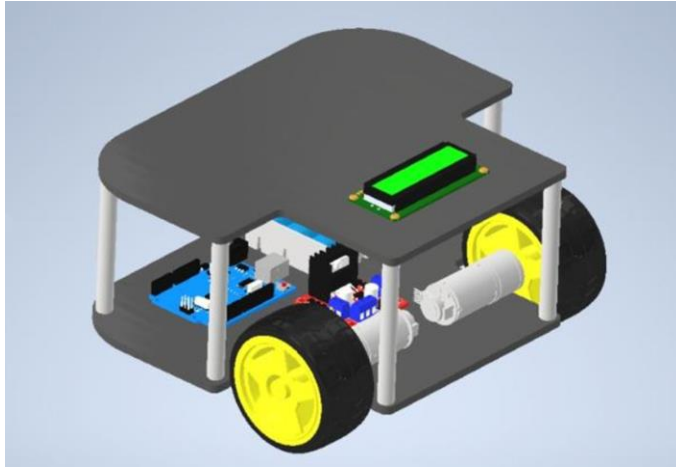
Dari proses perancangan perangkat keras di atas tahapan pertama yaitu pembuatan diagram sistem yang ditunjukkan pada Gambar 3. 3, yaitu diagram untuk menggambarkan terkait sistem *mobile robot* yang dirancang .



Gambar 3. 3 Diagram Sistem

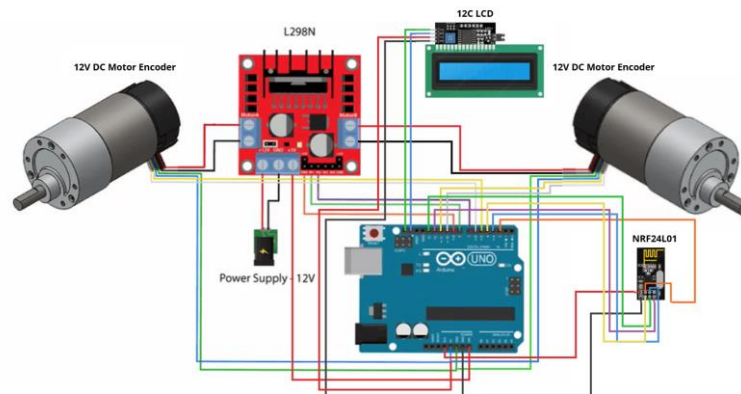
Pada Gambar 3. 3 menggambarkan sistem *mobile robot trajectory tracking*, dimana mikrokontroler berfungsi sebagai pengelola data sekaligus pengambil keputusan bagaimana *mobile robot* akan bergerak. Dua buah sensor *encoder* bekerja sebagai sensor yang mendeteksi perubahan posisi dan arah dari *mobile robot* yang dimana data tersebut digunakan mikrokontroler untuk menjalankan fungsi *trajectory tracking*.

Setelah proses pembuatan diagram sistem *mobile robot*, selanjutnya dilakukan pembuatan desain 3D *mobile robot* yang ditunjukkan pada Gambar 3. 4 dengan tujuan untuk menggambarkan lebih jelas lagi bagaimana *mobile robot* akan dirancang.



Gambar 3. 4 Desain 3D *Mobile Robot*

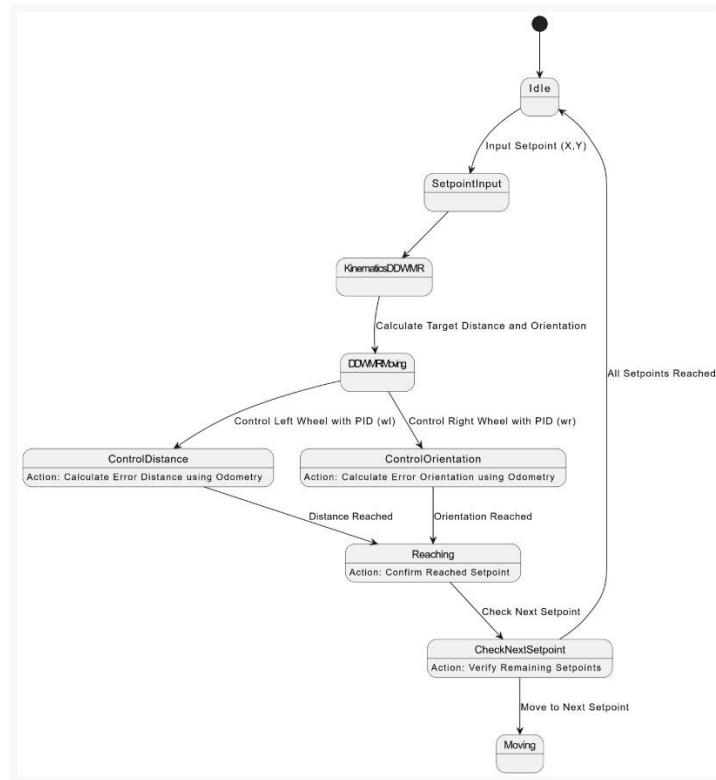
Wiring sistem pada *mobile robot* yang ditunjukkan pada Gambar 3. 5 dibuat sebagai acuan untuk perancangan elektronika *mobile robot*.



Gambar 3. 5 Wiring Diagram Sistem

2. Perancangan Perangkat Lunak

Tahap perancangan perangkat lunak dilaksanakan setelah semua tahapan dari perancangan perangkat keras selesai, dimana pada tahap ini mencakup pembuatan program Arduino yang dijelaskan alur flowchart programnya pada Gambar 3. 6.



Gambar 3. 6 Flowchart Perancangan Perangkat Lunak

Flowchart 3 .6 menjelaskan alur kerja *trajectory tracking* untuk *mobile robot* berbasis *Odometry* simultan. Proses dimulai dengan *idle*, di mana sistem *standby* dan mengaktifkan perangkat keras serta komunikasi yang diperlukan, seperti motor driver dan sensor *encoder*. Setelah itu, robot menerima input koordinat tujuan atau setpoint yang harus dicapai. Pada setiap iterasi, robot membaca data dari *encoder* roda kiri dan kanan untuk mendapatkan informasi mengenai jumlah pulsa yang dihasilkan selama pergerakan. Berdasarkan data ini, jarak tempuh masing-masing roda dihitung menggunakan rumus *odometry*.

Setelah jarak tempuh roda kiri dan kanan diketahui, robot menghitung total jarak tempuh serta perubahan orientasi yang terjadi

akibat pergerakan tersebut. Dengan informasi ini, posisi baru robot dalam koordinat (x, y) serta orientasi (θ) diperbarui. Selanjutnya, sistem menghitung error posisi (x_{err}, y_{err}) dan orientasi (θ_{err}) dengan membandingkan posisi dan orientasi saat ini dengan target setpoint. Jika error yang dihitung melebihi batas toleransi yang telah ditentukan, sistem mengatur kecepatan linear (v) dan angular (ω) untuk melakukan koreksi posisi dan orientasi.

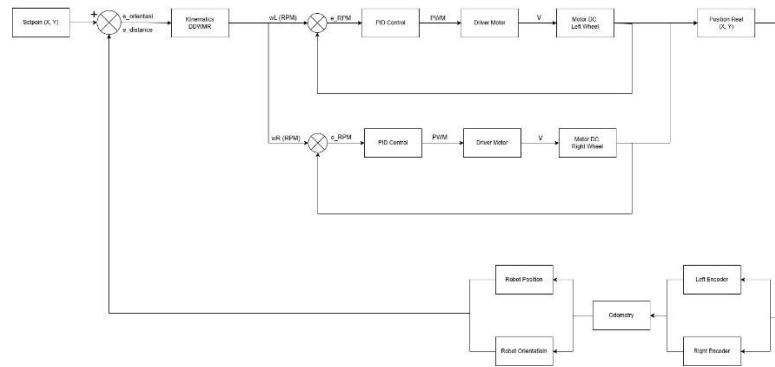
Berdasarkan nilai koreksi tersebut, motor kiri dan kanan dikendalikan untuk menggerakkan robot menuju target. Sistem terus memantau pergerakan robot dan melakukan koreksi hingga error berada dalam batas toleransi. Setelah mencapai setpoint saat ini, sistem memeriksa apakah semua target sudah dicapai. Jika belum, robot akan melanjutkan ke setpoint berikutnya. Namun, jika semua target sudah dicapai, proses berakhir, dan robot berhenti. Algoritma ini menggunakan konsep *Odometry* dengan pengendalian simultan untuk memastikan bahwa pembaruan posisi robot dilakukan secara *real-time* selama perjalanan menuju target.

3. Metode Pengendalian

Pada Gambar 3.7 menjelaskan diagram blok sistem pengendalian close-loop untuk *mobile robot* metode *odometry* dengan pengendalian simultan yang bertujuan untuk mencapai koordinat tertentu (X, Y) . Sistem ini dimulai dengan input setpoint (X, Y) sebagai koordinat tujuan robot. Dari koordinat tersebut, sistem akan menjalankan kontrol untuk

mengetahui dan menghitung *error* perbedaan orientasi atau arah robot saat ini terhadap arah menuju tujuan, serta *error distance* untuk mengukur jarak antara posisi aktual robot dengan titik tujuan. Kedua error ini diproses oleh *PID controller* yang berfungsi untuk menghasilkan sinyal kontrol guna mengoreksi arah (orientasi) dan jarak (*distance*) secara simultan. Sinyal dari PID kemudian dikirim ke driver motor, yang bertanggung jawab mengatur kecepatan dan arah putaran motor DC kiri **dan** motor DC kanan.

Gerakan roda yang dihasilkan motor DC akan diukur menggunakan *rotary encoder*, yang memberikan umpan balik (*feedback*) berupa data pergerakan roda. Data tersebut digunakan untuk menghitung posisi aktual robot dengan metode *odometry*, sehingga sistem dapat memperbarui *error* orientasi dan *error distance* secara terus-menerus. Proses ini berlangsung secara iteratif hingga *error* orientasi dan *distance* diminimalkan, sehingga robot dapat mencapai titik tujuan dengan akurasi yang diinginkan. Dengan demikian, sistem ini memungkinkan pengendalian jarak dan orientasi dilakukan secara simultan untuk memastikan pergerakan robot sesuai dengan koordinat yang diinputkan.



Gambar 3. 7 Blok Diagram Sistem Pengendalian

3.1.3 Pengumpulan Komponen

Setelah tahapan perancangan *hardware* dan *software* dianggap selesai, selanjutnya dilakukan pengumpulan komponen sekaligus dilakukan pengujian pada masing-masing komponen apakah layak untuk digunakan atau tidak. Berikut komponen-komponen yang digunakan:

Tabel 3. 1 Data Kebutuhan dan Komponen

No.	Komponen Hardware dan Software	Fungsi
1.	PC/Laptop	<i>Device</i> untuk membuat program Arduino
2.	Arduino Uno	Mikrokontroler
3.	Arduino IDE	Aplikasi arduino
4.	Kabel USB	Penghubung arduino dan <i>device</i>
5.	Baterai	Sebagai Power Supply untuk alat
6.	<i>Driver</i> Motor L289N	Pengendali motor DC

7.	Sensor Encoder	Sensor pendeteksi poisisi dan kecepatan motor
8.	Motor DC	Sebagai aktuator <i>mobile robot</i>
9.	Kabel	Penghubung antar komponen
10.	Papan triplek	Sebagai bahan pembuatan lintasan pengujian
11.	<i>Polylactic Acid (PLA)</i>	Sebagai bahan <i>chasis</i>

3.1.4 Perakitan Sistem

Perakitan sistem dilakukan setelah semua tahapan perancangan selesai dan semua komponen terkumpul dan layak digunakan. Perakitan sistem dilaksanakan sesuai dengan sistem yang telah dirancang sebelumnya.

3.1.5 Pengujian Sistem

Pengujian Sistem dilakukan setelah seluruh perakitan sistem selesai secara keseluruhan, pengujian dilakukan dengan cara mengamati pergerakan *mobile robot* yang telah dirakit pada lintasan banner yang digambar dengan diagram kartesius.

1. Pengujian posisi robot dalam mengikuti lintasan

Tabel 3. 2 Hasil Pengujian Posisi Robot

No.	Waktu Tempuh (s)	Koordinat Target (x, y)	Koordinat Aktual (x, y)	Error Posisi (cm)	Keterangan
1.					
2.					
....					

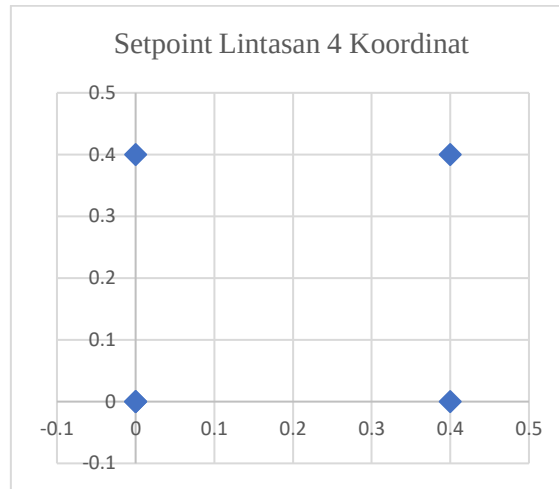
2. Pengujian Perbandingan akurasi dan kinerja waktu tempuh *mobile robot Odometry* simultan dan non-simultan

Tabel 3. 3 Hasil Perbandingan *Odometry* Simultan dan Non-Simultan

No.	Metode	Koordinat Target (x, y)	Koordinat Aktual (x, y)	Waktu Tempuh (s)	Error Posisi (cm)	Keterangan
1.	Simultan					
2.	Non-simultan					
....						

3. Pengujian *Mobile Robot* Lintasan 4 Koordinat

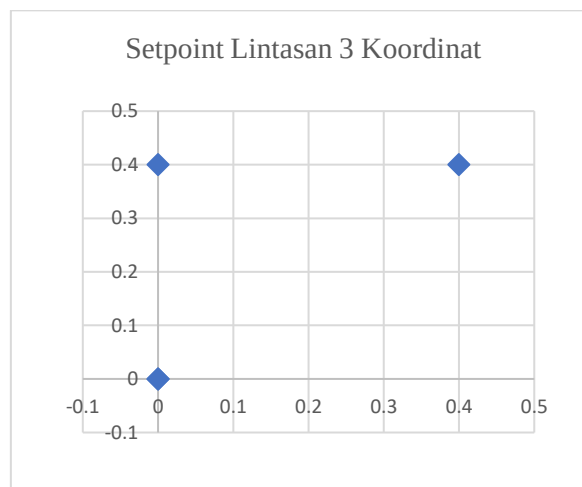
Pengujian *mobile robot* dilakukan dengan jalur berbentuk segitiga dan lintasan yang dihasilkan *mobile robot* akan dianalisa.



Gambar 3.8 Pengujian Lintasan 4 Koordinat

4. Pengujian *Mobile Robot* Lintasan 3 Koordinat

Pengujian *mobile robot* dilakukan dengan jalur berbentuk persegi empat dan lintasan yang dihasilkan *mobile robot* akan dianalisa.



Gambar 3.9 Pengujian Lintasan 3 Koordinat

3.1.6 Analisis

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data dari hasil pengujian sistem serta analisis untuk menilai kesesuaian antara teori dan hasil pengujian. Tujuannya adalah untuk menentukan apakah penelitian yang dilakukan telah memenuhi tujuan yang ditetapkan atau belum. Dari proses ini, akan diperoleh beberapa poin yang mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan dari hasil perancangan *mobile robot*.

3.1.7 Kesimpulan

Setelah proses analisis selesai, kesimpulan dapat diambil untuk menentukan apakah penelitian ini berhasil dan sesuai dengan harapan.

3.1.8 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di lingkungan kampus yaitu di Lab. Teknik Elektro Universitas Siliwangi, Jl. Siliwangi No. 24 Tasikmalaya.

3.1.9 *Timeline Pelaksanaan Penelitian*

Tabel 3. 4 Timeline Pelaksanaan Penelitian

Tahap Penelitian	Bulan ke-1				Bulan ke-2				Bulan ke-3				Bulan ke-4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Analisis Referensi	■	■														
Penyusunan Proposal		■	■	■	■											
Pembuatan Desain Sistem						■	■									
Perakitan Sistem							■	■								
Pengujian Sistem								■	■							

