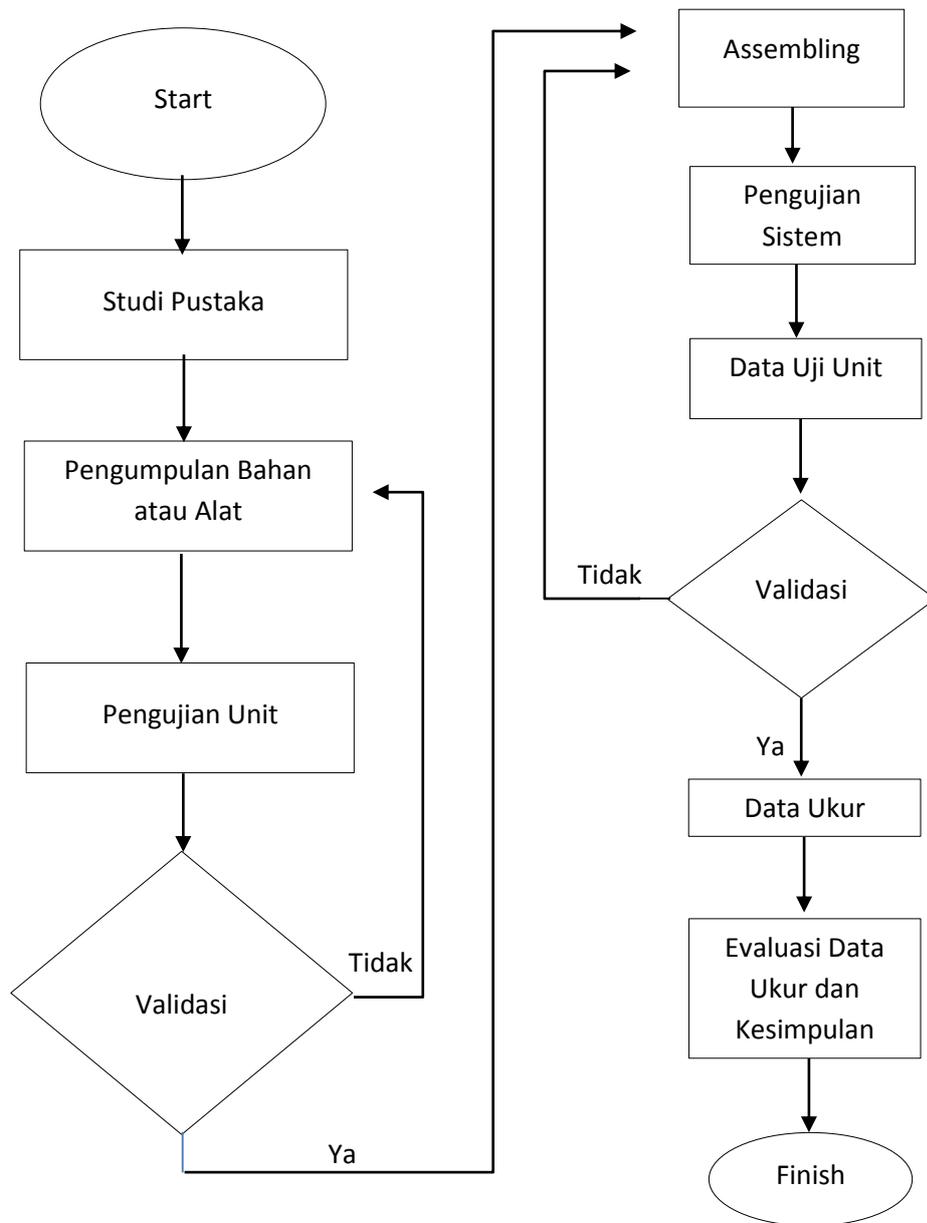


BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Flowchart Tahapan Penelitian

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini bisa dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3. 1 *Flowchart* Alur Penelitian

3.2 Persiapan Penelitian

Ada beberapa tahapan dalam perancangan dan pembuatan rancangan sistem Prototipe Transportasi *Autonomous* Dengan Teknik Pengurangan Kecepatan Secara Adaptif Berbasis Robot *Line Follower* , berikut tahapan-tahapan untuk merancang alat tersebut:

1. Tahapan pertama adalah memulai penelitian
2. Tahapan kedua adalah mengumpulkan pengumpulan dasar teori yang berkaitan dengan alat yang dibuat. Hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam perancangan alat.
3. Tahapan ketiga adalah pengumpulan data-data dan bahan-bahan yang sudah dikumpulkan.
4. Tahapan keempat adalah perancangan unit, sebelum melakukan pengujian pada sensor dirancang terlebih dahulu sensor yang akan di uji tersebut.
5. Tahapan kelima pengujian sensor, berikut adalah tahapan pengujian unit sensor:
 - a. Pengujian mikrokontroler arduino mega 2560, pengujian arduino mega dengan cara mengupload *sketch* blink pada *example* program arduino IDE, apabila LED pada arduino mega berkedip maka *sketch* tersebut berhasil di *upload* ke board arduino mega.
 - b. Pengujian LCD 16X2 dengan cara menampilkan karakter sesuai dengan program yang dibuat, apabila karakter yang muncul pada LCD sesuai dengan program berarti LCD berfungsi dengan baik.
 - c. Pengujian sensor *Load Cell* dengan cara menguji akurasi beban yang terukur dengan cara membandingkan pembacaan sensor *Load Cell* terhadap alat ukur standar timbangan SF-400.

- d. Pengujian sensor *Ultrasonic HC-SR04* dengan cara menguji akurasi jarak yang terukur dengan cara membandingkan pembacaan sensor *Ultrasonic HC-SR04* terhadap alat ukur standar penggaris.
 - e. Pengujian sensor *Line Follower* 8 chanel dengan cara menguji respon sensor terhadap garis hitam sebagai lintasan robot.
 - f. Pengujian motor servo MG996R dengan cara menguji akurasi sudut yang terukur dengan cara membandingkan sudut motor servo terhadap alat ukur standar busur derajat.
 - g. Pengujian motor driver BTS7960 dengan cara menghubungkan motor driver dengan motor dc dan diberi input tegangan 12 VDC.
6. Tahapan keenam adalah validasi dari pengujian tiap unit.
 7. Tahapan ketujuh adalah assembling yaitu penggabungan semua bahan – bahan yang sudah dikumpulkan dan sudah di validasi.
 8. Tahapan kedelapan adalah pengujian sistem alat, ini dilakukan mengetahui adanya kesalahan dan kekurangan pada alat yang dibuat. Pengujian ini dilakukan pada lintasan berupa garis hitam yang telah dibuat.
 9. Tahapan kesembilan adalah setelah melakukan pengujian sistem akan mendapatkan data hasil pengujian unit sistem.
 10. Tahapan kesepuluh adalah memvalidasi data hasil pengujian unit.
 11. Tahapan kesebelas adalah setelah melakukan pengujian sistem akan mendapatkan data pengujian secara keseluruhan alat prototipe transportasi *Autonomous* yang di buat.
 12. Tahapan keduabelas adalah memvalidasi data hasil pengujian sistem dan membuat kesimpulan dari kinerja alat yang dibuat.

13. Tahapan ketigabelas adalah selesai penelitian.

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas siliwangi dan tempat tinggal penulis.

3.4 Bahan, Alat dan *Software* Penelitian

Bahan, Alat, dan software yang di gunakan dalam membangun Prototipe Transportasi *Autonomous* Dengan Teknik Pengurangan Kecepatan Secara Adaptif Berbasis Robot *Line Follower* antara lain :

3.4.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan penelitian yang digunakan dalam membangun Prototipe Transportasi *Autonomous* Dengan Teknik Pengurangan Kecepatan Secara Adaptif Berbasis Robot *Line Follower* antara lain :

1. Arduino Mega 2560
2. Sensor *Load Cell*
3. Modul HX711
4. Sensor *Ultrasonic HC-SR04*
5. Sensor *Line Follower 8 chanel*
6. Servo MG996R
7. Kabel *Jumper Male to Male*
8. Kabel *Jumper Male to Female*
9. Kabel *Jumper Female to Female*
10. Baterai 12 volt
11. LCD 16X2
12. Modul I2C

13. Modul stepdown DC 12Volt DC ke 5 Volt DC
14. Motor DC 12 Volt
15. Driver motor BTS7960
16. Roda
17. Akrilik 3 mm
18. Aluminium
19. Saklar push on/off
20. Socket baterai 12 volt
21. Spacer 2 cm dan 3 cm
22. Berbagai variasi *machine screw* (skrup), nut (baut).

3.4.2 Alat Penelitian

Alat - alat penelitian yang digunakan dalam membangun Prototipe Transportasi *Autonomous* Menggunakan Sensor *Load Cell* Berbasis Robot *Line Follower* antara lain :

1. Laptop / PC
2. Mini *electric drill* (bor tangan kecil).
3. AVO meter
4. Tang buaya
5. Tang potong
6. *Screwdrivers* (macam-macam obeng).
7. Solder
8. Penggaris 30 cm
9. Timbangan SF-400

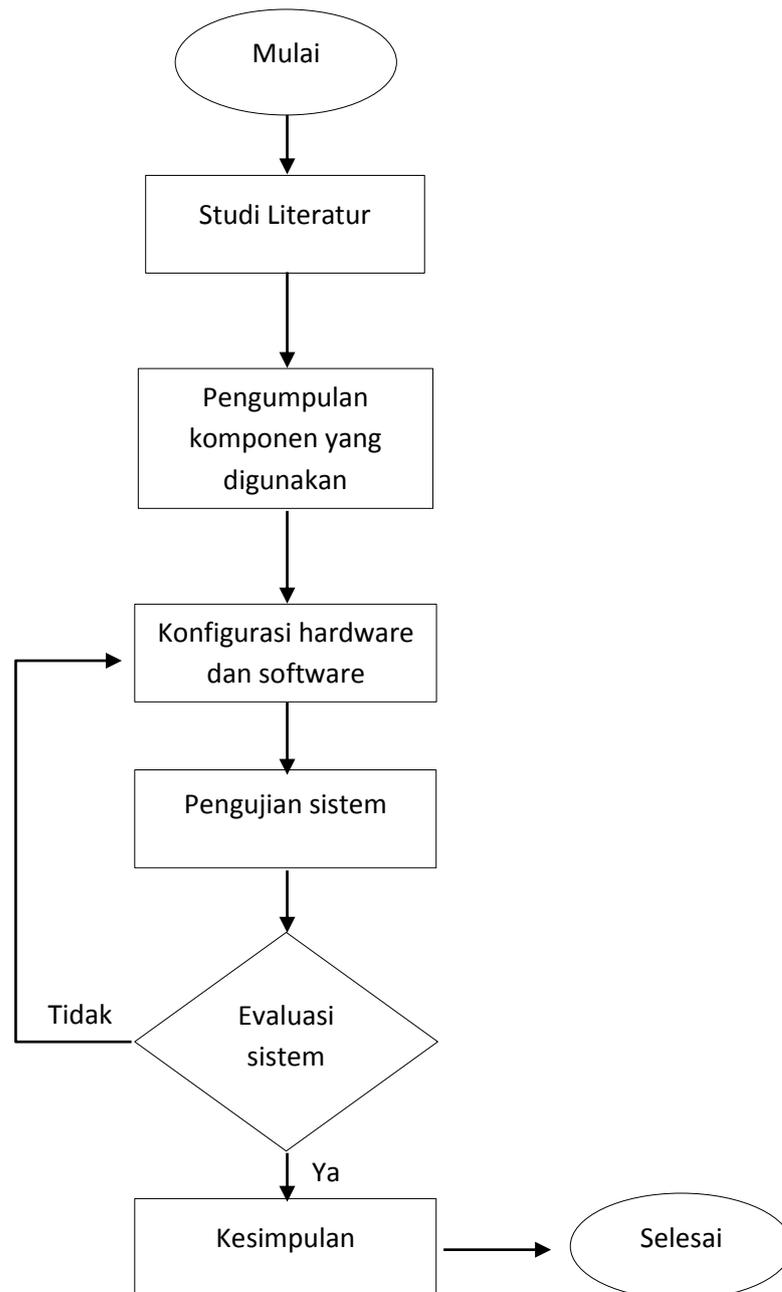
3.4.3 Software Penelitian

Software penelitian yang digunakan dalam membangun Prototipe Transportasi *Autonomous* Berbasis Robot *Line Follower* Dengan Teknik Pengurangan Kecepatan Secara Adaptif antara lain :

- 1 *Arduino Software (IDE)*
- 2 *Fritzing*

3.4.4 Konsep Penelitian

Dari bahan-bahan dan alat yang sudah dikumpulkan maka tahapan selanjutnya adalah merangkai dan membuat programnya, langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini bisa dilihat pada gambar 3.2 flowchart konsep penelitian.



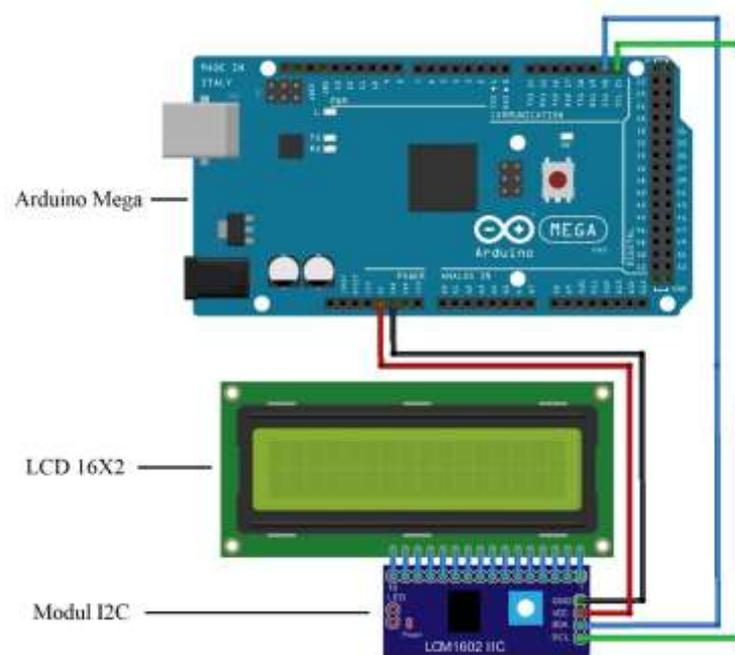
Gambar 3. 2 *Flowchart* Konsep Penelitian

3.5 Perancangan Perangkat keras (*Hardware*)

Perancangan Prototipe Transportasi *Autonomous* Berbasis Robot *Line Follower* Dengan Teknik Pengurangan Kecepatan Secara Adaptif meliputi perangkat keras (*Hardware*).

3.5.1 Perancangan Untuk LCD 16X2 dengan I2C

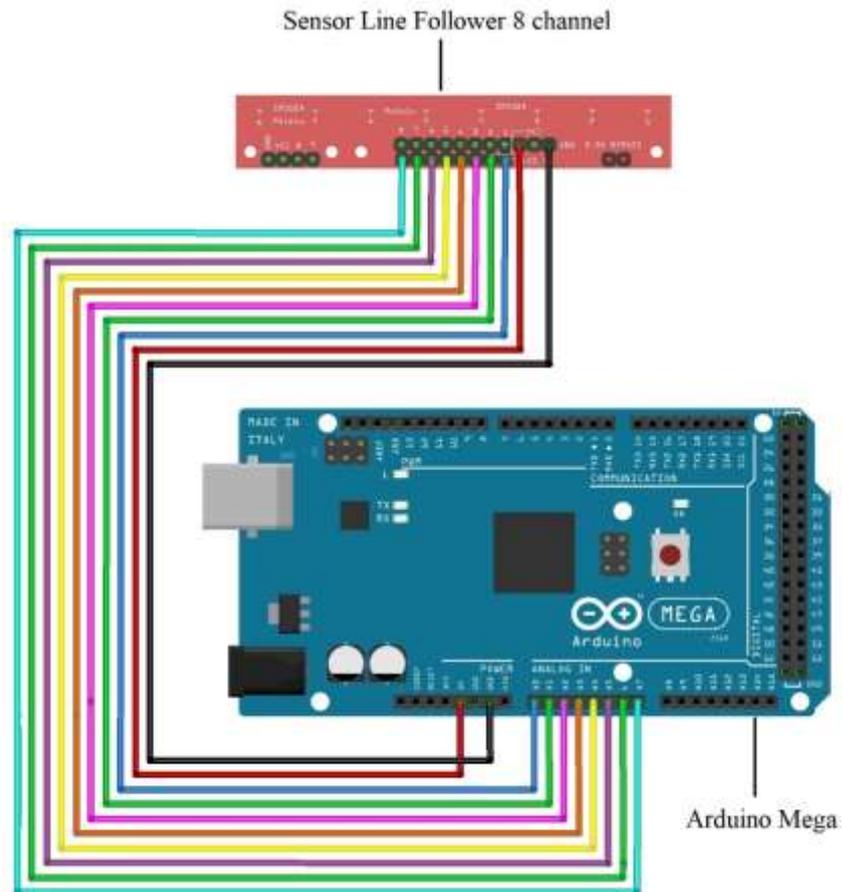
LCD yang digunakan pada prototype ini menggunakan LCD tipe 16X2 yang terhubung dengan modul I2C. Dengan menggunakan modul I2C pin yang digunakan menjadi lebih sedikit dari 16 pin menjadi 4 pin saja, sehingga bisa lebih menghemat pin pada arduino.



Gambar 3. 3 Skematik LCD 16X2 dengan I2C

3.5.2 Perancangan Untuk Sensor *Line Follower*

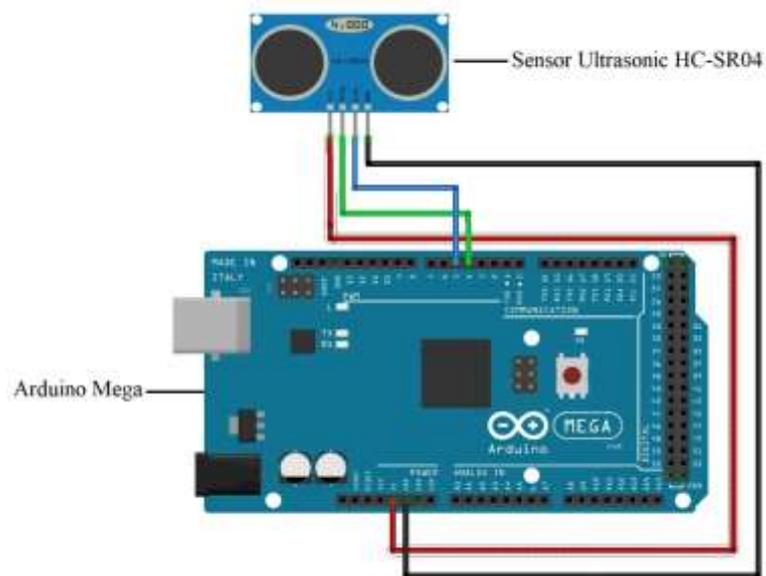
Sensor *Line Follower* yang digunakan pada prototype ini menggunakan sensor *Line Follower* 8 channel. Sensor ini lebih presisi dalam membaca garis hitam karena terdapat 8 titik infrared, sehingga jalannya robot bisa lebih halus. Sensor ini memiliki 10 pin, 8 diantaranya di hubungkan pada pin analog A0 – A7 dan 2 pin lainnya di hubungkan pada pin 5v arduino dan ground.



Gambar 3. 4 Skematik Sensor *Line Follower*

3.5.3 Perancangan Untuk Sensor *Ultrasonic HC-SR04*

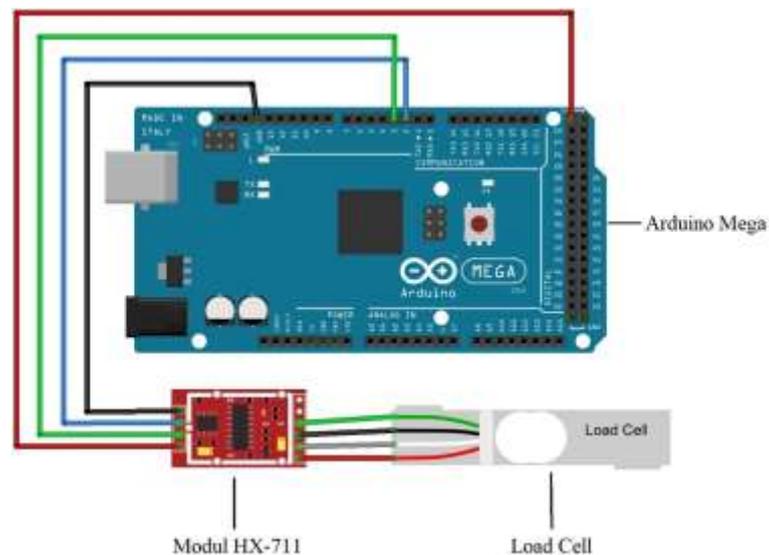
Sensor jarak yang digunakan pada prototype ini menggunakan sensor *Ultrasonic HC-SR04*, sensor ini dapat mengukur jarak dari 2 cm hingga 400 cm. Pada sensor ini terdapat 4 pin, pin echo di hubungkan pada pin 5 arduino dan pin trigger pin 4, VCC pada sensor di hubungkan pada 5v arduino dan pin GND di hubungkan pada ground arduino.



Gambar 3. 5 Skematik Sensor *Ultrasonic* HC-SR-04

3.5.4 Perancangan Untuk Sensor *Load Cell* dan Modul HX-711

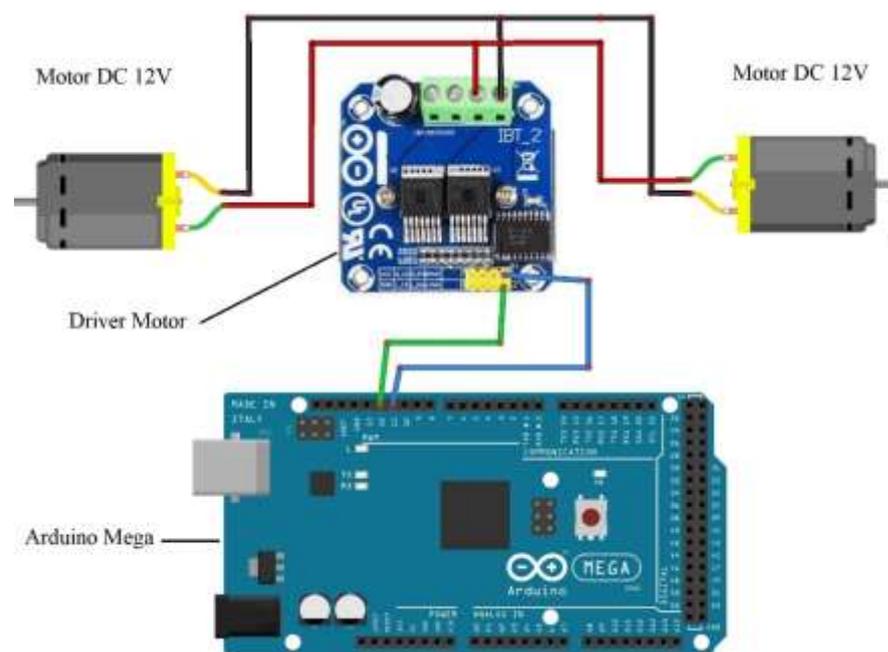
Sensor berat yang digunakan pada prototype ini menggunakan sensor *Load Cell* dengan kapasitas beban 5 Kg, pada sensor ini juga di tambahkan modul HX-711 agar tingkat keakurasian data yg di peroleh oleh sensor lebih akurat.



Gambar 3. 6 Skematik Sensor *Load Cell* Dengan Modul HX-711

3.5.5 Perancangan Untuk Driver Motor BTS7960

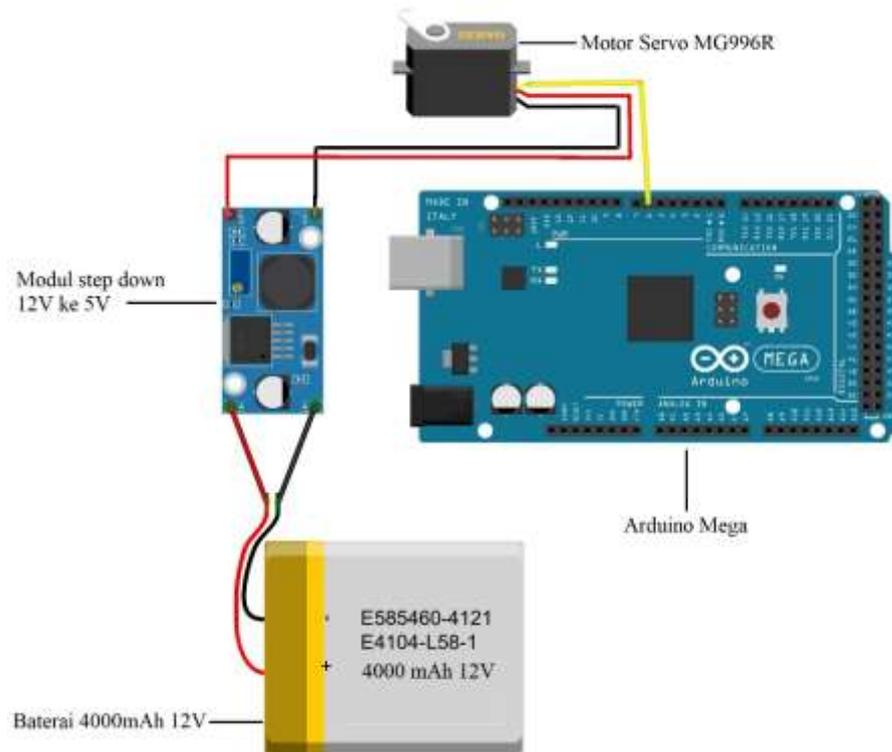
Driver motor yang digunakan pada prototype ini menggunakan driver motor BTS7960 untuk mengatur 2 motor dc 12 volt. Driver ini memiliki kelebihan di bandingkan dengan driver L298 n karena driver ini di design untuk arus yang lebih tinggi max 43 A, dan input voltage hingga 27 V.



Gambar 3. 7 Skematik *Driver Motor* BTS 7960

3.5.6 Perancangan Untuk Servo MG996R

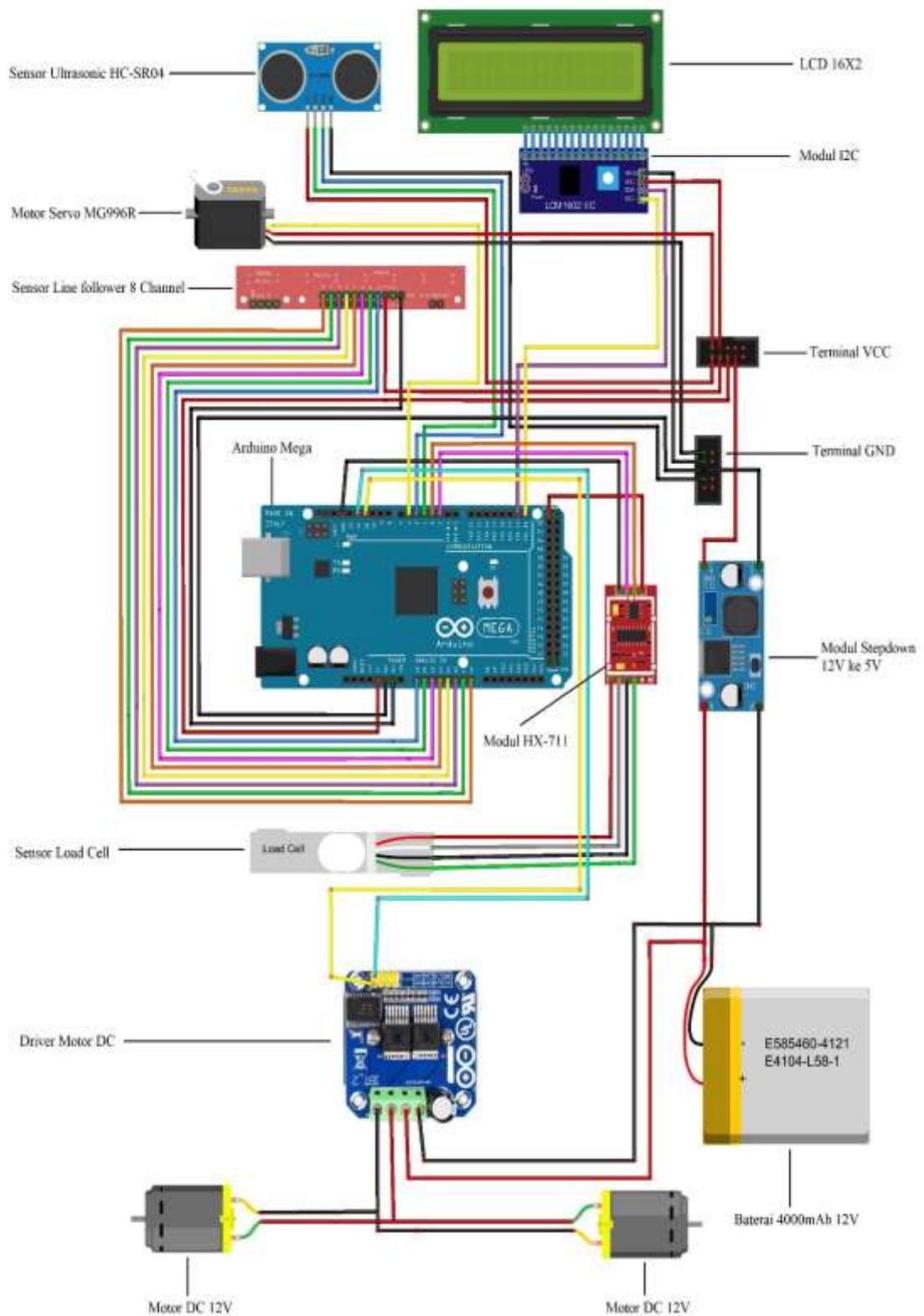
Servo yang digunakan pada prototype ini menggunakan servo tipe MG996R, tipe ini adalah versi terbaru peningkatan dari tipe MG995R sehingga positioning lebih akurat. Penggunaan servo ini harus menggunakan *power supply external*, karena bila menggunakan +5V arduino arusnya tidak akan cukup.



Gambar 3. 8 Skematik Servo MG996R

3.5.7 Perancangan Untuk Wiring Seluruh Sistem

Untuk membuat sistem *prototype* alat transportasi *Autonomous* menggunakan sensor *Load Cell* berbasis robot *Line Follower*, diperlukan beberapa sensor diantaranya sensor *Ultrasonic HC-SR04*, sensor *Load Cell*, sensor *Line Follower 8 channel*. Sebagai penggerak menggunakan motor DC 12 Volt yang di dikendalikan menggunakan driver motor *BTS7960* dan *power supply external* baterai max 27 Volt. Untuk kendali kemudi robot di kendalikan oleh servo *MG996R*, semua sensor dan output dari sistem ini di kendalikan oleh arduino mega 2560.



Gambar 3. 9 Skematik Wiring Sistem

3.6 Metode Pengumpulan Data

Metode-metode yang digunakan dalam pengumpulan data pada tugas akhir ini adalah dengan cara berikut:

1. Metode Studi Literatur

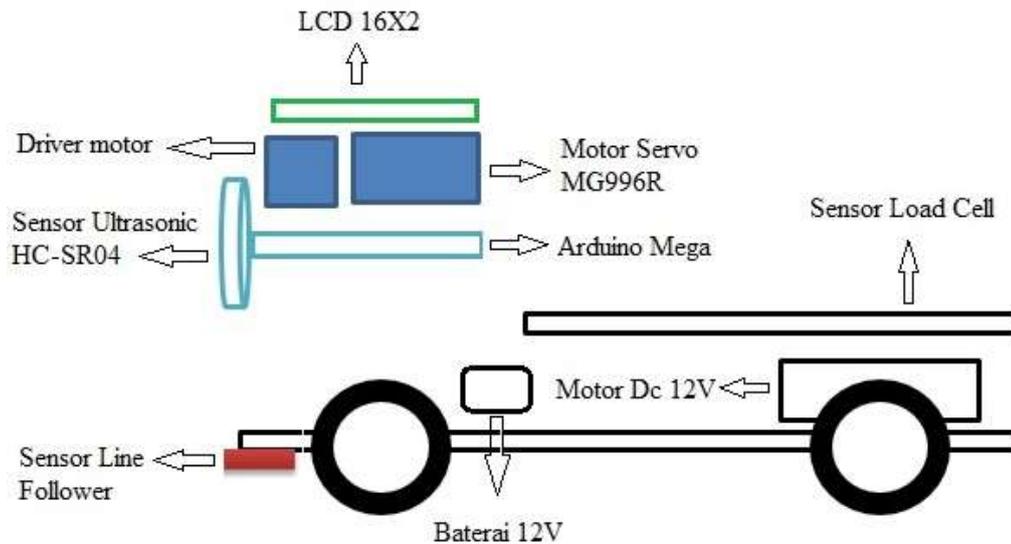
Merupakan metode untuk mengumpulkan kajian-kajian teori yang dapat menunjang dalam tugas akhir sehingga dapat menjadi dasar dalam pembuatan tugas akhir ini.

2. Metode Observasi

Metode ini adalah melakukan pengamatan langsung terhadap objek penelitian atau percobaan. Adapun tujuan penggunaan metode ini adalah untuk membuktikan studi literatur dengan melihat hasil dari suatu pengujian atau percobaan.

3.7 Perancangan Alat Dan Pengujian

Perancangan alat dan program dalam tugas akhir ini meliputi pengumpulan komponen yang akan digunakan dan pengumpulan data-data untuk *input* dan *output* pada *Arduino mega 2560* dan koneksinya dengan sensor *Line Follower* , sensor *Ultrasonic HC SR04*. Sensor *Load Cell* , Driver Motor *BTS7960*, servo *MG996R* dan *LCD 16X2* untuk menampilkan data. Selanjutnya dari komponen yang sudah dirakit, dibuat program pada *software Arduino IDE*. Setelah proses perancangan sistem dan pembuatan program selesai maka selanjutnya dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan. Tujuan adanya proses pengujian adalah untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat bekerja sesuai dengan yang diharapkan atau belum. Adapun tampilan hasil pembuatan sistem atau rancangan desain alat transportasi *Autonomous* dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3. 10 Desain Prototipe Transportasi Autonomus

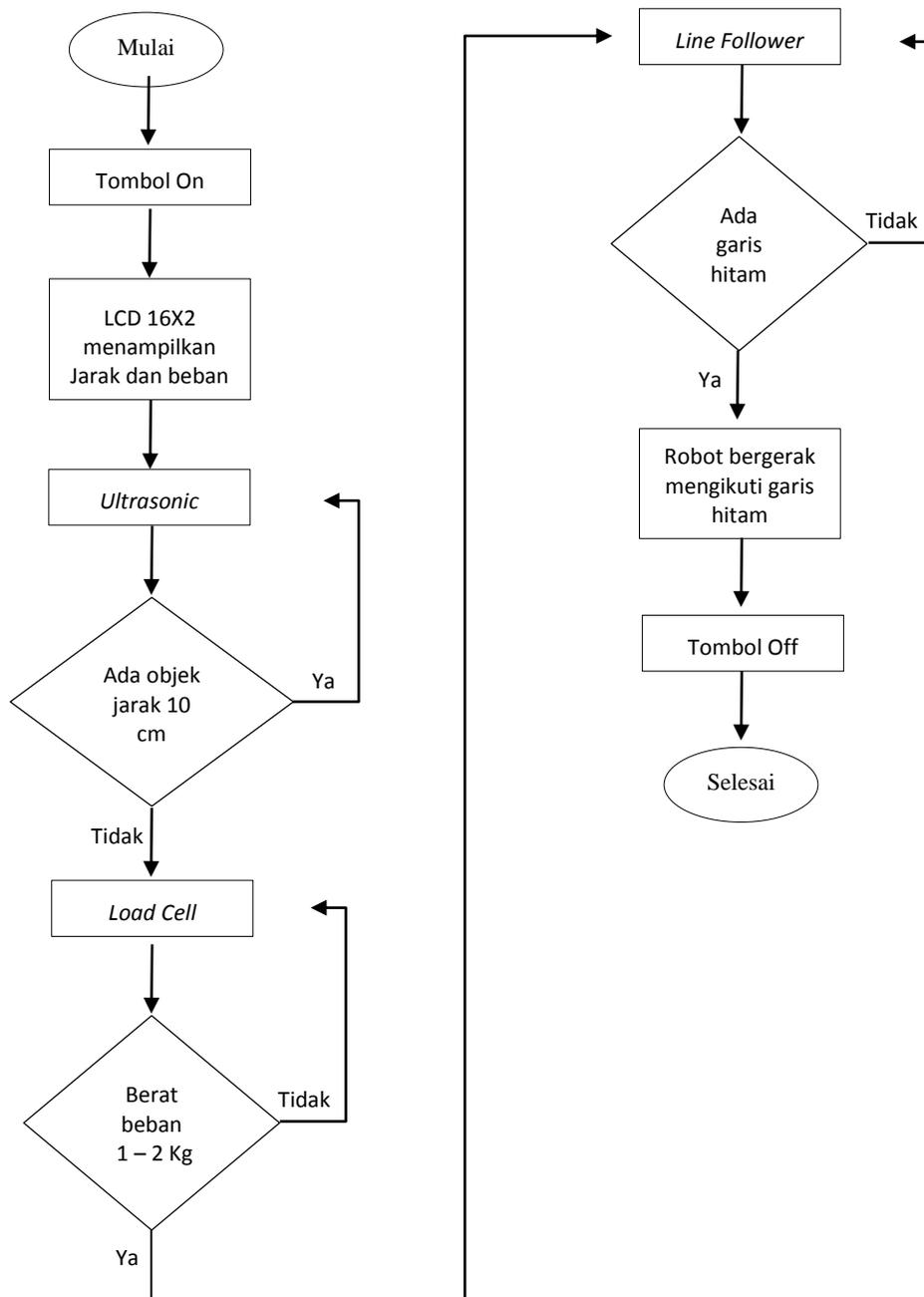
3.8 Penjelasan Desain Alat

Prototipe Transportasi *Autonomus* ini merupakan robot *Line Follower* yang di rancang untuk menjadi alat transportasi otonom yang akan bergerak bila sensor *Load Cell* mendeteksi adanya beban minimal 500 gram dan maksimal 2 kilogram. Pada robot ini terdapat sebuah sensor *Load Cell* yang di pasang di bagian atas body robot, dimana di bagian body atas terdapat tempat untuk mengangkat benda atau penumpang yang akan di bawa. Jadi ketika benda diletakkan di atas sensor *Load Cell*, maka sensor *Load Cell* akan membaca berat benda yang akan di bawa robot dan kemudian di tampilkan pada LCD (*Liquid Crystal Display*). Lalu jika berat beban sudah memenuhi standar yaitu minimal 500 gram atau maksimal 2 kilogram maka data akan kembali di olah arduino untuk mengontrol sensor *Line Follower* dan motor DC, sehingga robot akan otomatis berjalan menuju tempat yang sudah di sediakan berdasarkan jalur yang telah di tentukan. Selain itu pada bagian depan body robot juga terdapat sensor *Ultrasonic HC-SR04* yang berfungsi untuk mendeteksi objek yang ada di depan robot, sehingga jika ada objek yang

menghalangi lintasan maka sensor *Ultrasonic HC-SR04* akan mengirim perintah ke arduino untuk menghentikan laju putaran motor DC untuk berhenti menghindari tabrakan. Untuk kemudi pada robot menggunakan servo MG996R sehingga perubahan arah robot dikendalikan oleh servo mengikuti alur lintasan berupa garis hitam yang di deteksi oleh sensor *Line Follower*.

3.9 Flowchart

Agar dapat melihat struktur jalannya program maka dibuat *flowchart* (diagram alur). Flowchart digunakan sebagai dasar acuan dalam membuat program. Struktur program akan lebih mudah dibuat / didesain. Selain itu juga jika terdapat kesalahan akan lebih mudah untuk mendeteksi letak kesalahannya serta untuk lebih memudahkan dalam menambahkan instruksi - instruksi baru pada program jika nantinya terjadi pengembangan pada struktur programnya. Prinsip kerja dari perancangan Prototipe Transportasi *Autonomous* Berbasis Robot *Line Follower* Dengan Teknik Pengurangan Kecepatan Secara Adaptif dapat digambarkan pada gambar flowchart 3.11



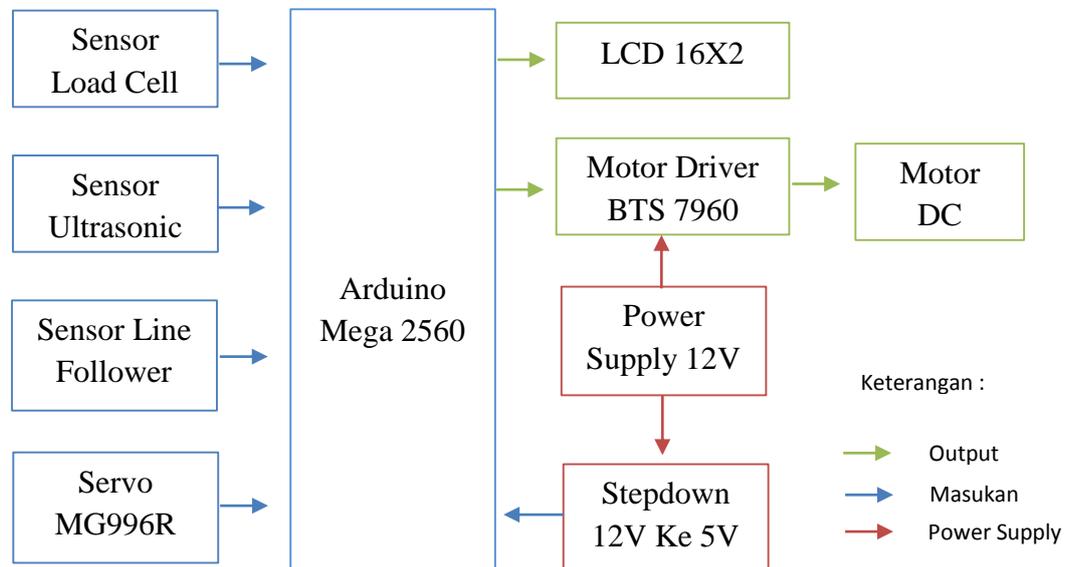
Gambar 3. 11 *Flowchart Prototipe* Transportasi Autonomous Berbasis *Robot Line Follower* dengan teknik pengurangan kecepatan secara adaptif

3.9.1 Penjelasan *Flowchart*

Pada gambar 3.11 flowchart Prototipe Transportasi *Autonomous* Berbasis Robot *Line Follower* dengan teknik pengurangan kecepatan secara adaptif, Program diawali dengan menekan tombol On dan sistem akan aktif yang berarti bahwa rangkaian robot telah diaktifkan. Selanjutnya LCD 16X2 akan langsung menampilkan jarak dan berat, kemudian sensor *Ultrasonic HC-SR04* akan bekerja dengan cara mendeteksi jarak dengan objek yang ada di depannya. Bila objek berada pada jarak aman (50 cm), maka kondisi tersebut bisa untuk menggerakkan robot. Selanjutnya sensor *Load Cell* akan bekerja dengan cara mendeteksi beban yang akan dibawa dan akan menampilkan beban pada LCD. jika berat beban yang terdeteksi 500 gram – 2 Kilogram, maka kondisi tersebut bisa untuk menggerakkan robot. Kemudian sensor *Line Follower* akan mendeteksi garis hitam dan robot akan bergerak dan mendeteksi arah jalur garis dan kendali perubahan arah gerak robot untuk belok kanan dan kiri akan di atur oleh servo. Selanjutnya program akan mengulang kembali ke awal, dan robot akan berhenti apabila beban kurang dari berat yang di tentukan, berat beban *overload*, ada garis stop, dan ada objek pada jarak 10 cm.

Secara garis besar, perancangan Prototipe Transportasi Berbasis Robot *Line Follower* dengan teknik pengurangan kecepatan secara adaptif, Menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai pengendali seluruh sistem dan terdiri dari Sensor *Line Follower* , sensor *ultrasonic HC-SR04*, sensor *Load Cell* , Driver motor, Motor DC, Catu Daya, servo, dan LCD 16x2. Berikut ini adalah diagram blok dari simulasi perancangan Prototipe Transportasi *Autonomous* Berbasis Robot *Line Follower*

dengan teknik pengurangan kecepatan secara adaptif dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 3. 12 Diagram Blok Rangkaian

3.9.2 Penjelasan Blok Diagram

1. Arduino Mega 2560 merupakan pusat kendali dari seluruh rangkaian.
2. Catu Daya 12 Volt yang digunakan yaitu baterai yang berfungsi sebagai sumber tegangan.
3. Sensor yang digunakan adalah sensor *Line Follower* sebagai pendeteksi garis hitam sebagai lintasannya, sensor *Load Cell* untuk mendeteksi berat beban yang di bawa, sensor *Ultrasonic HC-SR04* untuk mendeteksi objek yang ada di depan robot dan servo MG996R sebagai kendali kemudi robot.
4. Driver motor berfungsi untuk mengendalikan laju dan mundur motor pada rangkaian.

5. Motor DC digunakan sebagai alat penggerak laju roda robot *Line Follower*.
6. Push Button digunakan sebagai tombol on/off untuk menjalankan atau mematikan laju robot.
7. LCD 16x2 sebagai tampilan data secara hardware.

3.10 Metode Pengujian

3.10.1 Pengujian Sensor *Load Cell*

Pengujian sensor *Load Cell* dilakukan dengan cara membandingkan berat beban yang di ukur oleh sensor *Load Cell* dengan timbangan digital SF-400 yang telah banyak di jual di pasaran.

Tabel 3. 1 Pengujian Sensor *Load Cell*

	Pengujian ke -	Skala standar / Pengukuran (Gram)				
		38	58	352	450	1230
Hasil Pengukuran Sensor <i>Load Cell</i> (Gram)	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
Rata – rata pengukuran						
Total <i>Error</i> %						

3.10.2 Pengujian Sensor *Line Follower*

Pengujian sensor *Line Follower* dilakukan dengan menguji respon yang diberikan oleh intensitas cahaya dari setiap sensor. Pengujian dilakukan dengan menghitung berapa intensitas cahaya yang diterima sensor *Line Follower* dengan

memantulkan sinar inframerah dan akan diubah menjadi nilai digital sehingga pembacaan 2 warna yang berbeda menjadi 0 dan 1,

Tabel 3. 2 Pengujian Respon Sensor *Line Follower*

Pengujian Ke -	Pengujian sensor Line Follower			Error (%)
	Lintasan			
	Garis lurus	Belok kanan	Belok kiri	
1				%
2				%
3				%
4				%
5				%
Total Error %				%

Pengujian sensor *Line Follower* dilakukan dengan menguji kemampuan sensor *Line Follower* dalam mendeteksi level kepekatan warna garis hitam, mulai dari level 10% dengan nilai RGB 230 hingga level 100% dengan nilai RGB 0

Tabel 3. 3 Pengujian Sensor *Line Follower* Terhadap Beberapa Level Warna

No	Kondisi warna lintasan	Level (%)	Nilai RGB	Respon sensor Line Follower
1		10 %	230	
2		20 %	204	
3		30 %	179	
4		40 %	153	
5		50 %	128	
6		60 %	102	
7		70 %	77	
8		80 %	51	
9		90 %	26	
10		100 %	0	

3.10.3 Pengujian Sensor *Ultrasonic* HC-SR04

Pengujian sensor *Ultrasonic HC-SR04* dilakukan dengan cara membandingkan jarak benda yang di ukur oleh sensor dengan meteran yang telah banyak di jual di pasaran, pengujian ini di lakukan untuk membandingkan jarak yg di ukur antara sensor dengan alat ukur meteran.

Tabel 3. 4 Pengujian Sensor *Ultrasonic* HC-SR04

	Pengujian ke -	Skala standar / Pengukuran (cm)				
		4	10	15	20	25
Hasil Pengukuran Sensor <i>Ultrasonic HC-SR04</i> (Cm)	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
Rata – rata pengukuran						
Total <i>Error</i> %						

3.10.4 Pengujian Servo MG996R

Pengujian Servo MG996R dilakukan dengan cara membandingkan sudut derajat servo dengan busur derajat yang telah banyak di jual di pasaran, pengujian ini di lakukan untuk mengatur posisi sudut saat berbelok pada mekanisme kemudi pada robot.

Tabel 3. 5 Pengujian Servo MG996R

Sudut (°)	Hasil Pengukuran Servo MG996R (°)					Rata – rata pengukuran	Total Error %
	1	2	3	4	5		
5							
10							
15							
20							
25							
30							
35							
40							
45							

3.10.5 Tabel Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Pengujian sistem kontrol robot transportasi *Autonomous* dilakukan untuk melihat proses keseluruhan dari sistem kontrol robot dan alat mulai dari pembacaan sensor *Line Follower* dalam bernavigasi pada arena, pembacaan sensor *Load Cell* dalam mendeteksi berat beban yang akan di bawa robot serta keseluruhan proses pada sistem kontrol robot transportasi ini.

Tabel 3. 6 Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Sensor	Kondisi	Hasil	
<i>Load Cell</i>	Berat	Berjalan	Berhenti
	500 gram – 1000 gram		
	1001 gram – 2000 gram		
	2001 gram – 2500 gram		
<i>Ultrasonic HC-SR04</i>	Jarak dari objek		
	10 cm		
	11 cm – 30 cm		
	30 cm – 400 cm		
<i>Line Follower</i>	Mendeteksi garis hitam		
	Tidak mendeteksi garis hitam		