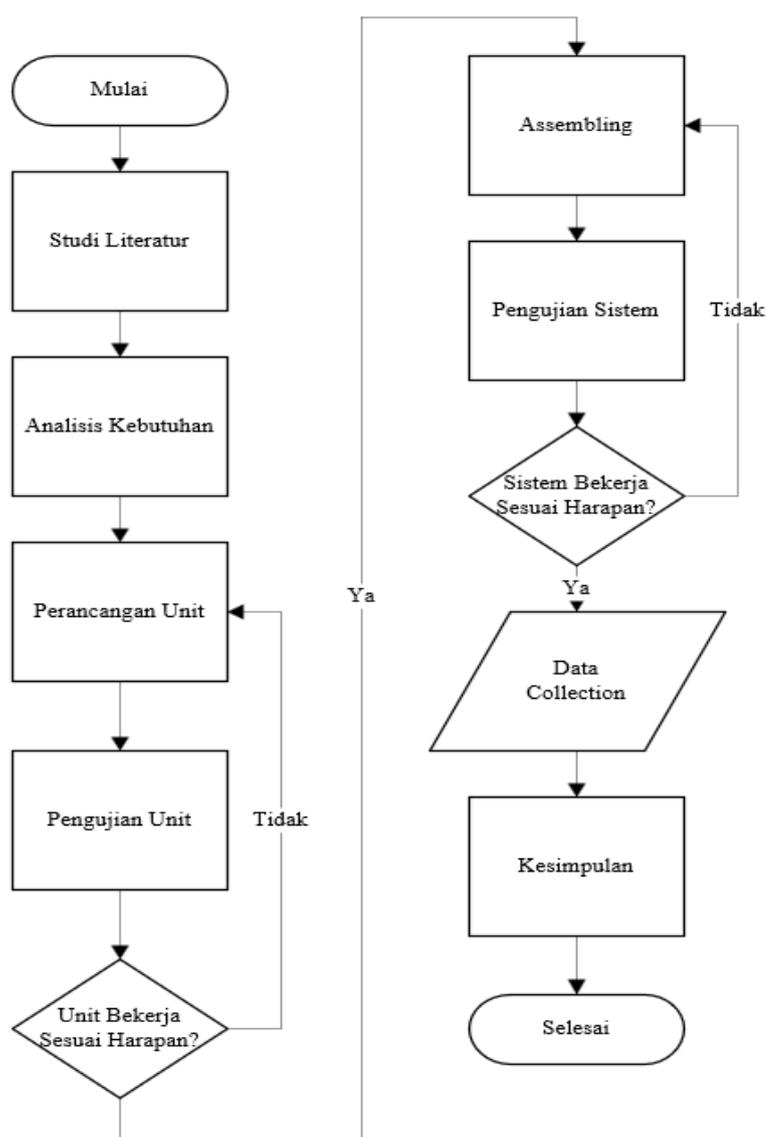


## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 *Flowchart Tahapan penelitian*

Ada beberapa tahapan dalam melakukan penelitian prototipe robot keseimbangan menggunakan mikrokontroler arduino dengan teknik kendali berbasis PID, yaitu sebagai berikut dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Flowchart tahapan penelitian

## **Penjelasan *Flowchart* Tahapan Penelitian**

### **1. Studi Literatur**

Studi literatur ini untuk memahami dasar – dasar teori, fungsi tiap-tiap komponen yang berhubungan dengan alat yang dibuat agar mempermudah dalam perancangan alat dan mencari acuan penelitian yang berkaitan dengan permasalahan dalam penelitian sebagai referensi. Tahap pertama yaitu mempelajari tentang *Gyroscope* diantaranya bagaimana cara kerja dan jenis-jenis *Gyroscope*. Tahap kedua mempelajari tentang arduino yaitu bagaimana cara kerjanya, jenis-jenis, dan pin-pin pada arduino termasuk pin analog dan pin digitalnya. Tahap ketiga mempelajari bagaimana cara kerja dan jenis-jenis sensor *Ultrasonic*. Tahapan keempat mempelajari bagaimana cara kerja *Bluetooth* HC-05. Tahapan kelima mempelajari cara kerja dan jenis motor DC.

### **2. Analisis Kebutuhan**

Alat dan komponen yang digunakan harus memiliki akurasi yang tinggi, dapat bekerja dengan baik, dan harganya terjangkau. Alat yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah:

- a. Sensor *Gyroscope*
- b. Arduino
- c. Sensor *Ultrasonic*
- d. *Bluetooth* HC-05
- e. Motor DC
- f. Android

### **3. Perancangan Unit**

Pada tahap ini unit dirancang terlebih dahulu. Komponen yang sudah dianalisis kemudian dirancang dalam bentuk *wiring diagram* dan kemudian komponen disusun sesuai *wiring diagram* agar menjadi sebuah alat atau sistem.

## 2. Pengujian Unit

Berikut unit yang akan diuji:

- a. Pengujian mikrokontroler arduino dilakukan dengan cara membuka *software* arduino IDE. Kemudian memilih tipe papan arduino yang kita gunakan lalu verifikasi program untuk meminimalisir terjadi kesalahan. Tahap selanjutnya *upload basics sketch blink* pada contoh program arduino, apabila LED pada arduino berkedip maka *sketch* tersebut berhasil di *upload* ke *board* arduino.
- b. Pengujian terhadap sensor *gyroscope* GY-521/MPU 6050 yang sudah terhubung dengan arduino dan sudah diberikan program dengan cara digoyangkan ke berbagai arah, apabila menghasilkan data kemiringan dan percepatan maka sensor siap digunakan.
- c. 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.
- d. Pengujian *bluetooth* HC-05 dengan cara menguji berapa jauh jarak bisa terkoneksi dengan perangkat android.
- e. Pengujian motor *driver* 1298n dengan cara menghubungkan motor *driver* dengan motor dc dan diberi input tegangan 12 VDC.

## 3. Validasi

Setelah pengujian unit, dilakukan validasi. Jika unit yang diuji dapat bekerja dengan baik, maka dapat lanjut ke tahap *assembling*. Jika unit yang diuji tidak

bekerja, maka kembali pada perancangan unit untuk memperbaiki atau mengganti unit yang tidak bekerja. Berikut adalah validasi dari tiap unit:

- a. Arduino dapat menerima program *sketch* yang di *upload* dengan ditandai berkedipnya LED pada arduino.
- b. Sensor *gyroscope* GY-521/MPU 6050 dapat bekerja dan menghasilkan data kemiringan sudut.
- c. Sensor *ultrasonic* dapat bekerja dan menghasilkan data jarak dengan benda.
- d. *Bluetooth* HC-05 dapat bekerja, mengontrol dan mengkoneksikan alat dengan perangkat android.
- e. Motor *driver* dapat bekerja dan mengontrol putaran motor DC.

#### 4. *Assembling*

Setelah pengujian unit dinyatakan berhasil, melakukan *assembling* yaitu menggabungkan semua unit yang sudah dikumpulkan dan sudah di validasi yaitu arduino dapat mendeteksi sensor *gyroscope*, sensor *ultrasonic*, *bluetooth* dan motor *driver* dapat menggerakkan putaran motor DC. Kemudian meng-*upload sketch* dari program arduino IDE ke *board* arduino.

#### 5. Pengujian Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui adanya kesalahan dan kekurangan pada alat yang dibuat. Pengujian dilakukan pada bidang yang datar maupun bidang miring, seperti di jalan.

#### 6. Validasi

Setelah pengujian sistem, kemudian dilakukan validasi yaitu jika sistem yang dibuat bekerja dengan baik dan berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, maka alat

dinyatakan berhasil dan bisa digunakan kemudian masuk ke tahap *data collection*. Sedangkan jika sistem tidak bekerja dengan baik atau alat tidak berfungsi dengan apa yang diharapkan maka akan kembali ke *assembling* untuk memperbaiki kesalahan pada alat dan melakukan pengujian kembali. Validasi tersebut adalah arduino dapat menerima data kestabilan robot dari sensor *gyroscope*, kemudian android yang terkoneksi dengan *bluetooth* dapat memberikan nilai P, I dan D pada aplikasi sehingga mengirimkan input ke motor *driver* untuk menggerakkan motor DC seperti yang diharapkan pada nilai P, I, D.

#### 7. *Data Collection*

Setelah pengujian sistem berhasil, dilakukan *data collection* berupa hasil dari pengujian keseluruhan alat prototipe robot keseimbangan yang dibuat.

#### 8. Kesimpulan

Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah membuat kesimpulan dari alat yang telah dibuat, dilihat dari proses alat bekerja, hasil data yang telah diambil dan komponen atau unit yang telah dibuat.

### **3.2 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Siliwangi/tempat tinggal penulis.

### **3.3 Bahan, Alat, dan Software Penelitian**

Bahan, alat, dan *software* yang digunakan dalam membangun prototipe robot keseimbangan menggunakan mikrokontroler arduino dengan teknik kendali berbasis PID antara lain:

### **3.3.1 Bahan**

Bahan penelitian yang digunakan antara lain:

1. Arduino Nano
2. Sensor *Gyroscope*
3. Sensor *Ultrasonic*
4. *Bluetooth* HC-05
5. Kabel *Jumper Male to Male*
6. Kabel *Jumper Male to Female*
7. Power Supply 12 Volt
8. Motor DC 12 Volt
9. *Driver* motor
10. *Freewheel*
11. PCB polos
12. Berbagai variasi *machine screw* (skrup), *nut* (baut).

### **3.3.2 Alat**

Alat penelitian yang digunakan antara lain:

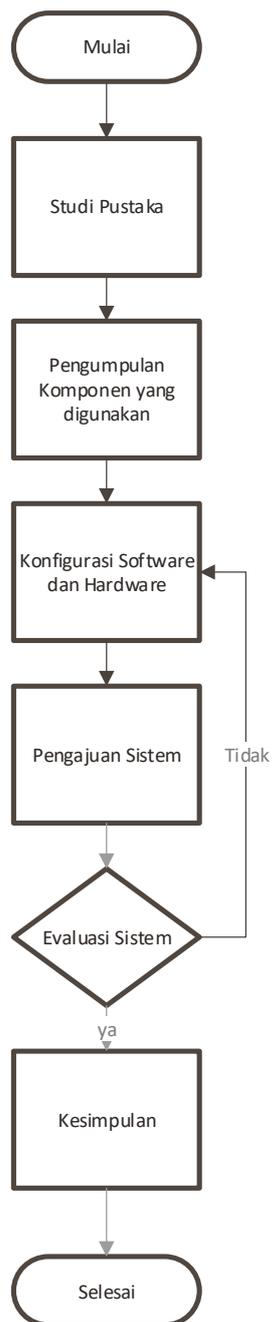
1. Laptop / PC.
2. *Mini electric drill* (bor tangan kecil).
3. Tang buaya.
4. Tang potong.
5. *Screwdrivers* (macam-macam obeng).
6. Solder
7. Android

### 3.3.3 Software

Software yang digunakan yaitu *Arduino Software (IDE)*.

## 3.4 Konsep

Berdasarkan 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.



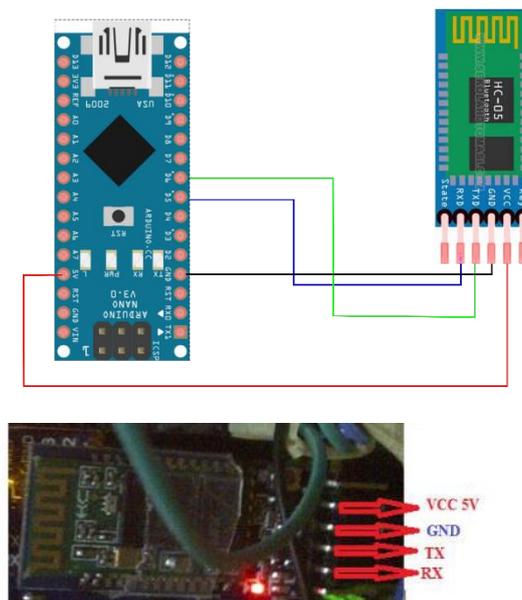
Gambar 3. 2 Flowchart Konsep

### 3.5 Perancangan Perangkat keras (*Hardware*)

Perancangan prototipe robot keseimbangan menggunakan mikrokontroler arduino dengan teknik kendali berbasis PID meliputi perangkat keras (*Hardware*).

#### 3.5.1 Perancangan *Bluetooth HC-05*

Dalam rangkaian ini tidak banyak pin yang digunakan, yang dibutuhkan hanya menghubungkan pin RX pada *bluetooth* ke pin D5 pada Arduino Nano, begitu pula Pin TX pada *bluetooth* dihubungkan dengan pin D6 pada Arduino Nano. Terakhir pin 5V ke sumber tenaga dan pin GND yang dihubungkan ke *ground*, rangkaian terlihat pada gambar 3.3.

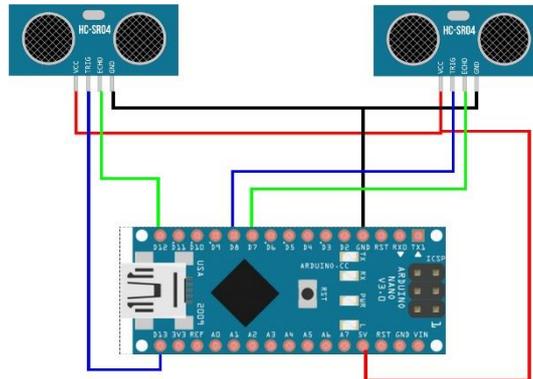


Gambar 3. 3 Skematik Bluetooth HC-05

#### 3.5.2 Perancangan Sensor *Ultrasonic HC-SR04*

Sensor jarak yang digunakan pada prototipe 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 dihubungkan pada pin D7 dan pin D12 arduino dan pin trigger

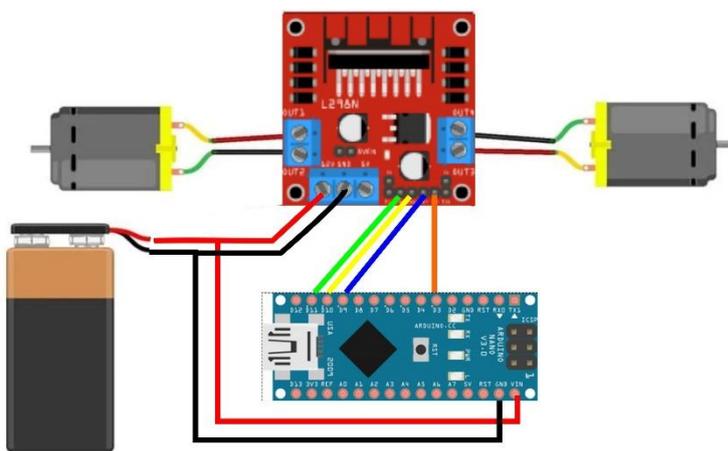
pin D8 dan pin D13, VCC pada sensor dihubungkan pada 5v arduino dan pin GND dihubungkan pada *ground* Arduino, rangkaian terlihat pada gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Skematik Sensor Ultrasonic HC-SR-04

### 3.5.3 Perancangan *Driver Motor L298N*

*Driver motor* yang digunakan pada prototipe ini menggunakan *driver motor* L298N untuk mengatur 2 motor DC 12 volt, rangkaian terlihat pada gambar 3.5.

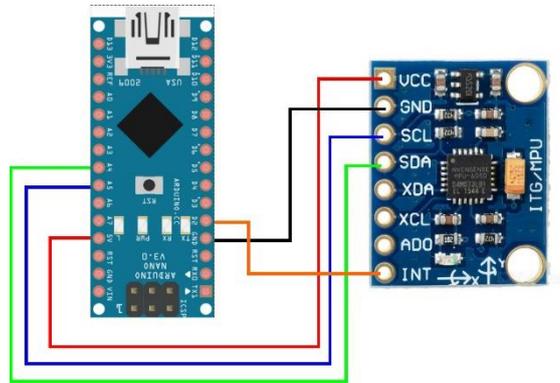


Gambar 3. 5 Skematik Driver Motor L298N dengan Bluetooth HC-05

### 3.5.4 Perancangan Sensor *Gyroscope MPU-6050*

Sensor *Gyroscope* yang digunakan pada prototipe ini menggunakan sensor *gyroscope* MPU-6050 terdapat pin VCC, GND, SCL, SDA, XDA, XCL, ADO dan INT.

Pin VCC dihubungkan ke 5v pada arduino, pin GND dihubungkan ke GND (*Ground*) pada arduino, pin SCL dihubungkan ke pin Analog A5 ada arduino, pin SDA dihubungkan ke pin Analog A4 pada arduino, dan pin INT dihubungkan ke pin Digital 2. Pin XDA, XCL dan ADO tidak digunakan pada pengujian ini, rangkaian terlihat pada gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Skematik Gyroscope MPU-6050

### 3.6 Metode Pengumpulan Data

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

#### 1. Metode Studi Literatur

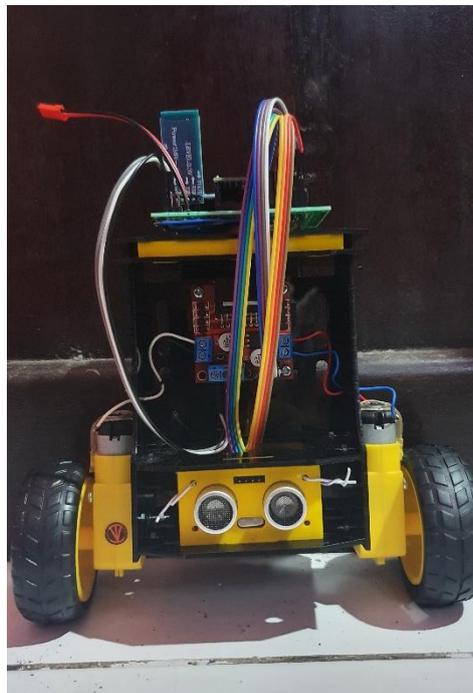
Merupakan metode untuk mengumpulkan kajian-kajian teori yang dapat menunjang dalam tugas akhir sehingga dapat menjadi dasar dalam pembuatan tugas akhir ini.

#### 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

Alat ini merupakan robot keseimbangan berbasis mikrokontroler arduino dengan kendali PID yang menggunakan sensor *gyroscope* dan *accelerometer*. Pada desain *body* dari robot ini terdapat 3 lapisan. Lapisan pertama yakni paling bawah sebagai tempat untuk komponen penggerak yaitu *motor driver* dan 2 *freewheel*, sensor *ultrasonic*. Lapisan ke duanya yaitu tempat untuk komponen kontrol yaitu Driver L298N. Sedangkan untuk lapisan ketiganya sebagai tempat pengontrol yaitu *Bluetooth HC-05*, *Arduino nano*, Sensor *Gyroscope*. Berikut adalah desain perancangan alat dan bagian-bagiannya, dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Desain Alat Tampak Depan

Keterangan :

- |   |                        |   |                          |
|---|------------------------|---|--------------------------|
| 1 | <i>Bluetooth HC-05</i> | 6 | Sensor <i>Gyroscope</i>  |
| 2 | Motor DC               | 7 | Arduino nano             |
| 3 | Rangka robot           | 8 | Sensor <i>Ultrasonic</i> |

- 4 Ban robot
- 5 Catu daya

### 3.8 Penjelasan Desain Alat

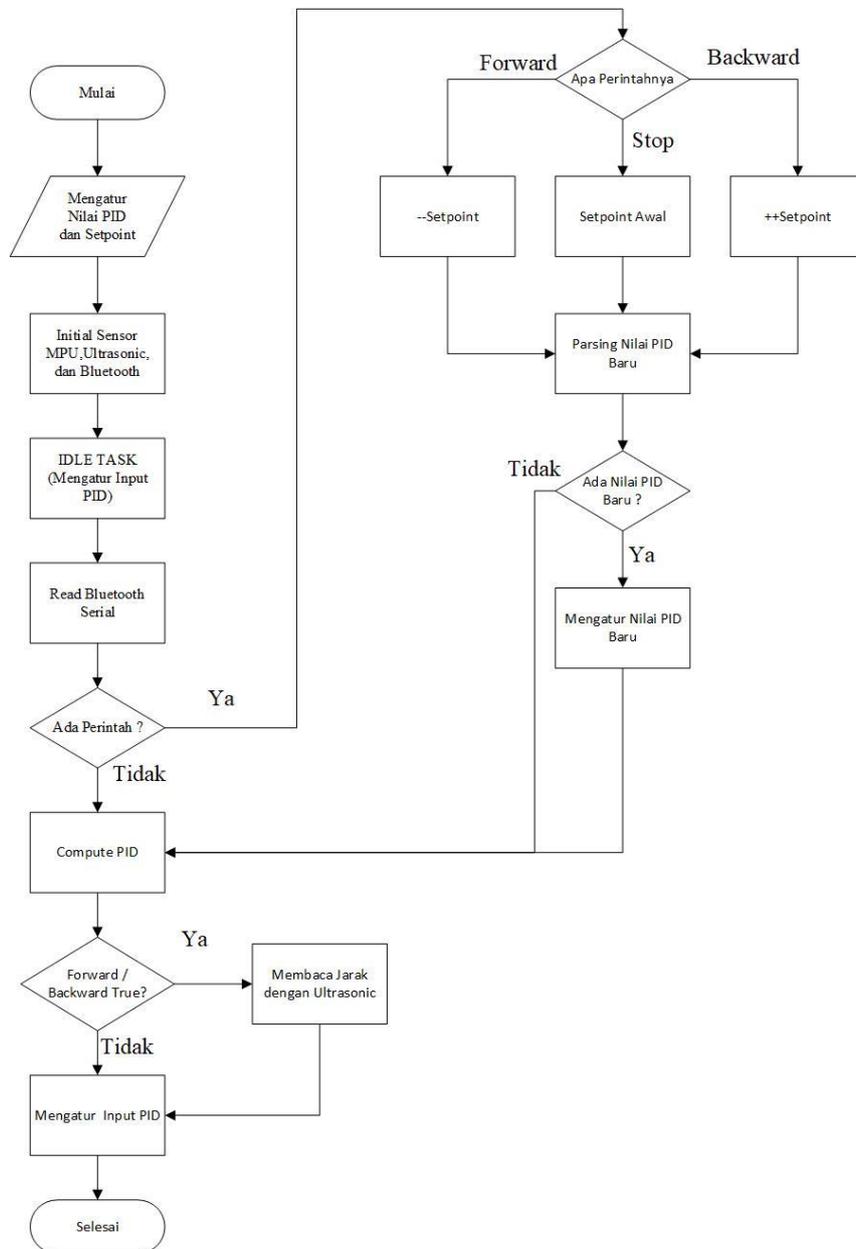
Pada gambar 3.7 menjelaskan Prototipe robot keseimbangan menggunakan mikrokontroler arduino dengan teknik kendali berbasis PID yang dirancang untuk menjadi alat transportasi suatu barang, yang akan seimbang sesuai dengan nilai PID yang dimasukkan.

Pada robot ini terdapat sensor *gyroscope* dan *accelerometer* yang dipasang di bagian atas robot, dimana di bagian atas *body* terdapat tempat untuk mengendalikan keseimbangan yang dikontrol dengan melalui aplikasi smartphone dengan komunikasi wireless dengan menggunakan bluetooth. Pada saat sensor *gyroscope* mendeteksi robot miring atau hampir jatuh maka akan mengirimkan sinyal ke arduino untuk mengontrol motor DC, sehingga robot akan otomatis berjalan untuk menyeimbangkan posisinya kembali. Di bagian depan terdapat sensor *ultrasonic* sebagai alat pendeteksi jarak pada suatu benda didepannya. Selain itu pada robot ada bagian *bluetooth* HC-05 yang dapat mengkoneksikan sistem dengan perangkat android, sehingga robot dapat digerakan secara manual dan akan mengirim perintah ke arduino untuk mengontrol motor DC bergerak.

### 3.9 Alur Kerja Sistem

Pada gambar 3.8 menjelaskan alur kerja sistem 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 robot keseimbangan menggunakan mikrokontroler arduino dengan teknik kendali berbasis PID dapat digambarkan menggunakan *flowchart* sederhana.

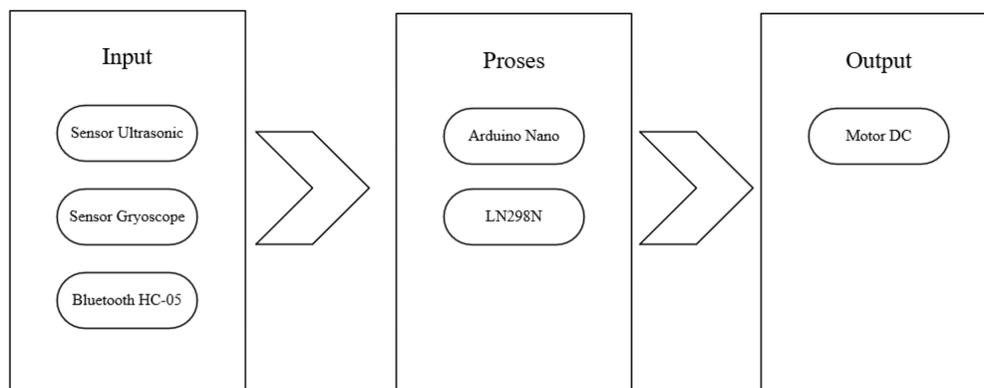


Gambar 3. 8 Flowchart Sistem Kerja Alat

**Penjelasan *Flowchart*:**

Pada gambar 3.8 menjelaskan program diawali dengan *start*, yang berarti bahwa rangkaian robot telah diaktifkan. Selanjutnya program akan dikendalikan oleh tombol (*button*) untuk menghidupkan laju robot, kemudian sensor *gyroscope* akan membaca nilai sudut kemiringan. Jika robot tidak seimbang maka atur PIDnya menggunakan perangkat android untuk mencapai titik seimbangnya, nilai sudut kemiringan harus melebihi setpoint. Kemudian robot akan bergerak mempertahankan posisinya, jika tidak seimbang maka kontrol lagi PIDnya agar robot seimbang. Robot dapat digerakan melalui perangkat *bluetooth* HC-05 yang telah terkoneksi dengan perangkat android.

Secara garis besar, perancangan prototipe robot keseimbangan menggunakan mikrokontroler arduino dengan teknik kendali berbasis PID menggunakan arduino nano/mini dan sensor *Gyroscope*, *Bluetooth* HC-05, *Driver* motor, *Catu Daya*, *Push*, *Arduino Uno*. Berikut ini adalah diagram blok dari simulasi perancangan robot keseimbangan berbasis arduino sebagai kontrolnya dapat dilihat pada gambar 3.9:



Gambar 3. 9 Diagram Blok Rangkaian

### Penjelasan Blok Diagram:

Gambar 3.9 merupakan blok rangkaian untuk mempermudah memahami dari sistem. Secara keseluruhan terdapat input, process, dan *output*.

#### 1. *Input*

Sistem kendali ini terdiri dari empat buah input utama yaitu sensor ultrasonic, sensor Bluetooth (Komunikasi dengan Android), dan Sensor *Gyroscope*. Hasil pembacaan sensor akan di proses pada arduino, sehingga sistem kendali ini menghasikan satu input data yaitu kecepatan.

2. Proses

Pada blok proses ini, input yang diterima arduino diproses menjadi nilai kecepatan, sudut motor dan *driver motor* sebagai pengedali motor dc. Nilai tersebut kemudian di tampilkan di personal computer atau laptop.

3. Output

Data yang telah masuk ke arduino akan di tampilkan di PC/Laptop berupa grafik kecepatan motor DC dan kemiringan sudut.

**3.10 Metode Pengujian**

**A. Pengujian sensor *gyroscope***

Pengujian sensor *gyroscope* dilakukan untuk mengetahui hasil dari sudut kemiringan sensor pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Pengujian sensor *gyroscope*

NO	<i>Accelerometer</i>			<i>Gyroscope</i>			Hasil Pembaca
	Ax	Ay	Az	Gx	Gy	Gz	
1							
2							
3							
4							
5							

6							
7							
8							
9							
10							

### B. Pengujian *Bluetooth* HC-05

Pengujian *bluetooth* HC-05 dilakukan dengan cara mengkoneksikan dari berbagai jarak jauh dengan perangkat Android pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Pengujian *Bluetooth* HC-05

No	Jarak Sensor	Kriteria Pengujian	Respon <i>Bluetooth</i> Tanpa Halangan	Respon <i>Bluetooth</i> Ketika Terhalang Tembok
1.	1m	<i>Bluetooth</i> HC-05 dihidupkan pada Arduino Nano dan di koneksi ke dalam aplikasi android lalu diukur berdasarkan jarak sampai titik mana koneksi dapat terhubung		
2.	3m			
3.	5m			
4.	6m			
5.	7m			
6.	9m			
7.	12m			
8.	15m			

### C. 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 dijual di pasaran, pengujian ini dilakukan untuk membandingkan jarak yang diukur antara sensor dengan alat ukur meteran dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3. 3 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> %						

### D. Tabel pengujian alat secara keseluruhan

Pada pengujian dengan menggunakan kendali Proportional (P) untuk melihat respon dan kecepatan pada Robot yang dihasilkan dari kendali Proportional (P) dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Pengujian Memberi nilai Kp

No	Percobaan	Nilai Kp, Ki, Kd	Respon
1.	Percobaan 1	Kp = Ki= Kd =	
2.	Percobaan 2	Kp = Ki= Kd =	
3.	Percobaan 3	Kp = Ki= Kd =	
KET:			

### **Pengujian Motor DC Dengan Kendali PD**

Pada pengujian dengan menggunakan kendali Proportional dengan menambahkan kendali Derivatife (PD) melihat respon dan kecepatan pada Robot yang dihasilkan dari kendali Proportional dan Derivatife (PD) dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Pengujian Memberi nilai Kd

No	Percobaan	Nilai Kp, Ki, Kd	Respon
4.	Percobaan 4	Kp = Ki= Kd =	
5.	Percobaan 5	Kp =	

		Ki= Kd =	
6.	Percobaan 6	Kp = Ki= Kd =	
KET:			
Setelah menentukan nilai Kp dan Kd maka dilanjutkan dengan memasukan nilai kd yang dimulai dari nilai 100.			

### Pengujian Motor DC Dengan Kendali PID

Pada pengujian dengan menggunakan kendali Proportional, Integral dan Derivatif (PID) melihat respon dan kecepatan pada Robot yang dihasilkan dari kendali Proportional, Integral, dan Derivatif (PID) dilihat pada tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Pengujian Memberi nilai Ki

No	Percobaan	Nilai Kp, Ki, Kd	Respon
7.	Pecobaan 7	Kp = Ki= Kd =	
8.	Pecobaan 8	Kp = Ki= Kd =	
9.	Percobaan 9	Kp = Ki=	

		Kd =	
10.	Percobaan 10	Kp = Ki= Kd =	
KET:			