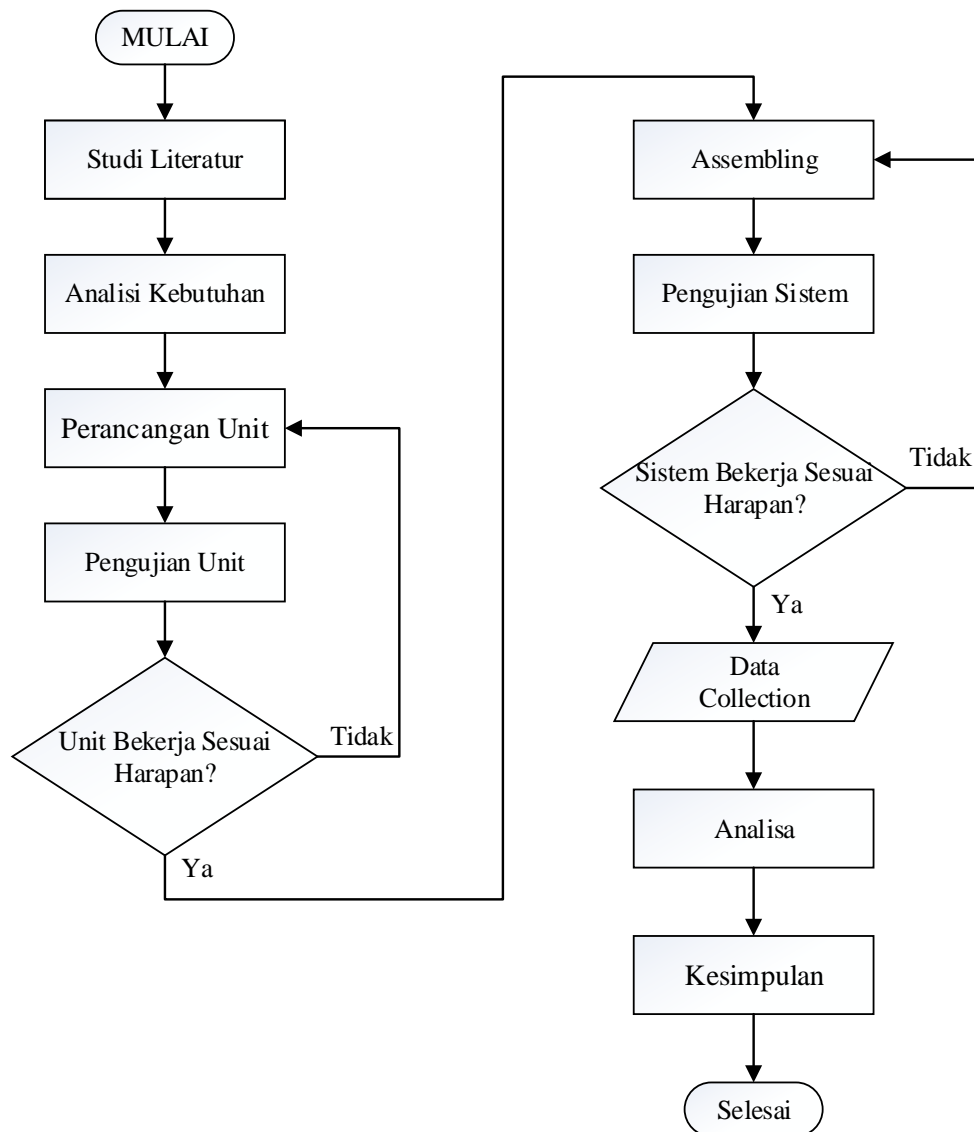


BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Berikut akan dijelaskan bagaimana tahapan-tahapan dalam pembuatan alat pengukur ketidakstabilan rel sehingga alat ini dapat bekerja.



Gambar 3. 1 Flowcart 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 mempelajari tentang giroskop diantaranya bagaimana cara kerja dan jenis-jenis giroskop. Tahap kedua mempelajari tentang Arduino Uno yaitu bagaimana cara kerjanya, jenis-jenis, dan pin-pin pada Arduino Uno termasuk pin analog dan pin digitalnya. Tahap ketiga yaitu mempelajari bagaimana cara kerja dan jenis-jenis GPS dan dibandingkan keakuratan lokasi dengan alat yang sudah ada.

2. Analisis Kebutuhan

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

- a) Sensor Giroskop
- b) Arduino Uno
- c) Global Positioning System (GPS)
- d) Micro SD Shield

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.

4. Pengujian Unit

Berikut unit yang akan diuji :

- a) pengujian mikrokontroler arduino uno, pengujian arduino uno dilakukan dengan cara membuka software arduino IDE. Kemudian memilih tipe papan arduino yang kita gunakan lalu verify program untuk meminimalisir terjadi kesalahan. Tahap selanjutnya upload basics *sketch* blink pada *example* program arduino uno, apabila LED pada arduino uno berkedip maka *sketch* tersebut berhasil di *upload* ke *board* arduino uno.
- b) Pengujian terhadap sensor giroskop GY-521/MPU 6050 yang sudah terhubung dengan Arduino Uno dan sudah diberikan program dengan cara digoyangkan ke berbagai arah, apabila menghasilkan data maka sensor siap digunakan
- c) Pengujian GPS NEO6V2, dengan menghubungkannya ke board arduino dan mengupload *sketch* program sampai pada modul GPS terdapat LED yang berkedip, jika LED pada modul GPS berkedip maka diindikasikan sudah mendapatkan koordinat lokasi dari satelit. Kemudian menguji akurasi ketepatan dari koordinat yang di dapat dari modul GPS dan dibandingkan dengan keakuratan GPS pada *smartphone*.

5. 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 uno dapat menerima program *sketch* yang di upload dengan ditandai berkedipnya LED pada Arduino uno.

- b) Sensor giroskop GY-521/MPU 6050 dapat bekerja dan menghasilkan data kemiringan sudut.
- c) Sensor GPS NEO6V2 dapat memberikan lokasi dan koordinat yang akurat.
- d) Micro SD shield dapat menerima dan menyimpan data.

6. *Assembling*

Setelah pengujian unit dinyatakan berhasil, melakukan *assembling* yaitu menggabungkan semua unit yang sudah dikumpulkan dan sudah di validasi yaitu Arduino dapat mendeteksi sensor Giroskop dan GPS kemudian Micro SD Shield dapat menerima dan menyimpan data ke dalam *memory card*. Kemudian mengupload *skretch* dari program Arduino IDE ke *board* Arduino Uno.

7. Pengujian Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui adanya kesalahan dan kekurangan pada alat yang dibuat. Pengujian dilakukan pada rel dan kereta api mainan yang telah dimodifikasi agar terjadi elevasi kestabilan rel kereta api.

8. 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 elevasi kestabilan rel dari sensor giroskop, kemudian GPS menunjukkan lokasi elevasi tersebut dan menyimpannya ke dalam Micro SD Shield.

9. Data Collection

Setelah pengujian sistem berhasil, dilakukan data collection berupa hasil dari pengukuran alat dalam bentuk grafik yang ditampilkan pada software di laptop dan memindahkannya ke dalam kartu memori. Setelah data diambil, dilakukan pengumpulan data untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian dan melakukan pengukuran arus dan tegangan alat menggunakan *avo meter*.

10. Analisa

Setelah semua data terkumpul penulis dapat menganalisis besar elevasi kestabilan rel tersebut menggunakan software di laptop kemudian menganalisis energi yang dikonsumsi alat dengan persamaan berikut :

$$W = V.I.t..... (2.1)$$

Dimana :

W = Energi Listrik (J)

V = Tegangan Listrik atau Beda Potensial (Volt)

I = Kuat Arus Listrik (A)

t = Waktu (s)

$$P = w/t(3.2)$$

Dimana :

P = Daya Listrik (watt)

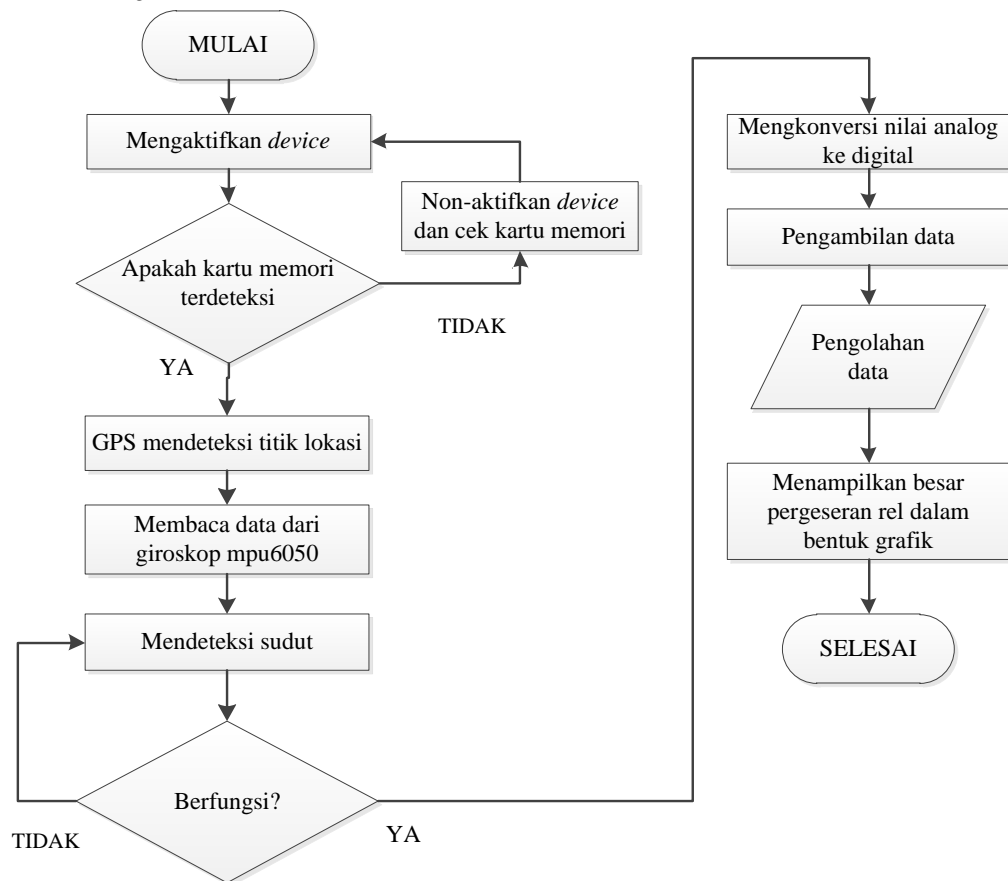
W = Energi Listrik (J)

$t = \text{Waktu (s)}$

11. 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 Alur Kerja Sistem

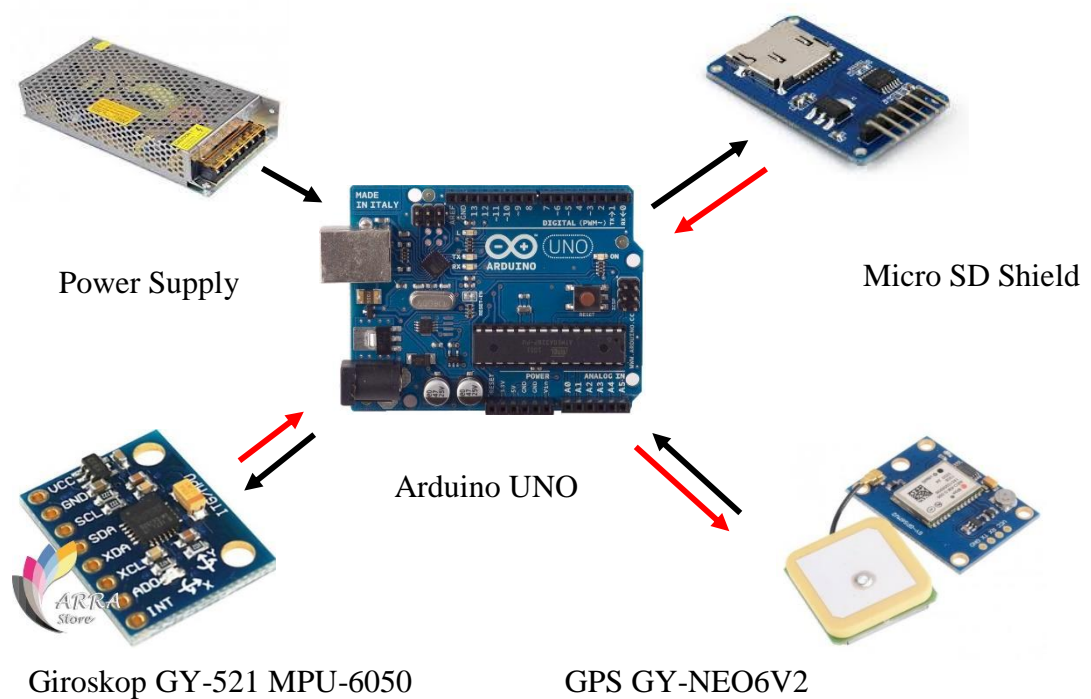


Gambar 3. 2 Alat Kerja Sistem

Gambar 3.2 merupakan *flowcart sistem* dari alat pengukur kestabilan rel. Saat *device* diaktifkan, Arduino akan mendeteksi apakah memori sudah dimasukkan ke dalam micro SD shield atau belum. Jika tidak, maka memori harus dimasukkan terlebih dahulu dan *device* harus diaktifkan kembali. Jika kartu memori sudah

terdeteksi, maka sistem akan hidup dan GPS akan mulai mendeteksi lokasi dengan jeda waktu 1 detik. Pembacaan data di sensor giroskop MPU6050 akan berjalan lalu akan mendeteksi sudut jika berfungsi dan data dari sensor giroskop MPU6050 keluar maka akan dilanjutkan. Jika tidak, maka sistem akan mengulang kembali ke mendeteksi sudut. Jika sensor giroskop MPU6050 berfungsi maka akan memberikan nilai analog ke Arduino dan selanjutnya diproses dan diubah ke nilai digital. Nilai digital yang diterima Arduino dan data titik lokasi dari GPS akan dikirim ke kartu memori. Setelah selesai melakukan pengujian, dilakukan pengambilan data dari hasil pengukuran elevasi dan titik lokasi terjadinya kestabilan rel kereta api yang telah tersimpan di dalam kartu memori. Selanjutnya data ditampilkan ke dalam bentuk grafik 2 dimensi.

3.3 Arsitektur



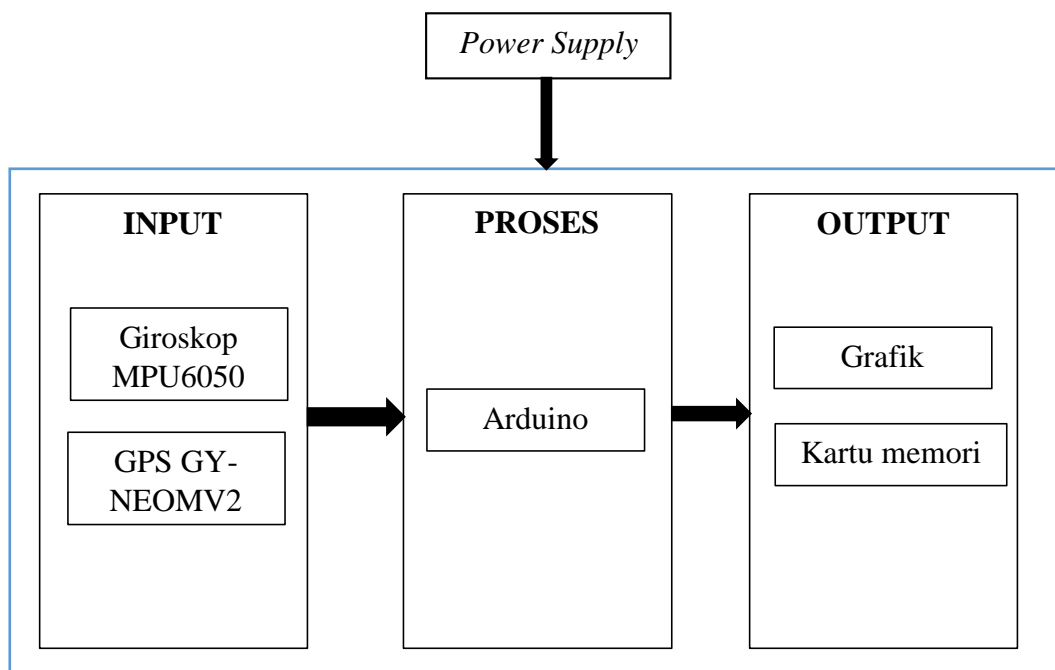
Keterangan : Supply tegangan Data

Gambar 3. 3 Arsitektur

Pada Gambar 3.3 adalah arsitektur alat deteksi ketidakstabilan rel terdiri dari beberapa unit yaitu yang pertama adalah *power supply* untuk memberika tegangan ke arduino. Sensor giroskop GY-521 MPU-6050 dan GPS-NEO6V2 sebagai *main input* akan menghasilkan kemiringan dan koordinat titik lokasi Kemudian arduino akan memproses data dari tiap unit dan *Micro SD Shield* akan menjadi *output* penyimpanan data.

3.4 Blok Diagram Sistem

Rencana teknis pertama untuk metode penelitian ini adalah membuat diagram blok. Fungsi dari diagram blok sebagai acuan dalam pembuatan alur *sistem* kerja *hardware*. Penentuan diagram blok yang tepat akan menentukan hasil ide yang diinginkan dalam membuat proyek tugas akhir yang dicapai. Berikut adalah diagram blok yang penulis buat.



Gambar 3. 4 Blok Diagram Sistem

Perancangan pada gambar 3.4 ini terdiri dari beberapa bagian utama yaitu *input*, *proses* dan *output*. Pada *input* terdapat sensor Giroskop MPU6050 sebagai pengukur kemiringan dan GPS GY-521 sebagai pendeteksi titik lokasi. Pada *proses* ada arduino yang akan menerima dan memproses data dari GPS dan Girokop, dan pada *output* ada data yang sudah diproses akan diberikan dan disimpan ke dalam kartu memori lalu diolah ke dalam bentuk grafik 2 dimensi.

3.5 Bahan Dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan untuk membuat alat monitoring kestabilan rel adalah dapat dilihat pada table 3.1.

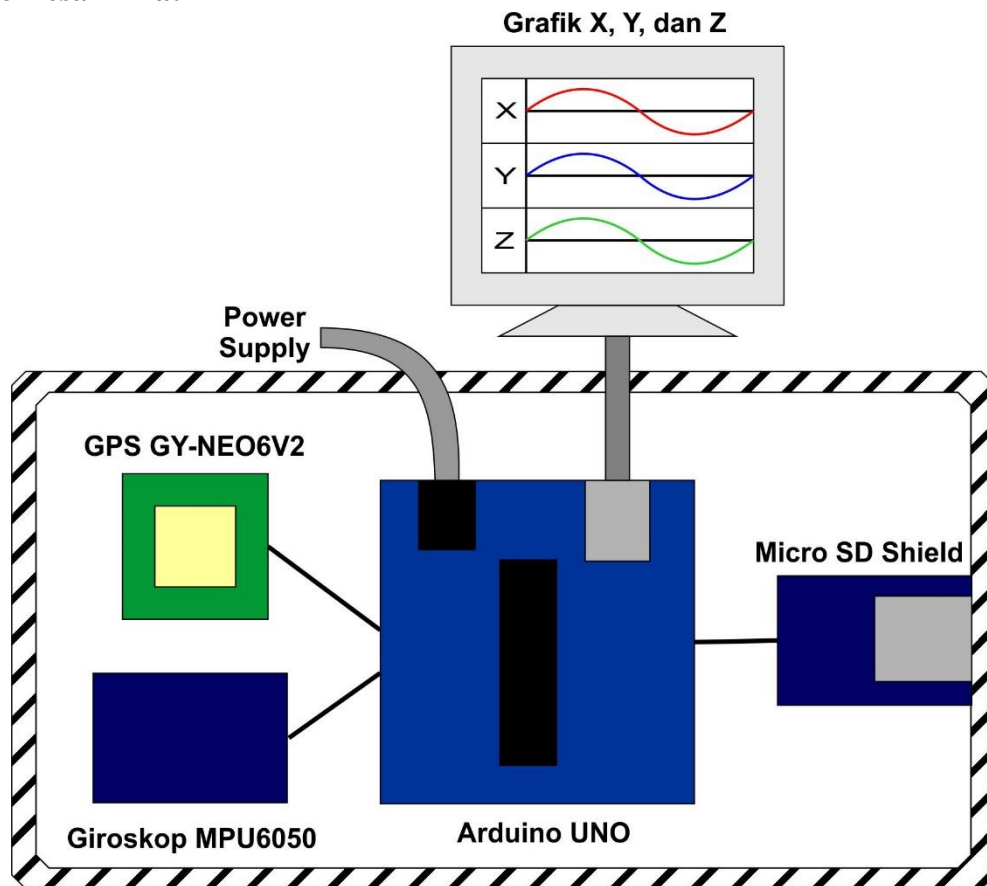
Tabel 3. 1 Bahan dan Alat

Nama Komponen	Jumlah
Sensor Gyroscope MPU6050	1 buah
GPS module neo6mv2	1 buah
Arduino UNO	1 buah
Kabel Jumper	sekukupnya
Bread board	1 buah
Micro SD shield	1 buah

Dalam pembuatannya diperlukan alat pendukung sebagai berikut :

1. *Solder*
2. Lem
3. Timah
4. *Project board* atau papan PCB
5. *Tool set*
6. Kabel *jumper*
7. Pin male-female
8. Loptop atau PC

3.6 Desain Alat

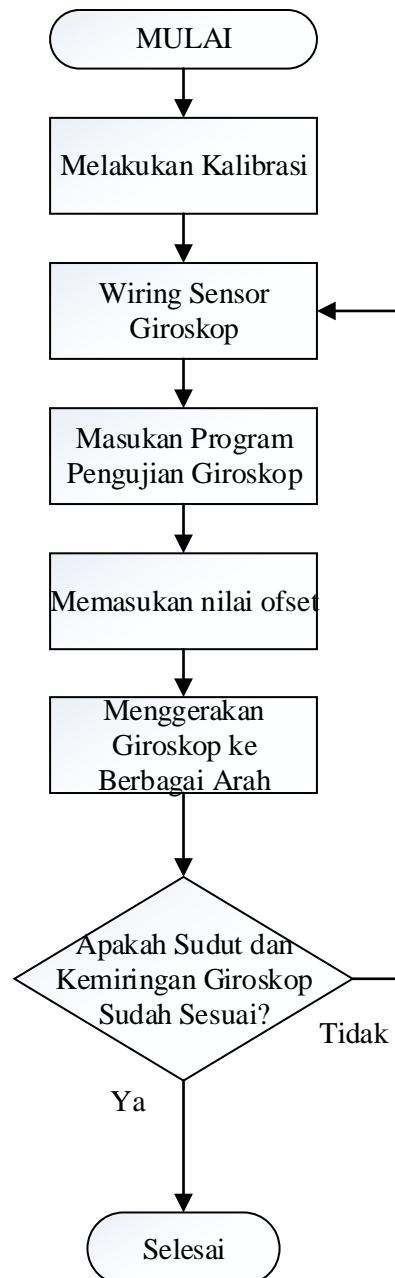


Gambar 3. 5 Blok Diagram Rangkaian Alat Pengukur Kestabilan Rel

Pada Gambar 3.5 adalah bentuk sinkronisasi antar unit, yang terdiri dari Arduino untuk memproses data, Sensor giroskop MPU-6050 untuk input yang akan menghasilkan data kemiringan dan percepatan dari gyroscope dan accelerometer, GPS GY-NEO6V2 sebagai pendeteksi lokasi, dan Micro SD Shield sebagai penerima dan penyimpanan data yang kemudian data tersebut akan ditampilkan ke dalam bentuk grafik di dalam software di laptop.

3.7 Flowcart Pengujian Unit

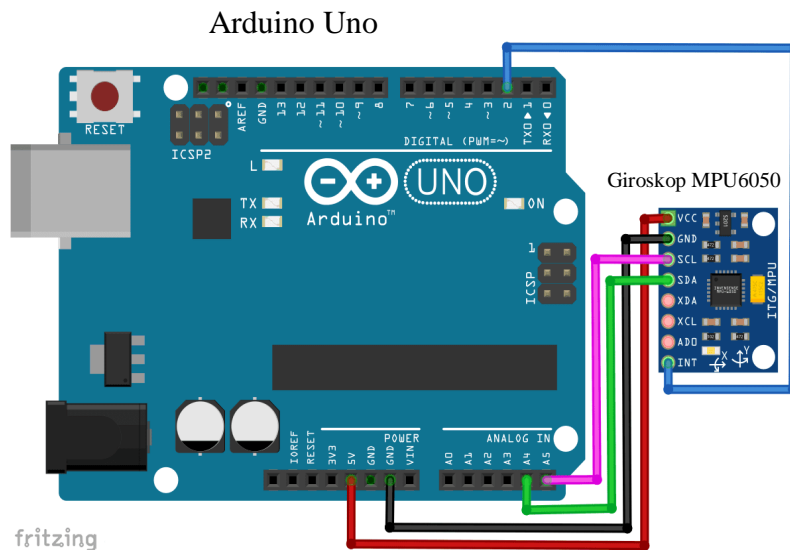
3.7.1 Sensor Giroskop



Gambar 3. 6 Flowcart Pengujian Giroskop

Pada Gambar 3.6 dijelaskan bagaimana tahapan mengenai pengujian sensor giroskop agar menghasilkan sumbu x, sumbu y, dan sumbu z dengan melakukan kalibrasi terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai offset o . Lalu

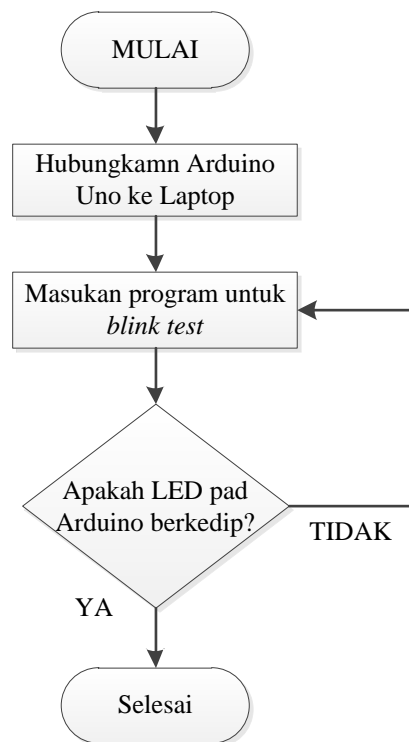
membuat wiring sesuai dengan wiring diagram ke arduino dan masukan program khusus untuk giroskop ke arduino. Masukan nilai offset yang didapat dari proses kalibrasi, setelah itu giroskop digerakan ke berbagai arah sesuai arah sumbu x, y dan z. Jika giroskop menghasilkan nilai dari titik sumbu x, y dan z maka pengujian dinyatakan berhasil dan selesai. Jika tidak berhasil kembali lagi ke tahap wiring sensor giroskop.



Gambar 3. 7 Wiring diagram pengujian giroskop

Pada gambar 3.7 sensor giroskop GY521 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.

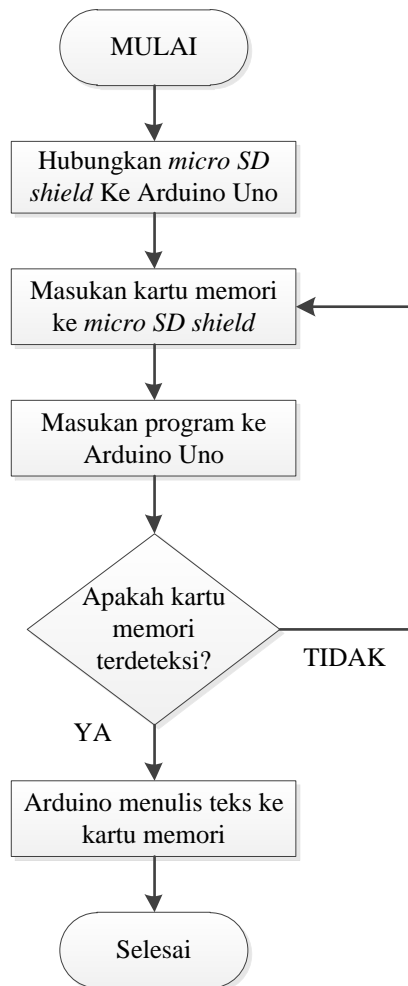
3.7.2 Arduino Uno



Gambar 3. 8 Flowcart Pengujian Arduino Uno

Gambar 3.8 diejlaskan bagaiman tahapan untuk pengujian pada Arduino Uno, yaitu dengan melakukan *blink test*. Arduino Uno dihubungkan dengan Laptop dan kemudian diberi program *blink test*. Jika lampu LED pada Arduino Uno berkedip, maka Arduino dinyatakan berfungsi dan dapat digunakan. Jika lampu LED tidak berkedip maka Arduino Uno dinyatakan tidak berfungsi dengan baik.

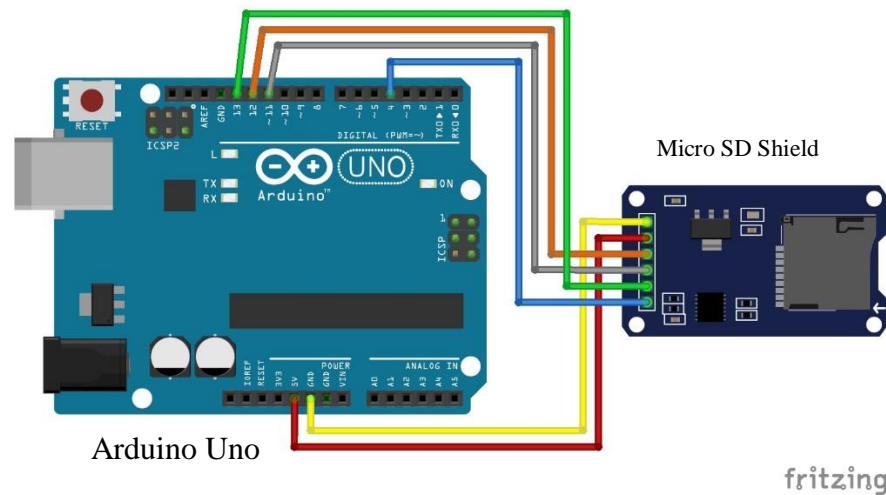
3.7.3 Micro SD shield



Gambar 3. 9 Flowcart Pengujian *Micro SD shield*

Pada Gambar 3.9 menjelaskan bagaimana tahapan pengujian pada *micro SD shield* untuk mengetahui apakah unit ini dapat bekerja atau tidak. Pengujian diawali dengan menghubungkan *micro SD shield* ke arduino kemudian memasukan kartu memori ke dalam *micro SD shield*. Selanjutnya dilakukan pengecekan apakah kartu memori terdeteksi oleh *micro SD shield* atau tidak. Jika *micro SD shield* mendeteksi adanya kartu memori, maka arduino dapat menulis teks ke dalam kartu memori dan pengujian dinyatakan berhasil dan selesai. Jika tidak dapat

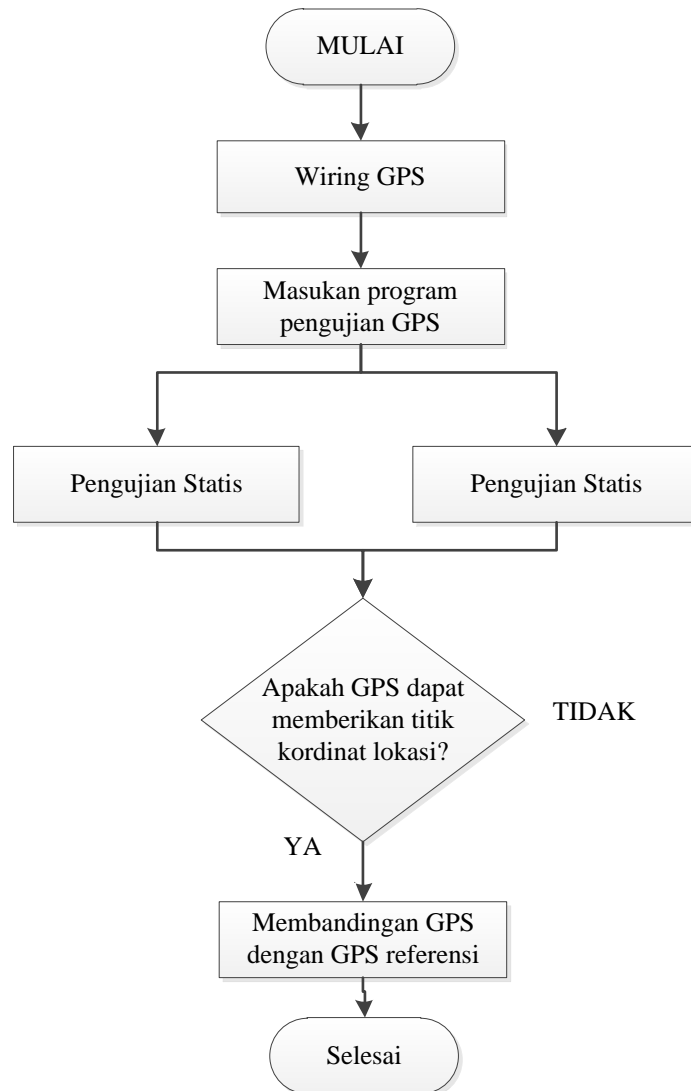
mendeteksi kartu memori, maka dilakukan pengecekan kembali apakah kartu memori sudah dimasukan atau belum.



Gambar 3. 10 Wiring diagram pengujian *micro SD Shield*

Pada gambar 3.10 *micro SD shield* terdapat pin VCC, GND, MISO, MOSI, SCK dan SC. Pin VCC dihubungkan ke 5v pada arduino, pin GND dihubungkan ke GND (*Ground*) pada arduino, pin MISO dihubungkan ke pin Digital 12 pada arduino, pin MOSI dihubungkan ke pin Digital 11 pada arduino, pin SCK dihubungkan ke pin Digital 13, dan pin SC dihubungkan ke pin Digital 4 pada Arduino.

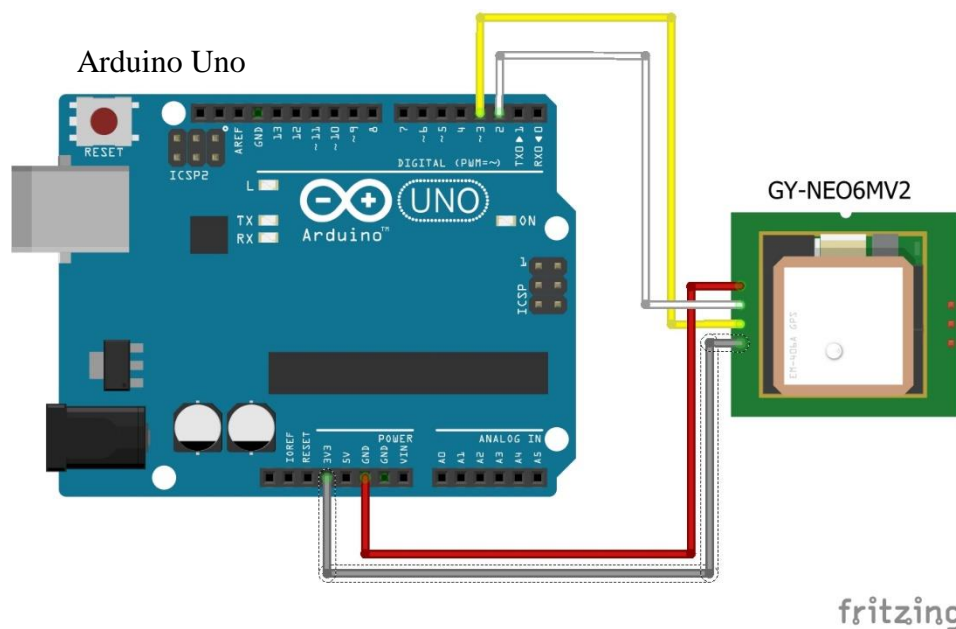
3.7.4 Sensor GPS-NEO6V2



Gambar 3. 11 Flowcart Pengujian GPS

Pada Gambar 3.10 dijelaskan mengenai pengujian pada GPS, yaitu dengan membuat *wiring* dengan menghubungkannya ke Arduino Uno menggunakan kabel *jumper*, kemudian diberikan program untuk GPS. Pengujian GPS terdiri dari pengujian statis dan pengujian secara dinamis yang dilakukan sambil berjalan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah GPS dapat mendeteksi lokasi dan dapat memberikan titik koordinat atau tidak. Jika GPS dapat mendeteksi lokasi dan memberikan titik kordinat maka GPS dinyatakan ber-

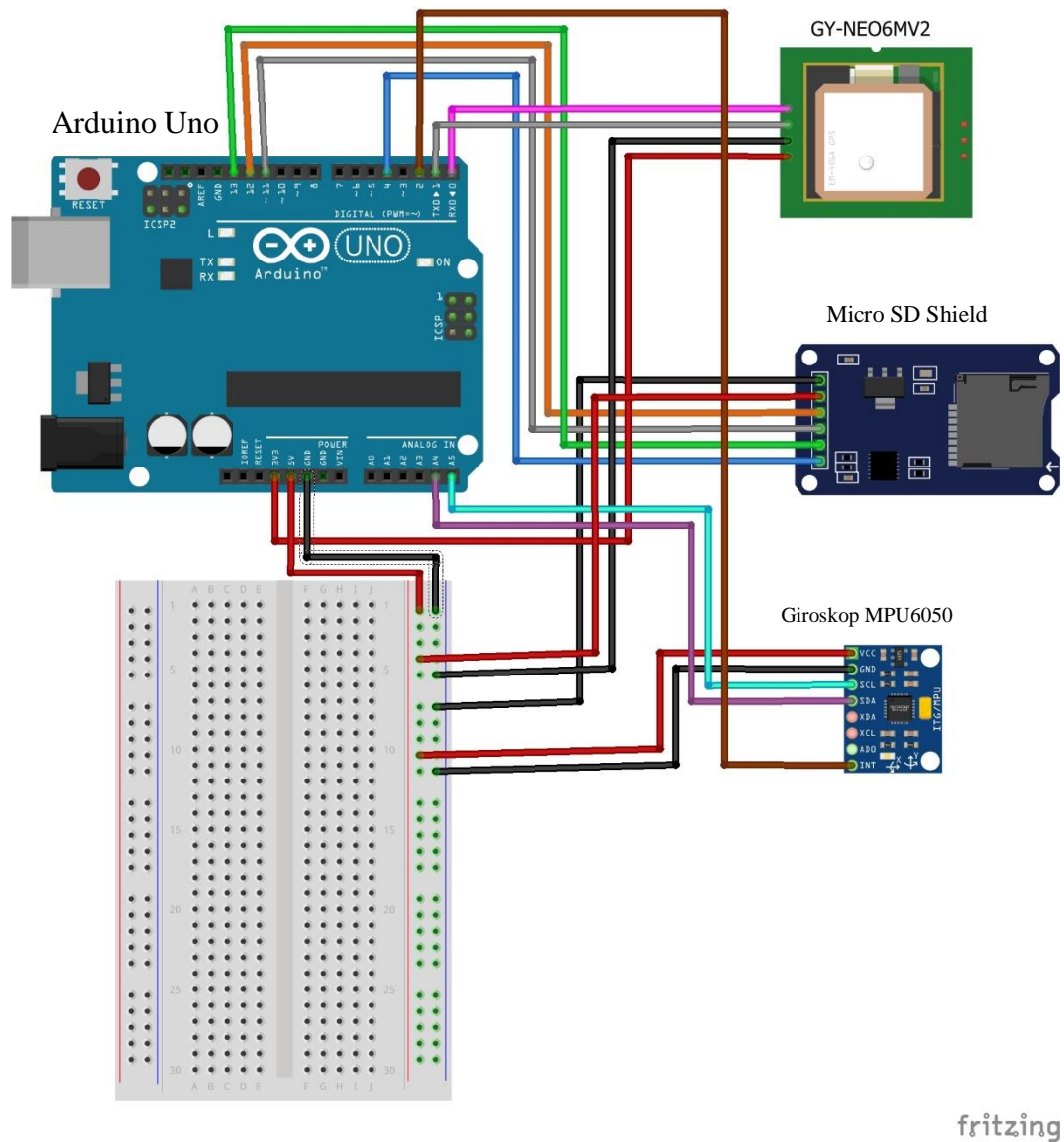
fungsi, jika tidak maka akan dilakukan pengecekan kembali pada rangkaian. Untuk mengetahui keakuratan titik lokasi dilakukan perbandingan dengan GPS referensi dari *smartphone*, kemudian menghitung besar persentase error yang didapatkan untuk perbandingan keduanya. Target untuk persentase error untuk pengujian GPS adalah kurang dari 1%.



Gambar 3. 12 Wiring diagram pengujian GPS-NEO6V2

Pada gambar 3.11 sensor giroskop GPS GY-NEO6V2 terdapat pin VCC, GND, RX dan TX. Pin VCC dihubungkan ke 3v pada arduino, pin GND dihubungkan ke GND (*Ground*) pada arduino, pin TX dihubungkan ke pin Digital 2 pada arduino, pin RX dihubungkan ke pin digital 3 pada arduino.

3.8 Perancangan Sistem



Gambar 3. 13 Wiring Diagram sistem

Pada gambar 3.12 adalah skematik atau wiring diagram untuk sistem alat kestabilan rel, yang merupakan gabungan antara Gyroscope MPU6050, Arduino UNO, GPS GY-NEO6MV2 dan micro sd shield. Konfigurasi pin dari arduino uno

ke Gyroscope MPU6050 dapat dilihat pada Tabel 3.2, sedangkan untuk ke micro sd shield dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan Tabel 3.4 untuk ke GPS GY-NEOMV2.

Tabel 3. 2 Konfigurasi pin dari Arduino Uno ke Gyroscope MPU6050

Gyroscope	Arduino Uno
INT	D2
SDA	A4
SCL	A5
GND	GND
VCC	5V

Tabel 3. 3 Konfigurasi pin dari Arduino Uno ke Micro SD Shield

Micro SD Shield	Arduino Uno
SC	D4
SCK	D13
MOSI	D11
MISO	D12
GND	GND
VCC	5V

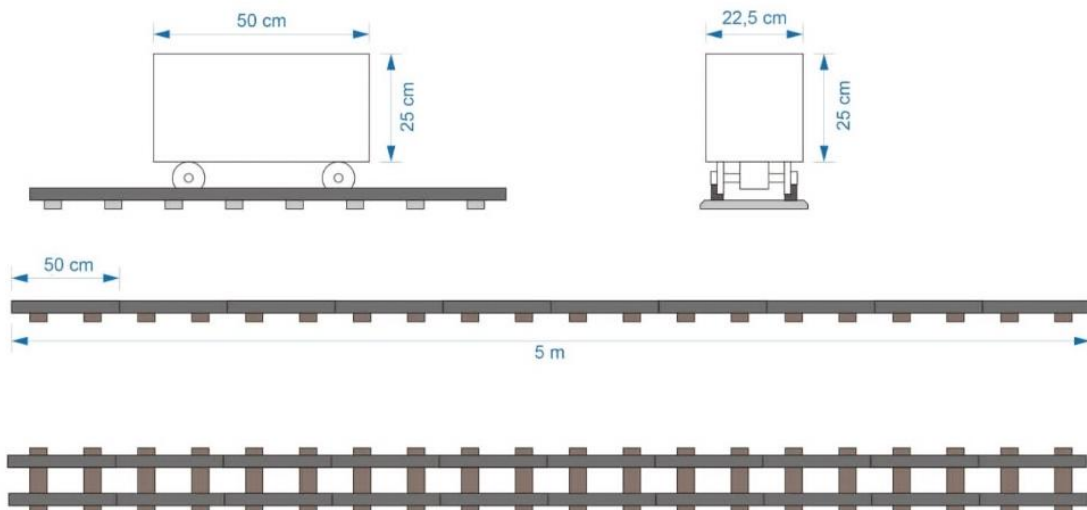
Tabel 3. 4 Konfigurasi pin dari Arduino Uno ke GPS GY-NEOMV2

GPS GY-NEOMV2	Arduino Uno
RX	D3

TX	D2
GND	GND
VCC	3V

3.9 Desain Media Pengujian

Pengujian yang dilakukan menggunakan box dari kayu dengan panjang 50cm, tinggi 25 cm, lebar 22,5 cm dan ukuran roda 8cm. Sedangkan untuk model rel yang dibuat sepanjang 5 m yang dibagi per 50 cm bisa dilihat pada gambar 3.13, Untuk perbandingan skala antara ukuran asli dan ukuran model yang dibuat bisa dilihat pada tabel 3.5.



Gambar 3. 14 Desain Media Pengujian Sistem

Tabel 3. 5 Perbandingan skala antara asli dan model

	Keterangan	Asli	Model	Rasio
A.	Panjang	20.000 mm	50 cm	1:40
B.	Tinggi	3.800 mm	25 cm	1:15,2
C.	Lebar	3.000 mm	22,5 cm	1:13,3

D.	Roda	700 mm	8 cm	1:8,75
----	------	--------	------	--------

Dari tabel 3.5 untuk perhitungan skala rasio antara ukuran asli dan ukuran model yang dibuat adalah sebagai berikut.

- a. Panjang pada ukuran asli adalah 20.000 mm

Panjang pada model adalah 50 cm

Karena satuannya berbeda maka harus disamakan terlebih dulu yaitu mm ke cm $20.000 \text{ mm} = 2.000 \text{ cm}$. Untuk perhitungannya adalah :

$$2.000 : 50 = 40$$

Jadi perbandingan rasio antara ukuran asli dan ukuran model adalah 1:40 cm dimana 1 cm pada ukuran asli sama dengan 40 cm di ukuran model.

- b. Tinggi pada ukuran asli adalah 3.800 mm

Tinggi pada model adalah 25 cm

Karena satuannya berbeda maka harus disamakan terlebih dulu yaitu mm ke cm $3.800 \text{ mm} = 380 \text{ cm}$. Untuk perhitungannya adalah :

$$380 : 25 = 15,2$$

Jadi perbandingan rasio antara ukuran asli dan ukuran model adalah 1:15,2 cm dimana 1 cm pada ukuran asli sama dengan 15,2 cm di ukuran model.

- c. Lebar pada ukuran asli adalah 3.000 mm

Lebar pada model adalah 22,5 cm

Karena satuannya berbeda maka harus disamakan terlebih dulu yaitu mm ke cm $3.000 \text{ mm} = 300 \text{ cm}$. Untuk perhitungannya adalah :

$$300 : 22,5 = 13,3$$

Jadi perbandingan rasio antara ukuran asli dan ukuran model adalah 1:13,3 cm dimana 1 cm pada ukuran asli sama dengan 13,3 cm di ukuran model.

d. Roda pada ukuran asli adalah 700 mm

Roda pada model adalah 8 cm

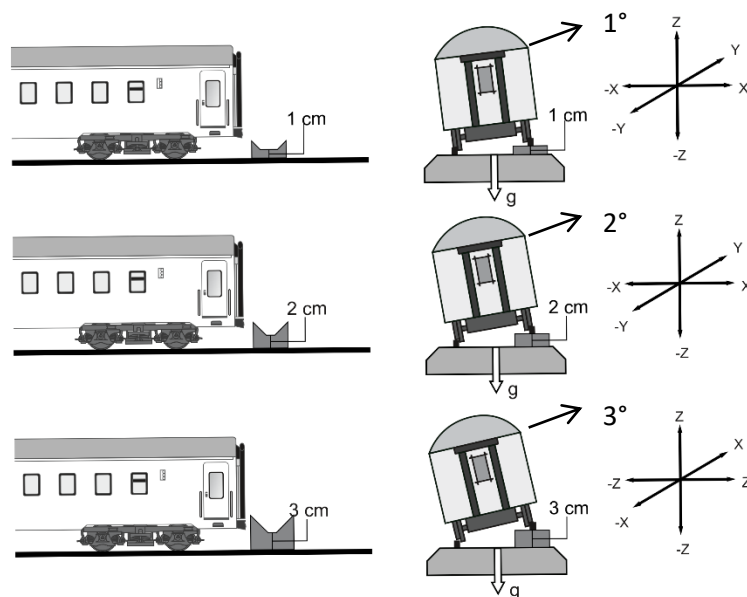
Karena satuannya berbeda maka harus disamakan terlebih dulu yaitu mm ke cm $700 \text{ mm} = 70 \text{ cm}$. Untuk perhitungannya adalah :

$$70 : 8 = 8,75$$

Jadi perbandingan rasio antara ukuran asli dan ukuran model adalah 1:8,75 cm dimana 1 cm pada ukuran asli sama dengan 8,75cm di ukuran model.

3.10 Metode Pengujian Sistem

Pengujian sistem alat deteksi kestabilan rel kereta api menggunakan sensor gyroscope berbasis Arduino dilakukan untuk mengetahui kinerja dari keseluruhan sistem, kinerja gyroscope dengan Arduino, dan pengaruh sensor gyroscope terhadap hasil pengukuran elevasi. Pengujian dilakukan dengan mengukur pergeseran bidang horizontal (X) yaitu pergeseran ke kiri dan kanan atau kemiringan dengan tampak seperti pada Gambar 3.14.



Gambar 3. 15 Metode Pengujian Siste

