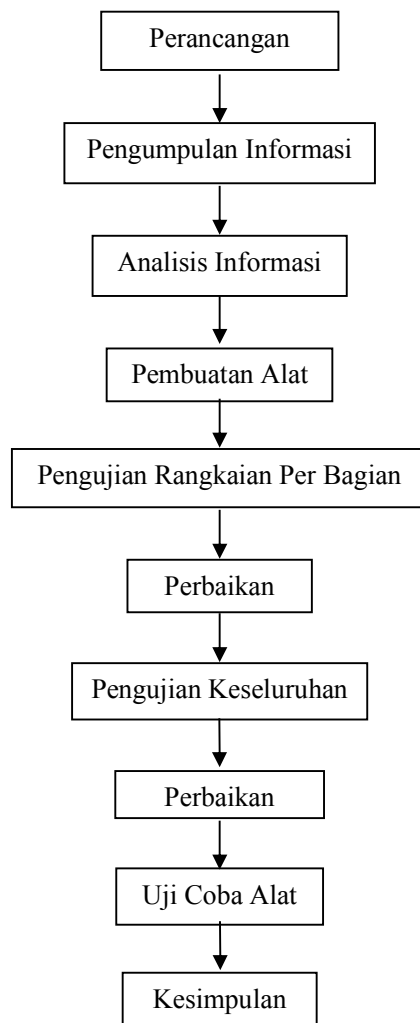


## BAB III

### METODE PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

#### 3.1 Diagram Alur Penelitian

Blok diagram penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 3.1** Diagram Blok Penelitian

### 3.1.1 Uraian Diagram Blok

1. Perancangan

Penelitian dimulai dengan perencanaan awal mengenai bentuk fisik dan sistem mekanik dari alat.

2. Pengumpulan Informasi

Pengumpulan informasi mencakup data-data dan informasi yang didapat secara literature (melalui buku) maupun networking mengenai bahan dan komponen yang dibutuhkan.

3. Analisis Informasi

Setelah proses pengumpulan informasi, dilakukan proses analisis berupa menentukan bentuk, bahan dan komponen yang akan dipakai.

4. Pembuatan Alat

Pembuatan alat mencakup pembuatan mekanik, elektronik, dan merangkai komponen.

5. Pengujian Rangkaian Per Bagian

Proses ini merupakan pengujian terhadap rangkaian-rangkaian secara terpisah yang belum dibentuk menjadi alat seutuhnya.

6. Perbaikan

Perbaikan dilakukan apabila pada proses pengujian rangkaian per bagian tidak bekerja semestinya.

7. Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan yaitu pengujian rangkaian-rangkaian per bagian yang telah disatukan dan memiliki sistem yang sudah diatur.

8. Perbaikan

Perbaikan dilakukan apabila setelah sistem keseluruhan dijalankan namun belum membuahkan hasil yang diinginkan.

#### 9. Uji Coba

Setelah pengujian dan perbaikan dilakukan, pada tahap ini alat akan diuji coba dan diukur kemampuannya dalam menjalankan sistem yang disetting, apakah sudah sesuai dengan harapan atau tidak.

#### 10. Kesimpulan

Berisi hasil akhir dari penelitian.

### 3.2 Perancangan

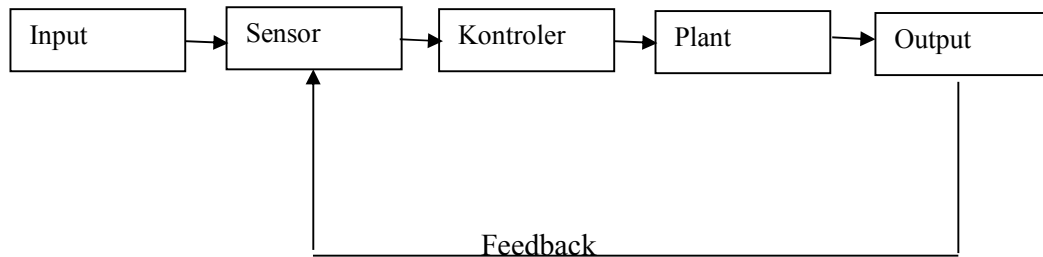
Penelitian ini dilakukan berdasarkan permasalahan pengaturan pada kaki tripod. Pengaturan yang dilakukan biasanya secara manual memiliki kelemahan berupa kurangnya akurasi keseimbangan pada kaki tripod sehingga menyebabkan tripod itu sendiri kurang seimbang. Ketersediaan *waterpass* pada tripod juga dinilai kurang membantu karena penggunaannya berdasarkan masing-masing individu untuk mengatur keseimbangan tripod. Maka, solusi yang dibutuhkan adalah merancang sistem *self-leveling* pada kaki tripod secara otomatis.

Sistem-sistem yang terdapat pada perancangan ini secara umum terdiri dari:

- a. Sistem pendeteksi kemiringan; berisi sensor *accelerometer* yang diletakkan dan direkatkan pada bagian tripod, sehingga ketika tripod mengalami kemiringan maka sensor langsung bekerja mendeteksi besarnya kemiringan pada tripod.
- b. Sistem pengolah input; berisi mikrokontroler yang mengolah input yaitu, data dari sensor accelerometer.
- c. Sistem pengolah output; merupakan *motor driver* yang bekerja sesuai input dan perintah dari mikrokontroler sekaligus sebagai penyuplai tegangan untuk motor DC.

- d. Sistem output; berupa motor DC yang dipasang pada kaki tripod dan bekerja sesuai suplai dari motor driver.

Sistem-sistem di atas akan membentuk suatu sistem keseluruhan berupa sistem *closed-loop* yang dapat diamati dalam bentuk diagram seperti gambar di bawah.



**Gambar 3.2** Diagram *Closed-Loop*

Keterangan:

- 1) Input merupakan masukan berupa besar nilai kemiringan yang diterima oleh sistem.
- 2) Kontroller berupa sistem pengolah input, yaitu mikrokontroler.
- 3) Plant, yang merupakan pemrosesan setelah input diterima oleh kontroler, dimana pada sistem ini akan berupa pengolah output yaitu motor driver.
- 4) Output merupakan keluaran dari sistem yang berupa perputaran motor DC.
- 5) Feedback adalah umpan balik ketika output yang dihasilkan belum memenuhi kondisi sistem, dan umpan balik tersebut akan diterima oleh sensor supaya diproses kembali oleh kontroler. Proses ini akan berlangsung berulang kali (*closed-loop*) hingga output yang dihasilkan sudah memenuhi kondisi.

### 3.2.1 Proses Perancangan Mekanik

*Prototyping* merupakan proses perancangan sistem yang dibentuk dari 2 bagian, yaitu bagian *hardware* (perangkat keras) dan *software* (perangkat lunak). Merancang

bentuk mekanik dari sistem *self-leveling* tripod ini merupakan bagian dari *hardware* sistem. Mekanik sistem ini tersusun dari tripod, dan 3 buah motor DC yang masing-masing akan dipasang di ketiga kaki tripod.

### **3.2.2 Proses Perancangan Elektronik**

Perangkat elektronik juga merupakan bagian dari *hardware* sistem. Merancang bagian ini penting karena berisi komponen-komponen yang mengolah program dan menentukan bagaimana jalan kerja dari sistem *self-leveling* tripod tersebut. Maka, perlu ditentukan apa saja komponen-komponen yang dapat bekerja sesuai dengan fungsi dan kebutuhannya.

#### **3.2.2.1 Perancangan Mikrokontroler**

Mikrokontroler yang bekerja sebagai pengolah program algoritma untuk sistem ini digunakan kit dari Arduino yaitu Arduino UNO. Arduino ini memiliki IC berupa ATmega328 yang bekerja dengan suplai tegangan sebesar 5V dan memadai untuk penggunaannya dalam sistem ini. Dalam sistem ini digunakan Arduino UNO R3 yang merupakan keluaran terbaru dari seri Arduino UNO.

#### **3.2.2.2 Sensor MPU-6050**

Sensor yang digunakan dalam sistem adalah sensor MPU-6050, yang merupakan sensor kombinasi dari *accelerometer* dan *gyroscope*. Pendeteksian dengan sensor ini akan menghasilkan nilai-nilai dalam 3, 6, ataupun 9 sumbu. Nilai-nilainya bisa berupa format matriks rotasi, *quaternion*, sudut *Euler* dan data mentah (*raw data*). Nilai tersebut sudah dalam bentuk digital.

#### **3.2.2.3 Motor Driver L298N**

*Motor driver* L298N akan bekerja sebagai driver penyuplai tegangan ke motor DC. Satu buah *motor driver* ini dapat memutar 2 buah motor DC. Oleh karena itu, pada sistem ini digunakan sebanyak 2 buah *motor driver* sehingga sanggup menggerakkan 3

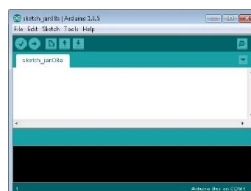
buah motor DC. Suplai tegangan untuk *motor driver* akan didapatkan dari sebuah rangkaian catu daya secara eksternal sebesar 12V.

#### 3.2.2.4 Rangkaian Catu Daya

Sumber tegangan DC yang digunakan untuk rangkaian dapat diperoleh melalui alat Power Supply, Adaptor, maupun rangkaian baterai. Power Supply merupakan catu daya jenis variable karena besar tegangan dan arusnya dapat diubah-ubah, sedangkan Adaptor dan rangkaian baterai memiliki nilai tegangan dan arus yang tetap. Jadi, untuk menggunakan Power Supply sebagai sumber tegangan DC hanya perlu disetting sebesar 12VDC. Untuk Adaptor dipastikan memiliki keluaran tegangan 12VDC. Sedangkan untuk rangkaian baterai diperlukan beberapa buah baterai isi ulang dan rangkaian tambahan untuk sistem auto-charge baterai.

#### 3.2.3 Perancangan Software

Sebagaimana disebutkan sebelumnya, mikrokontroler yang digunakan adalah kit Arduino yaitu jenis Arduino UNO, maka *software* yang akan dibutuhkan dalam pengolahan algoritma programnya juga merupakan *software* bawaan Arduino yang dinamakan Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Tidak seperti *software* lain yang menggunakan bahasa C atau C++, Arduino memiliki bahasa pemrogramannya sendiri yang tergolong lebih mudah dan karena bersifat *open-source*, *libraries*-nya dapat didapatkan dengan mudah dan lengkap melalui situs-situs internet. Kode programnya bukan dinamakan “*source code*” seperti pada *software* pengolah mikrokontroler lainnya, tapi disebut dengan istilah “*sketch*”. Interface Arduino IDE tampak seperti gambar berikut.



**Gambar 3.3** Interface Arduino IDE

### 3.3 Pembuatan Alat

Sesudah perancangan sistem, pembuatan sistem untuk merealisasikan alat tersebut akan dilakukan sesuai dengan bagian-bagian yang sudah ditetapkan. Bagian *hardware* yang meliputi perangkat mekanik dan elektronik, sedangkan bagian *software* meliputi perangkat lunak yang diinstal pada PC/komputer. Kebutuhan alat dan bahannya secara rinci akan dibahas pada subbab berikutnya.

#### 3.3.1 Alat dan Bahan

Untuk membuat keseluruhan sistem *self-leveling* ini dibutuhkan alat dan bahan berupa:

- a. PC (*Personal Computer*). PC digunakan sebagai media instalasi Arduino IDE, mengolah, menulis, maupun mengedit *sketch* pada *software* Arduino IDE serta meng-upload *sketch* tersebut ke *flash memory* ATmega328 di dalam Arduino UNO.
- b. Tripod. Tripod sebagai bahan utama dalam pembuatan sistem *self-leveling* ini. Masing-masing kaki tripod akan dilakukan modifikasi dengan motor DC sehingga akan bergerak memanjang dan memendek sesuai dengan program yang dibuat.
- c. *Multimeter*. Merupakan alat untuk mengukur dan mengecek jalur tegangan dan arus yang mengalir pada rangkaian sehingga apabila terjadi kesalahan berupa konsleting, menyebabkan rangkaian rusak, dapat dicegah dan diminimalisasi.
- d. Osiloskop. Osiloskop adalah alat ukur elektronik yang berfungsi untuk memproyeksikan bentuk sinyal listrik agar dapat dilihat dan dipelajari. Untuk pembuatan sistem ini, osiloskop digunakan untuk menganalisis aliran tegangan dan arus apakah mengalami tingkah laku yang tidak wajar, seperti adanya lonjakan tegangan, dapat diamati melalui osiloskop.
- e. Komponen-komponen utamanya yang berupa:

1. IC ATmega328 yang terintegrasi dalam Arduino UNO R3
2. Sensor MPU-6050
3. *Motor Driver* L298N
4. Motor DC
5. Kapasitor milar 100 nF
6. *Switching* regulator

Komponen pembantunya berupa:

1. Kabel dan kabel jumper *Male-Female*
  2. Baut berdiameter 6 mm sepanjang 1 m dan murnya
  3. Papan triplek
  4. Papan akrilik
  5. Tutup pipa pvs  $\frac{1}{4}$  inch
  6. Lempengan alumunium
- f. Alat-alat seperlunya yang membantu untuk memasang komponen pada tempatnya:
1. Bor
  2. Obeng
  3. Tang
  4. Solder dan tinol
  5. Gunting
  6. Selotip dan lakban bolak-balik
  7. *Glue gun* (lem tembak)

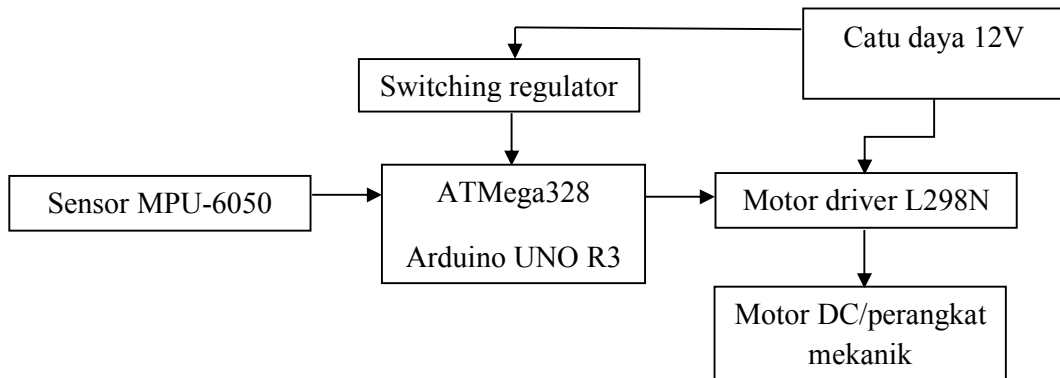


### 3.3.2 Pembuatan Hardware

Hal yang dilakukan pertama setelah menganalisis alat dan bahan adalah melakukan proses pembuatan *hardware*, yang terdiri dari pembuatan rangkaian elektronik dan mekanik.

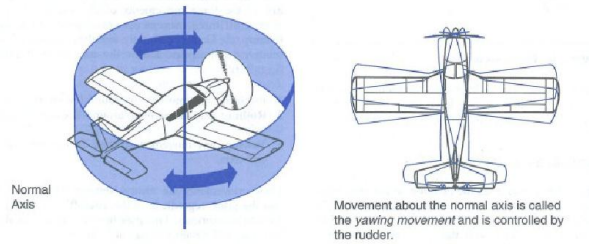
#### 3.3.2.1 Pembuatan Rangkaian Elektronik

Sistem *self-leveling* pada kaki tripod ini dibangun menggunakan alat dan bahan yang sudah dijabarkan sebelumnya. Komponen-komponen tersebut kemudian disusun sesuai dengan letak dan fungsinya masing-masing. Secara garis besar, diagram blok dari rangkaian elektroniknya dapat dilihat pada gambar berikut.



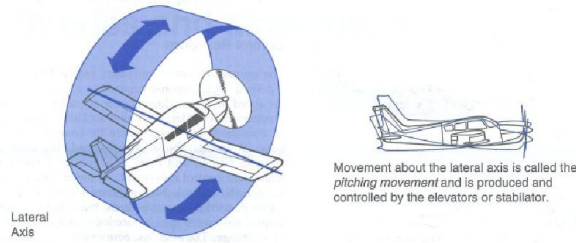
**Gambar 3.4** Blok Diagram Perangkat Elektronik

Ketika permukaan tanah yang tidak rata/sejajar menyebabkan kedudukan tripod mengalami kemiringan, sensor MPU-6050 bekerja mendeteksi besarnya kemiringan. Hasil pendataan oleh sensor tersebut berupa nilai-nilai dalam 3, 6 atau 9 sumbu. Untuk memudahkan penggunaan logika pada algoritma programnya, dipilih menggunakan nilai dalam 3 sumbu berupa matriks rotasi yaitu *yaw*, *pitch*, dan *roll*. Pergerakan sensor MPU-6050 dapat dianalogikan dan diilustrasikan dengan pergerakan pesawat terbang pada gambar berikut.



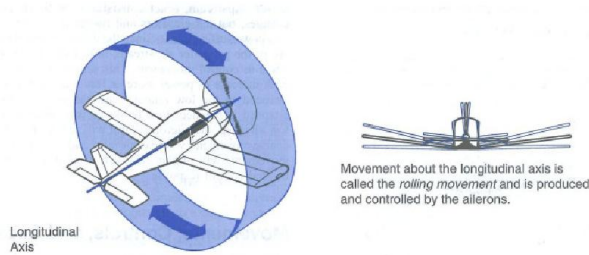
**Gambar 3.5** Gerak *Yaw*

*Yaw* merupakan pergerakan rotasi terhadap sumbu normal (sumbu Y) sehingga menghasilkan gerakan pesawat berbelok ke samping kanan atau kiri.



**Gambar 3.6** Gerak *Pitch*

*Pitch* merupakan pergerakan rotasi terhadap sumbu lateral (sumbu X) sehingga menghasilkan gerakan pesawat berguling ke depan (membungkuk) ataupun ke belakang.



**Gambar 3.7** Gerak *Roll*

*Roll* merupakan pergerakan rotasi terhadap sumbu longitudinal (sumbu *Z*) sehingga menghasilkan gerakan pesawat berguling ke samping kanan atau kiri. Ketiga gerakan tersebut sama halnya dengan gerakan yang dapat diaplikasi pada sensor MPU-6050.

Implementasi gerakan *yaw*, *pitch*, dan *roll* terhadap tripod dapat dilihat melalui ilustrasi berikut ini, dengan ketentuan bahwa kaki tripod bagian depan ditandai dengan tulisan “DEPAN” pada bagian kakinya (apabila diaplikasikan dengan kamera maka kamera akan menghadap sesuai dengan arah kaki “DEPAN”) dan sisanya akan mudah untuk menentukan bagian kanan dan kirinya.



**Gambar 3.8** Bagian-bagian Kaki Tripod

Dalam pembuatan sistem *self-leveling* ini hanya digunakan 2 buah nilai yaitu *pitch* dan *roll* karena gerakan *yaw* pada tripod tidak mempengaruhi kemiringannya sehingga nilai yang bisa berubah-ubah akibat kemiringan hanya nilai *pitch* dan *roll* saja. Apabila diilustrasikan, gerakan *pitch* dan *roll* yang dialami oleh tripod secara kasar dapat dilihat pada gambar-gambar berikut



**Gambar 3.9** Ilustrasi *Pitch* (1)



**Gambar 3.10** Ilustrasi *Pitch* (2)



**Gambar 3.11** Ilustrasi *Roll* (1)



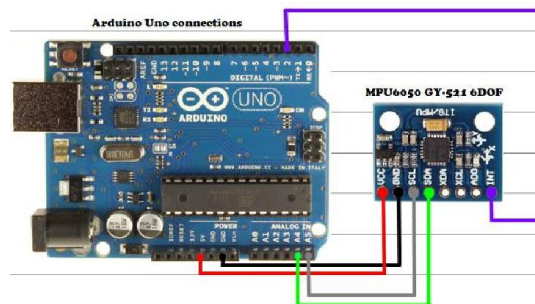
**Gambar 3.12** Ilustrasi *Roll* (2)

Gambar 3.8 dan gambar 3.9 menunjukkan bahwa ketika posisi tripod mengalami kemiringan sedemikian rupa, maka nilai *pitch*-lah yang akan berubah-ubah. Perbedaan gambar ilustrasi *pitch* (1) dan (2) adalah; pada ilustrasi *pitch* (1) merupakan perubahan

nilai *pitch* ke arah positif (+1), sedangkan pada ilustrasi *pitch* (2) perubahan nilai *pitch* ke arah negatif (-1).

Gambar 3.10 dan gambar 3.11 menunjukkan bahwa ketika posisi tripod mengalami kemiringan sedemikian rupa, maka nilai *roll*-lah yang berubah-ubah. Sama seperti nilai *pitch*, nilai *roll* berubah ke arah positif dan negatif. Gambar ilustrasi *roll* (1) memperlihatkan perubahan nilai *roll* positif (+1) dan ilustrasi *roll* (2) memperlihatkan perubahan nilai *roll* negatif (-1).

Kelebihan dari sensor MPU-6050 adalah nilai yang dihasilkan sudah berupa nilai digital sehingga hasil pendataan dari sensor diterima dan langsung diolah oleh mikrokontroler ATmega328 tanpa perlu menggunakan ADC (*Analog to Digital Converter*). Berikut adalah konfigurasi rangkaian sensor MPU-6050 dan Arduino.



**Gambar 3.13** Konfigurasi Sensor dan Arduino

Baik sensor maupun Arduino disuplai oleh tegangan dari satu catu daya yang sama untuk menyuplai tegangan motor, namun menggunakan switching regulator sebagai pengatur tegangannya sehingga dapat dihasilkan tegangan 5VDC untuk dipakai sesuai kebutuhan. Setelah *sketch* program berjalan maka Arduino akan mengaktifkan motor DC melalui *motor driver* L298N yang disuplai oleh catu daya 12V.

Seperti yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya, *Motor driver* L298N memiliki keluaran yang bisa dipakai untuk menjalankan 2 buah motor DC sehingga untuk

menjalankan 3 buah motor DC diperlukan 2 motor driver; 1 motor driver menjalankan 2 buah motor DC dan motor driver lainnya menjalankan sebuah motor DC. Pada sistem *self-leveling* ini, selain ditentukan bagian depan, kanan dan kiri kaki tripod, ditentukan pula hal-hal seperti:

- 1) Asumsikan motor DC pada kaki depan tripod sebagai Motor 1,
- 2) Motor DC pada kaki kiri tripod sebagai Motor 2,
- 3) Motor DC pada kaki kanan tripod sebagai Motor 3,
- 4) Motor 1 diatur oleh Motor Driver 1,
- 5) Sedangkan Motor 2 dan Motor 3 diatur oleh Motor Driver 2.

**Tabel 3.1** Nilai Kebenaran Motor Driver 1

Motor Driver 1				Keluaran
In1	In2	In3	In4	
1	0	0	0	Motor 1 berputar berlawanan arah jarum jam (CCW)
0	1	0	0	Motor 1 berputar searah jarum jam (CW).

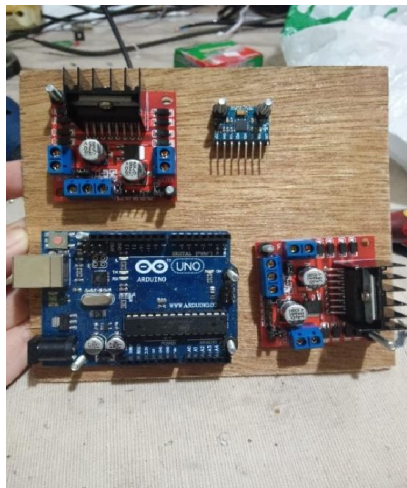
**Tabel 3.2** Nilai Kebenaran Motor Driver 2

Motor Driver 2				Keluaran
In1	In2	In3	In4	
1	0	0	0	Motor 2 berputar berlawanan arah jarum jam (CCW)
0	1	0	0	Motor 2 berputar searah jarum jam (CW)

0	0	1	0	Motor 3 berputar berlawanan arah jarum jam (CCW)
0	0	0	1	Motor 3 berputar searah jarum jam (CW)

Kedua tabel di atas memperlihatkan output apa saja yang dikendalikan oleh Motor Driver 1 dan Motor Driver 2. Untuk menentukan arah perputaran dapat dilihat pada tabel bab sebelumnya yaitu Tabel 2.1 yang menunjukkan prinsip kerja dari motor driver.

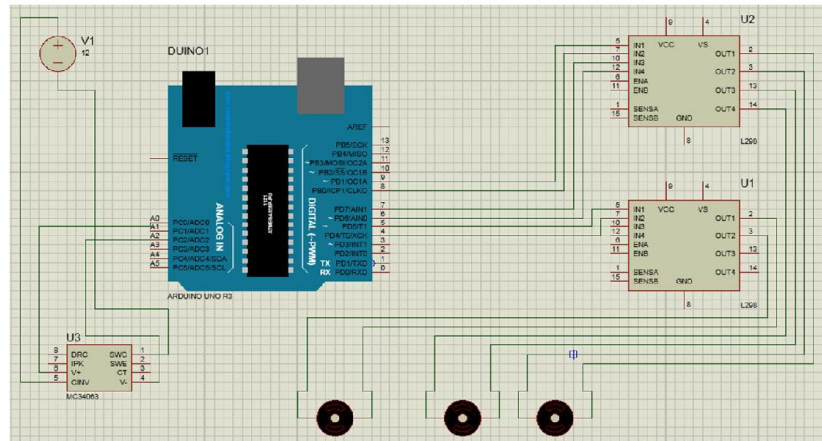
Kelebihan *motor driver* L298N sudah berupa modul yang lengkap dengan regulator tegangan yaitu berupa kapasitor untuk memfilter tegangan yang lewat. Keseluruhan komponen tersebut dipasang dalam suatu media yaitu papan triplek berukuran 15 cm x 15 cm dan tiap komponen akan dihubungkan menggunakan kabel jumper.



**Gambar 3.14** Papan Perangkat Elektronik

Setelah komponen-komponen terpasang dengan baik di papan triplek dan membentuk perangkat elektronik yang siap pakai, maka perangkat elektronik tersebut siap untuk dipasang pada perangkat mekanik. Berikut adalah skematik sistem perangkat elektronik.



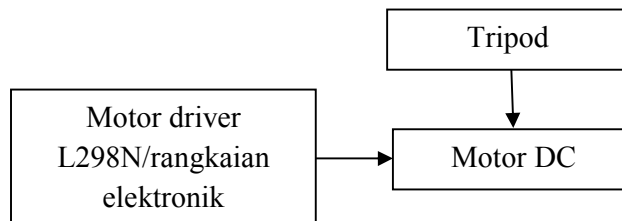


**Gambar 3.15** Skematik Perangkat Elektronik

Perlu diketahui, pemasangan sensor pada perangkat elektronik harus diperhatikan tata letaknya karena hal tersebut akan berpengaruh pada pembuatan algoritma programnya.

### 3.3.2.2 Pembuatan Sistem Mekanik

Perangkat mekanik dalam sistem self-leveling ini hanya terdiri dari 2 bagian yaitu tripod dan motor DC. Blok diagram dari perangkat mekanik dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 3.16** Blok Diagram Perangkat Mekanik

Seperti yang sudah disebutkan sebelumnya, bahwa keluaran dari motor driver akan langsung menjalankan motor DC. Motor DC sebanyak 3 buah dipasang masing-masing pada setiap kaki tripod. Untuk menghubungkan keluaran dari motor driver digunakan kabel 2 warna yang tersambung ke motor DC. Motor DC tersebut dimodifikasi dengan

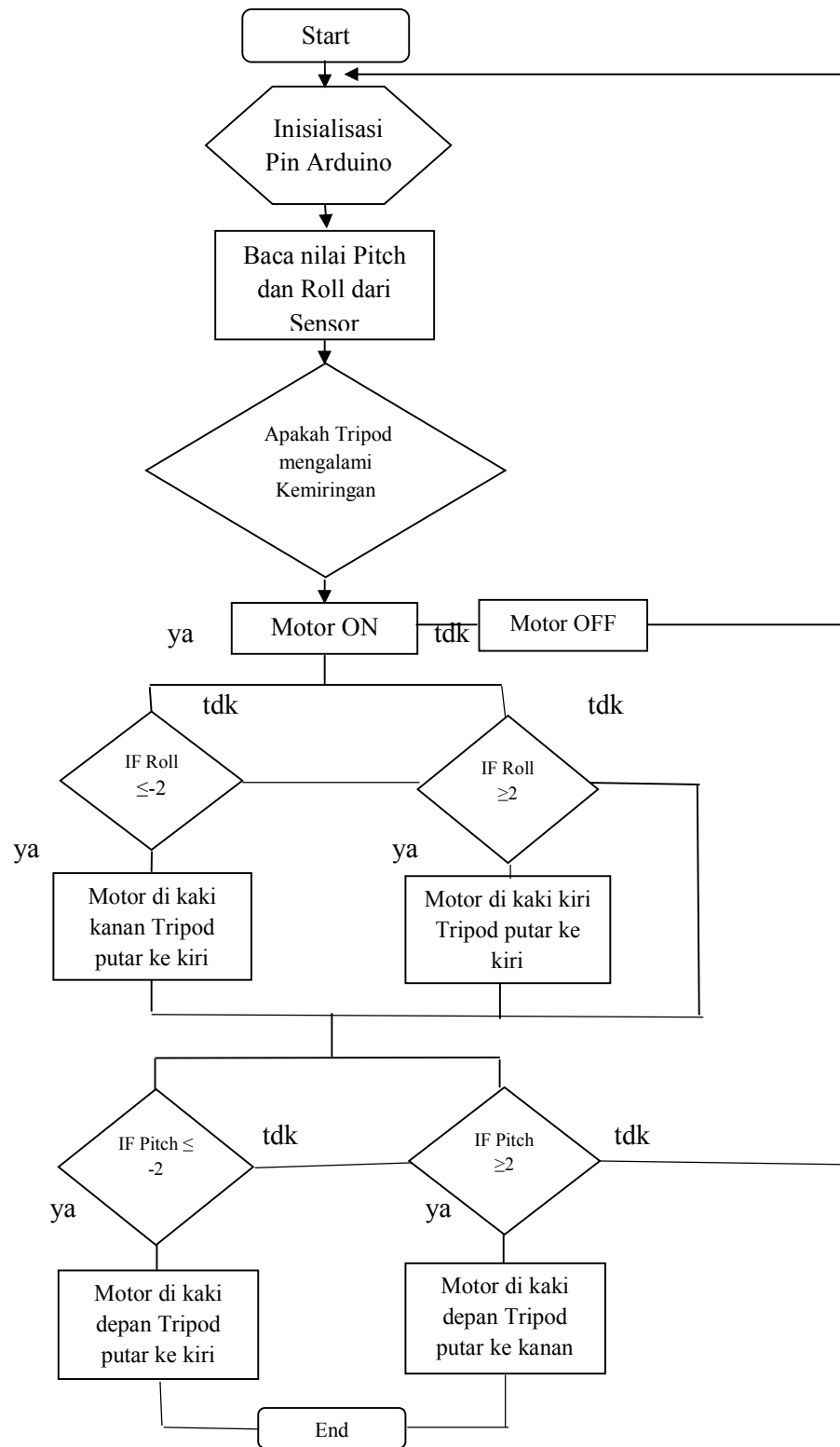
baut sepanjang 25 cm yang dipasang di ujung gear motor. Pemasangan baut di motor DC tersebut dilakukan di tempat pengelasan bubut. Setelah itu, dibantu dengan penambahan lempengan alumunium sehingga dapat tersangga dengan baik di kaki tripod.



**Gambar 3.17** Pemasangan Motor DC di Kaki Tripod

### 3.3.3 Pembuatan Program

Agar pembuatan *hardware* untuk sistem dapat bekerja harus disertai dengan suatu perintah dalam bentuk program *assembly* karena cara kerja dari alat tersebut sepenuhnya ditangani oleh *software* Arduino IDE. Program terdiri dari *sketch* yang berisi sekumpulan instruksi untuk mengendalikan mikrokontroler. Berikut adalah *flowchart* dalam sistem *self-leveling* tripod.



**Gambar 3.18** Flowchart Sistem

Cara kerja program dimulai dengan proses inisialisasi bit input/output pada Arduino. Apabila tripod mengalami kemiringan, baik nilai *pitch* atau *roll* akan mengalami perubahan. Kedua nilai tersebut merupakan nilai matriks rotasi sehingga nilai yang dihasilkan bukan dalam bentuk satuan sudut (derajat) dan merupakan input yang akan dibaca oleh mikrokontroler. Setelah mikrokontroler membaca input, program akan memerintahkan *motor driver* untuk memutar motor DC.

Masing-masing motor DC diberi instruksi berdasarkan perubahan nilai yang muncul. Sudah ditetapkan pada pembuatan hardware sebelumnya, terdapat kaki tripod depan, kaki samping kanan dan kaki samping kiri. Begitu juga dengan pemasangan arah sensor. Kedua hal tersebut menentukan instruksi apa yang akan didapatkan untuk masing-masing motor DC di kaki tripod. Adapun instruksi-instruksi yang ditulis dalam sketch program ini, dijelaskan sebagaimana berikut ini:

1. Tripod dikatakan seimbang (motor DC tidak berputar) apabila sensor mendeteksi masing-masing;  $-(\text{nilai toleransi}) < \text{nilai pitch} < \text{nilai toleransi}$ , dan,  $-(\text{nilai toleransi}) < \text{nilai roll} < \text{nilai toleransi}$ ; dimana, nilai toleransi = 2
2. Ketika terdeteksi nilai  $\text{roll} \leq -2$ , maka motor driver memutar motor DC di kaki samping kanan tripod untuk berputar ke kiri (CCW).
3. Ketika terdeteksi nilai  $\text{roll} \geq 2$ , maka motor driver memutar motor DC di kaki samping kiri tripod untuk berputar ke kiri (CCW).
4. Ketika terdeteksi nilai  $\text{pitch} \leq -2$ , maka motor driver memutar motor DC di kaki depan tripod untuk berputar ke kiri (CCW).
5. Ketika terdeteksi nilai  $\text{pitch} \geq 2$ , maka motor driver memutar motor DC di kaki depan tripod untuk berputar ke kanan (CW).

### **3.4 Pengujian Sementara**

Setelah proses di atas selesai, dilanjutkan tahap pengujian sementara yang dilakukan untuk mengecek apakah alat sudah sesuai harapan atau belum. Dalam tahap

ini percobaan akan dilakukan dengan mengetes kemiringan yang berbeda terhadap tripod dan diamati perubahan yang terjadi. Dari hasil pengujian tersebut akan ditentukan apakah alat memerlukan perbaikan atau tidak. Setelah itu baru dilakukan pengambilan data-data.

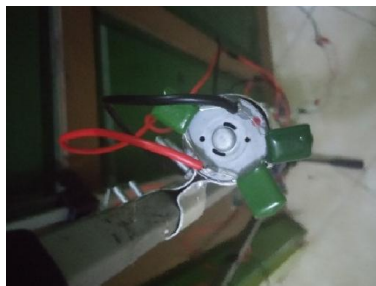
### 3.5 Perbaikan

Hasil pengujian sementara memperlihatkan sistem yang sudah dibuat tidak bekerja dengan maksimal dan tidak sesuai harapan. Hal itu ditunjukkan dengan adanya kondisi-kondisi berikut:

1. Saat pengekseskusion program, sensor hanya bekerja sementara waktu sebelum akhirnya berhenti menampilkan nilai pitch dan roll di Serial Monitor.
2. Akibat dari sensor yang tidak bekerja dalam menampilkan data, menyebabkan motor DC tidak berputar memenuhi kondisi program, atau dengan kata lain, motor DC berhenti berputar padahal tripod belum menunjukkan kedudukan yang seimbang.

Setelah melakukan analisis dan pengecekan ulang pada rangkaian, penyebab utama sistem tidak bekerja maksimal adalah adanya noise.

Motor DC memang rentan dengan munculnya noise seiring dengan penggunaannya. Untuk mengantisipasi hal itu, pada daftar komponen yang mungkin akan dipakai sudah disediakan kapasitor milar 100 nF sebagai peredam noise yang dihasilkan oleh motor.

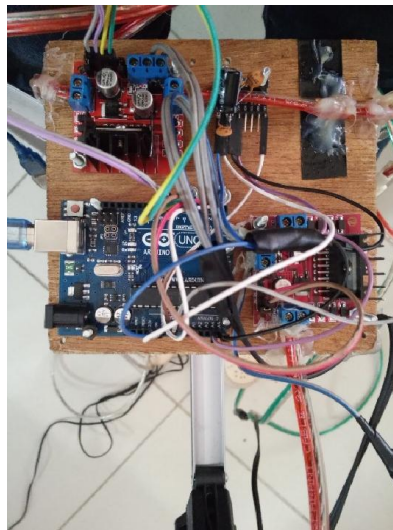


**Gambar 3.19** Pemasangan Kapasitor di Motor

Pengujian selanjutnya dilaksanakan dan menemukan bahwa sensor masih belum bekerja dengan baik. Analisis dan pengecekan kali ini menunjukkan pembuatan perangkat elektronik yang kurang baik.



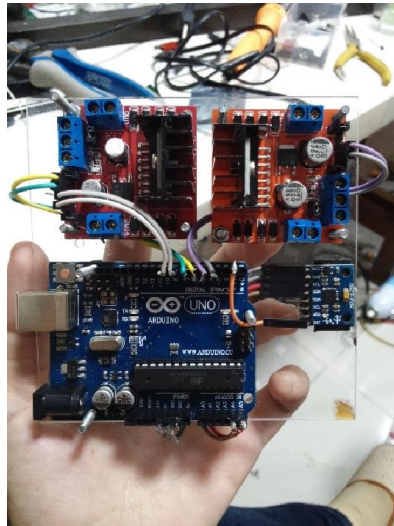
**Gambar 3.20** Triplek Berlapis Alumunium



**Gambar 3.21** Pemasangan Komponen di Triplek

Pada gambar 3.20 terlihat bahwa papan pada perangkat elektronik menggunakan papan triplek yang dilapisi lempengan tipis alumunium dan komponen-komponennya terpasang dibagian papan sebaliknya diperlihatkan pada gambar 3.21. Adanya lapisan alumunium tersebut menyebabkan aliran Vcc dan Ground yang menyatu sehingga terdapat ripple (noise) tegangan yang mengganggu sistem, khususnya sensor. Apabila tidak segera diperbaiki akan bisa merusak komponen-komponen yang tersambung di perangkat ini.

Kemudian perangkat elektronik dirancang ulang, mengganti papan triplek berlapis lempengan alumunium dengan papan akrilik yang berukuran kurang lebih sama, dan dilakukan pengkabelan yang lebih rapi, seperti ditunjukkan oleh gambar 3.22.



**Gambar 3.22** Rancang Ulang Perangkat Elektronik

Perbaikan-perbaikan yang sudah dilakukan menghasilkan sistem yang bekerja lebih baik.