

DESAIN DAN ANIMASI SELF BALANCING BIKE  
MENGUNAKAN GYROSCOPE



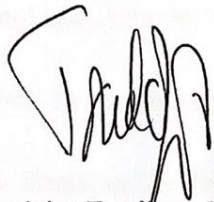
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK MEKATRONIKA  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR  
2023

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Desain dan Animasi *Self Balancing Bike* Menggunakan *Gyroscope*" oleh Daud Daeng Bani NIM 444 22 205 dan Mochammad Nugroho Joko NIM 444 22 209 dinyatakan layak untuk diujikan.

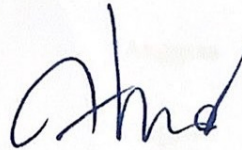
Makassar, 20 September 2023

Pembimbing I



Ir. Remigius Tandoga, M.Eng.Sc  
NIP: 19621210 199003 1 005

Pembimbing II



Dr.Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T.  
NIP. 19760413 200812 1 003

Mengetahui



Koordinator Program Studi






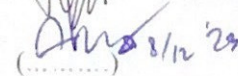
Dr.Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T.  
NIP. 19760413 200812 1 003

## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Jumat tanggal 22, tim penguji ujian sidang skripsi telah menerima skripsi mahasiswa: Daud Daeng Bani NIM 444 22 205 dan Mochammad Nugroho Joko NIM 444 22 209 dengan judul “Desain dan Animasi *Self Balancing Bike* Menggunakan *Gyroscope*”

Makassar, 22 September 2023

Tim Penguji Ujian Sidang Skripsi:

- |                                               |            |                                                                                                |
|-----------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Ir. Lewi, M.T.                             | Ketua      |             |
| 2. Dr.Eng. Abdul Kadir Muhammad, S.T., M.Eng. | Sekretaris |            |
| 3. Mukhtar, S.Pd, M.Eng                       | Anggota    |           |
| 4. Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad, M.T         | Anggota    |  08/12/23 |
| 5. Ir. Remigius Tandioga, M Eng.Sc            | Anggota    |           |
| 6. Dr.Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T.          | Anggota    |  8/12/23  |

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah swt. karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulisan skripsi ini yang berjudul “Desain dan Animasi *Self Balancing Bike* Menggunakan *Gyroscope*” dapat di selesaikan dengan baik.

Dalam penulisan skripsi ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang, Ir. Ilyas Mansyur, M.T;
2. Ketua Jurusan Teknik Mesin, Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid M.T ;
3. Bapak Dr. Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mekatronika, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Ir. Remigius Tandioga, M.Eng.Sc, sebagai pembimbing I dan Bapak Dr.Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T., sebagai pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, perhatian, dan kesempatannya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh dosen khususnya di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah memberikan ilmunya dengan ikhlas kepada penulis selama perkuliahan maupun praktikum.
6. Staff prodi, akademik, dan perpustakaan Politeknik Negeri Ujung Pandang. Penulis berterima kasih atas bantuannya dalam pengurusan dan pelayanan akademik dan administrasi.



7. Rekan-rekan mahasiswa jurusan Teknik Mesin Angkatan 2019, terkhusus Mekatronika 2019 yang selalu memotivasi, menemani, serta menjadi media informasi dan diskusi dalam berbagai hal.
8. Orang tua serta seluruh keluarga tercinta yang telah memberi bantuan materi maupun non-materi sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
9. Pihak-pihak yang secara langsung maupun tidak yang telah memberikan kontribusi dalam proses pengerjaan skripsi penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan kedepannya. Penulis juga meminta maaf apabila ada kesalahan penulisan dalam laporan ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak termasuk bagi penulis sendiri.

Makassar, September 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

hlm.

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PENERIMAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
SURAT PERNYATAAN .....	xii
RINGKASAN .....	xv
SUMMARY .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Sepeda Listrik .....	4
2.2 Sensor <i>Gyroscope</i> .....	4
2.3 Autodesk Fusion 360 .....	4
2.4 Komponen- komponen Elektronika .....	5
2.5 Penelitian – penelitian Sebelumnya .....	10

BAB III METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	20
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	20
3.3 Prosedur Penelitian.....	22
3.4 Langkah Pengujian Alat.....	24
3.5 Teknik Analisa Data.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	25
4.1 Hasil .....	25
4.1.1 Sensor Gyroscope MPU 6050 terhadap Pembacaan Sudut Sepeda Listrik.....	28
4.1.2 Merangkai Komponen Sensor Gyroscope pada Sepeda Listrik... .....	29
4.1.3 Desain dan Animasi Self Balancing Bike Menggunakan Sensor Gyroscope.....	30
4.1.4 Data Hasil Pengujian.....	30
4.1.5 Data Hasil Pengujian pada Jalan Paving Block.....	31
4.1.6 Data Hasil Pengujian pada Jalan Aspal.....	37
4.1.7 Data Hasil Pengujian pada Jalan Beton.....	44
4.2 Pembahasan.....	53
4.2.1 Hasil Pengujian pada Jalan Paving Block .....	53
4.2.2 Hasil Pengujian pada Jalan Aspal.....	54
4.2.3 Hasil Pengujian pada Jalan Beton. ....	54
BAB V Kesimpulan Dan Saran.....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA .....	57
LAMPIRAN.....	58

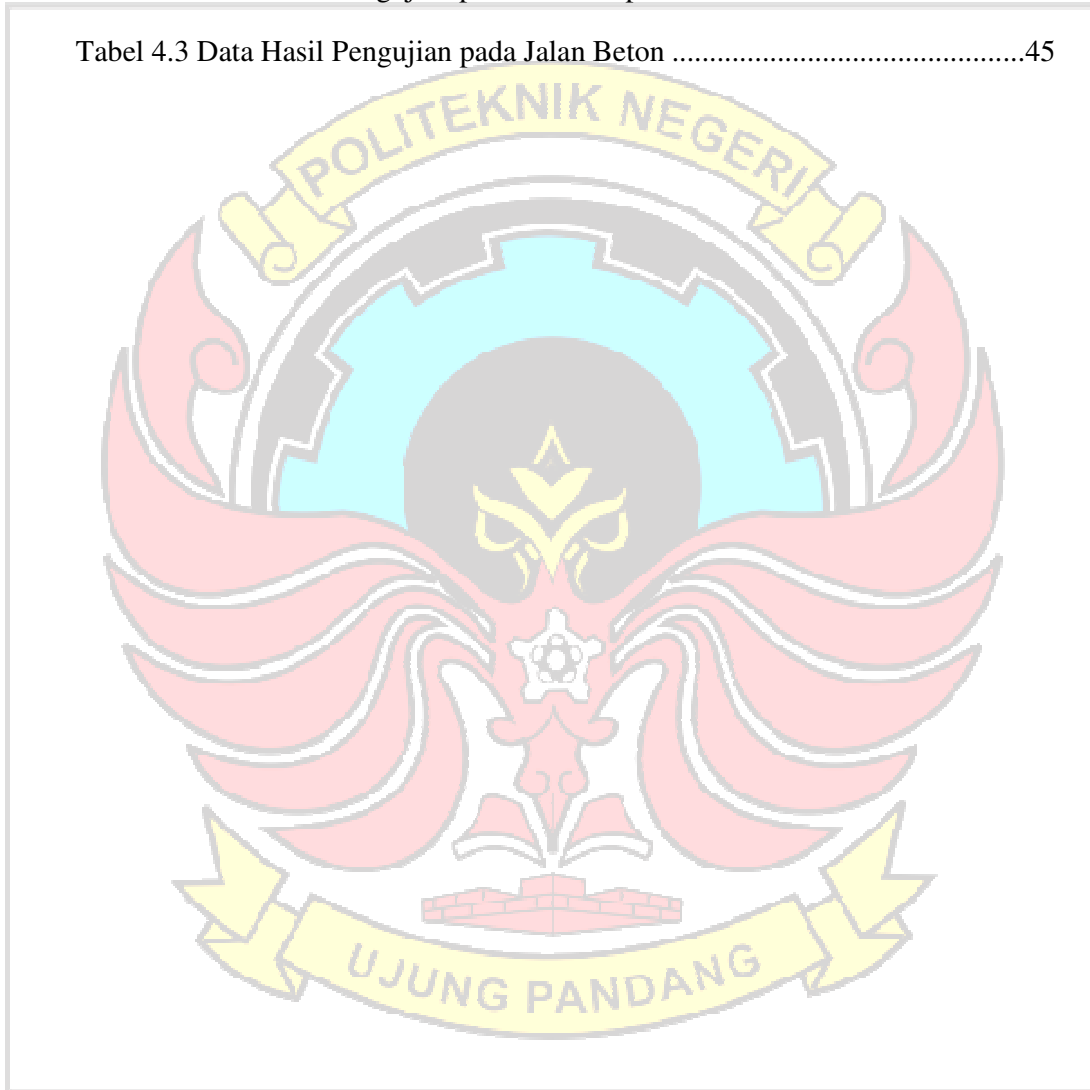
## DAFTAR TABEL

hlm.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian pada Jalan Paving Block .....31

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian pada Jalan Aspal.....38

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian pada Jalan Beton .....45





## DAFTAR GAMBAR

hlm.

Gambar 2.1 Aplikasi Auto Desk Fusion 360 .....	5
Gambar 2.2 Output Perhitungan yang Dihasilkan Interial Sensor .....	6
Gambar 2.3 Sensor <i>Gyroscope</i> dan <i>Accelerometer</i> MPU 6050 .....	6
Gambar 2.4 Arduino Uno.....	7
Gambar 2.5 Tampilan Arduino IDE.....	9
Gambar 2.6 LCD.....	10
Gambar 2.7 Sepeda Listrik Roda Dua.....	11
Gambar 2.8 Hasil Jadi Sistem <i>Gyroscope</i> .....	12
Gambar 2.9 Desain Perangkat Keras Pengendalian Motor Satu Roda.....	13
Gambar 2.10 Desain Keseluruhan Perancangan Sepeda Listrik.....	14
Gambar 2.11 Tampak Samping Sepeda Listrik .....	15
Gambar 2.12 Stabilisasi Giroskopik Tak Berawak .....	17
Gambar 2.13 Pendulum terbalik dengan sebuah kereta .....	18
Gambar 2.14 Posisi Maju dan Mundur Sagwey.....	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 4.1 Sepeda Listrik Roda Dua Menggunakan Sensor Gyroscope.....	25
Gambar 4.2 Barcode Hasil Desain dan Animasi Self Balancing bike .....	26
Gambar 4.3 Hasil Desain dan Animasi Sepeda Listrik Roda Dua Menggunakan Sensor Gyroscope dan Aktuator Self Balancing Tampak Samping Kiri .....	26
Gambar 4.4 Hasil Desain dan Animasi Sepeda Listrik Roda Dua Menggunakan Sensor Gyroscope dan Aktuator Self Balancing Tampak Depan Menyamping... ..	27
Gambar 4.5 Hasil Desain dan Animasi Sepeda Listrik Roda Dua Menggunakan Sensor Gyroscope dan Aktuator Self Balancing Tampak Depan... ..	27
Gambar 4.6 Hasil Desain dan Animasi Sepeda Listrik Roda Dua Menggunakan Sensor Gyroscope dan Aktuator Self Balancing Tampak Samping Kanan... ..	27

Gambar 4.7	Sensor Gyroscope pada Sepeda Listrik Roda Dua.....	28
Gambar 4.8	Kelistrikan Sensor Gyroscope .....	29
Gambar 4.9	Gambar Rangkain Listrik Sensor Gyroscope .....	29
Gambar 4.10	Pembuatan Animasi pada Aplikasi Auto Desk Fusion 360 .....	30
Gambar 4.11	Pengambilan Data Sudut Kemiringan .....	31
Gambar 4.12	Grafik Sensor Gyroscope Handphone pada Jalan Paving Block	37
Gambar 4.13	Grafik Sensor Gyroscope Sepeda pada Jalan Paving Block .....	37
Gambar 4.14	Grafik Perbandingan Sensor Gyroscope Sepeda dan Handphone Pada Jalan Paving Block .....	38
Gambar 4.15	Grafik Sensor Gyroscope Handphone pada Jalan Aspal.....	44
Gambar 4.16	Grafik Sensor Gyroscope Sepeda pada Jalan Aspal.....	44
Gambar 4.17	Grafik Perbandingan Sensor Gyroscope Sepeda dan Handphone pada Jalan Aspal.....	45
Gambar 4.18	Grafik Sensor Gyroscope Handphone pada Jalan Beton.....	51
Gambar 4.19	Grafik Sensor Gyroscope Sepeda pada Jalan Beton .....	52
Gambar 4.20	Grafik perbandingan Sensor Gyroscope Sepeda dan Handphone pada Jalan Beton .....	52

## DAFTAR LAMPIRAN

hlm.

Lampiran 1 Pembuatan Desain dan Animasi Sepeda Listrik Menggunakan Gyroscope .....58

Lampiran 2 Program Sensor Gyroscope MPU 6050.....60

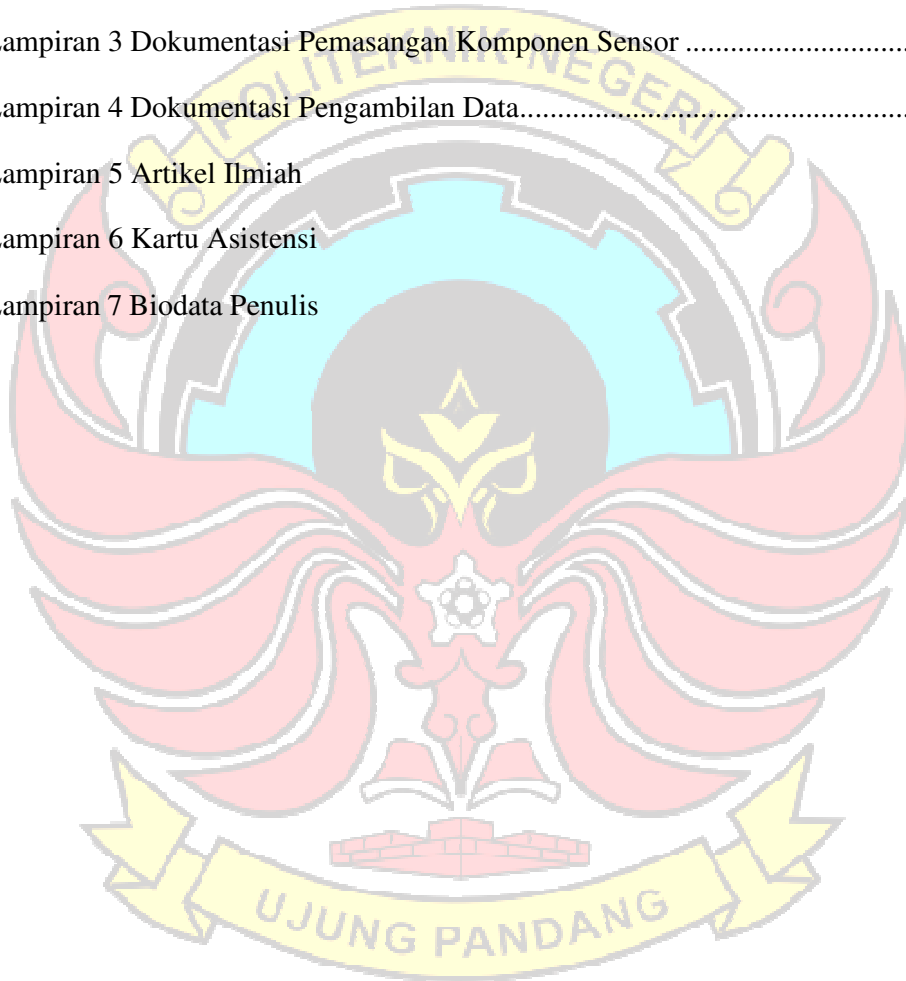
Lampiran 3 Dokumentasi Pemasangan Komponen Sensor .....62

Lampiran 4 Dokumentasi Pengambilan Data.....64

Lampiran 5 Artikel Ilmiah

Lampiran 6 Kartu Asistensi

Lampiran 7 Biodata Penulis



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Daud Daeng Bani

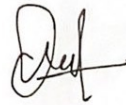
NIM : 444 22 205

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “Desain dan Animasi *Self Balancing Bike* Menggunakan *Gyroscope*” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023



Daud Daeng Bani  
444 22 205



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mochammad Nugroho Joko

NIM : 444 22 209

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “Desain dan Animasi *Self Balancing Bike* Menggunakan *Gyroscope*” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023



Mochammad Nugroho Joko  
444 22 209

## DESAIN DAN ANIMASI *SELF BALANCING BIKE* MENGUNAKAN *GYROSCOPE*

### RINGKASAN

Penggunaan sepeda listrik roda pada umumnya tidak memiliki keseimbangan yang cukup bagi anak-anak dan orang yang baru belajar mengendarai sepeda listrik roda dua sehingga akan mengalami keadaan tidak seimbang pada awal mengendarai sepeda listrik roda dua. Hal ini terjadi karena kurangnya penambahan fitur untuk mempermudah pengendara sepeda listrik roda dua. Masalah ini dapat diatasi dengan penggunaan aktuator sebagai penyeimbang sepeda listrik roda dua. Sehingga diperlukannya pengaplikasian pembacaan sebuah sudut menggunakan sensor *gyroscope* pada tahapan awal *self balancing bike* dan sebuah desain dalam membuat sepeda listrik roda dua dengan menggunakan aktuator, serta pembuatan animasi sepeda listrik roda dua menggunakan *gyroscope* terhadap aktuator sehingga terjadinya *self balancing* pada sepeda listrik roda dua.

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan membuat animasi *self balancing bike* dan menerapkan sensor *gyroscope* pada *self balancing bike*. Kemudian dilanjutkan pemasangan sensor *gyroscope* MPU 6050 pada sepeda listrik roda dua untuk tahap awal dari pengembangan pemasangan aktuator *gyroscope*.

Metode penelitian yang penulis ambil yaitu membandingkan data antara kemiringan sudut sensor *gyroscope* sepeda dan sensor *gyroscope* handphone. Dan hasil yang di dapatkan beberapa terjadinya error pada sensor pada sensor *gyroscope* sepeda dikarenakan sensor tersebut terlalu sensitif. Berdasarkan hasil penelitian yang telah penulis lakukan yaitu membuat animasi *self balancing bike* yang telah didesain dan animasi menggunakan aplikasi Autodesk Fusion360 yang berupa perilaku interaksi antar komponen aktuator terhadap sepeda listrik roda dua sehingga terjadinya *self balancing bike*. Kemudian telah didapatkan sebuah data dari hasil pengujian terhadap *gyroscope* handphone dan *gyroscope* sepeda dengan persentasi yang error pada jalanan paving block 23%, jalan aspal 7%, dan jalan beton 3%.

## **DESIGN AND ANIMATION SELF BALANCING BIKE USING GYROSCOPE**

### **SUMMARY**

*The use of electric bicycles generally does not provide sufficient balance for children and people who are just learning to ride two-wheeled electric bicycles, so they will experience a state of unbalance at the start of riding a two-wheeled electric bicycle. This happens because of the lack of additional features to make it easier for two-wheeled electric bicycle riders. This problem can be overcome by using an actuator as a balancer for a two-wheeled electric bicycle. So it is necessary to apply an angle reading using a gyroscope sensor in the initial stages of a self-balancing bike and a design for making a two-wheeled electric bicycle using an actuator, as well as making an animation of a two-wheeled electric bicycle using a gyroscope on the actuator so that self-balancing occurs on a two-wheeled electric bicycle.*

*This research aims to design and create a self-balancing bike animation and apply a gyroscope sensor to the self-balancing bike. Then continued with the installation of the MPU 6050 gyroscope sensor on a two-wheeled electric bicycle for the initial stage of developing the gyroscope actuator installation.*

*The research method that the author took was comparing data between the tilt angle of the bicycle gyroscope sensor and the cellphone gyroscope sensor. And the results obtained were several errors in the sensor on the bicycle gyroscope sensor because the sensor was too sensitive. Based on the results of the research writer have carried out, namely creating a self-balancing bike animation that has been designed and animated using the AutoDesk Fusion360 application in the form of interaction behavior between actuator components on a two-wheeled electric bicycle, resulting in a self-balancing bike. Then data was obtained from the test results on cellphone gyroscopes and bicycle gyroscopes with an error percentage on paving block roads of 23%, asphalt roads 7% and concrete roads 3%.*





## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi baik kendaraan tidak bermotor maupun kendaraan bermotor terus berkembang. Sebagai contoh, pada kendaraan bermotor, sepeda motor dan mobil pada mulanya menggunakan bensin untuk bahan bakar, kini tersedia pula pilihan yang menggunakan energi listrik pada sumber penggerak. Pada kendaraan tidak bermotor, sepeda listrik kini semakin digemari oleh kalangan tertentu misalnya karyawan yang ingin menghemat biaya transportasi. Sementara itu, ada peningkatan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga masalah lingkungan. Khususnya kualitas udara yang memburuk diakibatkan penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) (Suhadha, dkk 2021).

Penurunan kualitas udara akibat penggunaan BBM menjadi daya tarik peneliti solusi alternatif. Khususnya untuk mobilitas jarak dekat dan menengah dalam bidang otomotif dan atau transportasi. Sepeda listrik merupakan kendaraan kayuh dengan bantuan tenaga motor listrik. Tenaga bantu atau yang dikenal dengan *assisted-power* dari motor listrik meringankan kayuhan dibanding dengan sepeda tanpa listrik. Keunggulan sepeda listrik yaitu ringan berakselerasi, kecepatan rata – rata yang lebih tinggi, dan jarak mengayuh yang lebih panjang.

Sepeda listrik juga bisa menjadi alternative untuk pengguna yang belum bisa sama sekali mengendarai kendaraan roda dua seperti motor, dikarenakan penyebab

keseimbangan menggunakan kendaraan yang beroda dua yang cukup sulit untuk orang yang baru belajar mengendarai motor.

Pada tahun 2021 dalam skripsi Kurniawan dan Novaldi dengan judul “Pengembangan Sepeda Listrik Dengan Energi Surya Sebagai Sarana Transportasi

Area Perkotaan”, sepeda listrik roda dua mengalami pengembangan dengan tambahan pengisian baterai menggunakan energi surya. Namun demikian dalam hal keseimbangan sepeda listrik tersebut masih seperti kebanyakan sepeda pada yang lain dan berpotensi bagi anak-anak dalam keadaan tidak seimbang. Oleh karena itu penulis tertarik untuk melakukan penambahan fitur *gyroscope* pada animasi dan sensor *gyroscope* pada sepeda listrik roda dua.

Berdasarkan kajian tersebut di atas, penulis mengajukan “**Desain dan Animasi Self Balancing Bike Menggunakan Gyroscope**” Sebagai judul skripsi kami.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah penelitian ini adalah

1. Bagaimana mendesain dan membuat animasi *self balancing bike*?
2. Bagaimana menerapkan sensor *gyroscope* pada *self balancing bike*?

### **1.3 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian dari skripsi ini adalah:

1. Pengembangan sepeda listrik roda dua menggunakan fitur sensor *gyroscope*
2. Mendesain *self balancing bike* menggunakan *gyroscope*

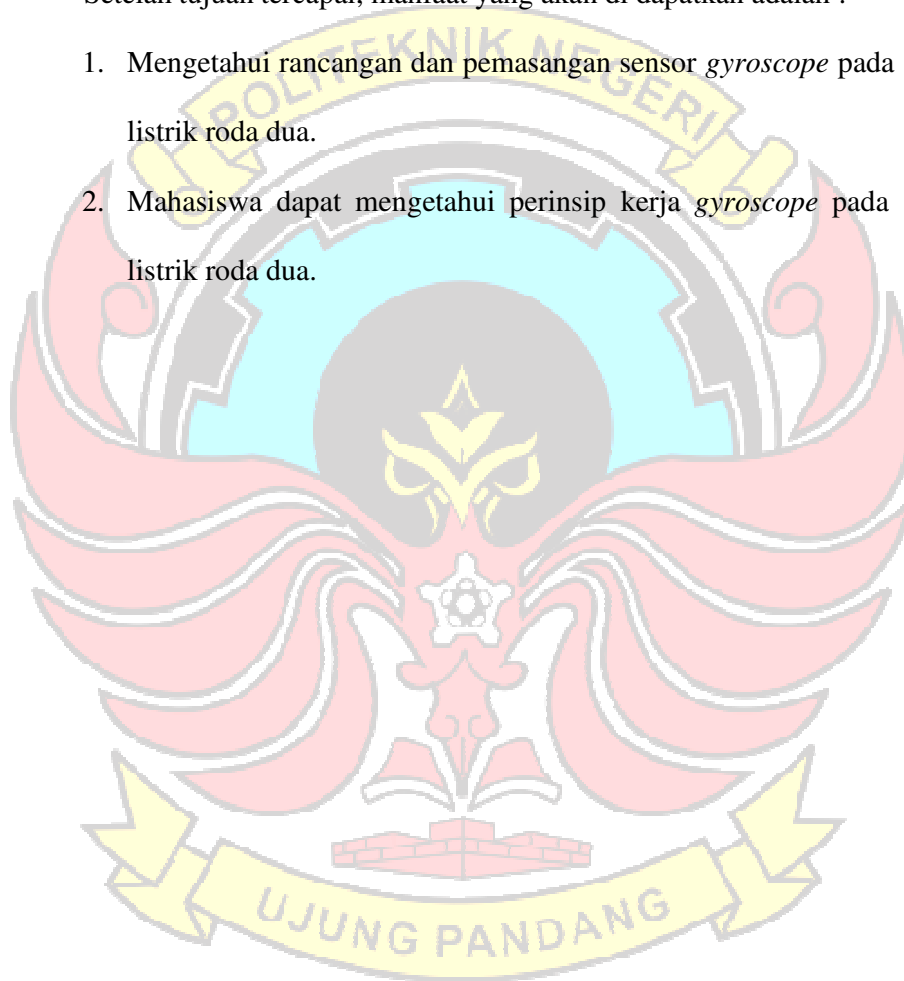
#### 1.4 Tujuan Penelitian

1. Mendesain dan membuat animasi *self balancing bike*
2. Menerapkan sensor Gyroscope pada *self balancing bike*

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Setelah tujuan tercapai, manfaat yang akan di dapatkan adalah :

1. Mengetahui rancangan dan pemasangan sensor *gyroscope* pada sepeda listrik roda dua.
2. Mahasiswa dapat mengetahui perinsip kerja *gyroscope* pada sepeda listrik roda dua.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sepeda Listrik

Sepeda listrik merupakan sepeda berenergi listrik yang menggunakan baterai sebagai sumber energi. Dalam sistem ini, baterai sebagai sumber listrik untuk menyimpan energi listrik kemudian digunakan untuk menggerakkan roda dari sepeda listrik. Sepeda listrik dengan menggunakan baterai

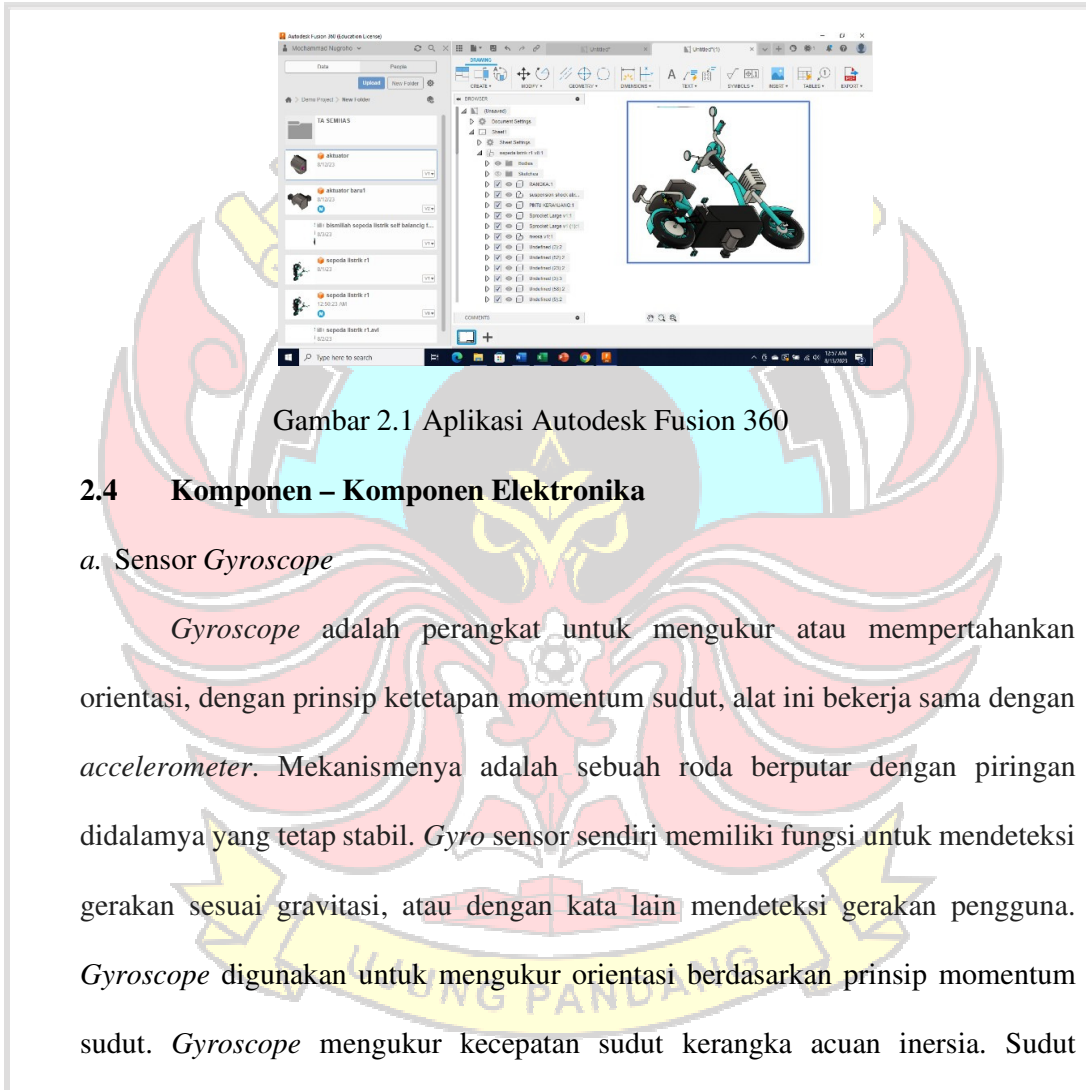
### 2.2 Prinsip Kerja Gyroscope

Pada *gyroscope*, terdapat perangkat yang disebut *gyro* sensor yang berguna untuk menentukan orientasi gerak dengan bertumpu pada roda atau cakram yang berotasi atau berputar pada satu sumbu tertentu. Sensor ini berfungsi untuk mengidentifikasi gerakan sesuai dengan gravitasi. Sebelum digunakan, *gyro* sensor harus dilakukan kalibrasi terlebih dahulu dengan menggunakan bandul. Proses kalibrasi tersebut berfungsi untuk memperoleh nilai faktor kalibrasi. *Gyroscope* memiliki keluaran berupa kecepatan sudut dari arah 3 sumbu yaitu, sumbu x yang nantinya akan menjadi sudut *phi* (kanan dan kiri) dari sumbu y nantinya menjadi sudut *theta* (atas dan bawah), dan sumbu z nantinya menjadi sudut *psi* (depan dan belakang).

### 2.3 Autodesk Fusion 360

Pertumbuhan software desain saat ini memang semakin maju; dan salah satunya seperti yang Autodesk lakukan adalah dengan meluncurkan Fusion 360 sebagai *cloud based CAD/CAM tool* guna kebutuhan *collaborative product development*.

Autodesk fusion 360 adalah sebuah platform desain kolaboratif yang mendukung *cloud* dengan menawarkan banyak fitur. Ini mencakup semua *tool* yang Anda butuhkan; mulai dari desain sampai fabrikasi tanpa harus meninggalkan alat, dapat dilihat pada Gambar 2.1

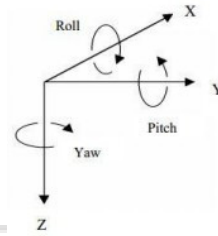


Gambar 2.1 Aplikasi Autodesk Fusion 360

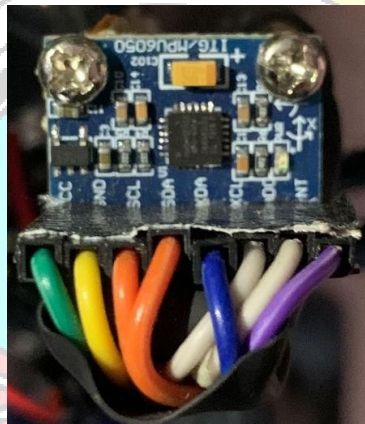
## 2.4 Komponen – Komponen Elektronika

### a. Sensor Gyroscope

*Gyroscope* adalah perangkat untuk mengukur atau mempertahankan orientasi, dengan prinsip ketetapan momentum sudut, alat ini bekerja sama dengan *accelerometer*. Mekanismenya adalah sebuah roda berputar dengan piringan didalamnya yang tetap stabil. *Gyro* sensor sendiri memiliki fungsi untuk mendeteksi gerakan sesuai gravitasi, atau dengan kata lain mendeteksi gerakan pengguna. *Gyroscope* digunakan untuk mengukur orientasi berdasarkan prinsip momentum sudut. *Gyroscope* mengukur kecepatan sudut kerangka acuan inersia. Sudut orientasi berupa gerak roll, pitch, dan yaw didapatkan dengan mengintegrasikan kecepatan sudut, masing-masing merupakan rotasi dari ketiga dimensi, yaitu dimensi x, dimensi y, dan dimensi z. Sehingga hasil dari giroskop adalah percepatan sudut (Utomo, 2017). Dapat dilihat pada Gambar 2.2 dan 2.3



Gambar 2.2 Output Perhitungan yang Dihasilkan Inertial Sensor



Gambar 2.3 Sensor *Gyroscope* dan *Accelerometer* MPU6050

Cara kerja sensor ini mendeteksi gerakan sesuai gravitasi, atau dengan kata lain mendeteksi gerakan pengguna. *Gyroscope* memiliki keluaran berupa kecepatan sudut dari arah 3 sumbu yaitu: sumbu x / sudut phi (kanan dan kiri) dari sumbu y / sudut theta (atas dan bawah), dan sumbu z / sudut psi (depan dan belakang) (Prasetya, 2020).



b. Arduino Uno



Gambar 2.4 Arduino Uno

Arduino adalah sebuah board mikrokontroler yang berbasis Mega2560. Arduino memiliki banyak pin input/output yang mana diantara pin tersebut dapat digunakan sebagai output PWM, analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu *men-support* mikrokontroler, dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB. Arduino merupakan rangkaian elektronik yang bersifat *open source*, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino dapat mengenali lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis sensor dan dapat mengendalikan lampu, motor, dan berbagai jenis aktuator lainnya. Arduino mempunyai banyak jenis, di antaranya Arduino Uno, Arduino Mega 2560, Arduino Fio, dan lainnya.

Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding board mikrokontroler yang lain selain bersifat *open source*, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika kita memprogram mikrokontroler di dalam

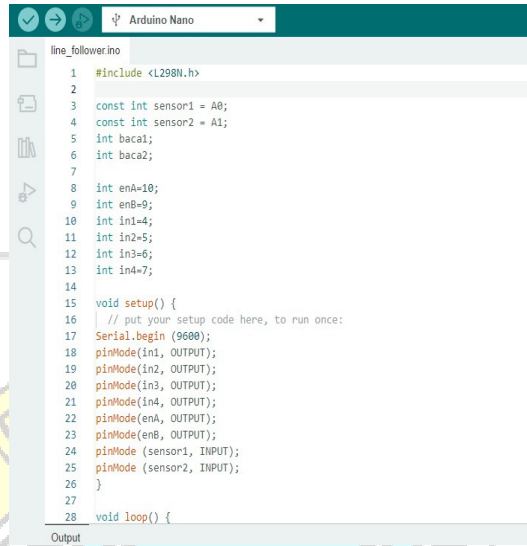
arduino. Sedangkan pada kebanyakan *board* mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial.

Adapun data teknis board Arduino UNO R3 adalah sebagai berikut: –

Mikrokontroler : ATmega328

- Tegangan Operasi : 5V
- Tegangan Input (recommended) : 7 - 12 V
- Tegangan Input (limit) : 6-20 V
- Pin digital I/O : 14 (6 diantaranya pin PWM)
- Pin Analog input : 6
- Arus DC per pin I/O : 40 mA
- Arus DC untuk pin 3.3 V : 150 mA
- Flash Memory : 32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk bootloader
- EEPROM : 1 KB
- Kecepatan Pewaktuan : 16 Mhz

Dikutip dari Allgoblog, Arduino IDE adalah *software* yang digunakan untuk memprogram di arduino, dengan kata lain Arduino IDE sebagai media untuk memprogram *board* [Arduino](#). Tampilan Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 2.5



```
line_follower.ino
1 #include <L298N.h>
2
3 const int sensor1 = A0;
4 const int sensor2 = A1;
5 int baca1;
6 int baca2;
7
8 int enA=10;
9 int enB=9;
10 int in1=4;
11 int in2=5;
12 int in3=6;
13 int in4=7;
14
15 void setup() {
16   // put your setup code here, to run once:
17   Serial.begin (9600);
18   pinMode(in1, OUTPUT);
19   pinMode(in2, OUTPUT);
20   pinMode(in3, OUTPUT);
21   pinMode(in4, OUTPUT);
22   pinMode(enA, OUTPUT);
23   pinMode(enB, OUTPUT);
24   pinMode (sensor1, INPUT);
25   pinMode (sensor2, INPUT);
26 }
27
28 void loop() {
```

Gambar 2.5. Tampilan Arduino IDE

Arduino IDE ini berguna sebagai *text editor* untuk membuat, mengedit, dan juga mevalidasi kode program. bisa juga digunakan untuk meng-*upload* ke board Arduino. Kode program yang digunakan pada Arduino disebut dengan istilah Arduino “*sketch*” atau disebut juga *source code* arduino, dengan ekstensi file *source code.ino*.

### c. LCD

Kegunaan LCD banyak sekali dalam perancangan suatu sistem dengan menggunakan mikrokontroler. LCD (*Liquid Crystal Display*) dapat berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. Pada praktek proyek ini,

LCD yang digunakan adalah LCD 16x2 yang artinya lebar display 2 baris 16 kolom dengan 16 Pin konektor, dapat dilihat pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 LCD

## 2.5 Penelitian – Penelitian Sebelumnya

1. Pengembangan Sepeda Listrik Dengan Energi Surya Sebagai Sarana Transportasi Area Perkotaan.

Tujuan penulis mengembangkan sepeda listrik roda dua dengan meningkatkan jarak tempuh serta memudahkan melakukan pengisian saat berpergian yaitu dengan cara menambahkan baterai dan panel surya. (Kurniawan, 2021)

Pengembangan dilakukan dengan menggunakan baterai 48 Volt dan panel surya 35 WP (*Watt Peak*) sebanyak tiga buah dengan masing-masing ukuran waktu pengisian baterai dengan listrik aliran rumah dan panel surya, pengujian jarak tempuh, dan pengujian kecepatan.

Adapun hasil yang diperoleh dari pengujian pengisian baterai dengan listrik aliran rumah adalah 3 jam 7 menit, dan pengisian dengan panel surya adalah 4 jam 38 menit, pengujian jarak tempuh adalah 39 km, dan pengujian kecepatan dengan jarak 100 meter adalah 25,5 km/jam dan sepeda listrik rancangan Kurniawan dapat dilihat pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 Sepeda Listrik Roda Dua  
Sumber: Kurniawan dan Novaldi, 2021

## 2. Pengembangan *Self Balancing Bike*

Penulis ini dikemukakan oleh Saphira Zahra, pada tahun 2014. Lewat pelaksanaan Tugas Akhir, penulis mengambil salah satu fokus permasalahan, yaitu masih banyak pengguna yang belum bisa menggunakan sepeda walaupun sudah dewasa. Melalui hipotesis diasumsikan penyebabnya adalah seringnya hilang keseimbangan saat kayuhan awal, dan mayoritas dialami oleh perempuan, untuk membuktikan hipotesis ini kemudian dilakukan survey dengan mengambil lingkungan ITB sebagai sampel dan untuk mencari solusi, penulis meneliti prinsip *gyroscope* yang diterapkan pada Segway. Teorinya adalah memasang piringan sebagai flywheel, untuk lebih menstabilkan sepeda. Selain sisi teknologi, penelitian ini juga memfokuskan sisi ergonomi sepeda untuk perempuan. Pada dasarnya geometri sudah menjadikan sepeda seimbang pada kecepatan di atas nol. Namun, pengguna yang belum dapat mengendarai sepeda memiliki kesulitan menjaga keseimbangannya saat sepeda dalam

keadaan stationary (diam).

Konsep *gyroscope* ini dirancang untuk membantu pengendara menyeimbangkan dirinya di sepeda saat kecepatan nol, sehingga saat kayuhan

awal tidak terasa terlalu berat dan tidak stabil. Throttle dikendalikan di handle bar, sehingga pengguna dapat mengatur kecepatan putar cakram dan pengguna akan beradaptasi menyeimbangkan dirinya di sepeda. Sistem ini juga memiliki daya dorong secara tidak langsung dari putaran cakram dan membantu meningkatkan kecepatan sepeda dan dapat dilihat pada Gambar 2.8



Gambar 2.8 Hasil Jadi Sistem *Gyroscope*  
Sumber: Amethysta, dkk.2014

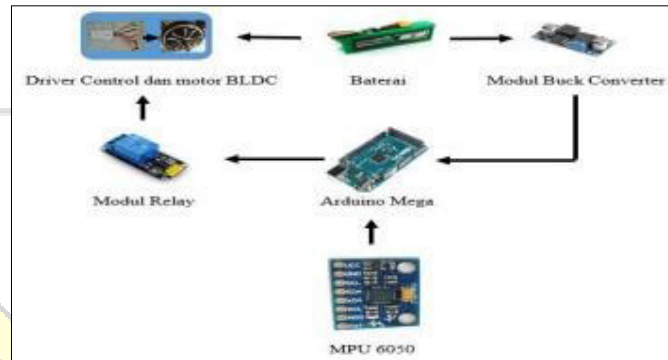
### 3. Pengendalian Motor Satu Roda Dengan PID - *Fuzzy*

Penulis ini dikemukakan oleh Rio Ari Saputra, Angga Rusdinar, dkk. Pada tahun 2014. Tugas Akhir ini dibuat pengendalian kendaraan motor satu roda menggunakan sensor accelerometer dan *gyroscope* untuk mendeteksi sudut pada kendaraan dan motor Brushless DC sebagai penggerak dari kendaraan tersebut. Kendaraan listrik motor satu roda terdiri dari 3 pengendalian yaitu pengendalian maju menggunakan metode *fuzzy logic controller*, pengendalian mundur menggunakan metode PID dan pengendalian pengereman.

Kendaraan motor satu roda dapat bergerak dengan cara mencondongkan badan kedepan, dengan mencondongkan badan ke depan kendaraan tersebut dapat bergerak seiring perubahan sudut yang terbaca oleh sensor. Pada tugas akhir ini di gunakan *fuzzy logic controller* dengan parameter keluaran pulse width modulation dari 90 sampai 110 dan parameter PID yang digunakan adalah



$K_p=1$ ,  $K_i=0$ , dan  $K_d=9$  dengan ketentuan tidak ada *overshoot* dan *rise time* 0.05 *seconds*. Desain perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 2.9



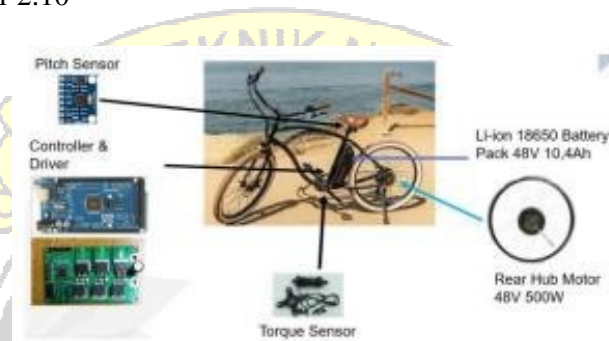
Gambar 2.9 Desain Perangkat Keras Pengendalian Motor Satu Roda  
Sumber: Saputra, dkk, 2017

#### 4. Perancangan Modul Pengendali Torsi Motor pada Desain Kontrol Pedal Assist Sepeda Listrik

Penulis ini dikemukakan oleh Lingga Suhadha, dkk. Pada tahun 2021. Penelitian ini membahas tentang sistem kendali motor penggerak pada sepeda listrik, khususnya fungsi pedal assist. Tanpa pengendali, pesepeda berpotensi kehilangan keseimbangan akibat perubahan kecepatan yang signifikan. Perubahan kecepatan tersebut berpotensi membahayakan pesepeda, hilang keseimbangan, terkejut, hingga terjatuh.

Oleh karena perubahan kecepatan sepeda listrik yang membahayakan pesepeda perlu dibuat model kontrol pedal *assist*. Untuk menunjukkan bahwa kontrol pedal assist dipengaruhi oleh torsi, maka didesain modul pengendali pedal assist. Metode penelitian dengan rancangbangun rangkaian kontrol sepeda listrik untuk menyelaraskan kekuatan kayuh (*pedalling*) dengan *assisted power* dari motor listrik. Modul diuji pada sudut kemiringan jalan yang berbeda,

sehingga berpengaruh terhadap kecepatan sepeda. Dari data deteksi torsi kayuh memiliki keluaran 0 – 102N.m, deteksi sudut kemiringan  $-90^{\circ}$  -  $+90^{\circ}$ , deteksi kecepatan 0 – 67km/jam. Pengujian modul pengendali menunjukkan keluaran detektor dapat diterapkan pada desain kontrol pedal assist. Desain dapat dilihat pada Gambar 2.10



Gambar 2.10 Desain Keseluruhan Perancangan Sepeda Listrik  
Sumber: Suhadha, dkk, 2021

#### 5. Rekayasa Assist Ratio Pada Pengendali Logika Fuzzy untuk Mengoptimasi Tenaga Sepeda Listrik

Penulis ini dikemukakan oleh Lingga Suhadha, 2022. Hasil penelitian menunjukkan bahwa miniatur balancing robot dapat digunakan sebagai prototipe single human transporter. Salah satu prototipe single human transporter adalah Mini Segway. Mini segway adalah skuter listrik *self-balancing* otomatis roda dua yang dapat dikontrol dengan kaki yang dirancang dengan memadukan teknik mekatronika, teknik kontrol, dan software. Mini

Segway terdiri atas 3 komponen utama yaitu sensor *gyroscope* dan accelerometer, sistem kontrol *self balancing*, dan mekanik *self balancing* sebagai actuator berupa brushless DC motor (BLDC). Dalam tugas akhir ini, digunakan kombinasi dari *gyroscope* dan accelerometer yang terdapat pada

IMU (Inertial Measurement Unit) sebagai sensor penyeimbang. Pergerakan terjadi pada sumbu-x (sudut pitch) dengan arah kedepan dan kebelakang. Sistem kontrol berfungsi untuk menyeimbangkan dan menjaga chassis pada sudut pitch tetap di posisi  $\pm 0^\circ$  (tegak lurus). Sistem kontrol yang digunakan adalah PID

controller. Hasil pengujian yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah prototipe desain sistem penyeimbang otomatis pada mini segway roda dua belum mampu menjaga kestabilan pada sudut  $0^\circ$  terhadap chassis dikarenakan respon motor untuk pergantian arah gerak maju-mundur yang menggunakan controller BLDC sebagai penggerak motor terlalu lamban dan terdapat death zone yang terlalu besar. Namun dapat melakukan pergerakan (steering) sesuai dengan perintah pengguna baik bergerak maju, mundur, belok kanan, belok kiri, dan berotasi. Nilai parameter PID yang digunakan untuk pergerakan pada Mini Segway dalam kondisi diberikan beban pengendara sebesar 1.5 Kg adalah dengan nilai  $K_p=11$ ,  $K_i=0$  dan  $K_d=3$ . Selain itu diketahui bahwa karakteristik sistem kontrol pada mini segway adalah tidak linier. Gambar sepeda listrik dapat dilihat pada Gambar 2.11



Gambar 2.11 Tampak Samping Sepeda Listrik  
Sumber: Suhadha, dkk, 2021

## 6. Stabilisasi Giroskopik dari Sepeda Tak Berawak

Ada dua metode teoretis di mana kendaraan roda dua yang berorientasi pada tandem dapat distabilkan: stabilisasi dinamis dan stabilisasi giroskop momen kontrol (CMG). Stabilisasi dinamis menggunakan teknik kemudi taktis untuk

memicu kemiringan kendaraan ke arah yang dimaksudkan untuk keseimbangan, sedangkan stabilisasi CMG menggunakan torsi presesi reaktif dari roda gila berkecepatan tinggi di sekitar sumbu yang akan bertindak untuk menyeimbangkan kendaraan. Dari keduanya, stabilisasi CMG menawarkan keuntungan lebih besar untuk kendaraan statis. Makalah ini mengusulkan desain sliding mode controller (SMC) orde pertama untuk mengontrol CMG dan menstabilkan sepeda pada kecepatan nol-maju. Studi ini juga membandingkan metode SMC dengan pengontrol PID untuk memvalidasi keunggulan pengontrol SMC untuk dinamika sistem stabilisasi statis yang sangat tidak linier. Hasil dari dua pengaturan eksperimental disajikan dan didiskusikan. Platform eksperimental pertama adalah pendulum terbalik satu derajat kebebasan (DOF) dan yang kedua adalah sepeda tiga DOF.

studi ini menggunakan stabilisasi dinamis di mana sepeda dikemudikan secara aktif untuk mendorong kemiringan yang melawan ketidakstabilan sepeda saat bergerak maju dengan kecepatan konstan. Beberapa pendekatan yang berbeda telah dilakukan untuk mencapai stabilisasi statis, yang paling terkenal yaitu menambahkan rotor yang dipasang pada palang memasang pendulum untuk menyeimbangkan gaya miring dan menggunakan efek presesi dari giroskopik.

Makalah ini berfokus pada dinamika kontrol sepeda statis dan menyajikan hasil pengujian eksperimental untuk dua platform pengujian terpisah. Platform uji eksperimental pertama adalah kerangka pendulum terbalik DOF tunggal. Mobilitasnya terbatas pada rotasi hanya pada satu sumbu dengan satu sambungan

putar pada dasarnya. Platform uji eksperimental kedua adalah sepeda tiga DOF yang dapat berputar di sekitar ketiga sumbu utama namun, karena gesekan antara ban dan tanah, perputaran sepeda akan didominasi oleh sumbu penyeimbang sepeda. Rotasi pada sumbu yang akan menghasilkan putaran tidak akan pernah terjadi karena torsi reaktif maksimum dari *flywheel* yang digunakan tidak cukup besar untuk mengangkat roda depan atau belakang sepeda dari tanah. Untuk alasan alasan ini, tiga sepeda DOF dapat dimodelkan menggunakan persamaan gerak dinamis DOF tunggal yang sama dengan pendulum. Menstabilkan sepeda menambah studi ini dengan menguji bodi yang parameter geometrisnya lebih mirip dengan kendaraan, di mana sepeda tidak sepenuhnya dibatasi untuk berputar hanya pada satu sumbu. Gambar stabilisasi girokopik sepeda tidak berawak dapat dilihat pada Gambar 2.12

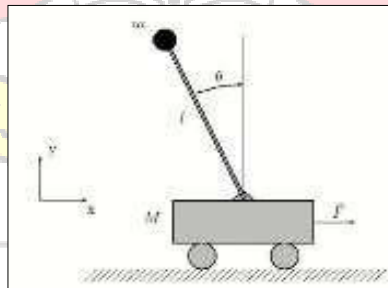


Gambar 2.12 Stabilisasi Girokopik Tak Berawak  
Sumber: Yetkin, dkk, 2014

## 7. *Segway Balancing Bike*

*Segway* merupakan suatu kendaraan yang memiliki dua roda dan tidak akan seimbang apabila dalam keadaan diam. *Segway* merupakan pengembangan dari model pendulum terbalik. Pendulum terbalik terdiri dari batang yang diletakkan di atas kereta beroda.

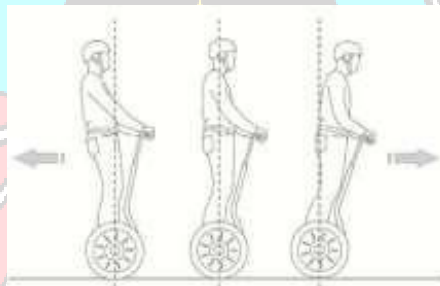
Dalam pembuatan *Segway* ini memerlukan beberapa komponen berupa Arduino, sensor MPU5060, driver motor beserta BLDC sebagai aktuator, dan memerlukan sistem kontrol yang baik agar dapat mencapai titik seimbang. Sistem kontrol yang baik adalah sistem kontrol yang stabil karena kestabilan merupakan syarat utama dari sistem kontrol. Dalam pembuatan *Segway* ini penulis menggunakan sistem kontrol *Proportional Integral Derivat* (PID). Kontrol PID digunakan untuk menentukan besarnya kecepatan dan arah putaran motor DC sebagai penggerak. Sehingga alat ini dapat mempertahankan posisinya tagak lurus dengan seimbang terhadap permukaan bumi pada bidang datar dan dapat dilihat pada Gambar 2.13



Gambar 2.13 Pendulum terbalik dengan sebuah kereta  
Sumber: Khalik dan Auuliya, 2021



Sama dengan pendulum terbalik, dalam keadaan diam, *Segway* tidak akan dapat mempertahankan posisinya untuk dapat berdiri tegak. Hal ini dikarenakan titik berat *Segway* berada di atas sumbu putar sistem. Untuk itu diperlukan gaya yang dapat membuat *Segway* tetap berdiri. Pada saat *Segway* condong ke depan, maka tindakan yang perlu dilakukan adalah motor memutar roda searah jarum jam sehingga *Segway* berjalan ke arah depan. Gaya yang digunakan *Segway* untuk menyeimbangkan diri dihasilkan dari putaran roda. Putaran roda ini berasal dari torsi yang dihasilkan dari motor BLDC dapat dilihat pada Gambar 2.14



Gambar 2.14 Posisi Maju dan Mundur Sagwey  
Sumber: Khalik dan Auuliya, 2021

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekatronika dan Sistem Otomasi, Bengkel Mekanik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, dimulai pada bulan Maret 2023 sampai dengan pertengahan bulan September 2023.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.2.1. Alat

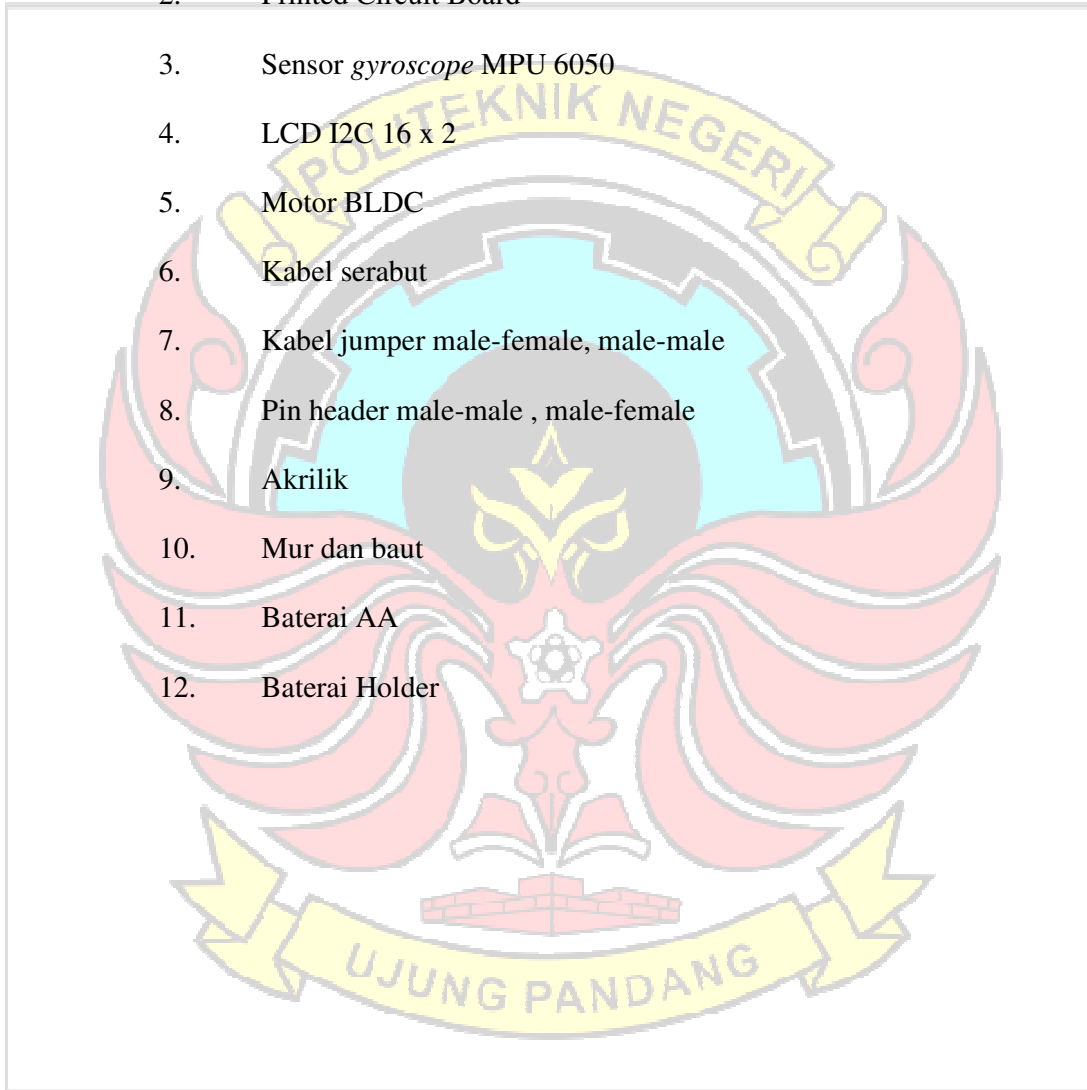
Alat-alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian, sebagai berikut:

1. Laptop
2. Solder
3. Tang jepit
4. Obeng (-) dan (+)
5. Isolasi bakar
6. Tang potong
7. Cutter
8. Timah
9. Balsam timah
10. Isolasi
11. Bubuk PCB
12. Kunci-kunci (pas, ring)
13. Gunting

### 3.2.2 Bahan

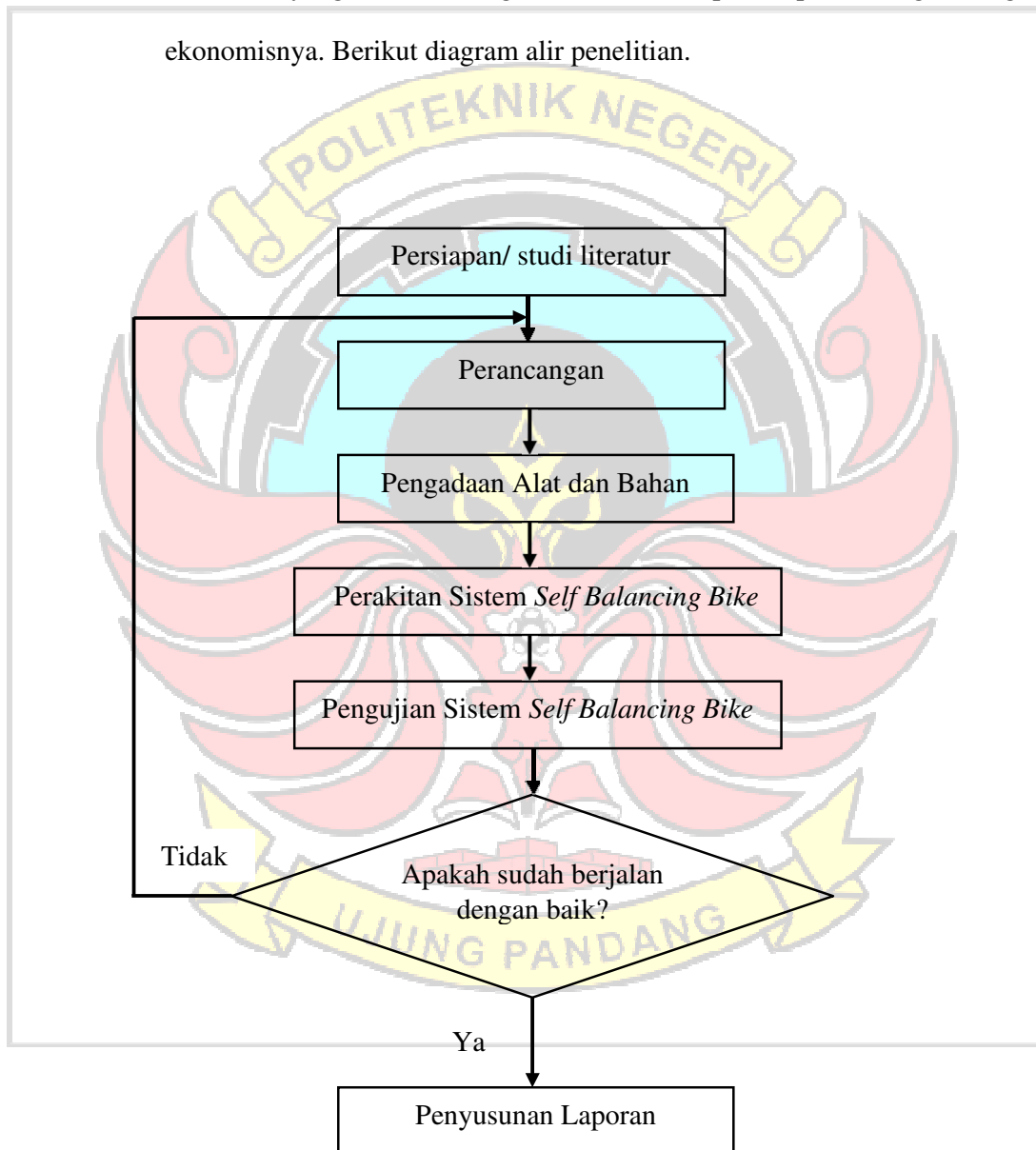
Bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian sebagai berikut:

1. Arduino uno
2. Printed Circuit Board
3. Sensor *gyroscope* MPU 6050
4. LCD I2C 16 x 2
5. Motor BLDC
6. Kabel serabut
7. Kabel jumper male-female, male-male
8. Pin header male-male , male-female
9. Akrilik
10. Mur dan baut
11. Baterai AA
12. Baterai Holder



### 3.3 Prosedur Penelitian

Adapun diagram perancangan sebagai panduan dalam proses perancangan dan pembuatan modul pembelajaran agar dapat memperoleh suatu alat yang baik dari segi mutu serta tetap mempertimbangkan segi ekonomisnya. Berikut diagram alir penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam diagram alir terdapat tahap-tahap yang dilakukan, diantaranya:

1. Tahap persiapan/ studi literatur

Tahap ini merupakan tahap kerja awal yang dilakukan untuk mencari berbagai referensi mengenai sensor *gyroscope* terhadap sepeda listrik.

Kemudian mempersiapkan alat dan bahan yang akan di gunakan pada sepeda listrik roda dua seperti sensor *gyroscope* MPU 6050, Arduino uno dan lain-lain.

2. Tahap Perancangan

Tahap perancangan merupakan tahap dimana segala sesuatu yang akan dikerjakan telah disusun sesuai dengan apa yang telah dianalisis sebelumnya.

3. Pengadaan Alat dan Bahan

Tahap ini dilakukan untuk mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam merancang bangun sepeda listrik roda dua menggunakan sensor *gyroscope*.

4. Perakitan Sistem *Self Balancing Bike*

Tahap pengerjaan merupakan proses dalam satu bentuk yang saling mendukung, terbentuk mekanisme kerja yang diinginkan. Pada tahap ini juga merupakan penentu keberhasilan dari sebuah alat.

5. Pengujian Sistem *Self Balancing Bike*

Setelah melakukan tahap pengerjaan maka dilakukan langkah pengujian, namun sebelum dilakukan pengujian hal utama yang dilakukan semua komponen-komponen yang sudah dipastikan terpasang dengan benar dan aman agar pengujian nantinya tidak ada komponen yang tidak berfungsi

dengan baik. Kemudian ketika sensor dinyatakan berfungsi dengan baik maka akan dilanjutkan ke tahap penyusunan laporan, dan apabila sensor dinyatakan gagal atau tidak berjalan dengan baik maka akan dimulai kembali dari tahap perancangan.

#### 6. Tahap Penyusunan Laporan

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari merancang bangun sepeda listrik roda dua menggunakan sensor *gyroscope*, dimana semua data akan disusun dengan sistematis sehingga layak untuk dijadikan laporan skripsi.

#### 3.4 Langkah Pengujian Alat

Setelah melakukan pemasangan sensor *gyroscoper* pada sepeda listrik roda dua selanjutnya akan diadakan prosedur pengujian dimana penulis akan mengetahui apakah *gyroscope* pada sepeda sudah bekerja dengan optimal dan mengetahui kemiringan sudut sepeda listrik tersebut.

#### 3.5 Teknik Analisis Data

Analisa data dilakukan dengan cara mengambil data secara aktual pada saat sepeda listrik dijalankan, kemudian mengambil data sudut kemiringan yang tertera pada layar LCD sepeda listrik dengan perbandingan sensor *gyroscope* yang terdapat pada perangkat hand phone. Kemudian mengolah data yang telah di dapatkan dari perbandingan antara sensor *gyroscope* pada sepeda dan *handphone*.



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

Berdasarkan pengembangan yang telah dijelaskan sebelumnya maka desain dan animasi sepeda listrik *self balancing bike* menggunakan sensor *gyroscope* dan pengaplikasian prinsip sensor *gyroscope* pada sepeda listrik roda dua yang telah selesai dibuat dan telah bekerja sebagaimana yang telah direncanakan dan dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Sepeda Listrik Roda Dua Menggunakan Sensor *Gyroscope*

Membuat animasi *self balancing bike* menggunakan Autodesk Fusion 360 membutuhkan pemahaman yang kuat tentang perangkat lunak serta konsep dasar dari sepeda self-balancing. Sebelum memulai desain dan animasi, diperlukan perencanaan yang baik. Ini mencakup pemahaman konsep sepeda *self balancing*, dimensi, dan fitur-fitur kunci yang diperlukan. Kemudian memasuki tahap pemodelan 2D dan 3D, membuat sketsa 2D awal dan kemudian memodelkan komponen 3D dengan presisi yang menyatukan semua komponen yang ada terhadap desain sepeda listrik.

Kemudian pada tahap selanjutnya yang akan dilakukan yaitu membuat animasi *self balancing bike* yang telah di desain. Proses animasi melibatkan mengatur gerakan, perilaku, dan interaksi antara komponen sepeda *self balancing*. Ini membutuhkan pemahaman yang kuat tentang alat-alat animasi dalam Fusion 360. Gerakan animasi pada *self balancing bike* yang telah dibuat memiliki konsep ketika sepeda mengalami kemiringan tertentu maka aktuator fly wheel yang terletak di bawah sepeda akan berfungsi untuk menambahkan momen inersia terhadap sepeda sehingga sepeda mengalami *self balancing* yang membuat sepeda tetap stabil. Untuk desain dan animasi *self balancing bike* dapat dilihat pada barcode dan Gambar 4.2



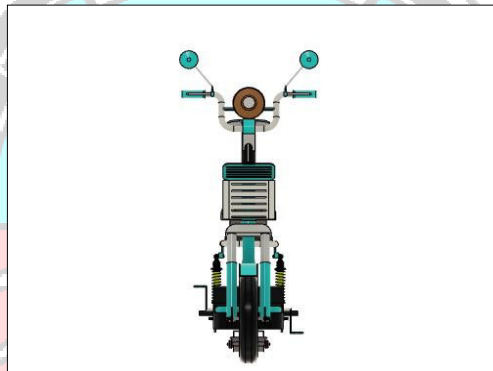
Gambar 4.2 Barcode Hasil Desain dan Animasi *Self Balancing Bike*



Gambar 4.3 Hasil Desain dan Animasi Sepeda Listrik Roda Dua Menggunakan Sensor *Gyroscope* dan Aktuator *Self Balancing* Tampak Samping Kiri



Gambar 4.4 Hasil Desain dan Animasi Sepeda Listrik Roda dua Menggunakan Sensor *Gyroscope* dan Aktuator *Self Balancing* Tampak depan menyamping



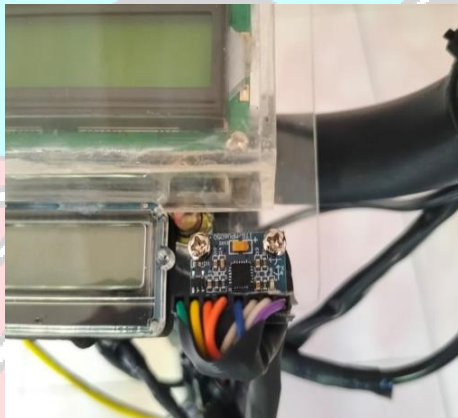
Gambar 4.5 Hasil Desain dan Animasi Sepeda Listrik Roda dua Menggunakan Sensor *Gyroscope* dan Aktuator *Self Balancing* Tampak Depan



Gambar 4.6 Hasil Desain dan Animasi Sepeda Listrik Roda dua Menggunakan Sensor *Gyroscope* dan Aktuator *Self Balancing* Tampak Samping Kanan

#### 4.1.1 Sensor *Gyroscope* MPU 6050 terhadap Pembacaan Sudut Sepeda Listrik

Sepeda listrik roda dua pada umumnya tidak menggunakan sensor kemiringan, yang dimana sensor ini dapat sangat bermanfaat bagi pengguna sepeda. Karena dengan adanya sensor kemiringan atau pembacaan sudut terhadap sepeda listrik, sepeda dapat mendapatkan fitur baru yang mempunyai banyak manfaat. Pengembangan terhadap sepeda, salah satunya diantaranya dapat mengembangkan dari segi faktor keselamatan pengendara sepeda itu sendiri dan dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 Sensor *Gyroscope* pada Sepeda Listrik Roda Dua

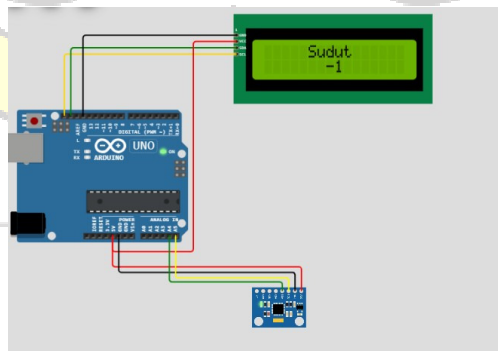
Sehingga pada skripsi kami kali ini, kami telah melakukan sebuah penelitian mengenai penambahan pembacaan sudut yang terjadi pada sepeda yang nantinya akan dapat dikembangkan lagi. dan membuat animasi *self balancing bike*. agar si pembaca dapat mengetahui prinsip dari sensor kemiringan atau sensor *gyroscope* MPU 6050 yang terdapat pada sepeda listrik roda dua ini.

#### 4.1.2 Merangkai Komponen Sensor *Gyroscope* pada Sepeda Listrik

Rangkaian sepeda listrik merujuk pada sistem elektronik yang terdiri dari berbagai komponen dan perangkat elektronik yang digunakan untuk menggerakkan sepeda menggunakan tenaga listrik. Sepeda listrik menggunakan motor listrik sebagai sumber tenaga tambahan yang membantu pengendara saat mengayuh pedal atau bahkan secara otomatis menggerakkan sepeda. Rangkaian sepeda listrik umumnya terdiri dari beberapa komponen penting, seperti: Motor Listrik, Baterai, Kontroler, Sensor Pengendali, dan Charger.



Gambar 4.8 Kelistrikan Sensor *Gyroscope*

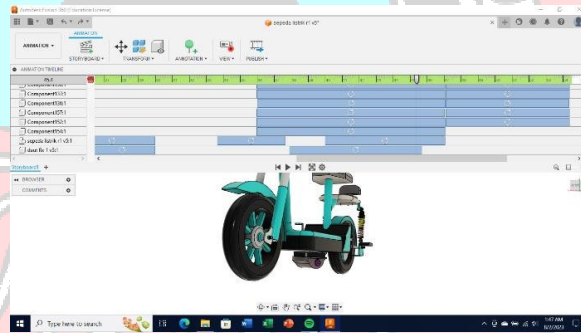


Gambar 4.9 Gambar Rangkaian Listrik Sensor *Gyroscope*

Pada sensor *gyroscope* digunakan *printed circuit board* agar terlihat rapih dan kokoh saat sepeda digunakan. Suplay listrik untuk menyalakan sensor ini menggunakan baterai AA.

#### 4.1.3 Desain dan Animasi *Self Balancing Bike* menggunakan Sensor *Gyroscope*

Pada desain dan animasi *self balancing bike* penulis menggunakan sebuah aplikasi gambar teknik yaitu Autodesk Fusion 360 untuk membuat gambaran sebuah prinsip penggunaan sensor *gyroscope* terhadap keluaran aktuator yang dapat pergerakan sepeda menjadi seimbang kembali.



Gambar 4.10 Pembuatan Animasi pada Aplikasi Autodesk Fusion 360

Penambahan sebuah aktuator untuk menyeimbangkan sepeda listrik roda dua terdapat di bawah sepeda dapat dilihat pada link berikut :

[https://drive.google.com/file/d/17xaTLUHNZsChzAKlt1Tj8CH4M\\_r3b8cq/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/17xaTLUHNZsChzAKlt1Tj8CH4M_r3b8cq/view?usp=drive_link)

#### 4.1.4 Data Hasil Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan pembacaan kemiringan sudut terhadap display LCD yang terdapat pada sepeda listrik

kemudian dilakukan perbandingan pembacaan sudut kemiringan terhadap sensor *gyroscope* yang terdapat pada handphone dengan tiga jenis jalanan yaitu: jalanan beton, jalanan aspal, dan juga jalan paving block, dengan berat pengemudi sepeda 73 kg, dan kecepatan sepeda 18 km/jam dengan jarak yang di tempuh adalah 100 meter. Dapat dilihat pada gambar 4.11



Gambar 4.11. Pengambilan Data Sudut Kemiringan

#### 4.1.5 Data Hasil Pengujian Pada Jalan Paving Block

Data hasil pengujian pada jalan paving block dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Pada Jalan Paving Block

No.	Sudut <i>Gyroscope</i> (°)	
	Handphone	Sepeda
(1)	(2)	(3)
1	0	0
2	1	1
3	-1	2
4	3	5
5	4	-6
6	0	2
7	-5	-3
8	-2	0
9	-3	-3



Lanjutan Tabel 4.1

(1)	(2)	(3)
10	-3	9
11	-2	-2
12	-1	12
13	-1	-9
14	-1	11
15	0	12
16	-2	-22
17	-1	-2
18	-1	-3
19	-1	-10
20	-1	-14
21	-2	19
22	0	5
23	0	-5
24	0	-4
25	-1	-14
26	-1	13
27	0	1
28	0	8
29	-1	-6
30	-1	0
31	-3	7
32	-3	4
33	-4	4
34	-4	0
35	-3	0
36	-2	8
37	-1	0
38	-2	-11
39	-2	26
40	-1	5
41	-4	-10
42	-4	5
43	-3	0
44	-2	5
45	-1	-8
46	-1	-10
47	-1	1

Lanjutan Tabel 4.1

(1)	(2)	(3)
48	0	-4
49	-2	9
50	-1	1
51	-2	58
52	-2	14
53	-1	2
54	-1	1
55	0	-4
56	0	8
57	-1	10
58	-2	42
59	-4	3
60	-4	-6
61	-4	1
62	-4	33
63	-4	6
64	-4	24
65	-3	-7
66	-3	-1
67	-3	-19
68	-3	-8
69	-2	2
70	-1	15
71	-1	20
72	-1	1
73	-1	23
74	-1	25
75	-3	14
76	-4	8
77	-3	-11
78	-2	4
79	-2	-6
80	-4	16
81	-3	-29
82	-2	-15
83	-2	-7
84	-2	20
85	-1	-14

Lanjutan Tabel 4.1

(1)	(2)	(3)
86	-1	2
87	-2	0
88	-2	1
89	-2	6
90	-2	-1
91	-2	-6
92	-3	-7
93	-3	-18
94	-2	28
95	0	18
96	0	10
97	-1	0
98	-2	-13
99	-2	-4
100	-2	-54
101	-1	15
102	0	1
103	0	23
104	-1	-2
105	-2	-32
106	-3	-4
107	-2	19
108	-2	-1
109	-2	0
110	-3	-1
111	-2	39
112	-2	0
113	-3	29
114	-3	-5
115	-3	0
116	0	22
117	-2	22
118	-3	-28
119	-4	19
120	-5	-2
121	-3	0
122	-3	20
123	-1	16

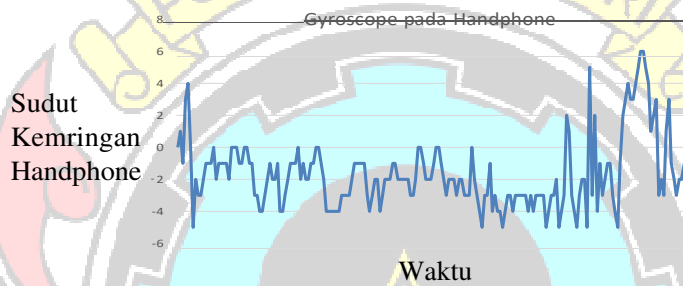
Lanjutan Tabel 4.1

(1)	(2)	(3)
124	-4	-11
125	-3	8
126	-4	1
127	-4	-5
128	-5	0
129	-4	0
130	-3	-6
131	-3	-9
132	-4	2
133	-3	3
134	-3	-1
135	-3	-4
136	-3	10
137	-3	-5
138	-4	12
139	-3	-3
140	-4	-4
141	-3	-2
142	-3	-4
143	-3	-3
144	-3	-4
145	-5	-3
146	-4	9
147	-3	3
148	-3	-2
149	-2	-6
150	-5	-4
151	-4	-5
152	-3	-3
153	2	2
154	1	1
155	-3	-3
156	-4	-4
157	-5	-5
158	-3	-3
159	-2	-1
160	-2	-2
161	-5	-5

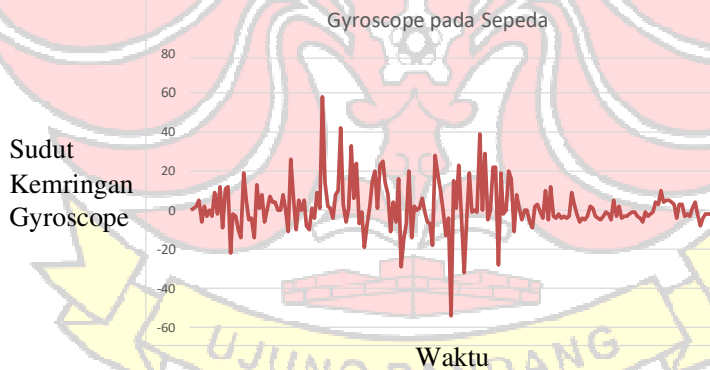
Lanjutan Tabel 4.1

(1)	(2)	(3)
162	5	5
163	-3	-3
164	2	2
165	-4	-4
166	-1	-3
167	-3	-3
168	-2	-2
169	-1	-1
170	-1	-1
171	-3	-3
172	-4	-4
173	-5	-6
174	-1	-1
175	2	-3
176	3	-2
177	4	-1
178	3	4
179	3	3
180	4	10
181	5	4
182	6	5
183	6	5
184	5	4
185	4	3
186	1	-4
187	2	3
188	3	3
189	-3	-3
190	-2	-2
191	-3	-3
192	1	1
193	3	4
194	-1	-2
195	-2	-8
196	-3	-4
197	-2	-2
198	-2	-2
199	-1	-2
200	-3	-4

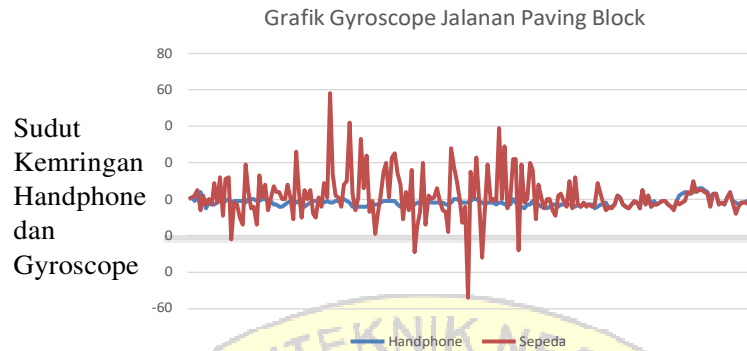
Dari data yang di dapatkan pada paving block terdapat data minus dan plus pada angka pengambilan sudut, tanda minus menandakan sepeda miring ke kiri, sedangkan tanda plus menandakan sepeda miring ke kanan. Dari hasil pengujian pada jalan paving block dapat dilihat dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 4.12, Gambar 4.13, dan Gambar 4.14



Gambar 4.12 Grafik Sensor *Gyroscope* Handphone pada Jalan Paving Block



Gambar 4.13 Grafik Sensor *Gyroscope* Sepeda pada Jalan Paving Block



Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Sensor *Gyroscope* Sepeda dan Handphone Pada Jalan Paving Block

Pada Grafik 4.12, 4.13, 4.14 Menunjukkan sudut kemiringan terhadap *gyroscope* yang terdapat pada sepeda listrik roda dua dengan *gyroscope* yang ada di handphone, kemudian grafik pengambilan data pada jalan paving block disatukan untuk dapat dilihat seberapa banyak perbedaan sudut yang terjadi pada pengambilan data. Pada grafik pengambilan data jalanan paving block terdapat banyak sudut yang tidak sama antara sensor *gyroscope* yang terdapat pada handphone dengan sensor *gyroscope* yang ada pada sepeda.

#### 4.1.6 Data Hasil Pengujian Pada Jalan Aspal

Data hasil pengujian pada jalan aspal dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Pada Jalan Aspal

No.	Sudut <i>Gyroscope</i> ( ° )	
	Handphone	Sepeda
1	0	0
2	-4	-4
3	1	-1
4	-5	-6



Lanjutan Tabel 4.2

(1)	(2)	(3)
5	-3	-2
6	-1	-8
7	1	-4
8	-3	-1
9	-2	0
10	1	-6
11	2	4
12	-1	-2
13	0	1
14	2	2
15	1	1
16	-3	8
17	-1	-6
18	0	-1
19	-2	-4
20	-2	-2
21	2	2
22	-3	-1
23	-1	-4
24	-2	7
25	0	0
26	-3	-4
27	-2	13
28	2	2
29	2	10
30	-4	3
31	-4	-35
32	-1	5
33	-1	-4
34	-4	-13
35	2	-3
36	2	-9
37	-2	0
38	-3	17
39	-2	4
40	-1	2
41	-3	4
42	-1	-3

Lanjutan Tabel 4.2

(1)	(2)	(3)
43	2	-4
44	-3	-3
45	-2	-5
46	-3	-3
47	-4	0
48	-3	1
49	-2	1
50	2	-6
51	-3	-4
52	-3	-3
53	-2	-2
54	-2	-2
55	-3	2
56	3	-10
57	-4	0
58	-3	1
59	2	1
60	-2	-1
61	-3	-6
62	-3	20
63	-2	1
64	-3	-27
65	-3	-3
66	-1	-1
67	-1	-1
68	-1	-3
69	-1	-2
70	-2	0
71	-5	12
72	-2	-2
73	-2	-2
74	2	1
75	-6	-1
76	-5	-4
77	-3	-1
78	-4	-1
79	-6	0
80	-6	3

Lanjutan Tabel 4.2

(1)	(2)	(3)
81	-6	-6
82	-6	-7
83	-3	-3
84	-2	-2
85	-2	-2
86	-1	-6
87	-3	-4
88	-3	-3
89	-2	-3
90	-4	-4
91	-4	0
92	-3	1
93	-2	1
94	2	-6
95	-3	-4
96	-3	-3
97	-2	-2
98	-3	2
99	3	-10
100	-4	-4
101	-3	1
102	2	1
103	-2	-1
104	-3	-6
105	-3	-5
106	-2	1
107	-3	-27
108	-3	-3
109	-1	-2
110	-1	-1
111	-3	-3
112	-2	-2
113	2	3
114	2	2
115	-4	-4
116	-4	-4
117	-1	-1
118	-1	-4

Lanjutan Tabel 4.2

(1)	(2)	(3)
119	-4	-4
120	2	-2
121	2	-9
122	-2	0
123	-3	-3
124	-2	4
125	-1	2
126	-2	-2
127	-2	-2
128	-1	-6
129	-3	-4
130	-3	2
131	-2	-3
132	-4	-7
133	-4	0
134	-3	1
135	-2	1
136	2	-6
137	-3	-4
138	-3	-3
139	-2	-2
140	-3	2
141	-2	-2
142	-2	-2
143	-1	-6
144	-3	-4
145	-3	2
146	-2	-3
147	-4	-7
148	-4	0
149	-3	-5
150	-2	1
151	-4	-3
152	-1	5
153	-1	-4
154	-4	-4
155	2	-3
156	2	-9

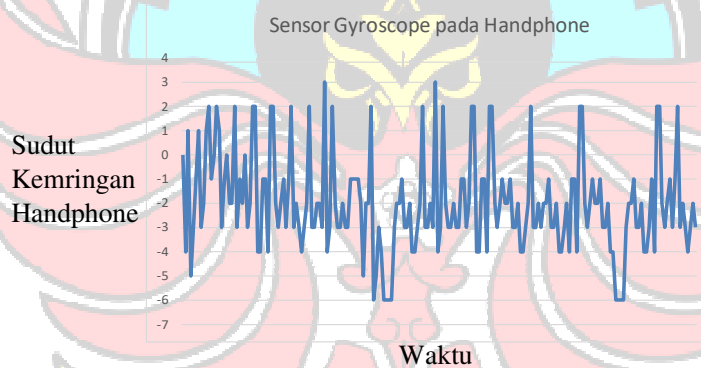
Lanjutan Tebl 4.2

(1)	(2)	(3)
157	-2	-2
158	-3	-3
159	-2	4
160	-1	2
161	-2	-2
162	-2	-2
163	-1	-1
164	-3	-4
165	-3	2
166	-2	-2
167	-4	-7
168	-4	0
169	-6	0
170	-6	3
171	-6	-6
172	-6	-6
173	-3	-3
174	-2	-2
175	-2	-2
176	-1	-6
177	-3	-4
178	-3	2
179	-2	-3
180	-4	-7
181	-4	0
182	-3	1
183	-1	-4
184	-4	-4
185	2	-3
186	2	-9
187	-2	0
188	-3	-3
189	-2	4
190	-1	2
191	-3	-4
192	-1	-3
193	2	-4
194	-3	-10
195	-2	-5

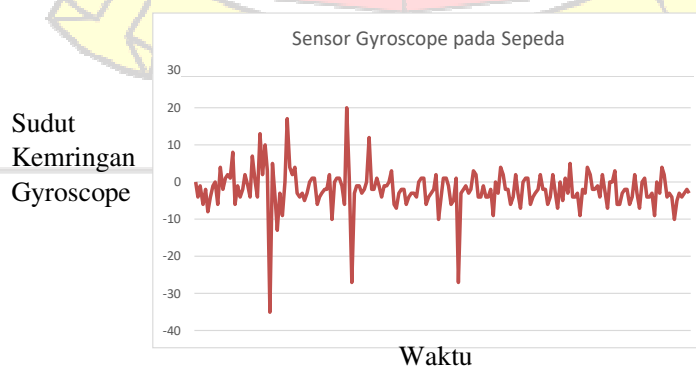
Lanjutan Tabel 4.2

(1)	(2)	(3)
196	-3	-3
197	-4	-4
198	-3	-3
199	-2	-2
200	-3	-3

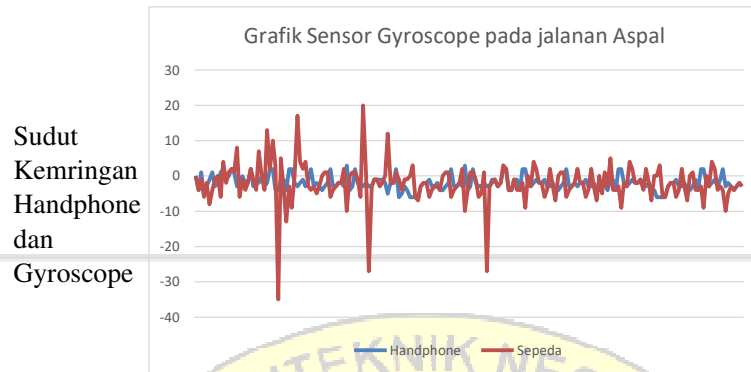
Dari data yang di dapatkan pada paving block terdapat data minus dan plus pada angka pengambilan sudut, tanda minus menandakan sepeda miring ke kiri, sedangkan tanda plus menandakan sepeda miring ke kanan. Dari hasil pengujian pada jalan aspal dapat dilihat dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 4.15, Gambar 4.16, dan Gambar 4.17



Gambar 4.14 Grafik Sensor *Gyroscope* Handphone pada Jalan Aspal



Gambar 4.15 Grafik Sensor *Gyroscope* Sepeda pada Jalan Aspal



Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Sensor *Gyroscope* Sepeda dan Handphone Pada Jalan Aspal

Pada Grafik 4.15, 4.16, 4.17 Menunjukkan sudut kemiringan terhadap *gyroscope* yang terdapat pada sepeda listrik roda dua dengan *gyroscope* yang ada di handphone, kemudian grafik pengambilan data pada jalanan aspal disatukan untuk dapat dilihat seberapa banyak perbedaan sudut yang terjadi pada pengambilan data. Pada grafik pengambilan data jalanan aspal terdapat beberapa sudut yang tidak sama antara sensor *gyroscope* yang terdapat pada handphone dengan sensor *gyroscope* yang ada pada sepeda namun tidak sebanyak perbedaan sudut yang terjadi pada pengambilan data pada jalanan paving block.

#### 4.1.7 Data Hasil Pengujian Pada Jalan Beton

Data hasil pengujian pada jalan beton dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Pada Jalanan Beton

No.	Sudut <i>Gyroscope</i> ( ° )	
	Handphone	Sepeda
1	0	0
2	-2	-2
3	-6	-6



Lanjutan Tabel 4.3

(1)	(2)	(3)
4	-6	-7
5	-2	-2
6	-5	-5
7	-6	-5
8	-3	-3
9	-2	-2
10	-1	-1
11	-2	-2
12	-4	-4
13	-2	-2
14	0	0
15	0	0
16	0	0
17	-2	-2
18	-4	-4
19	-3	-3
20	-1	-1
21	-3	-3
22	-5	-5
23	-5	0
24	-3	-5
25	-3	-2
26	-2	-3
27	-4	-5
28	-3	8
29	-1	-3
30	-2	0
31	-4	-14
32	-1	-1
33	-2	-3
34	-2	10
35	-4	-5
36	-5	-6
37	-3	-8
38	-6	-3
39	-6	-6

Lanjutan Tabel 4.3

(1)	(2)	(3)
40	-13	-13
41	-4	-4
42	-1	1
43	-3	-3
44	-3	-5
45	-3	0
46	-1	0
47	0	-1
48	-1	0
49	-3	-4
50	-3	2
51	-3	-4
52	-4	-4
53	-5	-5
54	-5	-5
55	-5	-4
56	-4	-9
57	-4	-4
58	-3	-2
59	-2	-2
60	-4	-4
61	-4	-4
62	-3	-5
63	-2	-2
64	-3	-4
65	-5	-8
66	-5	-4
67	-3	-4
68	-2	-2
69	-4	-4
70	-4	-2
71	-3	-2
72	-2	-5
73	-1	-5
74	-3	-3
75	-4	-4
76	-4	-4
77	-4	3

Lanjutan Tabel 4.3

(1)	(2)	(3)
78	-3	-1
79	-2	-2
80	-3	-3
81	-4	-3
82	-2	5
83	-3	3
84	-6	6
85	-8	3
86	-4	-4
87	-1	0
88	-1	-1
89	0	0
90	-1	-1
91	-4	-4
92	-3	-6
93	-7	11
94	-8	-12
95	-8	-6
96	-5	-5
97	-4	-4
98	-6	9
99	-5	-5
100	5	5
101	5	7
102	1	1
103	-5	-6
104	-5	-5
105	5	5
106	-3	-3
107	2	2
108	2	3
109	-9	-9
110	-5	-4
111	-3	-4
112	-2	4
113	-4	0
114	-4	-2
115	-3	-2

Lanjutan Tabel 4.3

(1)	(2)	(3)
116	-2	-5
117	-1	-5
118	-3	-3
119	-4	-4
120	-4	-4
121	-4	3
122	-3	-1
123	-2	-1
124	-3	0
125	-4	-3
126	-2	5
127	-3	3
128	-6	6
129	-8	3
130	-4	-14
131	-1	0
132	-1	-2
133	-2	5
134	-4	1
135	-2	-5
136	0	0
137	0	5
138	0	-1
139	-2	-2
140	-4	-4
141	-3	-2
142	-1	-1
143	-3	-3
144	-5	-5
145	-5	-5
146	-3	-5
147	-3	-2
148	-2	-3
149	-4	-5
150	-3	8
151	-1	-3
152	-2	0
153	-4	-14

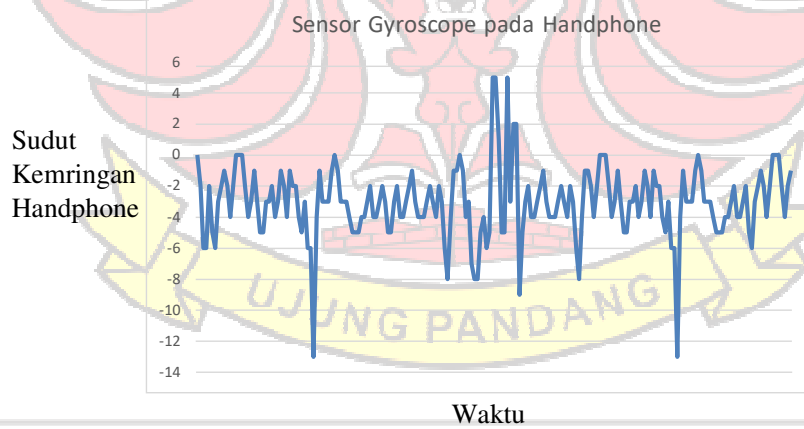
Lanjutan Tabel 4.3

(1)	(2)	(3)
154	-1	-1
155	-2	-3
156	-2	10
157	-4	-5
158	-5	-6
159	-3	-8
160	-6	-3
161	-6	-16
162	-13	-13
163	-4	7
164	-1	1
165	-3	8
166	-3	-5
167	-3	0
168	-1	0
169	0	-1
170	-1	0
171	-3	-4
172	-3	2
173	-3	-4
174	-4	-8
175	-5	-2
176	-5	-1
177	-5	-4
178	-4	-9
179	-4	-4
180	-3	-2
181	-2	-3
182	-4	-4
183	-4	-4
184	-3	-5
185	-2	-1
186	-5	-5
187	-6	-5
188	-3	-3
189	-2	-2
190	-1	-2

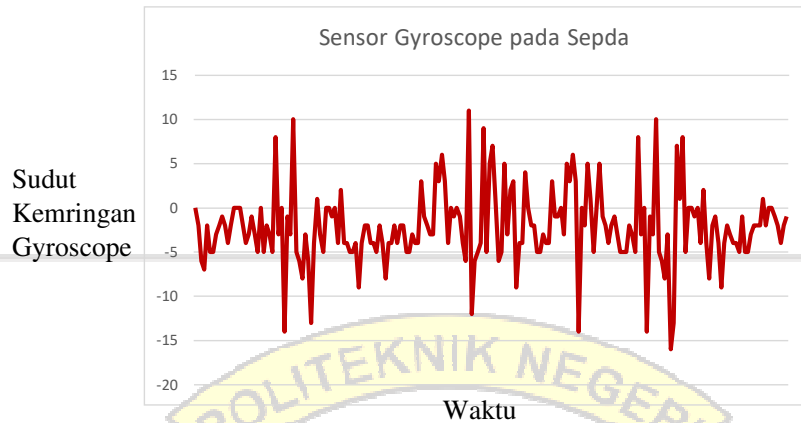
Lanjutan Tabel 4.3

(1)	(2)	(3)
191	-2	-2
192	-4	1
193	-2	-2
194	0	0
195	0	0
196	0	-1
197	-2	-2
198	-4	-4
199	-2	-2
200	-1	-1

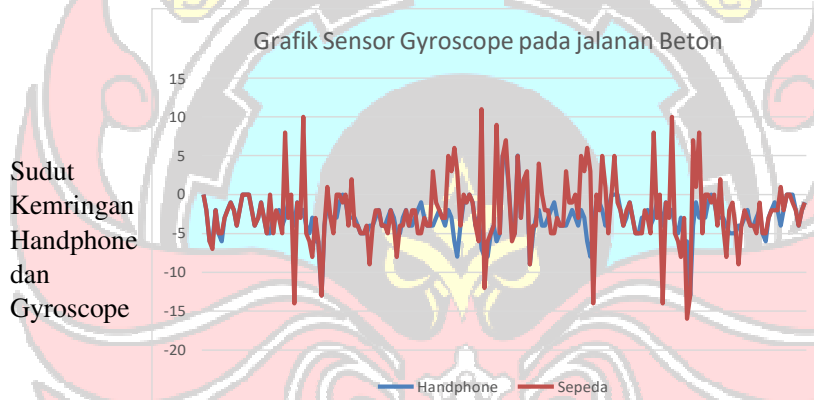
Dari data yang di dapatkan pada paving block terdapat data minus dan plus pada angka pengambilan sudut, tanda minus menandakan sepeda miring ke kiri, sedangkan tanda plus menandakan sepeda miring ke kanan. Dari hasil pengujian pada jalan aspal dapat dilihat dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 4.18, Gambar 4.19, dan Gambar 4.20



Gambar 4.18 Grafik Sensor *Gyroscope* Handphone pada Jalanan Beton



Gambar 4.19 Grafik Sensor *Gyroscope* Sepeda pada Jalanan Beton



Gambar 4.20 Grafik Perbandingan Sensor *Gyroscope* Sepeda dan Handphone Pada Jalanan Beton

Pada Grafik 4.18, 4.19, 4.20 Menunjukkan sudut kemiringan terhadap *gyroscope* yang terdapat pada sepeda listrik roda dua dengan *gyroscope* yang ada di handphone, kemudian grafik pengambilan data pada jalanan aspal disatukan untuk dapat dilihat seberapa banyak perbedaan sudut yang terjadi pada pengambilan data. Pada grafik pengambilan data beton terdapat sedikit perbedaan sudut yang tidak sama antara sensor *gyroscope* yang terdapat pada handphone dengan sensor *gyroscope* yang ada pada sepeda



dan tidak sebanyak perbedaan sudut yang terjadi pada pengambilan data pada jalanan aspal.

## 4.2 Pembahasan

Pembacaan sudut menggunakan *gyroscope* merujuk pada penggunaan sensor *gyroscope* untuk mengukur sudut rotasi atau perubahan orientasi dari suatu objek, seperti sepeda. *Gyroscope* adalah sensor yang mendeteksi perubahan sudut dan dapat memberikan informasi tentang objek di sekitarnya. Salah satunya komponen *gyroscope* dapat digunakan dalam sistem stabilisasi elektronik pada sepeda, terutama pada sepeda listrik membutuhkan penyesuaian cepat untuk menjaga keseimbangan.

### 4.2.1 Hasil Pengujian Pada Jalan Paving Block

Pada hasil pengujian jalanan paving block telah didapatkan sebuah perbandingan antara sudut pada sepeda listrik roda dua dan handphone dengan rata-rata kemiringan pada sepeda di jalanan paving block sebesar  $-1,665^\circ$  dan untuk pembacaan sudut kemiringan pada sensor *gyroscope* yang terdapat pada handphone telah di dapatkan rata-rata kemiringan sudut  $1,445^\circ$  yang berarti jumlah selisih antara sudut kemiringan antara sepeda dengan handphone adalah sebesar  $3,12^\circ$ . Pada hasil pengambilan data di jalan paving block terdapat banyak error saat pembacaan sudut sensor *gyroscope* terhadap sepeda hal, ini dikarenakan sensor *gyroscope* MPU 6050 memiliki sensitivitas tinggi terhadap guncangan hal ini di karenakan kerataan jalan paving block yang kurang rata. Nilai error yang terjadi pada jalan paving block rata-rata 23%.

#### 4.2.2 Hasil Pengujian Pada Jalan Aspal

Pada hasil pengujian jalanan ber-aspal telah di dapatkan sebuah perbandingan antara sudut pada sepeda listrik roda dua dan handphone dengan rata-rata kemiringan pada sepeda di jalanan ber-aspal sebesar  $-3,35^\circ$  dan untuk pembacaan sudut kemiringan pada sensor *gyroscope* yang terdapat pada handphone telah di dapatkan rata-rata kemiringan sudut  $-2^\circ$  yang berarti jumlah selisih antara sudut kemiringan antara sepeda dengan handphone adalah sebesar  $-1,35^\circ$ . Pada hasil pengambilan data di jalan aspal terdapat sedikit error saat pembacaan sudut sensor *gyroscope* terhadap sepeda, hal ini disebabkan jalanan aspal sedikit berkerikil yang menyebabkan pembacaan sudut pada sepeda mengalami error. Nilai error pada jalan aspal rata-rata 7%.

#### 4.2.3 Hasil Pengujian Pada Jalan Beton

Pada hasil pengujian jalanan ber-aspal telah di dapatkan sebuah perbandingan antara sudut pada sepeda listrik roda dua dan handphone dengan rata-rata kemiringan pada sepeda di jalanan ber-beton sebesar  $-2,15^\circ$  dan untuk pembacaan sudut kemiringan pada sensor *gyroscope* yang terdapat pada handphone telah di dapatkan rata-rata kemiringan sudut  $-3,05^\circ$  yang berarti jumlah selisih antara sudut kemiringan antara sepeda dengan handphone adalah sebesar  $0,835^\circ$ . Pada hasil pengambilan data di jalan beton juga mengalami sedikit error saat pembacaan sudut sensor *gyroscope* terhadap sepeda, hal ini disebabkan jalanan beton sedikit berpasir yang menyebabkan pembacaan sudut pada sepeda mengalami error. Nilai error pada jalan beton rata-rata 3%

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan mengenai self balancing bike menggunakan sensor *gyroscope* dapat disimpulkan :

1. Desain dan animasi *self balancing bike* ini dibuat menggunakan Autodesk fusion 360. Desain dan animasi ini berguna bagi pembaca untuk memahami konsep dari penggunaan sensor *gyroscope* terhadap aktuator *fly wheel* yang ada pada desain sehingga membuat desain pada sepeda kembali seimbang.
2. Dari hasil pengambilan data perbandingan sensor *gyroscope* pada sepeda dan handphone yang telah di uji terdapat beberapa perbedaan sudut yang terjadi dikarenakan oleh faktor tidak rata permukaan jalan sehingga pembacaan sensor *gyroscope* pada sepeda sering terjadi error. Nilai error terjadi rata-rata pada jalan paving block sebesar 23%, kemudian pada jalan aspal 7% dan jalan beton sebesar 3%.

### 5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian terhadap sensor *gyroscope* terhadap sepeda listrik roda dua terdapat beberapa saran, antara lain :

1. Penelitian lebih lanjut terhadap penggunaan sensor *gyroscope* terhadap sepeda listrik roda dua masih dapat dikembangkan dengan memanfaatkan sebuah kemiringan yang terdapat pada sepeda untuk meningkatkan stabilitas dan keamanan pengendara sepeda.

2. Penelitian terhadap sepeda listrik menggunakan sensor *gyroscope* MPU6050 perlu dilakukan penggantian suspensi pada sepeda listrik untuk mengurangi terjadinya error pada pembacaan sudut *gyroscope*



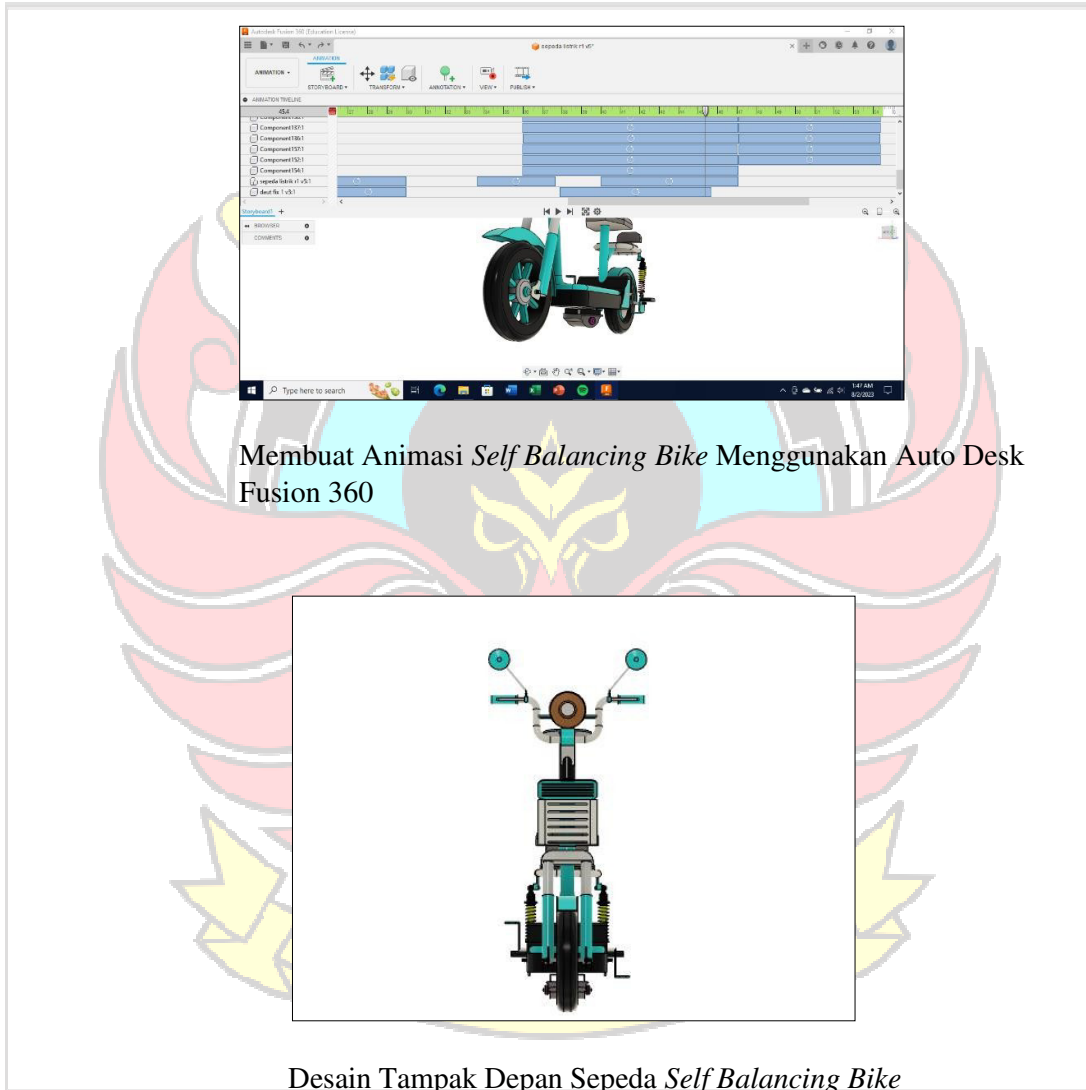
## DAFTAR PUSTAKA

- Amethysta, Saphira Zahra, dkk. 2014. Pengembangan Self-balancing Bike. *Jurnal Product Design* .(Online),(<https://neliti.com/publications/180000/pengembangan-self-balancing-bike>). Diakses Februari 2023.
- Kurniawan Ahmad dan Novaldi. 2021. “Pengembangan Sepeda Listrik Dengan Energi Surya Sebagai Sarana Transportasi Area Perkantoran”. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Khalik dan Auuliya. 2021. “Sagway Balancing Robot” Jurusan Teknik Mekatronika Politeknik Bosowa.
- Prasetya, Irwan Dwi. 2020 “Rancang bangun stabilizer kamera 3-axis menggunakan sensor gyroscope dan kontroler pid“ Universitas Muhammadiyah Gresik. (Online), (<http://eprints.umg.ac.id>), Diakses Februari 2023.
- Saputra, Rio Ari, dkk. 2017. Pengendalian Motor Satu Roda Dengan Pid-Fuzzy. *Jurnal eProceedings of Engineering Telkom University*.(Online). (<https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/366>). Diakses Februari 2023.
- Suhadha Lingga, dkk. 2021. Perancangan Modul Pengendali Torsi Motor pada Desain Kontrol Pedal Assist Sepeda Listrik. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*. (Online), (<http://jurnal.polban.ac.id>), Diakses Februari 2023.
- Utomo, Mochammad Fajar Rinaldi. 2016. “Rancang Bangun Sensor Pemindai Gerak Tangan Manusia Menggunakan Sensor Akselerometer dan Sensor Giroskop untuk Mengendalikan Lengan Robot” Jurusan.Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember. (Online), (<https://core.ac.uk/>), Diakses Februari 2023.
- Yetkin, Harun, dkk. 2014. *Gyroscopic stabilization of an unmanned bicycle. In 2014 American Control Conference*. (Online), (<https://ieeexplore.ieee.org/>), Diakses Februari 2023)

## LAMPIRAN

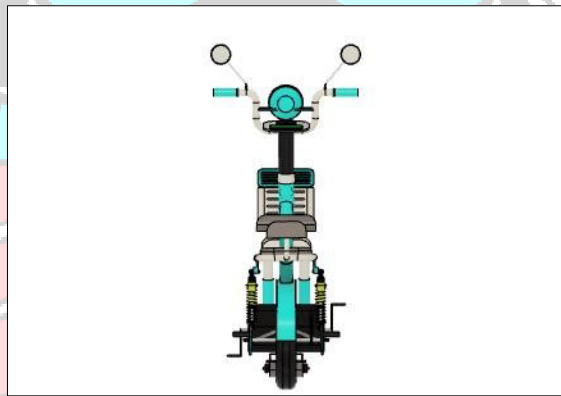
### Lampiran 1

### Pembuatan Desain dan Animasi Sepeda Listrik Menggunakan *Gyroscope*





Desain Tampak Samping *Self Balancing Bike*



Desain Tampak Belakang Sepeda *Self Balancing Bike*

## Lampiran 2

### Program Sensor Gyroscope MPU 6050

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
const int MPU_addr1 = 0x68;
int xa;
int ya;
int za;
int sudut;
int acce = 4;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode (acce, OUTPUT);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  Wire.begin ();
  Wire.beginTransmission (MPU_addr1);
  Wire.write (0x6B);
  Wire.write (0);
  Wire.endTransmission(true);
  Serial.begin (9600);
  digitalWrite (acce, HIGH);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  Wire.beginTransmission (MPU_addr1);
  Wire.write (0x3B);
  Wire.endTransmission (false);
  Wire.requestFrom(MPU_addr1, 6, true);

  xa = Wire.read() << 8 | Wire.read();
  ya = Wire.read() << 8 | Wire.read();
  za = Wire.read() << 8 | Wire.read();

  sudut = atan2 (ya,za) * 180/PI;

  Serial.print("sudut = ");
  Serial.println(abs (sudut));
```



```
lcd.setCursor(6, 0);  
lcd.print("Sudut ");  
lcd.setCursor(7, 1);  
lcd.print(sudut);  
delay (100);  
lcd.clear();  
delay (100);
```

```
if (sudut >= 45){  
    digitalWrite (acce, LOW);  
}  
else if (sudut <=45 && sudut >=-45){  
    digitalWrite (acce, HIGH);  
}  
else if (sudut <=-45){  
    digitalWrite (acce, LOW);  
}  
}
```



Lampiran 3

Dokumentasi Pemasangan Komponen Sensor



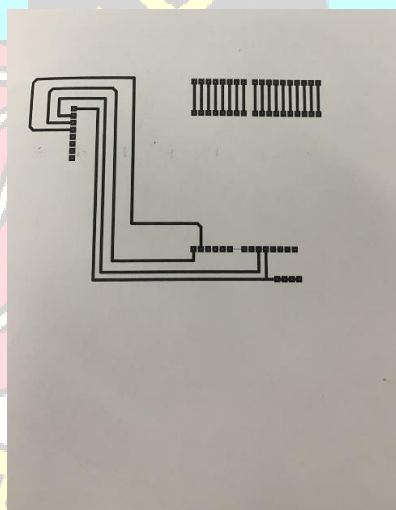
Hasil Perakitan PCB



Pengetesan Pembacaan Sensor MPU 6050



Pemasangan LCD Pada Sepeda Listrik



Hasil Gambaran Rangkaian Listrik Pada PCB

Lampiran 4

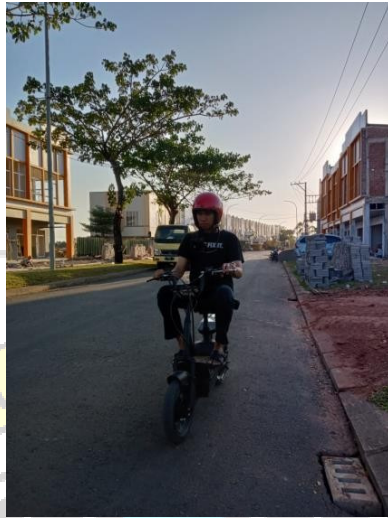
Dokumentasi Pengambilan Data



Pengambilan Data Pada Jalanan Paving Block



Pengambilan Data Pada Jalanan Beton



Pengambilan Data Pada Jalanan Aspal


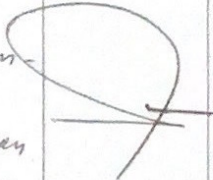



**LAMPIRAN BERITA ACARA PELAKSANAAN  
UJIAN SIDANG SKRIPSI**

Nama Mahasiswa : Daud Daeng Bani & Mochammad Nugroho Joko

NIM : 444 22 205 & 444 22 209

Catatan/Daftar Revisi Penguji:

No.	Nama Dosen	Uraian	Tanda Tangan
1.	Mukhtar, S.Pd, M.Eng.	Ringkasan diperbaiki sesuai pedoman. Penjelasan tabel	
2.	Prof. Dr. Ir Muhammad Assyid, M.T	- Perjelas ringkasan - Penjelasan data <sup>2</sup> yg ditam- - pikan - Penjelasan jenis jalaun - Tambahan data & pengeraman dan hasil depen - Perjelas tabel 4.3 - Pengeraman berdasarkan kecapotan	
3.	Ir. Lewi, M.T.	- Parameter / Variabel Pd sumber sehap grafik - Penjelasan istilah <sup>2</sup> yg digunakan.	



No.	Nama Dosen	Uraian	Tanda Tangan

Makassar, September 2023

Sekretaris Penguji



**Dr.Eng. Abdul Kadir Muhammad. S.T., M.Eng.**

NIP. 19750402 200312 1 002