

Robot Pengangkut Barang di Jalan Miring

Aco Yudi Saputra^{1*}, Muhammad Basri², Alauddin Yunus³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

**Email : putrawahyudi20122000@gmail.com*

Abstract: Cargo transport robots are widely used in the warehousing industry to enhance logistics efficiency. However, navigating sloped surfaces can compromise the stability and safety of transported goods. This study aims to improve robot balance by enabling real-time detection of road slope changes and dynamically adjusting the robot's center of gravity to maintain stability. The research and development process involves using gyroscope sensor data to control a servo motor, allowing the robot to balance itself. Road slope angles were tested along the X-axis (10°–40°) and Y-axis (10°–45°). Results showed that on the X-axis, the robot maintained stability at angles of 10°, 30°, and 40° when the servo motor was at its neutral position of 90°. However, at 15°, 20°, 25°, and 35°, the robot exhibited instability at the same neutral position. Similarly, on the Y-axis, the robot remained stable at 10° and 25°, while instability was observed at 15°, 20°, 30°, 35°, 40°, and 45°. These variations in stability are attributed to servo motor vibrations, shocks, and the sensitivity of the gyroscope sensor.

Keywords: Inclined road, goods carrier, robot, gyroscope sensor, servo motor.

Abstrak: Robot pengangkut barang banyak digunakan dalam industri pergudangan guna meningkatkan efisiensi logistik. Bergerak di jalan miring dapat mempengaruhi stabilitas dan keamanan angkutan barang. Penelitian bertujuan mengembangkan keseimbangan robot untuk mendeteksi perubahan kemiringan jalan secara real-time dan menyesuaikan posisi pusat gravitasi agar tetap stabil. Metode penelitian research dan development menggunakan data sensor *gyroscope* untuk mengontrol pergerakan motor servo dan menyeimbangkan robot dengan melakukan pengujian sudut kemiringan jalan pada sumbu X 10°- 40° dan sumbu Y 10° - 45°. Hasil pengembangan keseimbangan robot pada kemiringan jalan secara real-time yang disesuaikan posisi gravitasi memperlihatkan sudut X 10°, 30°, dan 40° akurasi kestabilan robot terhadap posisi netral motor servo pada sudut 90° dan sudut X 15°, 20°, 25°, dan 35° tidak stabil pada sudut 90°. Sudut Y 10 dan 25 akurasi kestabilan robot terhadap posisi netral motor servo pada sudut 90° sudut Y 15°, 20°, 30°, 35°, 40°, dan 45° ketidakstabilan pada sudut 90°. Akurasi stabil dan tidak stabil disebabkan oleh getaran dan guncangan motor servo dan sensitifitas sensor *gyroscope*.

Kata kunci: Jalan miring, pengangkut barang, robot, sensor gyroscope, motor servo.

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan sarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel (UU No. 38 Tahun 2004). Pada dasarnya jalan akan mengalami penurunan kualitas strukturalnya sesuai bertambahnya umur jalan, apalagi jika dilalui oleh kendaraan dengan muatan berat dan cenderung melebihi ketentuan (HULU 2021). Medan jalan dikategorikan menurut kemiringan sebagian besar medan diukur tegak lurus terhadap garis kontur. Keceragaman kondisi medan yang diharapkan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan pasca perencanaan jalan dengan mengabaikan perubahan pada sebagian kecil segmen perencanaan jalan (Wahyudi, Marindani, dan Elbani n.d.).

Robot berasal dari bahasa Cekoslowakia yaitu "Robota" yang berarti pekerja. Istilah ini dikemukakan oleh seorang pengarang sandiwara yang bernama Karel Čapek pada tahun 1920. Pengertian robot sangat beragam, sebagian orang membayangkan bahwa robot itu adalah sebuah mesin yang menyerupai manusia (humanoid) tetapi sesungguhnya robot tidak hanya berbentuk seperti manusia (Rudy dan Lukas 2018). Robot pengangkut barang merupakan salah satu bentuk penerapan teknologi robotika yang dirancang untuk membantu proses distribusi dan transportasi logistik secara otomatis diharapkan dapat meningkatkan efisiensi kerja dan mengurangi ketergantungan terhadap tenaga manusia. Pengangkutan barang seringkali melibatkan pergerakan di permukaan yang miring, sehingga memiliki kondisi yang stabil menjadi kebutuhan. Jalan miring juga berpotensi menyebabkan robot terguling atau kehilangan kendali, terutama jika beban yang dibawa cukup berat. Pengendalian keseimbangan merupakan masalah utama karena bentuk mekanik dan algoritma saling berpengaruh terhadap kendali robot (Silfani dan Sujono 2019).

Menjaga keseimbangan robot, digunakan sensor gyroscope yang berfungsi mendeteksi perubahan sudut kemiringan saat robot bergerak. Sensor unit pengukuran inersia atau inersia measurement unit (IMU) merupakan sebuah unit sensor yang memanfaatkan sistem pengukuran seperti akselerometer, giroskop, dan magnetometer yang digunakan untuk mengukur perubahan posisi objek pada titik acuan tertentu (Vokasi 2018). 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). Sensor MPU 6050 merupakan salah satu sensor yang menggunakan prinsip dasar IMU Sensor. Pengaturan register pada MPU-6050 dilakukan oleh mikrokontroler dengan komunikasi I2C (Kurniawan Abu Hatim dan Rivai Muhammad 2018). MPU-6050 Berfungsi sebagai media pergerakan pada sistem elektronik robot dimana pergerakan robot (kanan, kiri, atas, bawah) dikontrol oleh

MPU-6050. Arduino uno berfungsi sebagai pengontrol pada sistem robot yang meliputi MPU-6050 dan motor servo (Azhari, Nasution, dan Azis 2023).

Motor servo sebuah motor dengan sistem *closed feedback* dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Motor servo MG995 adalah motor yang mampu diatur posisi rotasinya berdasarkan sinyal masukan yang diterima (Nasution, Putri, dan Hariyani 2015). Motor servo MG995 sama seperti motor servo pada umumnya di mana motor servo disusun dari motor DC yang dihubungkan ke gearbox yang digunakan untuk menggerakkan resistor variabel untuk membaca derajat putaran. Motor servo MG995 terdiri dari 3 pin, yaitu VCC, sinyal, dan ground (Lami, Subairi, dan Sonalitha 2023).

2. METODOLOGI PENELITIAN

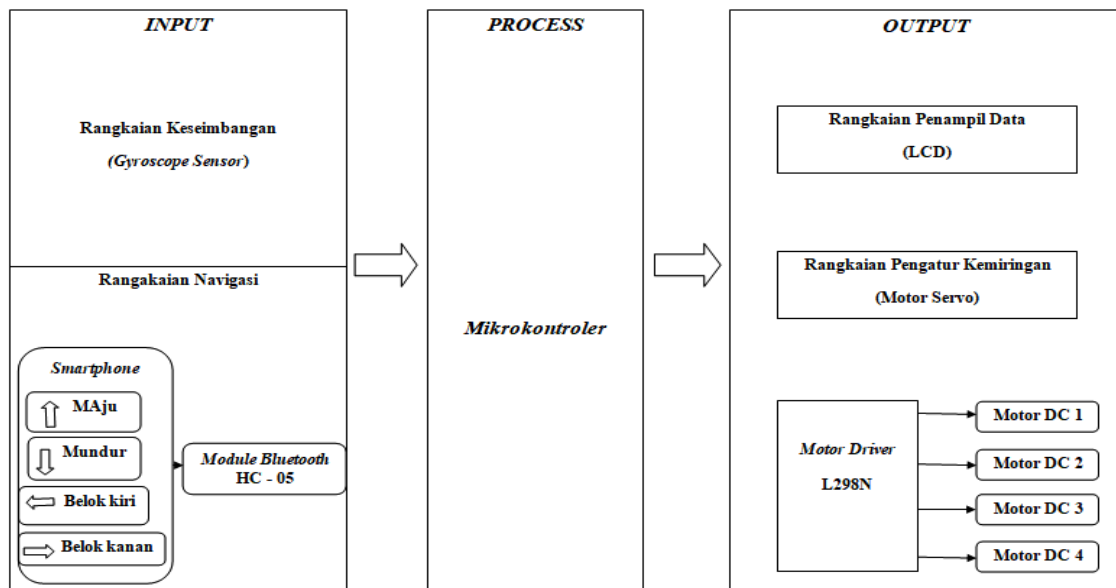
2.1. Jenis Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian *Research and Development*. Melakukan pengujian atau pengembangan sistem keseimbangan pengangkut barang pada jalan miring untuk mengetahui perubahan sudut putaran servo terhadap hasil pembacaan sensor. Penelitian juga dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi putaran motor servo terhadap pembacaan sensor. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Parepare selama empat bulan yang dimulai bulan Juni - September 2024.

2.2. Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi 2 kategori, yakni perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras yang di gunakan terdiri dari beberapa komponen dan modul elektronika, diantaranya *Arduino uno*, *motor servo MG995*, *sensor gyroscope MPU6050*, *motor DC*, *modul step-down LM2596*, modul *bluetooth HC-05*, *motor driver L298N*, serta *LCD 16 x 2* yang dilengkapi dengan I2C. Perangkat lunak yang digunakan adalah aplikasi android *BT control*, sebagai kendali jarak jauh dan aplikasi *Arduino IDE*, sebagai fitur dalam membuat program mikrokontroler.

2.3 Perancangan Sistem



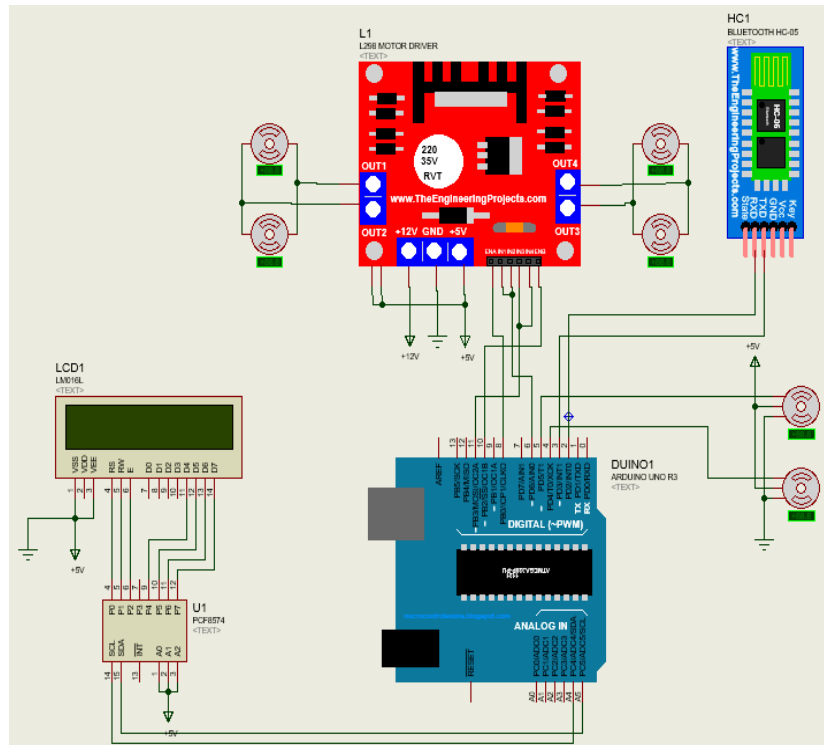
Gambar 1. Blok Diagram

Blok diagram pada sistem ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu input, proses dan output. Pada bagian input terdiri dari sensor *gyroscope* untuk mendeteksi perubahan sudut pada robot dan aplikasi *android* untuk kendali pergerakan robot yang terhubung ke modul *bluetooth* sebagai koneksi *android* ke mikrokontroler, kemudian pada bagian proses ada Arduino uno yang menjalankan perintah dari input dan terakhir bagian output LCD 16x2 untuk menampilkan nilai sudut servo dan nilai sudut sensor, motor servo berfungsi untuk menstabilkan bak robot, motor driver mengatur kecepatan dan arah putaran motor DC sebagai roda robot.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

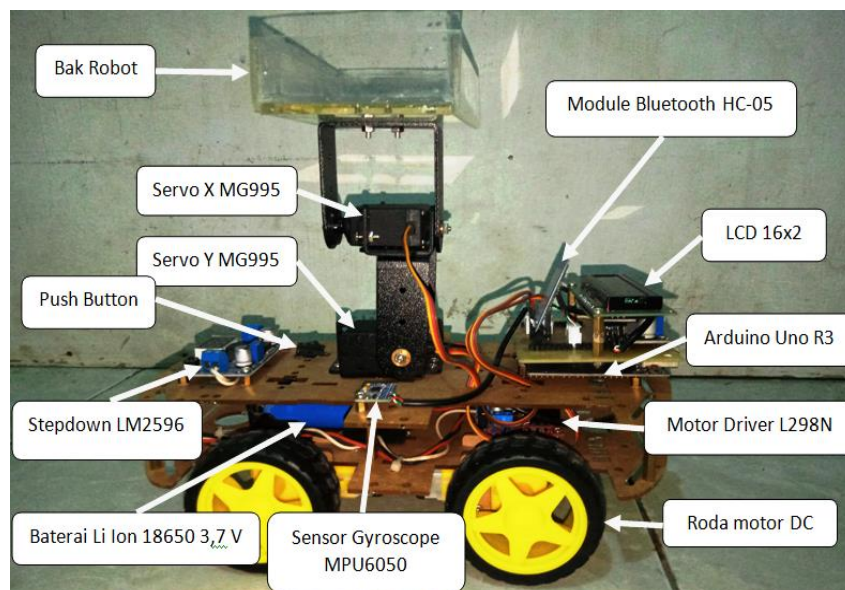
3.1 Perancangan Hardware

Perangkat keras pada perancangan robot dan komponen yang digunakan dapat kita lihat sebagai berikut:



Gambar 2. Perancangan *Hardware*

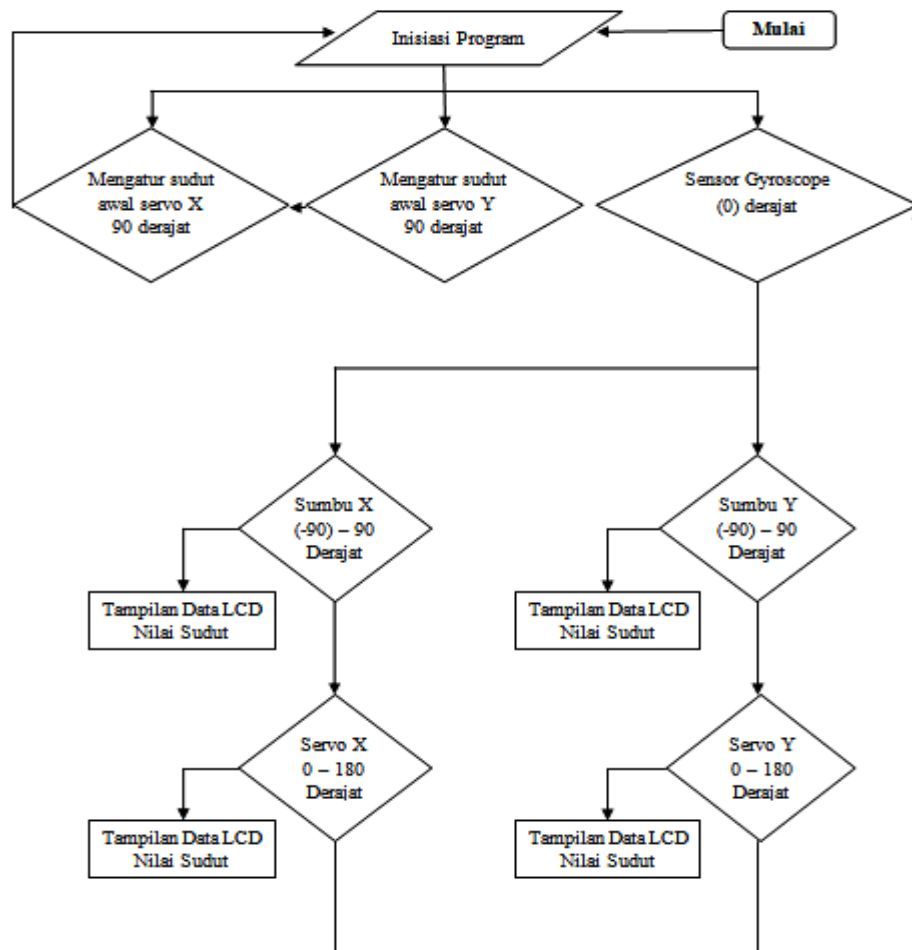
Gambar 2 memperlihatkan beberapa komponen perangkat keras yang saling terhubung satu sama lain. Arduino uno sebagai perangkat keras yang berfungsi untuk memproses data dari pembacaan sensor *gyroscope* yang akan diubah menjadi data sudut putaran motor servo kemudian data dari kedua komponen tersebut akan ditampilkan pada LCD 16x2 dalam bentuk nilai.



Gambar 3. Tampak samping robot

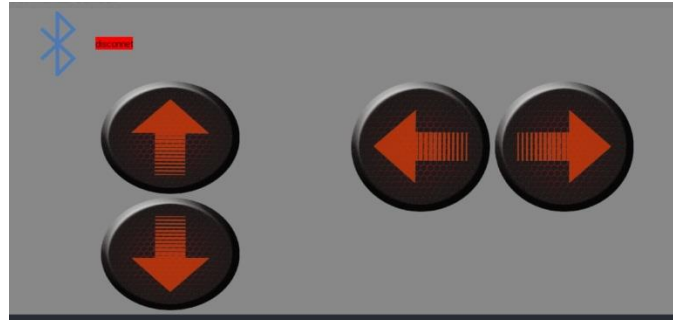
3.2 Perancangan Software

Perancangan perangkat lunak menggunakan aplikasi *Arduino IDE* yang mengontrol bagian perangkat lunak dalam hal ini program yang di input ke mikrokontroler berupa perintah untuk mengolah data. Perancangan perangkat lunak ini bertujuan untuk mengatur kinerja perangkat input dan output dengan adanya intruksi intruksi yang teratur yang di masukkan ke dalam mikrokontroler. *Flowchart* dapat di lihat pada gambar 4.



Gambar 4. *Flowchart*

Flowchart menggambarkan logika dasar untuk sebuah sistem keseimbangan pada robot pengangkut barang. Dengan mengatur sudut awal motor servo pada 90°, saat terjadi perubahan sudut pada medan sensor akan mendeteksi perubahan tersebut dan motor servo akan berputar berlawanan arah dengan arah pembacaan sensor dengan nilai sudut yang sama dan akan terus terulang ketika terjadi perubahan sudut pada sebuah medan. LCD akan menampilkan nilai sudut pada pembacaan sensor dan motor servo.



Gambar 5. Aplikasi *BTControl*

Aplikasi *BTControl* adalah aplikasi *Android* yang mengubah perangkat menjadi pengontrol untuk emulator apa pun yang mendukung tombol kustom, aplikasi ini memiliki 4 tombol dan fungsi tombol panah atas untuk pergerakan maju, tombol panah bawah untuk pergerakan mundur, tombol panah kiri untuk belok kiri dan tombol panah kanan untuk belok kanan.

3.3 Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan pada bidang atau medan dengan tingkat kemiringan yang berbeda – beda dengan menggunakan metode pengujian pada sumbu X untuk medan kemiringan kiri dan kanan, sumbu Y untuk medan kemiringan menanjak dan menurun. Menggunakan dua alat ukur busur dimana busur satu mengukur sudut kemiringan medan dan busur dua mengukur sudut pergerakan perputaran servo untuk menstabilkan bak robot.

1. Pengujian sumbu Y



Gambar 6. Kondisi robot pada kemiringan medan 40°

Gambar 6 robot pada medan menurun sudut kemiringan 40° hasil pengukuran memperlihatkan keadaan bak stabil.

Tabel 1. Pengujian Sumbu Y Medan Menanjak

No	Medan Menanjak	
	Busur 1 ($^\circ$)	Busur 2 ($^\circ$)
1	10	80
2	15	74
3	20	69
4	25	65
5	30	61
6	35	57
7	40	51
8	45	44

Tabel 1 di atas memperlihatkan hasil pengukuran pada sudut $\times 10^\circ$ dan 25° menghasilkan akurasi kestabilan robot terhadap posisi netral motor servo pada sudut 90° dan sudut $\times 15^\circ$, 20° , 30° , 35° , 40° , dan 45° menghasilkan akurasi tidak stabil robot terhadap posisi netral motor servo pada sudut 90° . Mengindikasikan bahwa adanya akurasi stabil dan tidak stabil disebabkan oleh pembacaan sensitif dari sensor *gyroscope* terhadap getaran dan guncangan sehingga motor servo menghasilkan getaran yang tinggi.



Gambar 7. Kondisi robot pada kemiringan medan 45°

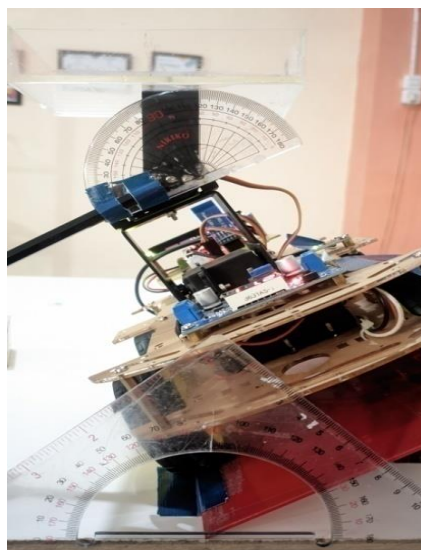
Gambar 7 robot pada medan menurun sudut kemiringan 45° hasil pengukuran memperlihatkan keadaan bak stabil.

Tabel 2. Pengujian Sumbu Y Medan Menurun

No	Medan Menurun	
	Busur 1 (°)	Busur 2 (°)
1	10	100
2	15	106
3	20	111
4	25	115
5	30	120
6	35	124
7	40	128
8	45	135

Tabel 2 di atas memperlihatkan hasil pengukuran pada sudut x 10°, 25°, 30°, dan 45° menghasilkan akurasi kestabilan robot terhadap posisi netral motor servo pada sudut 90° dan sudut x 15°, 20°, 35°, dan 40° menghasilkan akurasi tidak stabil robot terhadap posisi netral motor servo pada sudut 90°. Mengindikasikan bahwa adanya akurasi stabil dan tidak stabil disebabkan oleh pembacaan sensitif dari sensor *gyroscope* terhadap getaran dan guncangan sehingga motor servo menghasilkan getaran yang tinggi.

2. Pengujian sumbu X



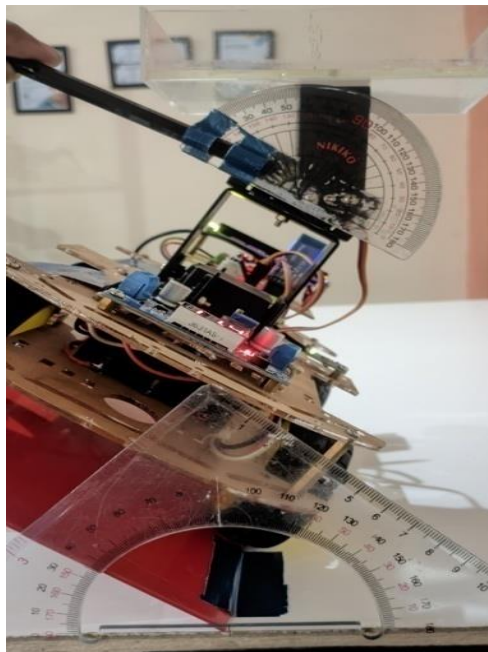
Gambar 8. Kondisi robot pada kemiringan medan 30°

Gambar 8 robot pada medan miring kanan sudut kemiringan 30° hasil pengukuran memperlihatkan keadaan bak stabil.

Tabel 3. Pengujian Sumbu X Miring Kanan

No	Miring Kanan	
	Busur 1 ($^\circ$)	Busur 2 ($^\circ$)
1	10	80
2	15	75
3	20	70
4	25	66
5	30	60
6	35	55
7	40	50

Tabel 3 di atas memperlihatkan hasil pengukuran pada sudut 10° , 15° , 20° , 30° , 35° , dan 40° menghasilkan akurasi kestabilan robot terhadap posisi netral motor servo pada sudut 90° dan sudut 25° menghasilkan akurasi tidak stabil robot terhadap posisi netral motor servo pada sudut 90° . Mengindikasikan bahwa adanya akurasi stabil dan tidak stabil disebabkan oleh pembacaan sensitif dari sensor *gyroscope* terhadap getaran dan guncangan sehingga motor servo menghasilkan getaran yang tinggi.



Gambar 9. Kondisi robot pada kemiringan medan 30°

Gambar 9 robot pada medan miring kiri sudut kemiringan 30° hasil pengukuran memperlihatkan keadaan bak stabil.

Tabel 4. Pengujian Sumbu X Miring Kiri

No	Miring Kiri	
	Busur 1 ($^\circ$)	Busur 2 ($^\circ$)
1	10	100
2	15	104
3	20	109
4	25	114
5	30	120
6	35	124
7	40	130

Tabel 4 di atas memperlihatkan hasil pengukuran pada sudut $\times 10^\circ$, 30° , dan 40° menghasilkan akurasi kestabilan robot terhadap posisi netral motor servo pada sudut 90° dan sudut $\times 15^\circ$, 20° , 25° , dan 35° menghasilkan akurasi tidak stabil robot terhadap posisi netral motor servo pada sudut 90° . Mengindikasikan bahwa adanya akurasi stabil dan tidak stabil disebabkan oleh pembacaan sensitif dari sensor *gyroscope* terhadap getaran dan guncangan sehingga motor servo menghasilkan getaran yang tinggi.

4.KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian terkait dengan keseimbangan robot pengangkut barang, stabilitas sangat dipengaruhi oleh sudut kemiringan jalan seperti pada hasil pengujian berbagai medan kemiringan dengan menggunakan sensor *gyroscope* dan motor servo dapat menyesuaikan gerakan terhadap perubahan medan untuk menjaga kestabilan. Namun pada hasil pengukuran menggunakan busur terdapat akurasi tidak stabil sudut putaran servo terhadap sudut kemiringan jalan untuk beberapa kali percobaan, hal ini disebabkan oleh pembacaan sensitif dari sensor *gyroscope* terhadap getaran dan guncangan sehingga motor servo menghasilkan getaran yang tinggi. Batas maksimal kemiringan medan pada penelitian ini 40° sampai 45° dengan sudut awal pengujian 10° .

REFERENSI

Azhari, T. I. Nasution, dan P. F. A. Azis. 2023. "MPU-6050 Wheeled Robot Controlled

- Hand Gesture Using L298N Driver Based on Arduino." *Journal of Physics: Conference Series* 2421(1). doi: 10.1088/1742-6596/2421/1/012022.
- HULU, ATRIS. 2021. "Pengaruh Beban Berlebih (Overload) Terhadap Pengurangan Umur Rencana Perkerasan Jalan Pada Ruas Jalan Medan-Binjai Km. 12"
- Kurniawan Abu Hatim, dan Rivai Muhammad. 2018. "Sistem Stabilisasi Nampai Menggunakan IMU Sensor dan Arduino Nano." *Jurnal Teknik Its* 7(2).
- Lami, Dionisius Aurelius, Ir. Subairi, dan Elta Sonalitha. 2023. "Robot Tangan Terapi Stroke Menggunakan Metode Master-slave." *Energy: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik* 13(2):77–83. doi: 10.51747/energy.v13i2.1514.
- Nasution, Randi Yusuf, Hasanah Putri, dan Yuli Sun Hariyani. 2015. "Otomatis Dengan Penggerak Motor Servo Berbasis Design and Implementation of Automatic Guitar." *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan* 83–94.
- Rudy, Rudy, dan Lukas Lukas. 2018. "Pergerakan Jalan Stabil Robot Hexapod di Atas Medan yang Tidak Rata." *TESLA: Jurnal Teknik Elektro* 19(2):211. doi: 10.24912/tesla.v19i2.2711.
- Silfani, dan Sujono. 2019. "Sistem Kontrol Keseimbangan Robot." *Jurnal Maestro* 2(1):234–41.
- Vokasi, Fakultas. 2018. "Aplikasi Sensor Inertia Measurement Unit (Imu) Untuk Memperbaiki Gerak Berjalan Lurus Pada Robot Quadruped."
- Wahyudi, Tri, Elang Dirdian Marindani, dan Ade Elbani. n.d. "RANCANG BANGUN ROBOT BERODA PENGANGKUT BARANG."