



Perancangan Sistem Penggerak Kursi Roda Dengan Kontrol Gerakan Kepala Untuk Meningkatkan Kemandirian Pasien Berbasis Mikrokontroler

Design of a Microcontroller-Based Wheelchair Propulsion System with Head Movement Control to Increase Patient Independence

Rulan Jansen^{1*}, I Ketut Riasmaja², Yulian Wardi³, Juliver H Pardede⁴

^{1,2,3,4} Akademi Angkatan Laut, Jl. Bumimoro Morokrembang, Surabaya, Jawa Timur, 60178, Indonesia

*Penulis korespondensi, Surel: wardi.yulian@gmail.com

Abstrak

Kursi roda konvensional seringkali tidak dapat dioperasikan oleh pasien disabilitas fisik dengan keterbatasan gerak tangan atau lengan. Penelitian ini bertujuan merancang sistem penggerak kursi roda berbasis mikrokontroler yang dikontrol melalui gerakan kepala untuk meningkatkan kemandirian mobilitas pasien. Sistem ini memanfaatkan sensor MPU6050 (*gyroscope* dan *accelerometer*) untuk mendeteksi gerakan kepala, mikrokontroler Arduino Nano sebagai pengolah data, serta motor DC dan driver L298N sebagai aktuator penggerak. Empat sensor ultrasonik HC-SR04 dipasang di depan dan samping kursi roda untuk mendeteksi hambatan dan mengaktifkan sistem pengereman otomatis guna meningkatkan keamanan. Metode perancangan meliputi analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi *hardware-software*, dan pengujian komponen. Hasil pengujian menunjukkan sensor MPU6050 mampu menginterpretasi gerakan kepala dengan akurasi 90-99% (maju, mundur, belok kiri/kanan, dan berhenti) serta respons waktu 200 ms. Sensor ultrasonik berhasil mendeteksi objek pada jarak 25-26 cm dengan akurasi 97% dan respons 100 ms, mencegah tabrakan. Baterai 12V mampu mengoperasikan sistem selama 20 menit dengan penurunan tegangan bertahap. Kesimpulan penelitian menyatakan bahwa sistem ini efektif meningkatkan kemandirian pasien disabilitas melalui kontrol gerakan kepala dan fitur keamanan berbasis sensor ultrasonik. Implikasinya mencakup inovasi teknologi asistif yang adaptif bagi lingkungan militer dan masyarakat umum. Saran pengembangan meliputi integrasi IoT untuk kontrol jarak jauh dan penggunaan motor berdaya lebih tinggi untuk beban berat.

Kata Kunci: Kursi roda, mikrokontroler, sensor MPU6050, ultrasonik, disabilitas fisik.

Abstract

Conventional wheelchairs are often inoperable for patients with physical disabilities with limited hand or arm mobility. This study aims to design a microcontroller-based wheelchair propulsion system controlled through head movements to improve patient mobility independence. This system utilizes the MPU6050 sensor (*gyroscope* and *accelerometer*) to detect head movements, the Arduino Nano microcontroller as a data processor, and a DC motor and L298N driver as

actuators. Four HC-SR04 ultrasonic sensors are installed at the front and sides of the wheelchair to detect obstacles and activate the automatic braking system to improve safety. The design method includes requirements analysis, system design, hardware-software implementation, and component testing. The test results show that the MPU6050 sensor is able to interpret head movements with 90-99% accuracy (forward, backward, turn left/right, and stop) and a response time of 200 ms. The ultrasonic sensor successfully detects objects at a distance of 25-26 cm with 97% accuracy and a response time of 100 ms, preventing collisions. A 12V battery is capable of operating the system for 20 minutes with a gradual voltage reduction. The study concluded that this system effectively increases the independence of disabled patients through head movement control and ultrasonic sensor-based safety features. Implications include adaptive assistive technology innovations for both military environments and the general public. Suggestions for development include IoT integration for remote control and the use of higher-power motors for heavy loads.

Keywords: Wheelchair, microcontroller, MPU6050 sensor, ultrasonic, physical disability.

1. Pendahuluan

Dalam kehidupan sehari-hari manusia atau lebih khusus prajurit Tentara Nasional Indonesia (TNI), kemandirian merupakan hal yang sangat penting, terutama bagi individu yang mengalami disabilitas atau keterbatasan kemampuan fisik. Pasien disabilitas di lingkungan militer, sering kali menghadapi tantangan yang lebih besar terkait kemandirian mobilitas mereka. Cedera yang terjadi dalam latihan atau tugas operasi dapat mengakibatkan disabilitas fisik yang membatasi kemampuan anggota militer tersebut untuk menjalankan tugas sehari-hari. Dalam kasus ini, teknologi yang mendukung mobilitas dengan kontrol yang lebih mudah menjadi sangat penting untuk meningkatkan kualitas hidup mereka dan membantu mereka kembali menjalani aktivitas secara lebih mandiri.

Salah satu alat bantu mobilitas yang paling umum digunakan oleh penyandang disabilitas fisik adalah kursi roda. Tidak semua penyandang disabilitas mampu mengoperasikan kursi roda manual atau bahkan kursi roda elektrik dengan pengendalian secara standar, misalnya menggunakan *joystick*, terutama jika pasien atau individu yang memiliki keterbatasan pada tangan atau lengan.

Sebagai alat bantu, kursi roda memiliki peran yang sangat vital dalam meningkatkan kualitas hidup, memberikan kebebasan bergerak, serta memfasilitasi kegiatan sehari-hari bagi para penggunanya. Saat ini, kursi roda hadir dalam berbagai jenis, mulai dari kursi roda manual yang digerakkan dengan tangan hingga kursi roda elektrik dengan pengendalian secara standar. Meskipun teknologi kursi roda telah berkembang seiring waktu, ada beberapa tantangan yang masih ada pada kursi roda yang tersedia di pasaran. Salah satu tantangan utama adalah mobilitas terbatas.

Kursi roda merupakan alat bantu yang sangat penting bagi individu dengan disabilitas, termasuk para pasien di Rumah Sakit Militer yang mengalami keterbatasan mobilitas. Keterbatasan ini tidak hanya mempengaruhi kemampuan fisik, tetapi juga kualitas hidup dan kemandirian mereka. Dengan semakin berkembangnya teknologi, terdapat peluang untuk meningkatkan mobilitas dan kenyamanan pengguna kursi roda melalui sistem penggerak yang lebih inovatif.

Sistem penggerak kursi roda konvensional sering kali mengandalkan tenaga manual atau kontrol yang tidak responsif, sehingga menyulitkan pengguna dalam melakukan pergerakan yang diperlukan. Oleh karena itu, perlu adanya inovasi dalam perancangan sistem penggerak kursi roda yang lebih efisien dan mudah dioperasikan, terutama bagi pasien disabilitas di lingkungan militer yang mungkin memiliki keterbatasan dalam mengendalikan kursi roda secara manual.

Kontrol gerakan kepala sebagai metode pengoperasian kursi roda menawarkan solusi yang menarik. Dengan memanfaatkan sensor yang dapat mendeteksi gerakan kepala, pengguna dapat mengontrol arah dan kecepatan kursi roda tanpa perlu menggunakan tangan. Hal ini sangat bermanfaat bagi mereka yang mengalami kesulitan dalam menggerakkan anggota badan, sehingga dapat

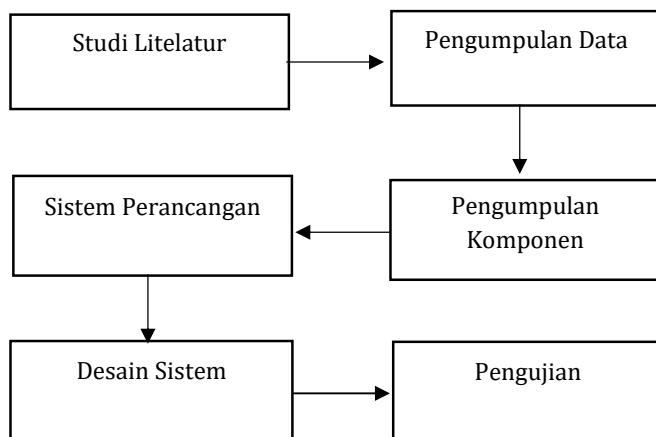
meningkatkan kemandirian dan mobilitas pengguna. Pengembangan sistem penggerak kursi roda dengan kontrol gerakan kepala ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih adaptif dan ergonomis bagi para penyandang disabilitas, di lingkungan militer..

2. Metode

2.1 Perancangan Sistem

Pada metode Rancang Sistem penggerak kursi roda berbasis mikrokontroler terdiri dari beberapa tahapan agar alat ini dapat berjalan dengan baik dan sesuai fungsi yang diharapkan. Prosedur dibagi beberapa tahap untuk memudahkan pemahaman proses perancangan yaitu proses studi literatur, pengumpulan data, pengumpulan komponen, perancangan sistem, desain sistem dan pengujian.

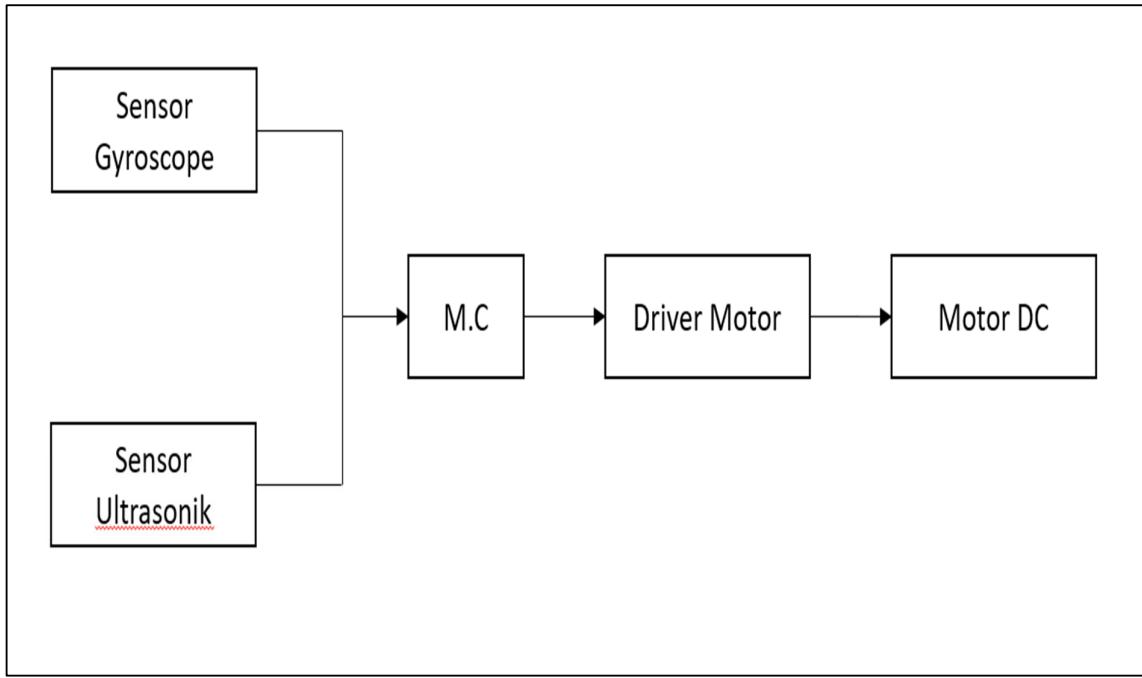
Pengumpulan data diperoleh dari studi literatur mengenai teori-teori yang relevan serta penelitian yang mendukung. Sumber data yang digunakan diantaranya skripsi atau jurnal penelitian terdahulu serta informasi yang tersedia di buku maupun internet. Pengumpulan komponen-komponen yang diperlukan dilakukan sebelum pembuatan sistem untuk memenuhi kebutuhan material alat yang akan dibuat, pembuatan diagram alir diperlukan untuk memberikan alur kerja sistem sehingga apabila terjadi suatu kesalahan maupun kekurangan dalam proses perancangan dapat diambil kesimpulan dari hal-hal tersebut dan dapat diketahui faktor apa yang menyebabkan terjadinya kegagalan serta langkah apa yang akan diambil.



Gambar 2. 1 Prosedur Perancangan

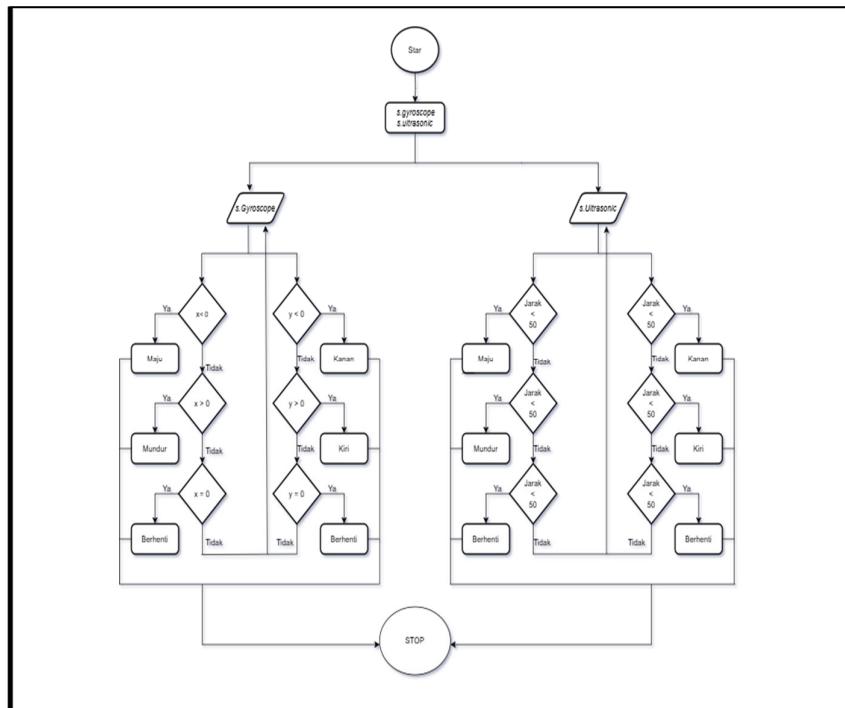
2.2 Diagram Alir

Diagram alir menjelaskan secara rinci tentang alur dari sistem perangkat lunak hingga sistem perangkat keras. Sistem dimulai dengan mengkoneksikan sensor *Gyroscope* dan sensor ultrasonik terhadap mikrokontroler. Setelah tersambung maka Mikrokontroler ini dapat di berikan perintah dan data untuk nantinya diteruskan pada *Driver motor* dan motor DC. Tugas kedua sensor adalah untuk membaca data dan meneruskannya pada mikrokontroler.



Gambar 2. 2 Blok Diagram Alir

Diagram alir akan menampilkan alur berjalananya sistem maupun program yang akan digunakan secara spesifik untuk lebih mudah dipahami. Sistem yang akan dibahas diantaranya adalah proses input data sistem *Gyroscope* dan sistem *ultrasonic*. Proses kerja sistem dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 2. 3 Flowchart

2.3 Analisa Kebutuhan Perancangan

Analisa kebutuhan perancangan diperlukan untuk membuat alat sistem penggerak kursi roda dengan mikrokontroller untuk meningkatkan kemandirian pasien. Berikut komponen-komponen yang dibutuhkan dalam perancangan ini, yaitu:

Tabel 2. 1 Kebutuhan Komponen

NO	NAMA KOMPONEN	JUMLAH
1	Kursi Roda	1
2	Motor DC	2
3	<i>Driver Motor</i>	2
4	Arduino Nano	1
5	Sensor Gyroscope	1
6	Sensor Ultrasonic	4
7	Baterai Lippo	1
8	<i>Switch On/Off</i>	1

Sumber : Penulis (2025)

a. Kursi Roda

Kursi roda adalah komponen utama dalam perancangan, digunakan untuk membantu mobilitas orang yang mengalami kesulitan berjalan atau menggerakkan anggota tubuh. Dalam penelitian ini penggunaan kursi roda adalah sebagai alat utama yang akan dikembangkan.



Gambar 2. 4 Kursi Roda

Sumber : <https://www.galerimedika.com>

b. Motor DC

Motor DC (*Direct Current*) pada perancangan alat untuk mengubah energi listrik searah menjadi energi mekanik atau kinetik. Motor DC akan menjadi penggerak yang menghubungkan antara sensor dengan kursi roda.



Gambar 2. 5 Motor DC

Sumber : <https://rezekibarakah.com>

c. **Driver Motor**

Motor driver digunakan untuk merubah sinyal *control* dengan arus rendah menjadi arus yang lebih tinggi untuk menggerakkan motor. Motor driver akan menerima sinyal dan meneruskannya ke Motor DC agar kursi roda dapat beroperasi.



Gambar 2. 6 Driver Motor

Sumber : <https://www.nyebarilmu.com>

d. **Mikrokontroller**

Mikrokontroler untuk menerima sinyal input, memprosesnya, dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang dimuat ke dalamnya. Setelah menerima sensor maka data akan diteruskan ke driver motor.



Gambar 2. 7 Mikrokontroller.

Sumber : <https://blog.indobot.co.id>

e. **Sensor Gyroscope**

Sensor *Gyroscope* untuk mengukur dan mempertahankan orientasi atau perputaran pada kursi roda berdasarkan gerakan. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip kekekalan momentum sudut untuk mengerakkan kursi roda ke depan, belakang samping kiri dan kanan pada kursi roda.



Gambar 2. 8 Sensor Gyroscope

Sumber : <https://ecadio.com/jual-modul-Gyroscope>

f. **Sensor Ultrasonik**

Sensor ultrasonik dirancang untuk sistem keamanan pada kursi roda mendeteksi jarak dan keberadaan objek dengan menggunakan gelombang suara ultrasonik. Memancarkan sinyal ke suatu objek atau sasaran, kemudian menerima kembali sinyal yang dipantulkan.



Gambar 2. 9 Sensor Ultrasonik
Sumber : <https://elibrary.unikom.ac.id/>

g. Baterai Lippo

Baterai lipo digunakan sebagai pemberi daya untuk kursi roda, baterai lipo atau baterai polimer litium dapat diisi ulang dan menggunakan elektrolit polimer sebagai pengganti elektrolit cair.



Gambar 2. 10 Baterai Lippo
Sumber : <https://digiwarestore.com/id/batteries/>

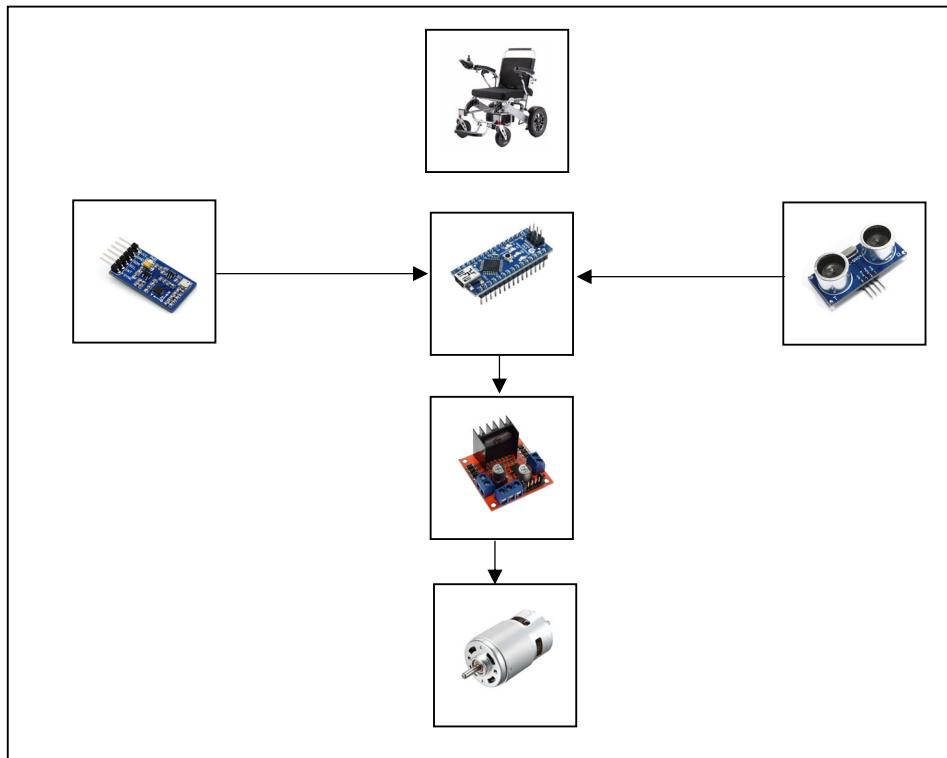
h. Tombol On / Off

Pada perancangan alat tombol digunakan sebagai saklar pemutus arus yang masuk ke rangkaian, sehingga akan dijadikan tombol untuk *On* dan *Off*.



Gambar 2. 11 Tombol On/Off
Sumber : www.tokopedia.gambar/tombol

2.4 Desain Sistem



Gambar 2. 12 Desain Sistem

3. Pembahasan

3.1 Implementasi Sistem.

Gyroscope adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi perubahan orientasi atau kemiringan suatu objek dalam ruang tiga dimensi. Dalam perancangan kursi roda berbasis gerakan kepala, *gyroscope* dipasang pada telinga pengguna dan berfungsi sebagai kontrol utama pergerakan kursi roda. MPU6050 adalah sensor 6 DOF (*Degrees of Freedom*) yang menggabungkan accelerometer dan *gyroscope* mendeteksi perubahan sudut rotasi (*yaw, pitch, roll*) dalam satuan derajat per detik ($^{\circ}/s$).

Mikrokontroler membaca data *gyroscope* dan menginterpretasikannya sebagai perintah gerak sebagai berikut :

- Menunduk (*Pitch Forward*) sebagai perintah kursi roda maju.
- Menengadah (*Pitch Backward*) sebagai perintah kursi roda mundur.
- Miring ke kanan (*Roll Right*) sebagai perintah kursi roda belok kanan.
- Miring ke kiri (*Roll Left*) sebagai perintah kursi roda belok kiri.
- Posisi kepala netral sebagai perintah kursi roda berhenti.

Sistem Pengendalian Motor dengan cara setelah data diterjemahkan, mikrokontroler mengontrol driver motor untuk menggerakkan kursi roda. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi hambatan di sekitar kursi roda dan mencegah tabrakan, sehingga meningkatkan keamanan pengguna. Dua sensor ultrasonik dipasang di sisi kanan dan kiri depan kursi roda untuk mendeteksi hambatan. Pengolahan Data oleh mikrokontroler jika tidak ada hambatan, kursi roda bergerak bebas. Jika jarak ke objek lebih kecil dari batas aman (misalnya 30 cm) Kursi roda berhenti otomatis untuk menghindari tabrakan. *Buzzer* peringatan menyala untuk memberi tahu pengguna. Jika sistem kursi roda tetap memberikan perintah maju, sistem bisa mengubah arah otomatis untuk menghindari hambatan.

Fungsi penggunaan sensor ultrasonik pada perancangan ini adalah :

- a. Mencegah tabrakan : Menghindari kecelakaan bagi pengguna kursi roda.
- b. Responsif dan otomatis : Sistem langsung menghentikan kursi roda jika ada hambatan atau halangan.
- c. Meningkatkan keselamatan : Sensor bekerja secara *real-time* tanpa memerlukan interaksi manual.

Berikut adalah prosedur pengoperasian :

- a. Pastikan baterai kondisi baik.
- b. Tekan tombol *on/off* pada alat perancangan.
- c. Pasang sensor perintah mode *gyroscope* di kepala.
- d. Tunggu sampai pada LCD monitor menampilkan sensor.

Berikut adalah proses perancangan yang dimulai memasang motor dc pada kursi roda, merangkai komponen dan pengujian sistem perancangan.

a. Proses Modifikasi Roda

Pada tahap ini dilakukan modifikasi pada roda dengan penggerak dengan motor Dc, sehingga perlu dilakukan pemasangan rantai yang menghubungkan roda dengan motor.



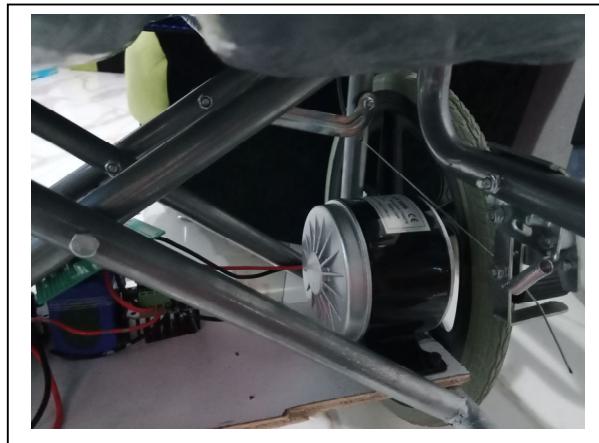
Gambar 3.1 Proses Modifikasi Roda

Sumber: Dikelola Oleh Penulis (2025)

b. Pemasangan motor dc.

Motor dc (arus searah) 12 volt merupakan komponen utama dalam sistem penggerak kursi roda elektrik. Fungsi utamanya adalah:

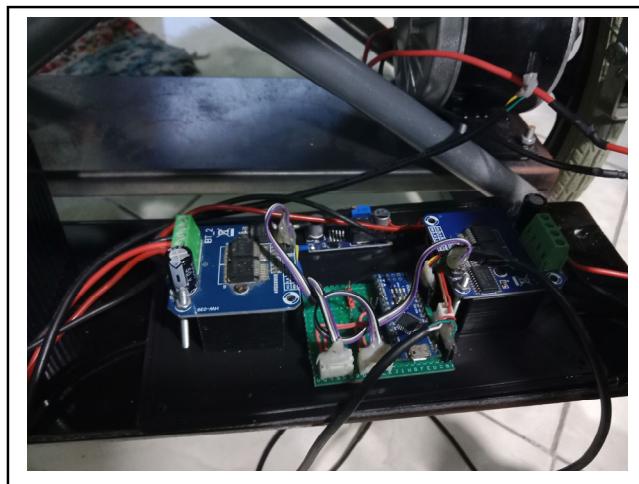
- 1) Mengubah energi listrik menjadi energi mekanik untuk menggerakkan roda kursi.
- 2) Memberikan tenaga dorong agar kursi bisa maju, mundur, atau berbelok sesuai kendali pengguna.
- 3) Menyesuaikan kecepatan dan arah gerak kursi roda melalui kontrol sistem elektronik.



Gambar 3.2 Pemasangan Motor Dc

Sumber : Dikelola Oleh Penulis (2025)

Pada perancangan ini menggunakan dua buah motor dc MY1016Z 24V 250 Watt dengan dua buah driver motor.



Gambar 4.5 Driver Motor Dc

Sumber : dikelola oleh penulis (2025)

c. Pemasangan Sensor Ultrasonik

Dua buah sensor ultrasonik dipasang di sisi kanan dan kiri depan kursi roda untuk mendeteksi hambatan, sehingga kursi roda akan berhenti saat didepan terdapat halangan untuk keamanan pengguna.



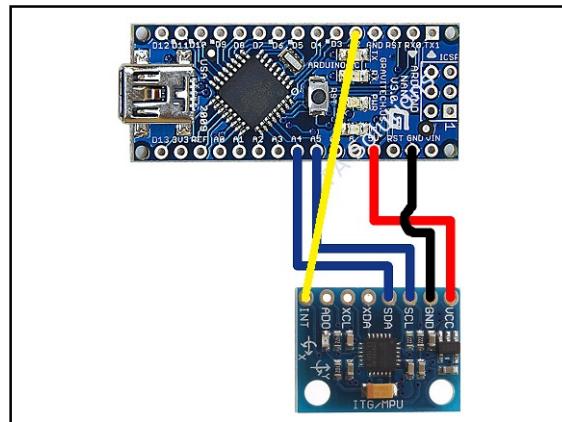
Gambar 3.3 Posisi Pemasangan Sensor Ultrasonik
Sumber : dikelola oleh penulis (2025)

3.2 Pengujian Alat / Sistem.

a. Pengujian Komponen Perancangan

1) Pengujian Sensor Gyroscope

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sensor dapat terbaca oleh mikrokontrol arduino, sehingga datanya dapat digunakan untuk mengontrol motor dc.



Gambar 3.4 Pengujian Sensor Gyroscope
Sumber : Dikelola Oleh Penulis (2025)

```
MPU6050 connected successfully
Gyro X: 0.12 | Gyro Y: -0.05 | Gyro Z: 0.03
Gyro X: 0.10 | Gyro Y: -0.02 | Gyro Z: 0.01
Gyro X: 0.11 | Gyro Y: -0.04 | Gyro Z: 0.02
Gyro X: 0.09 | Gyro Y: -0.01 | Gyro Z: 0.00
Gyro X: 0.10 | Gyro Y: -0.03 | Gyro Z: 0.01
Gyro X: 0.11 | Gyro Y: -0.05 | Gyro Z: 0.02
```

Gambar 3.5 Hasil Pengujian Sensor Gyroscope Pada Serial Monitor
Sumber: Dikelola Oleh Penulis (2025)

Hasil pengujian sensor *gyroscope* diatas menunjukkan output dari sensor MPU6050 yang berhasil terhubung dan sedang membaca nilai *gyroscope* pada tiga

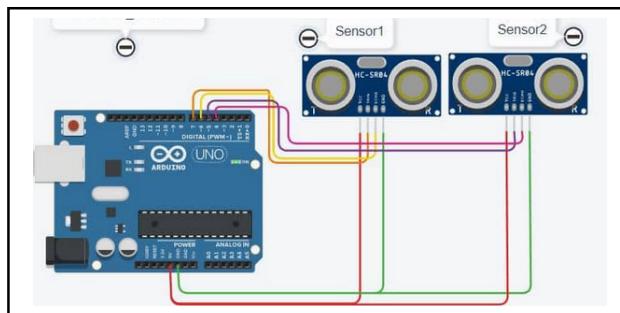
sumbu (X, Y, Z),

MPU6050 connected successfully menunjukkan bahwa komunikasi antara mikrokontroler (seperti Arduino) dengan sensor MPU6050 berhasil dilakukan. Ini berarti:

- a) Koneksi program berfungsi dengan baik.
- b) Inisialisasi sensor (seperti kalibrasi atau pengaturan sampel) berhasil.
- c) Sensor MPU6050 mengukur kecepatan sudut (dalam derajat per second, /s) pada tiga sumbu:
 - (1) Gyro X: Rotasi sekitar sumbu X (*roll*).
 - (2) Gyro Y: Rotasi sekitar sumbu Y (*pitch*).
 - (3) Gyro Z: Rotasi sekitar sumbu Z (*yaw*).

2) Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik bertujuan untuk memastikan komponen dapat mengukur jarak hambatan, sehingga saat digunakan dalam perancangan dapat bekerja sesuai dengan konsep dan rencana penelitian.



Gambar 3.6 Wiring Pengujian Ultrasonik
Sumber: dikelola oleh penulis (2025)

Tabel 3.1 Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Posisi Sensor	Jarak Sensor	Mistar	Akurasi
1	Kanan	100 cm	100.2 cm	95 %
		50 cm	50.1 cm	96 %
		40 cm	40 cm	99 %
2	Kiri	100 cm	100.1 cm	96 %
		50 cm	50.1 cm	96 %
		40 cm	40 cm	99 %

Sumber : Dikelola Oleh Penulis (2025)

Tabel di atas menunjukkan pengujian sensor ultrasonik dalam mengukur jarak di dua posisi (kanan dan kiri) dengan tiga variasi jarak (100 cm, 50 cm, 40 cm).

Mistar adalah nilai referensi actual atau diukur secara manual.sedangkan akurasi adalah persentase ketepatan sensor terhadap mistar maka semakin kecil *error absolut* (selisih sensor dan mistar), semakin tinggi akurasinya seperti contoh Akurasi 99% pada 40 cm menunjukkan sensor sangat presisi di jarak pendek dan sensor akan mengalami sedikit penurunan akurasi di 95-96% pada jarak 50cm dan 100 cm.

b. **Pengujian Hardware.**

Dalam tahap ini dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen *hardware* yang sudah dirakit agar alat ini dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Komponen-komponen yang diujikan yaitu berupa perangkat *hardware* yang dilaksanakan antara lain :

- 1) Pengujian Sensor MPU6050 terhadap Motor Dc.

Dalam tahap ini akan dilakukan pengujian terhadap respon motor terhadap perintah dari sensor MPU6050.



Gambar 3.7 Pengujian Sensor Gyroscope

Sumber : dikelola oleh penulis (2025)

Parameter yang diukur:

- a) Arah kursi roda : Menunduk untuk arah maju, menengadah untuk mundur, kiring kiri untuk belok kiri dan miring kanan untuk belok kanan.
- b) Waktu Respons (ms): Seberapa cepat kursi roda mulai bergerak setelah pengguna menggerakkan kepala.
- c) Keakuratan Gerakan (%): Kesesuaian arah gerak kursi roda dengan perintah pengguna.

Tabel 3.2 Pengujian Sensor MPU6050

Gerakan Kepala	Arah Kursi Roda	Waktu Respons (ms)	Akurasi (%)	Nilai
Menunduk (<i>Pitch Forward</i>)	Maju	200 ms	98%	$ax < 0$
Menengadah (<i>Pitch Backward</i>)	Mundur	200 ms	96%	$ax > 5$
Miring ke kanan (<i>Roll Right</i>)	Belok kanan	200 ms	90%	$ay > 6$
Miring ke kiri (<i>Roll Left</i>)	Belok kiri	200 ms	94%	$ay < -2$
Posisi kepala netral (<i>Zerro Position</i>)	Stop	200 ms	99%	$ax > 0 \quad \&\&$ $ax < 5$

Sumber: dikelola oleh penulis (2025)

Tabel di atas menunjukkan pemetaan antara gerakan kepala dan respons kursi roda berdasarkan pembacaan sensor MPU6050:

a) **Gerakan Pitch (Sumbu X)**

- (1) Menunduk (Maju):

Nilai Accelerometer: $ax < 0$ (kepala bergerak ke depan). Akurasi 98%.
- (2) Menengadah (Mundur):

Nilai Accelerometer: $ax > 5$ (kepala bergerak ke belakang). Akurasi 96%.

b) Gerakan Roll (Sumbu Y)

- (1) Miring Kanan (Belok Kanan):
Nilai Accelerometer: $ay > 6$ (kepala miring ke kanan). Akurasi 90%.
- (2) Miring Kiri (Belok Kiri):
Nilai Accelerometer: $ay < -2$ (kepala miring ke kiri). Akurasi 94%.

c) Posisi Netral (Stop)

Nilai Accelerometer: $ax > 0 \ \&\ \ ax < 5$ (tidak ada gerakan). Akurasi 99%

2) Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan respons, akurasi deteksi hambatan, dan efektivitas sistem penghentian otomatis menggunakan sensor ultrasonik pada kursi roda.

Parameter yang diukur:

- a) Waktu respons (ms): Seberapa cepat kursi roda berhenti setelah mendeteksi hambatan.
- b) Jarak deteksi efektif (cm): Jarak minimal sebelum kursi roda berhenti.
- c) Akurasi deteksi (%): Konsistensi sensor dalam mengenali hambatan.
- d) Keamanan pengguna (Skala 1-5): Seberapa aman sistem dalam menghindari tabrakan.

Tabel 3.3 Pengujian Sensor *Ultrasonic*

Posisi Objek	Jarak Awal (cm)	Waktu Respons (ms)	Jarak Berhenti (cm)	Akurasi Deteksi (%)	Keamanan (1-5)
Depan	40 cm	100 ms	25 cm	97%	4.7
Kanan					
Depan	40 cm	100 ms	26 cm	97%	4.6
Kiri					

Sumber : dikelola oleh penulis (2025)

Tabel diatas menunjukkan performa sensor ultrasonik dalam mendeteksi objek di dua posisi (depan kanan dan depan kiri) dengan kondisi:

- a) Jarak Awal Objek: 40 cm (jarak saat objek pertama terdeteksi).
- b) Waktu Respons: 100 ms (waktu yang dibutuhkan sistem untuk memproses sinyal dan memerintahkan pengereman).
- c) Jarak Berhenti: 25-26 cm (jarak akhir kursi roda dari objek setelah pengereman).
- d) Akurasi Deteksi: 97% (persentase keberhasilan sensor mendeteksi objek).
- e) Keamanan: Skala 4.6-4.7 (artinya sistem sangat aman dengan margin error kecil).

3) Pengujian Baterai

Tujuan pengujian ini untuk mengatahi ketahanan baterai atau aki dalam mendukung pengoperasian kursi roda.



Gambar 3.8 Pengujian Baterai atau Aki

Tabel 3.4 Hasil Pengujian Baterai

No	Lama Pengoperasian	Hasil Ukur
1	Saat Start	12,97 Volt
2	5 menit	11.9 Volt
3	10 menit	11.2 Volt
4	15 menit	10.7 Volt
5	40 menit	10.2 Volt

Sumber: Dikelola Oleh Penulis (2025)

Tabel diatas menunjukkan penurunan tegangan baterai selama 40 menit pengoperasian dengan tegangan awal (12.97 V): Menunjukkan baterai dalam kondisi penuh.

3.3 Analisa dan Pembahasan.

Setelah dilakukan pengujian, perakitan pada komponen perancangan dan pemrograman sistem, maka dilaksanakan sebuah analisa pengujian sebagai berikut:

- a. Sensor *gyroscope* dapat mengontrol dan mengendalikan pergerakan kursi roda jika $x < 0$ maka akan bergerak maju, $x > 5$ mundur, $y > 6$ kursi roda bergerak kekanan dan $y < -2$ akan bergerak kekiri dan $X > 0 \ \&\ X < 5$ kursi roda akan *stop*.
- b. Jarak sensor ultrasonik akan memerintahkan kursi roda berhenti jika mendapatkan halangan kurang dari 30 cm.
- c. Baterai menggunakan aki 12 volt mampu digunakan selama uji coba kurang lebih 20 menit.

3.4 Hasil

Hasil penelitian mengenai penggerak kursi roda dengan kontrol gerakan kepala serta pengaman dengan dua sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler memiliki beberapa implikasi penting dalam berbagai aspek, baik dalam bidang teknologi, medis, maupun sosial. Berikut adalah beberapa implikasi utama dari penelitian ini:

- a. Inovasi dalam mobilitas penyandang disabilitas menggunakan kontrol gerakan kepala memberikan fleksibilitas bagi pengguna dengan keterbatasan fisik yang berbeda-beda.
- b. Pemanfaatan Mikrokontroler untuk sistem kendali otomatis implementasi mikrokontroler memungkinkan integrasi sistem kendali yang lebih cerdas, murah, dan mudah dikembangkan lebih lanjut.
- c. Keamanan berbasis sensor ultrasonik teknologi sensor ultrasonik meningkatkan keselamatan dengan mendeteksi hambatan di depan kursi roda dan mencegah tabrakan.

4. Kesimpulan

Penulis telah merancang sistem penggerak kursi roda dengan kontrol gerakan kepala berbasis mikrokontroler melalui serangkaian tahapan perancangan, implementasi, dan pengujian. seluruh proses yang telah dilaksanakan, mulai dari identifikasi kebutuhan, perancangan sistem, hingga evaluasi kinerja yang dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Memberikan temuan :

Sistem kursi roda berbasis mikrokontroler dengan kontrol gerakan kepala dapat berfungsi dengan baik pada pengujian sensor *ultrasonic* dalam mengukur jarak di dua posisi (kanan dan kiri) dengan tiga variasi jarak (100 cm, 50 cm, 40 cm).

Responsivitas sensor *ultrasonic* menjalankan perintah dengan actual atau diukur secara manual berjalan lancar dengan akurasi 99% pada jarak 40 cm yang menunjukkan sensor sangat presisi di jarak pendek dan sensor akan mengalami sedikit penurunan akurasi di 96-95% pada jarak 50cm dan 100 cm.

Sistem *gyroscope* mampu mendukung pengoperasian kursi roda menunjukkan bahwa komunikasi antara mikrokontroler (seperti arduino) dengan sensor MPU6050

berhasil dilakukan yang berarti: koneksi program berfungsi dengan baik. inisialisasi sensor (seperti kalibrasi atau pengaturan sampel) berhasil sensor MPU6050 mengukur kecepatan sudut (dalam derajat per second, /s) pada tiga sumbu *gyro* (x,y,z) berjalan dengan baik.

b. Penulis berhasil merancang sistem penggerak kursi roda berbasis mikrokontroler dengan menggunakan sensor *gyroscope* dan sensor *ultrasonic* secara keseluruhan menunjukkan kinerja yang optimal dengan tingkat keberhasilan 97%.

b. Masih terdapat kekurangan dalam ketahanan baterai dan aki namun alat telah memenuhi tujuan utama dalam aspek sensor dan deteksi, sehingga layak diadopsi sebagai prototipe operasional untuk dikembangkan di kemudian hari.

Rujukan

- Alawiah, A., & Rafi Al Tahtawi, A. (2017). Sistem Kendali dan Pemantauan Ketinggian Air pada Tangki Berbasis Sensor Ultrasonik. *KOPERTIP : Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika Dan Komputer*, 1(1), 25–30. <https://doi.org/10.32485/kopertip.v1i1.7>
- Arief, U. M. (2011). Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air. *Jurnal Ilmiah "Elektrikal Enjiniring" UNHAS*, 09(02), 72–77. <https://core.ac.uk/download/pdf/147560797.pdf>
- Arsada, B. (2017). Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(2), 1–8.
- Budiarso, Z. (2015). Implementasi Sensor Ultrasonik Untuk Mengukur Panjang Gelombang Suara Berbasis Mikrokontroler. Sensor merupakan sebuah peralatan yang diperlukan untuk mendukung penerapan teknologi digital besaran-besaran analog menjadi tantangan dengan menggunakan sensor. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, 20(2), 171–177.
- Chandra, N. (2017). Rancang Bangun Alat Informasi Kode Error Mesin Game Berbasis Mikrokontroler. *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, 1(1), 14. <https://doi.org/10.31289/jite.v1i1.570>
- Dias Valentin, R., Ayu Desmita, M., & Alawiyah, A. (2021). Implementasi Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Untuk Sistem Peringatan Dini Banjir. *Jimel*, 2(2), 2723–598.
- Frima Yudha, P. S., & Sani, R. A. (2019). Implementasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino. *EINSTEIN E-JOURNAL*, 5(3). <https://doi.org/10.24114/einstein.v5i3.12002>
- Fabrício, Rômulo, et al. "Digital Twins for Energy Efficiency Management in Industry 4.0." *2024 International Conference on Consumer Electronics-Taiwan (ICCE-Taiwan)*. IEEE, 2024.
- Jhon. (n.d.). Analisis Mikrokontroler. *Analisis Mikrokontroler*, 3–17.
- Kadir. (2017). Automation of reading of radiological features from magnetic resonance images (MRIs) of the lumbar spine without human intervention is comparable with an expert radiologist. *ISSLS PRIZE IN BIOENGINEERING SCIENCE 2017*, 26, 1374–1383.
- Limantara, A. D., Purnomo, Y. C. S., & Mudjanarko, S. W. (2017). Pemodelan Sistem Pelacakan Lot Parkir Kosong Berbasis Sensor Ultrasonic Dan Internet of Things (Iot) Pada Lahan Parkir Diluar Jalan. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1(2), 1–10. jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek
- Pratama, R. D., Samsugi, S., & Sembiring, J. P. (2022). Alat Deteksi Ketinggian Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan Database. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 3(1), 45–55. <https://doi.org/10.33365/jtikom.v3i1.1878>
- Puspasari, F.-, Fahrurrozi, I.-, Satya, T. P., Setyawan, G.-, Al Fauzan, M. R., & Admoko, E. M. D. (2019). Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due Untuk Sistem Monitoring Ketinggian. *Jurnal*

Fisika Dan Aplikasinya, 15(2), 36. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v15i2.4393> Sutarsi, S. (2017). *Mikrokontroler dan Interface*.

Zhmud, V. A., et al. "Application of ultrasonic sensor for measuring distances in robotics." *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1015. No. 3. IOP Publishing, 2018.