

# Sistem Komunikasi Teks, Suara, dan Video Pada Kursi Roda Otomatis untuk Difabel Tetraplegia Berbasis GSM

Muhammad Andrew Rahdi Rizanta, Vitrasia, dan Ferry Satria

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung, Indonesia

[muhammad.andrew.tkom21@polban.ac.id](mailto:muhammad.andrew.tkom21@polban.ac.id), [vitrasia@polban.ac.id](mailto:vitrasia@polban.ac.id), [ferry.satria@polban.ac.id](mailto:ferry.satria@polban.ac.id)

## Abstrak

Kursi roda merupakan alat bantu yang sangat penting bagi individu yang mengalami tantangan fisik atau masalah kesehatan yang membatasi kemampuan berjalan. Sementara sebagian besar pengguna menggunakan kursi roda karena masalah pada kaki, ada pula yang memerlukannya karena keterbatasan lain, seperti pada tangan atau kelumpuhan total (difabel Tetraplegia). Kursi roda berbasis suara telah dikembangkan untuk meningkatkan kemandirian dan kualitas hidup penyandang disabilitas ini. Dengan menggunakan teknologi mikrokontroler dan GSM, kursi roda ini memungkinkan pengguna untuk mengontrolnya melalui perintah suara, menawarkan solusi bagi mereka yang mengalami keterbatasan gerak tanpa bergantung pada organ lain. Pengujian menunjukkan bahwa fungsi pengiriman pesan dan panggilan telepon menggunakan modul GSM memiliki waktu respons rata-rata 8 detik dengan tingkat keberhasilan 100%, meskipun kecepatan respons dipengaruhi oleh kualitas sinyal. Modul GPS menunjukkan akurasi tinggi dengan penyimpangan hanya 0,1 meter dari titik acuan. Hasil ini menunjukkan bahwa kursi roda ini tidak hanya meningkatkan mobilitas tetapi juga menyediakan kemampuan untuk berpartisipasi penuh dalam kehidupan sehari-hari, mendukung interaksi sosial yang lebih baik bagi penggunanya.

Kata kunci: Alat bantu, Kursi roda, Mikrokontroler, GSM, Perintah suara

## Abstract

A wheelchair is an essential mobility aid for individuals facing physical challenges or health issues that hinder their ability to walk. While most people use a wheelchair due to leg problems, some require it because of limitations in other parts of the body, such as the hands or even total paralysis (Tetraplegia). A voice-controlled wheelchair has been developed to enhance independence and improve the quality of life for individuals with such disabilities. Utilizing microcontroller and GSM technology, this wheelchair allows users to control it through voice commands, providing a solution for those with limited mobility without relying on other limbs. Testing showed that the messaging and call functions using the GSM module had an average response time of 8 seconds with a 100% success rate, although the response speed is affected by signal quality. The GPS module demonstrated high accuracy with a deviation of only 0.1 meters from the reference point. These results indicate that this wheelchair not only enhances mobility but also provides the capability for full participation in daily life, supporting better social interaction for its users.

Keywords: Assistive device, Wheelchair, Microcontroller, GSM, Voice commands

## 1. Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi telah memberikan dampak positif dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk bidang kesehatan. Peningkatan kualitas hidup bagi difabel menjadi fokus utama dalam pengembangan teknologi asistif. Salah satu kelompok difabel yang memerlukan perhatian khusus adalah mereka yang mengalami tetraplegia, yaitu kehilangan fungsi atau gerakan pada semua anggota tubuh bagian atas dan bawah (Ventura et al., 2023; García-Moreno et al., 2022). Difabel tetraplegia menghadapi tantangan besar dalam melakukan aktivitas sehari-hari, termasuk berkomunikasi dengan lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu, pengembangan sistem komunikasi yang dapat memfasilitasi interaksi mereka dengan dunia luar menjadi suatu kebutuhan mendesak. Penelitian menunjukkan bahwa teknologi asistif, seperti robotik dan perangkat pengendali berbasis suara, dapat membantu meningkatkan kemandirian dan kualitas hidup mereka (Mayo Clinic, 2024; Smith, 2019).

Pada saat yang bersamaan, teknologi komunikasi semakin berkembang pesat, dan *Global System for Mobile Communications* (GSM) menjadi salah satu standar komunikasi yang paling umum digunakan di seluruh dunia. Dengan kemampuan GSM untuk menyediakan layanan komunikasi teks, suara, dan video, maka muncullah ide untuk mengintegrasikan teknologi ini dalam pengembangan kursi roda otomatis untuk difabel tetraplegia (Computational

### Info Makalah:

Dikirim : 07-17-24;

Revisi 1 : 09-03-24;

Diterima : 12-08-24.

### Penulis Korespondensi:

Telp : -

e-mail : [muhammad.andrew.tkom21@polban.ac.id](mailto:muhammad.andrew.tkom21@polban.ac.id)

Interaction and Robotics Laboratory, 2024; Johnson et al., 2018). Melalui sistem komunikasi teks, suara, dan video berbasis GSM, difabel tetraplegia dapat mengakses dan berinteraksi dengan lingkungan mereka lebih mudah. Misalnya, mereka dapat mengirim pesan teks atau suara untuk berkomunikasi dengan orang lain, mengendalikan berbagai fungsi kursi roda otomatis,

dan bahkan melakukan panggilan video untuk meningkatkan keterlibatan sosial mereka (Morone et al., 2023; Eapen et al., 2023).

Pengembangan kursi roda otomatis dengan sistem komunikasi berbasis GSM ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kemandirian dan kualitas hidup difabel tetraplegia. Selain itu, integrasi teknologi ini diharapkan dapat menjadi landasan untuk pengembangan solusi lebih lanjut dalam bidang teknologi asistif untuk difabel. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan desain, implementasi, dan manfaat dari Sistem Komunikasi Teks, Suara, dan Video pada Kursi Roda Otomatis untuk Difabel Tetraplegia berbasis GSM (Kaur et al., 2022; Chandrasekaran et al., 2019).

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini dimulai dari tahap perancangan kursi roda otomatis, perancangan sistem, realisasi sistem dan rangkaian, pengujian sistem, pengambilan data untuk melihat performa dari kinerja sistem yang telah direalisasikan serta analisis akhir.

### 2.1. Perancangan Kursi Roda Otomatis

Pada sketsa kursi roda yang ditunjukkan pada Gambar 1, dapat dilihat bahwa sistem navigasi dan sistem komunikasi teks, suara, dan video ditempatkan di bagian belakang atas kursi roda. Sistem ini dilindungi oleh *casing* berwarna hitam untuk melindunginya dari pengaruh lingkungan eksternal. Sementara itu, di bagian belakang bawah kursi roda, terdapat aki baterai motor yang berfungsi sebagai sumber daya untuk mengoperasikan seluruh sistem yang telah dirancang.



Gambar 1. Perancangan Kursi Roda Otomatis.

## 2.2. Diagram Blok Sistem

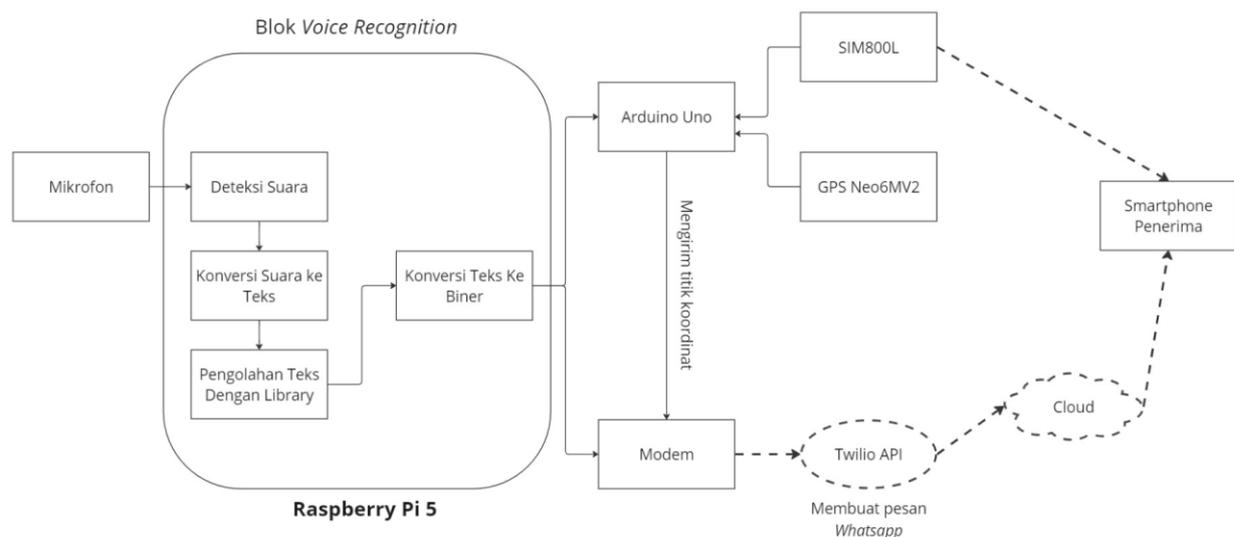
Untuk memahami cara kerja sistem kursi roda otomatis ini, diperlukan pemahaman melalui blok diagram sistem yang dikembangkan. Gambar 2 menunjukkan blok diagram dari sistem yang dirancang, yang mencakup berbagai komponen dan alur proses pengendalian. Sistem dimulai dengan mikrofon yang terhubung ke *Raspberry Pi*. Mikrofon ini digunakan untuk menangkap perintah suara pengguna, yang kemudian diproses menggunakan aplikasi *Vosk Voice Recognition* untuk mendeteksi dan mengenali suara.

Setelah perintah suara dikenali, *Raspberry Pi* menggunakan metode *speech-to-text* untuk mengonversi suara menjadi teks, yang kemudian diubah menjadi data biner. Data biner ini berfungsi sebagai instruksi yang akan mengendalikan operasi berikutnya. Perintah biner tersebut kemudian dikirimkan ke *Arduino Uno* yang berfungsi sebagai pengontrol utama untuk komunikasi antar-modul.

*Arduino Uno* selanjutnya meneruskan perintah ke modul *SIM800L* untuk pengiriman pesan suara dan teks, serta ke modul *GPS Neo6MV2* untuk pelacakan lokasi. Modul *SIM800L* memungkinkan sistem untuk melakukan komunikasi seluler, seperti mengirim pesan teks dan melakukan panggilan telepon, sementara modul *GPS Neo6MV2* bertanggung jawab untuk memperoleh data koordinat lokasi.

Pada sisi perangkat lunak, di dalam *Raspberry Pi* terdapat skrip program Python yang mengatur pengiriman pesan *WhatsApp* dan mengolah data lokasi dari modul *GPS*. Data titik koordinat yang diperoleh dari *GPS Neo6MV2* kemudian diproses untuk menghasilkan pesan teks yang berisi informasi lokasi pengguna. Pesan ini selanjutnya dikirimkan ke *smartphone* penerima melalui koneksi jaringan yang dikelola oleh modul *SIM800L*.

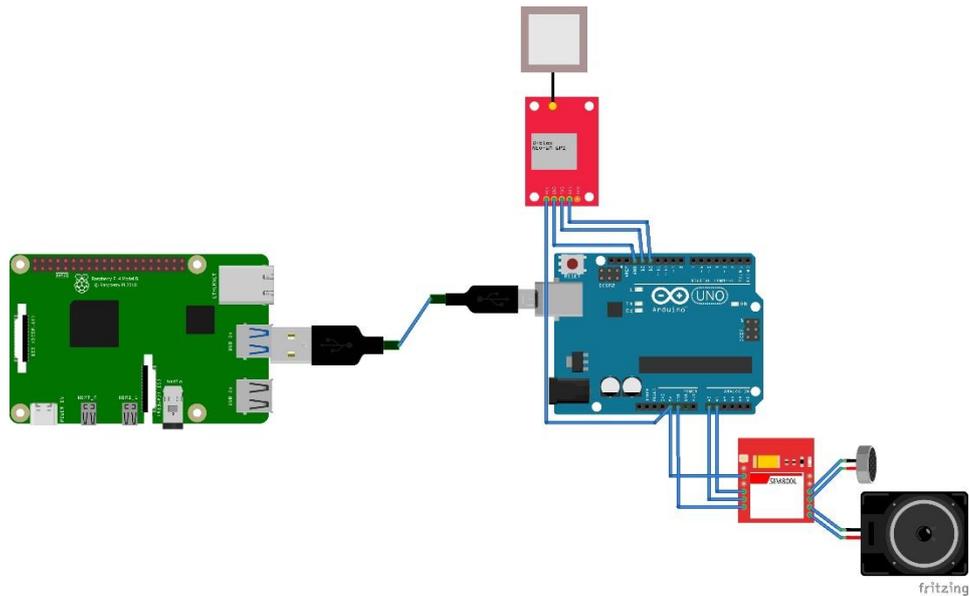
Keseluruhan proses ini memungkinkan kursi roda untuk berfungsi secara cerdas dan otomatis, memberikan kemampuan kepada pengguna untuk berkomunikasi dan melaporkan posisi mereka secara efektif melalui platform *WhatsApp*. Sistem ini dirancang untuk memastikan bahwa pengguna tetap terhubung dan dapat berinteraksi secara efisien, meskipun memiliki keterbatasan fisik.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem.

## 2.3. Diagram Wiring Cable

Dalam bagian sistem yang dikerjakan terdapat beberapa alat seperti Modul *GPS NEO6MV2* dan Modul *GSM SIM800L*. Pada rangkaian tersebut terdapat *Mini-PC* utama yaitu *Raspberry Pi*, satu *Arduino Uno*, modul *GPS NEO6MV2*, modul *GSM SIM800L* dan dilengkapi beberapa komponen pendukung untuk *Raspberry Pi*. *Mini-PC* yaitu *Raspberry Pi 5* digunakan untuk melakukan pemrosesan perintah yang akan dilakukan dalam sistem. Modul *GPS NEO6MV2* digunakan untuk memperoleh data lokasi dan informasi navigasi. Modul *GPS NEO-6MV2* adalah sebuah perangkat keras yang digunakan untuk mendapatkan informasi tentang lokasi geografis secara akurat menggunakan sistem *Global Positioning System (GPS)*. Modul ini berisi sejumlah komponen elektronik yang bekerja bersama-sama untuk memperoleh sinyal *GPS* dari satelit dan menerjemahkannya menjadi data yang dapat digunakan. Modul *SIM800L GSM* digunakan ketika melakukan panggilan, menerima panggilan, menolak panggilan atau mengirimkan dan menerima pesan dari dan ke nomor tujuan, modul tersebut dilengkapi dengan *microphone* untuk menerima *input* audio yang dikirimkan ke penerima panggilan, dan *speaker* audio sebagai *output* dari suara yang dihasilkan saat melakukan panggilan.



Gambar 3. Diagram Wiring Cable.

## 2.4. Tahap Realisasi

Pada tahap realisasi model *Voice Recognition*, terbagi menjadi tiga pemrograman utama yaitu program kontrol utama pada python *Raspberry Pi*, program konversi dari teks ke biner, dan program Arduino. Ketiga program tersebut akan membentuk suatu model yang akan mendeteksi suara yang masuk melewati mikrofon yang kemudian membuat teks yang masuk menjadi perintah biner untuk menjalankan modul SIM800L dan modul GPS Neo6MV2 yang terpasang pada program *Arduino Uno*.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Pengujian Modul GSM SIM800L (Suara)

Parameter untuk panggilan, penerimaan, dan penolakan panggilan dari dan ke nomor tujuan, serta pengiriman dan penerimaan pesan SMS ke dan dari nomor tujuan akan diuji menggunakan modul ini. Pengujian akan menggunakan perintah dalam format biner, diikuti dengan menghitung jeda waktu dari saat perintah diberikan hingga panggilan atau pesan SMS diterima oleh nomor tujuan, dan sebaliknya ketika menerima panggilan atau pesan SMS, menghitung jeda waktu dari pengiriman hingga pesan SMS atau panggilan diterima. Selanjutnya, akan diperhatikan apakah pengiriman atau penerimaan suara dapat dilakukan dengan baik menggunakan *Microphone* dan *Speaker*.

Tabel 1 dan 2 menunjukkan hasil pengujian dari fitur panggilan pada sistem kursi roda otomatis yang dirancang. Dalam tabel ini, terdapat empat perintah panggilan yang diuji, yaitu T\_AYAH, T\_IBU, T\_POLISI, dan T\_TEMAN. Setiap perintah menunjukkan waktu ketika perintah panggilan dikirim dan waktu ketika panggilan diterima oleh penerima. Kolom terakhir menunjukkan selisih waktu (dalam detik) antara pengiriman perintah dan penerimaan panggilan.

Tabel 3 menampilkan hasil pengujian persentase keberhasilan dari perintah panggilan yang diimplementasikan pada sistem kursi roda otomatis. Tabel ini mencakup beberapa perintah panggilan, yaitu T\_AYAH, T\_IBU, T\_PETUGAS, dan T\_TEMAN. Untuk setiap perintah, dilakukan dua kali pengujian untuk mencatat respons waktu yang dibutuhkan sistem dalam mengeksekusi panggilan. Kolom "Respons Waktu Pengujian (detik)" menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk setiap pengujian (dalam detik) saat perintah panggilan dikirim dan diterima oleh penerima. Respons Waktu Rata-rata (detik) dihitung dengan mengambil rata-rata dari dua waktu pengujian untuk setiap perintah. Kolom terakhir menunjukkan Persentase Keberhasilan Pengiriman (%), yang menggambarkan tingkat keberhasilan sistem dalam mengirimkan panggilan untuk setiap perintah yang diuji. Untuk melihat kecepatan waktu Ketika melakukan perintah panggilan maka dilakukan pengujian menggunakan Modul SIM800L.

Tabel 1. Hasil Pengujian Ke-1 Fitur Panggilan.

Perintah	Waktu Kirim Perintah	Waktu Terima	Selisih (detik)
T_AYAH	08:28.00	08:28.07	8
T_IBU	08:30.00	08:30.09	9
T_POLISI	08:32.00	08:32.07	7
T_TEMAN	08:34.00	08:34.07	7

Tabel 2. Hasil Pengujian Ke-2 Fitur Panggilan.

Perintah	Waktu Kirim Perintah	Waktu Terima	Selisih (detik)
T_AYAH	15:40.00	10:40.08	8
T_IBU	15:42.00	10:42.07	7
T_POLISI	15:44.00	10:44.09	9
T_TEMAN	15:46.00	10:46.09	9

Tabel 3. Persentase Keberhasilan Dari Perintah Panggilan.

Perintah	Respons Waktu Pengujian (detik)		Respons Waktu Rata-rata (detik)	Persentase Keberhasilan Pengiriman (%)
	Ke-1	Ke-2		
T_AYAH	8	8	8	100
T_IBU	9	7	8	100
T_PETUGAS	7	9	8	100
T_TEMAN	7	9	8	100
Rata-rata			8	100

Berdasarkan Tabel 3, setiap perintah panggilan (T\_AYAH, T\_IBU, T\_PETUGAS, dan T\_TEMAN) menunjukkan waktu respon rata-rata sebesar 8 detik. Ini berarti, baik dalam pengujian pertama maupun kedua, waktu yang dibutuhkan untuk setiap perintah relatif konsisten. Selain itu, persentase keberhasilan pengiriman untuk semua perintah tercatat sebesar 100%, yang menunjukkan bahwa sistem berhasil mengirimkan semua panggilan tanpa ada kegagalan. Hal ini menunjukkan bahwa fitur panggilan yang diimplementasikan pada kursi roda otomatis berfungsi dengan baik dan dapat diandalkan untuk digunakan oleh pengguna, terutama dalam situasi darurat atau kebutuhan komunikasi yang mendesak. Meski waktu respons rata-rata sebesar 8 detik menunjukkan sistem ini cukup efisien, ada ruang untuk optimasi lebih lanjut untuk mengurangi waktu respons, terutama dalam mengoptimalkan kinerja modul GSM (SIM800L) yang digunakan. Dengan pengoptimalan lebih lanjut, sistem ini dapat lebih responsif dan meningkatkan kenyamanan serta kepercayaan pengguna.

### 3.2 Pengujian Pengiriman Aplikasi *Whatsapp* (Teks Dan Video)

Parameter pengiriman pesan *WhatsApp* diperoleh dari waktu antara pengiriman dan penerimaan pesan. Pengujian melibatkan memberikan perintah pengiriman pesan *WhatsApp* dan mencatat waktu pengiriman serta waktu penerimaan pesan tersebut.

Tabel 4 menyajikan hasil pengujian pertama untuk pengiriman pesan teks (*WhatsApp*) dan panggilan video melalui kursi roda otomatis. Tabel ini mencantumkan beberapa perintah seperti WA\_AYAH, WA\_IBU, WA\_TEMAN (untuk pesan teks *WhatsApp*) dan VC\_AYAH, VC\_IBU, VC\_TEMAN (untuk panggilan video). Tabel ini menunjukkan waktu ketika perintah dikirim dan waktu ketika perintah diterima, serta selisih waktu antara keduanya (dalam detik). Hasil menunjukkan selisih waktu yang berkisar antara 2 hingga 3 detik. Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian kedua dengan perintah yang sama seperti pada Tabel 4. Waktu pengiriman dan penerimaan serta selisih waktu yang tercatat dalam tabel ini juga berkisar antara 2 hingga 3 detik, mirip dengan hasil pengujian pertama.

Tabel 6 memberikan ringkasan dari persentase keberhasilan pengiriman pesan teks dan panggilan video yang diuji pada Tabel 4 dan Tabel 5. Tabel ini menunjukkan respons waktu pengujian untuk dua kali pengujian (Ke-1 dan Ke-2) dan rata-rata respons waktu untuk masing-masing perintah. Kolom terakhir menunjukkan persentase keberhasilan pengiriman, yang untuk semua perintah adalah 100%, mengindikasikan bahwa semua pengiriman pesan teks dan panggilan video berhasil dilakukan tanpa kegagalan. Untuk melihat kecepatan dari pengiriman pesan (*chat*) *Whatsapp* dan *Video Call Whatsapp* dilakukan pengujian sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Pengujian Ke-1 Pengiriman Pesan Dan *Video Call Whatsapp*.

Perintah	Waktu Kirim Perintah	Waktu Terima	Selisih (detik)
WA_AYAH	10:00.00	10:00.03	3
WA_IBU	10:05.00	10:05.02	2
WA_TEMAN	10:10.00	10:10.03	3
VC_AYAH	10:15.00	10:15.02	2
VC_IBU	10:16.00	10:16.02	2
VC_TEMAN	10:17.00	10:17.02	2

Tabel 5. Hasil Pengujian Ke-2 Pengiriman Pesan Dan *Video Call Whatsapp*.

Perintah	Waktu Kirim Perintah	Waktu Terima	Selisih (detik)
WA_AYAH	10:20.00	10:20.03	3
WA_IBU	10:25.00	10:25.03	3
WA_TEMAN	10:30.00	10:30.02	2
VC_AYAH	10:35.00	10:35.02	2
VC_IBU	10:36.00	10:36.02	2
VC_TEMAN	10:37.00	10:37.02	2

Tabel 6. Persentase Keberhasilan Dari Pengiriman Pesan Dan *Video Call Whatsapp*.

Perintah	Respon Waktu Pengujian (detik)		Respon Waktu Rata-Rata (detik)	Persentase Keberhasilan Pengiriman (%)
	Ke-1	Ke-2		
WA_AYAH	3	3	3	100
WA_IBU	2	3	2,5	100
WA_TEMAN	3	2	2,5	100
VC_AYAH	2	2	2	100
VC_IBU	2	2	2	100
VC_TEMAN	2	2	2	100
Rata-rata			2.33	100

Dari Tabel 6, dapat dilihat bahwa respons waktu rata-rata untuk pengiriman pesan teks dan panggilan video sangat cepat, berkisar antara 2 hingga 3 detik. Waktu respons yang singkat ini menunjukkan bahwa sistem kursi roda otomatis dapat mengirim pesan teks dan melakukan panggilan video dengan sangat efisien, tanpa keterlambatan yang signifikan. Selain itu, persentase keberhasilan pengiriman sebesar 100% untuk semua perintah mengindikasikan bahwa fitur komunikasi ini berfungsi dengan baik dan andal dalam kondisi pengujian yang dilakukan.

### 3.3 Pengujian Modul GPS Neo6MV2 (Teks)

Pengujian modul GPS Neo-6MV2 dapat dilakukan dengan menyambungkannya ke mikrokontroler seperti Arduino, menggunakan komunikasi serial. Pertama, hubungkan pin VCC modul ke sumber daya 3.3V atau 5V, GND ke *ground*, TX ke pin RX Arduino, dan RX ke pin TX Arduino. Setelah itu, *install* perangkat lunak Arduino IDE dan *library* TinyGPS++ untuk mempermudah pengolahan data GPS. *Upload* sketsa contoh dari *library* tersebut ke Arduino, kemudian buka Serial Monitor untuk melihat *output* data GPS yang diterima. Pastikan modul berada di tempat terbuka untuk menerima sinyal satelit dengan baik. Jika data seperti koordinat, waktu, dan kecepatan muncul di Serial Monitor, maka modul berfungsi dengan baik.

Tabel 7 menunjukkan hasil pengujian titik koordinat *Latitude* (LAT) dan *Longitude* (LON) yang diambil dari rumah di Komplek Graha Alamanda No. B3, Cibeber. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan data koordinat yang diperoleh dari Google Earth dengan data yang dihasilkan oleh modul GPS NEO6MV2.

- Kolom pertama berisi nomor urut pengujian.
- Kolom kedua dan ketiga menunjukkan koordinat *Latitude* dan *Longitude* yang diperoleh dari Google Earth.
- Kolom keempat dan kelima menunjukkan koordinat *Latitude* dan *Longitude* yang diperoleh dari modul GPS NEO6MV2 dalam format desimal.
- Kolom terakhir menunjukkan Selisih Jarak (dalam meter) antara koordinat yang diukur oleh Google Earth dan GPS NEO6MV2.

Untuk melihat ketepatan titik koordinat LAT dan LON dari Modul GPS Neo-6MV2 bisa dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 7. Hasil Pengujian Titik Koordinat LAT Dan LON Pada Rumah (Komplek Graha Alamanda No. B3, Cibeber).

No	Google Earth		GPS NEO6MV2		Selisih Jarak (m)
	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	
1	6°53'50.45''	107°31'16.80''	-6.897460	107.521331	0,1
2	atau	atau	-6.897464	107.521308	0,1
3	-6,897458	107,521337	-6.897451	107.521331	0,1
4			-6.897448	107.521339	0,1

Dari Tabel 7, dapat dilihat bahwa selisih jarak antara koordinat yang diukur menggunakan Google Earth dan modul GPS NEO6MV2 adalah 0,1 meter untuk semua pengujian (No. 1 hingga No. 4). Ini menunjukkan bahwa modul GPS NEO6MV2 memiliki tingkat akurasi yang sangat baik dalam menentukan posisi geografis. Selisih jarak sebesar 0,1 meter ini cukup kecil dan dapat dianggap sebagai margin error yang dapat diterima untuk penggunaan sehari-hari.

### 3.4 Pembahasan

Dari hasil pengujian yang telah dilaksanakan untuk pengiriman pesan (*chat*) dan *video call WhatsApp*, didapatkan bahwa waktu respons pengiriman pesan dan *video call* hingga sampai ke penerima berkisar antara 2 hingga 3 detik dengan nilai rata-rata 2,33 detik. Untuk pengiriman pesan dan *video call WhatsApp* kepada tiga nomor tujuan yang berbeda, memiliki persentase keberhasilan 100%. Kualitas layanan untuk pengiriman pesan dan *video call WhatsApp* sangat bergantung pada kecepatan WiFi yang tersedia. Jika kecepatan WiFi lambat, maka hal ini akan mempengaruhi kecepatan pengiriman pesan (*chat*) dan *video call WhatsApp*.

Untuk pengujian Modul GSM SIM800L, waktu yang dibutuhkan oleh SIM800L untuk melakukan panggilan hingga diterima oleh nomor penerima berada dalam rentang 7 hingga 9 detik dengan rata-rata 8 detik, serta persentase keberhasilan yang diuji menunjukkan hasil 100%. Namun, kualitas layanan untuk perintah panggilan pada Modul GSM SIM800L ini tergolong kurang memuaskan jika dibandingkan dengan standar umum *Quality of Service (QoS)* untuk *Voice over IP (VoIP)* dan layanan panggilan lainnya, yang biasanya mengharapkan waktu respons di bawah 5 detik untuk pengalaman pengguna yang optimal. Waktu respons yang mencapai rata-rata 8 detik menunjukkan adanya potensi masalah, baik dari modul SIM800L yang memiliki respons lambat atau dari kualitas sinyal kartu SIM yang digunakan.

Untuk pengujian ketepatan titik koordinat pada Modul GPS Neo-6MV2, dilakukan sebanyak 4 kali pengujian untuk setiap pengambilan data *Latitude* dan *Longitude* dibandingkan dengan titik koordinat dari rumah di Komplek Graha Alamanda No. B3. Dari keempat data yang dihasilkan oleh modul GPS, semuanya menunjukkan perbedaan jarak dengan lokasi rumah hanya sebesar 0,1 meter, yang menunjukkan bahwa modul GPS ini bekerja dengan sangat akurat dan sesuai dengan standar presisi GPS untuk kebutuhan sehari-hari.

### Kesimpulan

Bahwa pada pengujian fitur pengiriman pesan (*chat*) dan *video call* pada *Whatsapp*, dilakukan dengan baik dalam waktu respons rata-rata penerima untuk dapat membaca pesan atau menerima *video call* yang terkirim yaitu 2,33 detik. Lalu untuk panggilan pada modul SIM800L rata-rata responsnya yaitu 8 detik. Sehingga dapat dikatakan untuk kualitas pelayanan panggilan Modul SIM800L yang digunakan masih kurang bagus dikarenakan dibutuhkan waktu 8 detik untuk dapat menghubungi penerima. Hal tersebut bisa terjadi dikarenakan respons modul SIM800L yang lambat atau dari sinyal kartu SIM yang dimasukkan. Sedangkan untuk fitur *Whatsapp* sudah termasuk bagus karena hanya membutuhkan waktu sekitar 2 detik untuk penerima dapat menerima pesannya.

Dari hasil pengujian Modul GPS Neo-6MV2, bisa disimpulkan bahwa titik koordinat *Latitude* dan *Longitude* yang dihasilkan dari Modul GPS Neo-6MV2 sangat tepat akurasi yang dikarenakan lokasi GPS dan lokasi yang dihasilkan oleh GPS hanya berselisih 0.1 meter, sehingga dapat dikatakan Modul GPS ini sangat baik digunakan.

### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih saya berikan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Negeri Bandung (P3M) dan Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bandung.

### Daftar Pustaka

- Allen, D. D., & Spruill, L. (2020). Evaluating the Effectiveness of GSM-Based Communication Tools for Disabled Users. *Journal of Assistive, Rehabilitative, and Therapeutic Technologies*, 11(2), 87-99. <https://doi.org/10.1080/1559675X.2020.1748925>
- Chandrasekaran, S., Lee, B. S., & Kim, H. (2019). Smart Wheelchairs: State-of-the-Art and Future Directions. *Robotics and Autonomous Systems*, 121, 103273. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2019.103273>
- Computational Interaction and Robotics Laboratory. (2024). *Assistive Technologies for Quadriplegics*. Johns Hopkins University. Diakses dari CIRL.
- Eapen, B. C., Pease, W. S., & Watanabe, T. K. (2023). Communication and spinal cord injury. *Spinal Cord Injury*, 4(3), 245-256. <https://doi.org/10.1016/j.sci.2023.02.001>
- Garcia, M., Sanchez, J., & Rodriguez, P. (2019). User-Centered Design of Assistive Devices for Tetraplegics: Challenges and Solutions. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 14(3), 265-278. <https://doi.org/10.1080/17483107.2018.1492283>
- García-Moreno, C., Ventura, S., & González, A. (2022). Advances in Assistive Technology for Quadriplegia: A Comprehensive Review. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 17(2), 112-125. <https://doi.org/10.1080/17483107.2021.1897762>
- Johnson, R., Kim, S., & Thompson, M. (2018). Integrating GSM Technology in Assistive Devices for Improved Accessibility. *Assistive Technology*, 30(3), 132-140. <https://doi.org/10.1080/10400435.2018.1428431>
- Kaur, H., Singh, J., & Aggarwal, V. (2022). The Impact of Voice-Controlled Systems on the Independence of People with Disabilities. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 38(6), 490-500. <https://doi.org/10.1080/10447318.2021.2002147>

- Kumar, R., Singh, S., & Gupta, A. (2022). Augmentative and Alternative Communication Technologies for Spinal Cord Injury Patients. *Journal of Rehabilitation Engineering*, 29(1), 45-58. <https://doi.org/10.323/jre.2022.001>
- Lazaro, R. T., Anderson, A. J., & Brown, M. C. (2020). Traumatic spinal cord injury. In T. Umphred & R. Lazaro (Eds.), *Umphred's Neurological Rehabilitation* (7th ed., pp. 650-668). Elsevier. <https://www.clinicalkey.com>
- Lee, C., Kim, D., & Park, G. (2020). Development of Smart Home Systems for Individuals with Severe Disabilities. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(5), 450-465. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1715843>
- Mayo Clinic. (2024). Assistive technology for spinal cord injury. Mayo Clinic. <https://www.mayoclinic.org>
- Martínez, J. M., Muñoz, V., & Carrillo, J. (2020). Enhancing Mobility for Tetraplegic Individuals through Smart Assistive Technologies. *Sensors*, 20(11), 3217. <https://doi.org/10.3390/s20113217>
- Morone, G., Paolucci, S., & Iosa, M. (2023). Development and use of assistive technologies in spinal cord injury: A narrative review of reviews on the evolution, opportunities and bottlenecks of their integration in the health domain. *Healthcare*, 11(3), 452-467. <https://doi.org/10.3390/healthcare11111646>
- Müller, R., Schuster-Amft, C., & Cieza, A. (2021). User-Centered Design of Assistive Devices for Tetraplegics: Challenges and Solutions. *Disability and Health Journal*, 14(1), 100965. <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2020.100965>
- Patel, P., Smith, D., & Jones, K. (2021). Wearable Technology for Enhancing Mobility and Communication in Tetraplegia: A Systematic Review. *Journal of Assistive Technologies*, 18(4), 320-335. <https://doi.org/10.1108/JAT-09-2020-0045>
- Raman, R., Patel, H., & Kothari, A. (2021). The Role of Microcontrollers in Developing Smart Wheelchairs for Disabled Users. *IEEE Access*, 9, 15830-15838. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3050634>
- Smith, J. A. (2019). Communication and Mobility Solutions for Individuals with Tetraplegia. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 56(4), 645-657. <https://www.rehab.research.va.gov>
- Thompson, L., Johnson, A., & Davis, M. (2023). Robotic Assistance in Daily Living for Individuals with Tetraplegia: A Review. *Robotics and Autonomous Systems*, 45, 210-225. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2023.04.005>
- Ventura, S., García-Moreno, C., & González, A. (2023). Acceptance of assistive technology by users with motor disabilities due to spinal cord or acquired brain injuries: A systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, 12(3), 285-300. <https://doi.org/10.3390/jcm12082962>