

EVALUASI KOMBINASI PROTOKOL DAN PERANGKAT *EMBEDDED*
SYSTEM TELEMETRY DATA PADA KURSI RODA CERDAS

Skripsi



oleh:

YOHANES VITO RIZKI DARUJATI
71190429

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2023

**EVALUASI KOMBINASI PROTOKOL DAN PERANGKAT
EMBEDDED SYSTEM TELEMETRY DATA PADA KURSI
RODA CERDAS**

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh

YOHANES VITO RIZKI DARUJATI

71190429

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2023

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS
SECARA ONLINE
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA YOGYAKARTA**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NIM : 71190429
Nama : Yohanes Vito Rizki Darujati
Prodi / Fakultas : Teknologi Informasi / Informatika
Judul Tugas Akhir : EVALUASI KOMBINASI PROTOKOL DAN
PERANGKAT *EMBEDDED SYSTEM*
TELEMETRY DATA PADA KURSI RODA
CERDAS

bersedia menyerahkan Tugas Akhir kepada Universitas melalui Perpustakaan untuk keperluan akademis dan memberikan **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-free Right*) serta bersedia Tugas Akhirnya dipublikasikan secara online dan dapat diakses secara lengkap (*full access*).

Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Perpustakaan Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk *database*, merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 6 Juni 2023

Yang menyatakan,



71190429 – Yohanes Vito Rizki Darujati

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

EVALUASI KOMBINASI PROTOKOL DAN PERANGKAT EMBEDDED SYSTEM TELEMETRY DATA PADA KURSI RODA CERDAS

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 10 Juli 2023



YOHANES VITO RIZKI DARUJATI
71190429

DUTA WACANA

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : EVALUASI KOMBINASI PROTOKOL DAN
PERANGKAT EMBEDDED SYSTEM
TELEMETRY DATA PADA KURSI RODA
CERDAS

Nama Mahasiswa : YOHANES VITO RIZKI DARUJATI

N I M : 71190429

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TI0366

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2022/2023

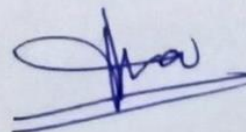
Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 10 Juli 2023

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Laurentius Kuncoro-Probo Saputra,
S.T., M.Eng.



Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI KOMBINASI PROTOKOL DAN PERANGKAT EMBEDDED SYSTEM TELEMETRY DATA PADA KURSI RODA CERDAS

Oleh: YOHANES VITO BIZKI DARUJATI / 71190429

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 14 Juni 2023

Yogyakarta, 10 Juli 2023
Mengesahkan,


Dewan Penguji:

1. Laurentius Kuncoro Probo Saputra, S.T.,
M.Eng.
2. Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.
3. Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T.
4. Antonius Rachmat C., S.Kom., M.Cs.

Dekan


(Restyandito, S.Kom., MSIS, Ph.D.)

Ketua Program Studi


(Gloria Virginia, S.Kom., MAI, Ph.D.)

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS
SECARA ONLINE
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA YOGYAKARTA**

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS
SECARA ONLINE
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA YOGYAKARTA**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NIM : 71190429
Nama : Yohanes Vito Rizki Darujati
Prodi / Fakultas : Teknologi Informasi / Informatika
Judul Tugas Akhir : EVALUASI KOMBINASI PROTOKOL DAN PERANGKAT *EMBEDDED SYSTEM TELEMETRY DATA* PADA KURSI RODA CERDAS

bersedia menyerahkan Tugas Akhir kepada Universitas melalui Perpustakaan untuk keperluan akademis dan memberikan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-free Right*) serta bersedia Tugas Akhirnya dipublikasikan secara online dan dapat diakses secara lengkap (*full access*).

Dengan Hak Bebas Royalti Nonklusif ini Perpustakaan Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk *database*, merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 6 Juni 2023

Yang menyatakan,



71190429 – Yohanes Vito Rizki Darujati



Karya sederhana ini dipersembahkan
kepada Tuhan, Keluarga Tercinta,
dan Kedua Orang Tua

Sebelum have fun, kita harus have fund.



(Anonim)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan yang maha kasih, karena atas segala rahmat, bimbingan, dan bantuan-Nya maka akhirnya Skripsi dengan judul **EVALUASI KOMBINASI PROTOKOL DAN PERANGKAT EMBEDDED SYSTEM TELEMETRY DATA PADA KURSI RODA CERDAS** ini telah selesai disusun.

Penulis memperoleh banyak bantuan dari kerja sama baik secara moral maupun spiritual dalam penulisan Skripsi ini, untuk itu tak lupa penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan yang maha kasih,
2. Orang tua yang selama ini telah sabar membimbing dan mendoakan penulis,
3. Restyandito, S.Kom, MSIS., Ph.D selaku Dekan FTI, yang memimpin penyelenggaraan penelitian,
4. Gloria Virginia, S.Kom., MAI., Ph.D selaku Kaprodi Informatika, yang menyusun rencana pengembangan Prodi Informatika,
5. Laurentius Kuncoro Probo Saputra., S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing 1, yang telah memberikan ilmunya dan dengan penuh kesabaran membimbing penulis,
6. Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs, selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan ilmu dan kesabaran dalam membimbing penulis,
7. Grup Tugas Negara (Abiel, Farel, Harris, Revyn, Sindu, dan Yonathan) yang telah mendukung moral, spiritual, serta berjuang bersama selama ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca semua dan lebih khusus lagi bagi pengembangan ilmu komputer dan teknologi informasi.

Yogyakarta, 6 Juni 2023



Yohanes Vito Rizki Darujati

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	10
2.2.1 Kursi roda cerdas.....	10
2.2.2 <i>Transmission Control Protocol (TCP)</i>	11
2.2.3 <i>Embedded System Telemetry Data</i>	13
2.2.4 <i>Latency</i>	14
2.2.5 <i>Packet Loss</i>	16
2.2.6 <i>Throughput</i>	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18

3.1	Metode Penelitian.....	18
3.2	Studi Pustaka	19
3.3	Metode Pengembangan Sistem	19
3.4	Perancangan Basis Data	24
3.5	Perancangan Antarmuka Pengguna.....	25
3.6	Perancangan Pengujian Sistem.....	26
3.7	Metode Evaluasi	27
3.8	Blok Diagram Sistem	27
BAB IV IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN		32
4.1	Implementasi Sistem	32
4.1.1	<i>Embedded System</i>	32
4.1.2	Aplikasi Android.....	33
4.1.3	Server	35
4.2	Hasil Pengujian.....	36
4.2.1	Hasil pengujian <i>throughput</i> dan <i>latency</i> protokol HTTP.....	36
4.2.2	Hasil pengujian <i>throughput</i> dan <i>latency</i> protokol MQTT.....	46
4.3	Analisis Data dan Pembahasan.....	56
4.3.1	<i>Throughput</i> protokol	56
4.3.2	<i>Latency</i> protokol.....	58
4.3.3	<i>Packet loss</i> protokol	59
4.3.4	Protokol untuk <i>embedded system telemetry data</i> pada kursi roda cerdas 61	
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		63
5.1	Kesimpulan.....	63
5.2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN A KODE SUMBER PROGRAM.....		70
LAMPIRAN B KARTU KONSULTASI DOSEN 1		71
LAMPIRAN C KARTU KONSULTASI DOSEN 2		72



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Penelitian - Penelitian tentang <i>Embedded System</i> pada Kursi Roda Cerdas.....	5
Tabel 2.2: Penelitian - penelitian tentang Protokol pada <i>Embedded System</i>	7
Tabel 2.3: Kategori <i>Latency</i>	15
Tabel 2.4: Kategori <i>Packet Loss</i>	16
Tabel 2.5: Kategori <i>Throughput</i>	16
Tabel 4.1: Hasil Percobaan I Protokol HTTP	36
Tabel 4.2: Hasil Percobaan II Protokol HTTP	38
Tabel 4.3: Hasil Percobaan III Protokol HTTP.....	40
Tabel 4.4: Hasil Percobaan IV Protokol HTTP	42
Tabel 4.5: Hasil Percobaan V Protokol HTTP.....	44
Tabel 4.6: Hasil Percobaan I Protokol MQTT	46
Tabel 4.7: Hasil Percobaan II Protokol MQTT.....	48
Tabel 4.8: Hasil Percobaan III Protokol MQTT	50
Tabel 4.9: Hasil Percobaan IV Protokol MQTT	52
Tabel 4.10: Hasil Percobaan V Protokol MQTT	54
Tabel 4.11: Hasil pengujian <i>throughput</i>	56
Tabel 4.12: Hasil pengujian <i>latency</i>	58
Tabel 4.13: Hasil pengujian <i>packet loss</i>	59

DUTA WACANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Kursi Roda Cerdas	10
Gambar 2.2: <i>Latency</i>	15
Gambar 3.1: Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3.2: Diagram Alir Top-down Design	20
Gambar 3.3 Desain Kombinasi <i>Embedded System Telemetry Data</i> dan Protokol HTTP.....	22
Gambar 3.4: Desain Kombinasi <i>Embedded System Telemetry Data</i> dan Protokol MQTT.	23
Gambar 3.5: Diagram ERD.....	24
Gambar 3.6: <i>Wireframe digital</i> antarmuka aplikasi Android.....	26
Gambar 3.10: Diagram Blok Kursi Roda Cerdas.....	28
Gambar 3.11: Diagram Blok <i>Embedded System Telemetry Data</i> pada Kursi Roda Cerdas.....	29
Gambar 3.12: Diagram Blok Server HTTP (kiri) dan Server MQTT (kanan).....	30
Gambar 4.1: Diagram <i>Wiring Embedded System</i>	32
Gambar 4.2: Logo Aplikasi Android Mokura Sensor Display	33
Gambar 4.3: Diagram Arsitektur Aplikasi Android Mokura Sensor Display HTTP dan MQTT.....	34
Gambar 4.4. Tampilan Aplikasi Android Mokura Sensor Display.....	35
Gambar 4.5: Grafik rata – rata nilai <i>throughput</i> protokol.....	56
Gambar 4.6: Grafik rata – rata nilai <i>latency</i> protokol	58
Gambar 4.7: Grafik presentase packet loss protokol	60

INTISARI

EVALUASI KOMBINASI PROTOKOL DAN PERANGKAT *EMBEDDED SYSTEM TELEMETRY DATA* PADA KURSI RODA CERDAS

Oleh

Yohanes Vito Rizki Darujati

71190429

Kursi roda cerdas adalah perangkat yang terdiri dari kursi roda standar yang dilengkapi dengan sistem tertanam (*embedded system*) yang dapat mengurangi upaya fisik yang diperlukan oleh penyandang disabilitas tunadaksa untuk menggerakkan kursi roda. Pada penelitian ini, akan dilakukan evaluasi desain kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna dan kemampuan sumber daya *embedded system telemetry data*.

Penelitian ini dilakukan dengan menentukan kebutuhan *embedded system telemetry data*, dilanjutkan dengan perancangan dan implementasi sistem berdasarkan analisis kebutuhan, kemudian pengujian protokol HTTP dan protokol MQTT berdasarkan *latency*, *throughput*, serta persentase *packet loss*.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa protokol HTTP mempunyai *throughput* lebih unggul daripada protokol MQTT, namun mempunyai *latency* yang lebih tinggi dibandingkan dengan protokol MQTT. Persentase *packet loss* pada protokol HTTP cenderung lebih fluktuatif dibandingkan dengan protokol MQTT. Meskipun demikian pada penelitian ini, protokol HTTP menunjukkan kinerja yang lebih baik daripada protokol MQTT karena data telemetri yang dihasilkan dari *embedded system* pada kursi roda cerdas memiliki ukuran paket yang relatif besar.

Kata-kata kunci : *embedded system telemetry data*, kursi roda cerdas, *throughput*, *latency*, *packet loss*, HTTP, MQTT.

ABSTRACT

EVALUATION OF PROTOCOL COMBINATIONS AND EMBEDDED SYSTEM TELEMETRY DATA ON SMART WHEELCHAIR

By

Yohanes Vito Rizki Darujati

71190429

Smart wheelchair is a device consisting of a standard wheelchair equipped with an embedded system that can reduce the physical effort required by people with disabilities to move the wheelchair. This research aims to evaluate the design combination of hardware and software customized to the users' needs and the capabilities of the embedded system's telemetry data.

The research involves determining the requirements for embedded system telemetry data, followed by designing and implementing a system based on the needs analysis. Subsequently, testing of HTTP and MQTT protocols is conducted based on latency, throughput, and packet loss percentage.

Based on this research, it has been found that the HTTP protocol has a superior throughput compared to the MQTT protocol, but it has higher latency compared to the MQTT protocol. The packet loss percentage in the HTTP protocol tends to be more fluctuating compared to the MQTT protocol. However, in this study, the HTTP protocol shows better performance than the MQTT protocol because the telemetry data generated from the embedded system in the smart wheelchair has relatively large packet sizes.

Keywords : embedded system telemetry data, smart wheelchair, throughput, latency, packet loss, HTTP, MQTT.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Penyandang disabilitas merujuk kepada individu yang memiliki keterbatasan fisik, intelektual, mental, dan/atau sensorik dalam jangka waktu yang lama. Mereka mungkin mengalami hambatan dan kesulitan dalam berinteraksi dengan lingkungan sekitar, sehingga partisipasi penuh dan efektif mereka dengan warga negara lain menjadi terhambat. Hal ini diatur dalam Undang-Undang Nomor 8 Tahun 2016 tentang Penyandang Disabilitas, yang menegaskan pentingnya memberikan hak yang sama kepada penyandang disabilitas dalam masyarakat. Undang - Undang No 4 Tahun 1997 tentang Penyandang Cacat Pasal 5 menyatakan bahwa setiap penyandang cacat mempunyai hak dan kesempatan yang sama dalam segala aspek kehidupan dan penghidupan. Ketentuan tersebut dimaksudkan agar penyandang cacat dapat memperoleh kesamaan kesempatan mobilitas seperti anggota masyarakat lainnya. Kehadiran kursi roda cerdas dapat membantu penyandang *disabilitas* tunadaksa dalam memperoleh hak dan kesempatan yang sama seperti anggota masyarakat lainnya, terutama memperoleh kesempatan mobilitas (Fizriyani & Assidiq, 2017; Smart Wheelchair, Kursi Roda Pintar Bagi Penyandang *Disabilitas*, 2017; Hartik, 2017).

Kursi roda cerdas adalah perangkat yang dikendalikan secara mekanis yang terdiri dari kursi roda standar, perangkat komputer, dan sensor. Kursi ini dikatakan cerdas karena dapat mengurangi upaya fisik pengguna yang diperlukan untuk menggerakkan kursi roda (Desai et al., 2017; Singh, 2013). Biasanya, perangkat komputer yang digunakan pada kursi roda cerdas adalah perangkat sistem tertanam (*embedded system*). Pada kursi roda cerdas, perangkat *embedded system* akan digunakan untuk memproses dan mengirimkan hasil pengukuran (*telemetry*) data dari sensor-sensor yang ada pada kursi roda cerdas menggunakan protokol tertentu ke sebuah *server* untuk diperiksa dan dicatat.

Saat ini, cukup banyak penelitian mengenai kursi roda cerdas tetapi kurang memperhatikan desain kursi roda yang berpusat pada pengguna, seperti desain perangkat keras yang kurang terjangkau dan perangkat lunak yang kurang fleksibel bagi sebagian besar pengguna kursi roda cerdas (Desai et al., 2017). Padahal untuk membangun sebuah kursi roda cerdas yang canggih dan mempunyai banyak fitur diperlukan perangkat *embedded system* dengan *resource* yang besar dan tentunya relatif mahal. Selain itu, perangkat *embedded system* juga mempunyai kemampuan pemrosesan terbatas dan memori yang kecil untuk melakukan telemetri data (Lee & Seshia, 2017). Oleh karena itu desain perangkat *embedded system telemetry data* pada kursi roda cerdas perlu disesuaikan dengan kebutuhan pengguna dan kemampuan *resource* pada perangkat *embedded system* itu sendiri.

Dalam konteks komunikasi data, protokol adalah perangkat lunak yang mengatur cara komputer dan perangkat jaringan lainnya bertukar informasi melalui jaringan. Protokol terdiri dari aturan formal, konvensi, dan struktur data. Menurut Javvin Technologies (2004), protokol memastikan bahwa komunikasi antar perangkat berjalan sesuai dengan standar yang ditetapkan. Berdasarkan *w3schools.in*, saat ini ada banyak jenis protokol yang berperan penting dalam mengatur komunikasi antara perangkat yang berbeda di seluruh jaringan. Contohnya adalah TCP, UDP, HTTP, FTP, dan protokol lainnya. Setiap protokol komunikasi data memiliki fungsi dan kegunaannya masing-masing. Pemilihan penggunaan protokol perlu disesuaikan dengan sistem dan perangkat yang akan dibangun karena akan berdampak pada kinerja komunikasi data yang diproses dan keandalan jaringan. Penggunaan protokol yang tidak tepat dapat menyebabkan masalah pada jaringan komunikasi data contohnya *packet loss* ataupun tingginya *delay* (Jonglez, 2020). Sama halnya pada kursi roda cerdas, pemilihan protokol yang akan digunakan pada perangkat *embedded system* perlu diperhatikan agar masalah komunikasi data dapat dihindari.

Untuk memberikan optimasi kinerja perangkat *embedded system telemetry data* pada kursi roda cerdas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian kinerja setiap kombinasi protokol dengan *embedded system telemetry data* pada sebuah kursi roda cerdas menggunakan pendekatan kuantitatif. Dengan dilakukannya

penelitian ini penulis berharap dapat menyediakan kursi roda cerdas yang terjangkau, efisien, dan tepat guna bagi para penggunanya sehingga hak dan kesempatan yang sama bagi para penyandang cacat dapat terwujud.

1.2 Perumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini:

1. Merancang desain kombinasi protokol dan perangkat *embedded system telemetry data* pada kursi roda cerdas.
2. Mengevaluasi kinerja setiap kombinasi protokol dan *embedded system telemetry data* pada kursi roda cerdas berdasarkan *throughput*, besar *latency*, dan jumlah *packet loss*.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan yang perlu diperhatikan. Batasan-batasan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kombinasi protokol dan *embedded system telemetry data* yang akan dirancang terdiri dari 2 protokol.
2. Evaluasi kombinasi protokol dan *embedded system telemetry data* meliputi *throughput*, besar *latency*, dan jumlah *packet loss*.
3. Pengembangan sistem pada sisi backend.
4. Penelitian ini tidak membahas keamanan pengiriman data dan performa database.

1.4 Tujuan Penelitian

Melakukan perbandingan kinerja kombinasi protokol dan *embedded system telemetry data* yang ditentukan berdasarkan *throughput*, besar *latency*, dan jumlah *packet loss*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat berikut:

1. Mengetahui desain kombinasi protokol dan *embedded system telemetry data* dengan kinerja terbaik untuk kursi roda cerdas.
2. Menyediakan kursi roda cerdas yang telah dilengkapi dengan *embedded system telemetry data* yang tepat guna, terjangkau, dan sesuai kebutuhan pengguna kursi roda cerdas.
3. Memberikan dukungan bagi penyandang cacat untuk memperoleh hak dan kesempatan mobilitas yang sama seperti anggota masyarakat lainnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan skripsi ini disusun dengan sistematika bagian pertama, terdiri dari empat bab: Bab 1 yaitu Pendahuluan yang berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan. Bab 2 yaitu Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori yang berisi tinjauan pustaka tentang penelitian-penelitian terkait, dan berbagai tinjauan pustaka spesifik, yaitu tentang kursi roda cerdas, *embedded system telemetry data*, dan *transmission control protocol*. Bab 3 yaitu Metodologi Penelitian yang berisi metode yang akan digunakan dalam penelitian ini. Bab 4 Implementasi dan Pembahasan yang terdiri dari implementasi sistem, hasil pengujian, serta analisis data dan pembahasan. Bab 5 Kesimpulan dan Saran yang terdiri dari kesimpulan dan saran.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang didapat dari skenario pengujian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Masing – masing protokol memiliki kinerja *throughput* yang berbeda. Protokol HTTP memiliki *throughput* yang lebih unggul dibandingkan protokol MQTT untuk jumlah pengiriman 20 paket data, 30 paket data, 50 paket data, dan 100 paket data. Sedangkan protokol MQTT memiliki *throughput* yang lebih unggul ketika paket data yang dikirimkan berjumlah 10 paket data.
2. Protokol MQTT cenderung mempunyai *latency* yang lebih rendah dibandingkan dengan protokol HTTP. Namun demikian, tidak menutup kemungkinan adanya gangguan dan ketidakstabilan sinyal seluler memungkinkan *latency* MQTT lebih tinggi dibandingkan dengan *latency* protokol HTTP.
3. *Packet loss* pada protokol HTTP mengalami peningkatan secara bertahap dari percobaan I hingga IV, sementara protokol MQTT memiliki tingkat *packet loss* yang lebih tinggi dan fluktuatif antar percobaan.
4. Dalam penelitian ini, protokol HTTP menunjukkan kinerja yang lebih baik daripada protokol MQTT. Keunggulan ini disebabkan oleh data telemetri yang dihasilkan dari *embedded system* pada kursi roda cerdas memiliki ukuran paket yang relatif besar, serta terdapat dukungan *library* resmi protokol HTTP yang mempermudah implementasi sistem di aplikasi android.

5.2 Saran

1. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan bahasa pemrograman, modul, jenis database, serta *framework* yang berbeda.
2. Perangkat lunak yang digunakan untuk menguji kinerja protokol perlu diperhatikan cara dan persyaratan penggunaannya agar menghemat waktu dan mempermudah pengujian.
3. Sebaiknya pengujian dilakukan oleh beberapa pengguna aplikasi android sekaligus untuk mengetahui kemampuan server yang sebenarnya.
4. Pengujian protokol akan lebih akurat apabila perangkat *embedded system telemetry data* dioperasikan bersama dengan kursi roda cerdas. Dengan demikian bisa mendekati kondisi yang sebenarnya ketika kualitas sinyal berubah – ubah.



DAFTAR PUSTAKA

- Chai, W., & Irei, A. (2021, June). network protocol. Retrieved from TechTarget: <https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/protocol>
- Craggs, I. (2022, May 16). MQTT Vs. HTTP for IoT. Retrieved from HiveMQ: <https://www.hivemq.com/blog/mqtt-vs-http-protocols-in-iiot/>
- Davis, D. (2002, January 4). Select the right routing protocol for your network. Retrieved from techrepublic: <https://www.techrepublic.com/article/select-the-right-routing-protocol-for-your-network/>
- Desai, S., Mantha, S. S., & Phalle, V. M. (2017). *Advances in Smart Wheelchair Technology*. 1–7.
- Dinculeană, D., & Cheng, X. (2019). Vulnerabilities and Limitations of MQTT Protocol Used between IoT Devices. *Applied Sciences*, 9(5), 848. <https://doi.org/10.3390/app9050848>
- Egli, P. R. (2017). *MQTT-Message Queueing Telemetry Transport Introduction to MQTT, a protocol for M2M and IoT applications*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13210.54721>
- Elgeme, N. A., Mohamed, H. M. I., & Abdulrahman, O. (2022). *Smart Electric Wheelchair System for Disabled People*.
- Fitria, E., Permatasari, D., Putrada, A. G., & Abdurohman, M. (2019). *Analisis Perbandingan Performansi MQTT dan HTTP pada Platform IoT Node-Red*.
- Fizriyani, W., & Assidiq, Y. (2017, October 4). Kursi Roda Pintar Permudah Penyandang Disabilitas. Retrieved from Republika: <https://www.republika.co.id/berita/oxapxy399/kursi-roda-pintar-permudah-penyandang-disabilitas>.
- Gakopoulos, S., Nica, I. G., Bekteshi, S., Aerts, J.-M., Monbaliu, E., & Hallez, H. (2019). Development of a Data Logger for Capturing Human-Machine Interaction in Wheelchair Head-Foot Steering Sensor System in Dyskinetic Cerebral Palsy. *Sensors*, 19(24), 5404. <https://doi.org/10.3390/s19245404>
- Gopi Krishna, P., Sreenivasa Ravi, K., Sailendra Kumar, V., & Sai Kumar, M. (2017). IMPLEMENTATION OF MQTT PROTOCOL ON LOW

- RESOURCED EMBEDDED NETWORK. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 116(6), 161–166. <http://www.ijpam.eu>
- Hartik, A. (2017, October 4). UB Ciptakan Kursi Roda Pintar untuk Penyandang Disabilitas. Retrieved from Kompas: <https://regional.kompas.com/read/2017/10/04/13445441/ub-ciptakan-kursi-roda-pintar-untuk-penyandang-disabilitas>.
- Hasibuan, Ph. D. , Z. A. (2007). *METODOLOGI PENELITIAN PADA BIDANG ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI; Konsep, Teknik, dan Aplikasi*. Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia.
- Javvin Technologies. (2004). *Network Protocols Handbook*.
- Jonglez, B. (2020). *End-to-end mechanisms to improve latency in communication networks*. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03120529>
- Joseph, N. (2021, June). 8 Jenis Kursi Roda Dengan Fungsi Berbeda yang Bisa Jadi Pilihan Anda. Retrieved from hellosehat: <https://hellosehat.com/sehat/informasi-kesehatan/tipe-dan-jenis-kursi-roda/>
- Kodali, R. K., & Mahesh, K. S. (2016). A low cost implementation of MQTT using ESP8266. *Proceedings of the 2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics, IC3I 2016*, 404–408. <https://doi.org/10.1109/IC3I.2016.7917998>
- Krishanmoorthy, S., Wei, Z., Zhang, Y., Jin, H., & Dong, H. (2020). A Study on Optimization of Network latency and Pocket loss Rate. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 937(1), 012054. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/937/1/012054>
- Lee, E. A., & Seshia, S. A. (2017). *INTRODUCTION TO EMBEDDED SYSTEMS A CYBER-PHYSICAL SYSTEMS APPROACH* (Second Edition). MIT Press.
- Madasu, V. K., & Eltaeib, T. (2015). *Web authentication and authorization and Role of HTTP, HTTPS Protocol in Networking*. <https://www.researchgate.net/publication/274074810>
- Maha, J., Sri, K., & Pai, V. (2019). Implementing and Testing of IoT Technology in Agriculture. *International Journal of Innovative Technology and Exploring*

Engineering (IJITEE), 2278–3075.

<https://www.researchgate.net/publication/333134837>

Nishimori, M., Saitoh, T., & Konishi, R. (2007). *Voice Controlled Intelligent Wheelchair*.

Pal, S., Ghosh, S., & Bhattacharya, S. (2017). Study and implementation of environment monitoring system based on MQTT. *ENVIRONMENTAL AND EARTH SCIENCES RESEARCH JOURNAL*, 4(1), 23–28.
<https://doi.org/10.18280/eesrj.040105>

Paulsson, J. S. (2021). *Heads up: Designing a tool for implementing security HTTP-headers*. www.tinyurl.com/mrytb9au

Raj, L. (2019, November 12). Top-Down Design — an Approach for Flawless Software Design and Implementation. Retrieved from DZone:
<https://dzone.com/articles/top-down-design-an-approach-for-flawless-software>

Roy, J. K. (2014, October 16). Telemetry Handbook. Retrieved from Dr Joyanta Kumar Roy: http://www.dr-joyanta-kumar-roy.com/study_material/Telemetry%20systems/Telemetry%20basics.pdf

Sagar Nayak, S., Gupta, P., & Wani, A. B. (2017). Wheel Chair with Health Monitoring System Using IoT. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 04(05), 5. www.irjet.net

Salbiah, N. A. (2019, October 3). 46,5 Persen Siswa SD Kelas 4 Dikatakan Kurang Mampu Membaca. (JawaPos) Retrieved July 31, 2022, from <https://www.jawapos.com/nasional/pendidikan/03/10/2019/465-persen-siswa-sd-kurang-mampu-membaca/>

Sandy, G. (2013, September 23). Kursi Roda Pintar Karya Mahasiswa UGM. Retrieved from Kompasiana: <https://www.kompasiana.com/gapey-sandy/552ff6276ea8343d748b458a/kursi-roda-pintar-karya-mahasiswa-ugm>

Sanjana, A., Amrutha Valli, K. S., Adarsh, Ch., Hrithik Reddy, M. S., Usha Rani, V., & Sridevi, J. (2021). Embedded System Based Smart Wheelchair For Physically Challenged People. *E3S Web of Conferences*, 309, 01122.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130901122>

- Santi Djaeng, D., & Astutik, D. (2017). RANCANG BANGUN LAMPU OTOMATIS DENGAN SENSOR PASSIVE INFRA RED (PIR) BERBASIS RASPBERRY PI. *JURNAL ELEKTRONIK SISTEM INFORMASI DAN KOMPUTER SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER (STMIK) BINA MULIA*, 3(2).
- Shin, S., Kobara, K., Chuang, C.-C., & Huang, W. (2016). A Security Framework for MQTT. *2016 IEEE Conference on Communications and Network Security (CNS): International Workshop on Cyber-Physical Systems Security (CPS-Sec)*.
- Simpson, R. C., Poirot, D., & Baxter, F. (2002). The Hephaestus Smart Wheelchair System. In *IEEE TRANSACTIONS ON NEURAL SYSTEMS AND REHABILITATION ENGINEERING* (Vol. 10, Issue 2).
- Singh, R. (2013). *Smart Wheel Chair*. <https://doi.org/10.13140/2.1.1288.0648>
- Sivakumar, G. P. (n.d.). *Embedded Systems*.
- Smart Wheelchair, Kursi Roda Pintar Bagi Penyandang Disabilitas. (2017, October 5). Retrieved from BRIN: <https://www.brin.go.id/smart-wheelchair-kursi-roda-pintar-bagi-penyandang-disabilitas/>
- Suryanie, A. (2019, October 21). Canggihnya Kursi Roda Pintar Untuk Disabilitas Karya Anak Bangsa. Retrieved from Liputan6: <https://www.liputan6.com/disabilitas/read/4091456/canggihnya-kursi-roda-pintar-untuk-disabilitas-karya-anak-bangsa>
- Technopedia. (2014, October 13). Top-Down Design. Retrieved from Technopedia: <https://www.techopedia.com/definition/9744/top-down-design>
- Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)*. (1999). <http://www.etsi.org>
- W3schools. (n.d.). Types of Network Protocols and Their Uses. Retrieved from W3schools: <https://www.w3schools.in/types-of-network-protocols-and-their-uses>

- Walls, C. (2020, June 16). Bottom Up or Top Down? Retrieved from Embedded Computing Design: <https://embeddedcomputing.com/technology/software-and-os/ides-application-programming/bottom-up-or-top-down>
- Windryani, N. P., Bogi, N., & Mayasari, R. (2019). *ANALISA PERBANDINGAN PROTOKOL MQTT DENGAN HTTP PADA IOT PLATFORM PATRIOT*.
- Wulandari, R. (2016). ANALISIS QoS (QUALITY OF SERVICE) PADA JARINGAN INTERNET (STUDI KASUS: UPT LOKA UJI TEKNIK PENAMBANGAN JAMPANG KULON-LIPI). *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 2, 2443–2229.
- Yu, B., & Goverde, R. (2021, April 26). 393 MILLION CHILDREN UNABLE TO READ: THE WORLD’S SHOCKING LOST POTENTIAL. (Save the Children) Retrieved July 31, 2022, from <https://www.savethechildren.net/news/393-million-children-unable-read-world’s-shocking-lost-potential>
- Yudha Saputra, G., Denhas Afrizal, A., Khusnu Reza Mahfud, F., Angga Pribadi, F., & Jati Pamungkas, F. (2017). PENERAPAN PROTOKOL MQTT PADA TEKNOLOGI WAN (STUDI KASUS SISTEM PARKIR UNIVERISTAS BRAWIJAYA). *Jurnal Informatika Mulawarman*, 12(2).