

202210370311395
Haidar Yusuf
Prodi Informatika

**INTEGRASI PROTOKOL WEBSOCKET DENGAN LLAMA 3.2 DI
UNITY MENGGUNAKAN *REACTIVE PATTERN* UNTUK KOMUNIKASI
ASINKRON**

TUGAS AKHIR



Disusun oleh:
Haidar Yusuf
(202210370311395)

Dosen Pembimbing:
Ir. Hardianto Wibowo, S.Kom., M.T.

Bidang Minat
Game Cerdas

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

**INTEGRASI PROTOKOL WEBSOCKET DENGAN LLAMA
3.2 DI UNITY MENGGUNAKAN REACTIVE PATTERN
UNTUK KOMUNIKASI ASINKRON**

TUGAS AKHIR

**Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Strata-1
Informatika Universitas Muhammadiyah Malang**

Menyetujui,

Malang, 11 April 2026

Dosen Pembimbing 1



Hardianto Wibowo S.Kom, MT.

NIP. 10816120592PNS.

202210370311395
Haidar Yusuf
Prodi Informatika

LEMBAR PENGESAHAN
INTEGRASI PROTOKOL WEBSOCKET DENGAN LLAMA
3.2 DI UNITY MENGGUNAKAN REACTIVE PATTERN
UNTUK KOMUNIKASI ASINKRON

TUGAS AKHIR

Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Strata 1
Informatika Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :
Haidar Yusuf
202210370311395

Tugas Akhir ini telah diuji dan dinyatakan lulus melalui sidang majelis pengujian
pada tanggal 11 April 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1



Hardianto Wibowo S.Kom., MT.
NIP. 10816120592PNS.

Dosen Penguji 1



Luqman Hakim S.Kom., M.Kom.
NIP. 10819030658PNS.

Dosen Penguji 2



Christian Sri Kusuma Aditya
S.Kom., M.Kom
NIP. 180327021991PNS.

Mengetahui,
Jurusan Informatika



Agus Eko Mubarno S.Kom., M.Kom. IPM.
NIP. 10814100540PNS.

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Haidar Yusuf
NIM : 202210370311395
FAK./JUR. : Informatika

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "INTEGRASI PROTOKOL WEBSOCKET DENGAN LLAMA 3.2 DI UNITY MENGGUNAKAN REACTIVE PATTERN UNTUK KOMUNIKASI ASINKRON" beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



Malang, 11 April 2026
Yang Membuat Pernyataan



Haidar Yusuf

Hardianto Wibowo S.Kom, MT.

ABSTRAK

Pengembangan aplikasi interaktif real-time di Unity, khususnya yang melibatkan integrasi Large Language Models (LLM) untuk chatbot, menghadapi tantangan fundamental dalam manajemen komunikasi asinkron akibat arsitektur *single main thread* Unity. Penelitian ini mengusulkan dan mengkaji implementasi *Reactive Pattern* sebagai solusi arsitektural inti untuk mengatasi masalah tersebut, memungkinkan komunikasi yang responsif dan non-blocking. Sistem ini menggunakan protokol WebSocket untuk interaksi dengan model LLM Llama 3.2 (secara spesifik, model fine-tuned *sampri-custom:latest*) yang dijalankan melalui Ollama. WebSocket dipilih karena karakteristik teknisnya yang secara inheren mendukung komunikasi dua arah berlatensi rendah dan *streaming* data, yang sangat esensial untuk interaksi LLM yang dinamis. Fokus utama penelitian adalah pada perancangan, implementasi, dan analisis efektivitas *Reactive Pattern* dalam memanfaatkan keunggulan WebSocket tersebut di lingkungan Unity, guna memastikan interaksi dengan LLM dapat berjalan optimal tanpa mengorbankan responsivitas aplikasi. Kontribusi utama penelitian ini adalah penyediaan panduan arsitektural dan analisis implementasi *Reactive Pattern* dalam konteks spesifik Unity-WebSocket-LLM. Hasil akhir yang diharapkan adalah sistem chatbot yang stabil dan responsif, yang mendemonstrasikan kelayakan dan efektivitas pendekatan arsitektural yang diusulkan.

Kata Kunci : *Reactive Pattern*, Komunikasi Asinkron, Unity, WebSocket, Llama 3.2, LLM, Arsitektur Perangkat Lunak, Desain Reaktif.

ABSTRACT

The development of real-time interactive applications in Unity, particularly those involving the integration of Large Language Models (LLMs) for chatbots, faces a fundamental challenge in managing asynchronous communication due to Unity's single main thread architecture. This research proposes and investigates the implementation of a Reactive Pattern as a core architectural solution to address this issue, enabling responsive and non-blocking communication. The system utilizes the WebSocket protocol for interaction with the Llama 3.2 LLM (specifically, the fine-tuned `sampri-custom:latest` model) accessed via Ollama. WebSocket is chosen for its technical characteristics that inherently support low-latency, full-duplex communication and data streaming, which are essential for dynamic LLM interactions. The primary focus of the research is on the design, implementation, and analysis of the effectiveness of the Reactive Pattern in leveraging these WebSocket advantages within the Unity environment, to ensure optimal interaction with the LLM without sacrificing application responsiveness. The main contribution of this research is the provision of an architectural guide and implementation analysis of the Reactive Pattern in the specific context of Unity-WebSocket-LLM. The expected outcome is a stable and responsive chatbot system, demonstrating the feasibility and effectiveness of the proposed architectural approach.

Keywords: Reactive Pattern, Asynchronous Communication, Unity, WebSocket, Llama 3.2, LLM, Software Architecture, Reactive Design.

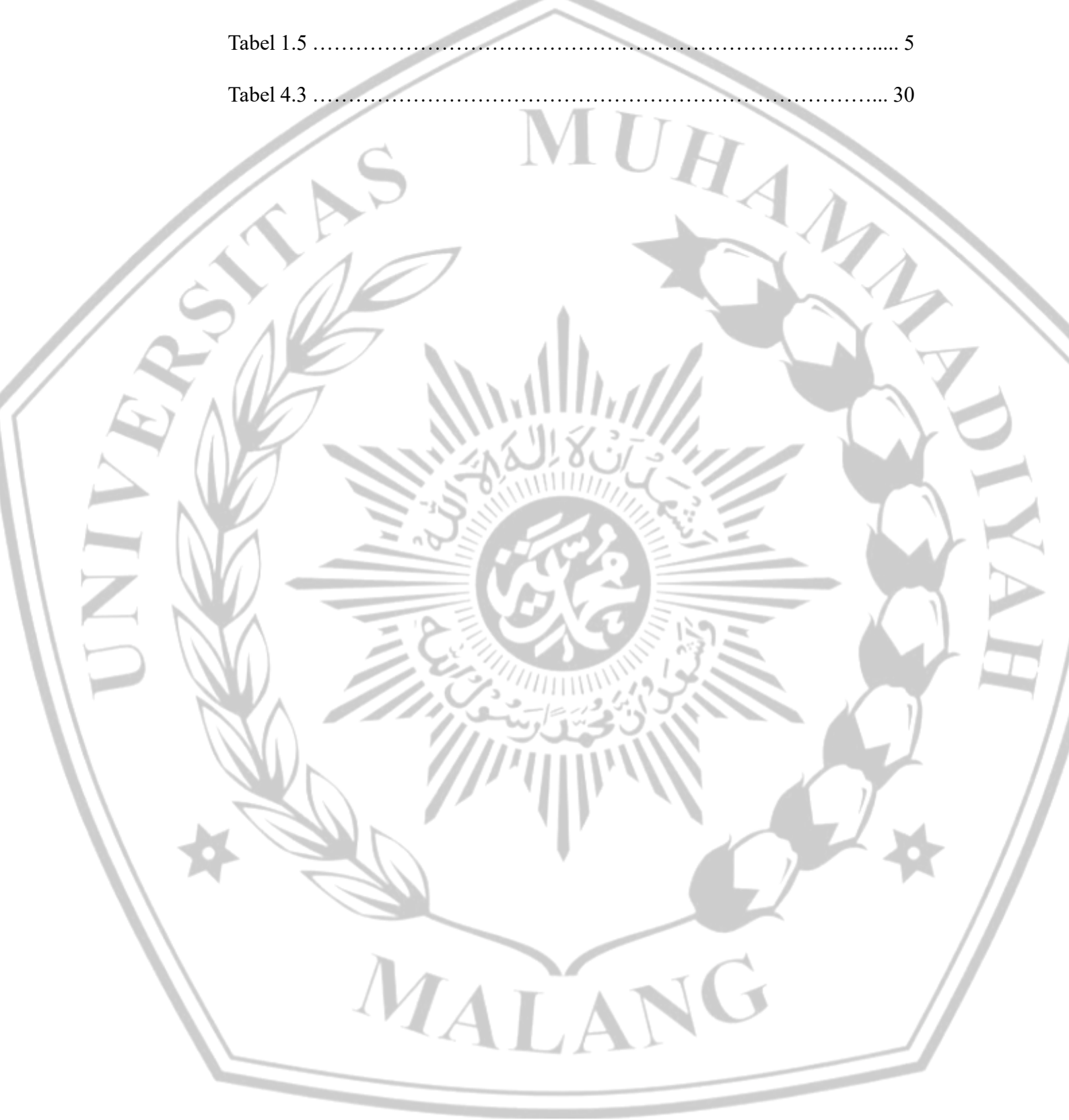
DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Jadwal Pengerjaan	4
BAB II	6
2.1 Studi Literatur	6
2.2 Kerangka Teori	8
2.2.1 Protokol HTTP dan WebSocket	9
2.2.2 Reactive Pattern dan Arsitektur Berbasis Kejadian	10
2.2.3 Integrasi Unity C# dan Komunikasi Asinkron	11
2.2.4 Llama 3.2 dan Ollama	12
2.3 Konteks Penelitian	12
2.4 Teknik Pengumpulan Data	13
2.5 Verifikasi dan Validasi	14
BAB III	15

3.1	Desain Arsitektur	15
3.1.1	Klien Unity (Frontend)	15
3.1.2	Server Proxy WebSocket (Middleware)	16
3.1.3	Server Ollama dengan LLM (Backend)	16
3.2	Implementasi <i>Reactive Pattern</i> di Unity	18
3.3	Implementasi Komunikasi	21
3.4	Implementasi Komponen Pendukung di Unity	22
3.5	Pelaksanaan Validasi dan Analisis Arsitektural	22
3.6	Hasil dan Analisis Penelitian	24
BAB IV		26
4.1	Verifikasi Fungsional Sistem dan Alur Kerja Komunikasi End-to-End ...	26
4.2	Analisis Kuantitatif: Efektivitas <i>Reactive Pattern</i> dalam Menjaga Responsivitas Aplikasi	27
4.3	Analisis Kinerja Komunikasi: Latensi dan Throughput dalam Arsitektur WebSocket	30
4.4	Pembahasan Implikasi Arsitektural dan Praktis	31
BAB V		34
DAFTAR PUSTAKA		36
LAMPIRAN		40
Lampiran A. Output Asinkron		40
Lampiran B. Output Complete		40
Lampiran C: Console Log		40

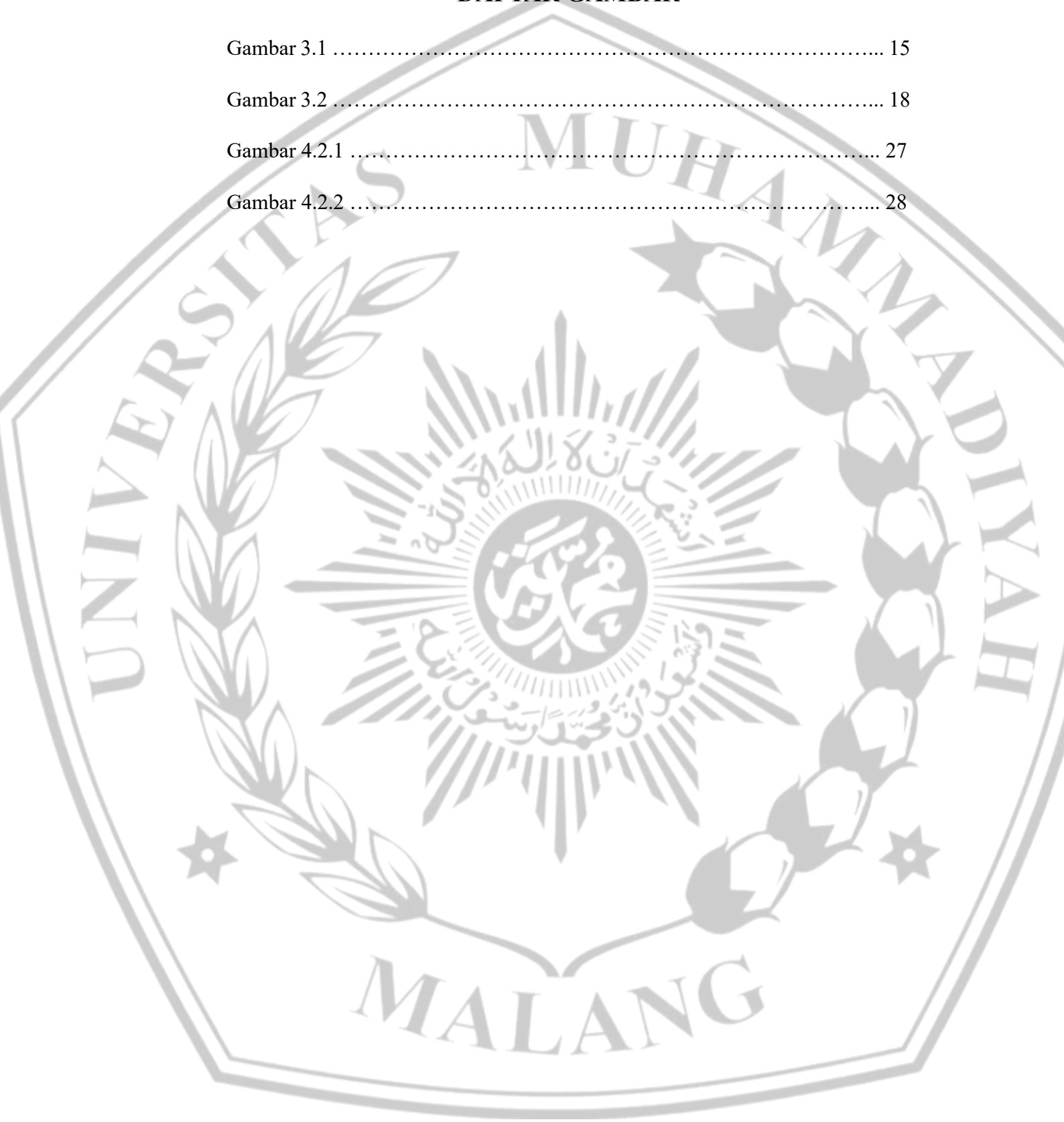
DAFTAR TABEL

Tabel 1.5	5
Tabel 4.3	30



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	15
Gambar 3.2	18
Gambar 4.2.1	27
Gambar 4.2.2	28



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Touvron, H., Martin, L., Stone, K., Albert, P., Almahairi, A., Babaei, Y., ... & Scialom, T. (2023). Llama 2: Open Foundation and Fine-Tuned Chat Models. *arXiv preprint arXiv:2307.09288*.
- [2] Paduraru, C., Stefanescu, A., & Jianu, A. (2024). Unit Test Generation using Large Language Models for Unity Game Development. In *Proceedings of the 1st ACM International Workshop on Foundations of Applied Software Engineering for Games (FaSE4Games 24)* (pp. 1-7). ACM. (DOI: 10.1145/3663532.3664466)
- [3] Sukhija, N., Jindal, N., & Kumar, N. (2022). HTTP/2 and HTTP/3: A Comparative Study. In *2022 2nd International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE)* (pp. 2019-2024). IEEE. (DOI: 10.1109/ICACITE53722.2022.9823881)
- [4] Islam, M. M., Liza, F. T., Kabir, M. H., & Roy, S. (2021). A comprehensive survey on HTTP/3: A new and improved web protocol. *Journal of Network and Computer Applications*, 190, 103135. (DOI: 10.1016/j.jnca.2021.103135)
- [5] Mozilla Developer Network (MDN). (2024). *WebSockets API*. Mozilla. Diakses dari https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebSockets_API
- [6] Wang, Q., Li, B., & Yan, J. (2020). A Survey on WebSocket Security. In *2020 IEEE International Conference on Web Services (ICWS)* (pp. 326-333). IEEE. (DOI: 10.1109/ICWS49710.2020.00052)
- [7] Łasocha, W. P., & Badurowicz, M. (2021). Comparison of WebSocket and HTTP protocol performance. *Journal of Computer Sciences Institute*, 19, 67-74. (DOI: 10.35784/jcsi.2329)
- [8] Alviando, L., Bhawiyuga, A., & Kartikasari, D. P. (2023). Penerapan WebSocket pada Sistem Live Chat berbasis Web (Studi Kasus Website Kwikku.com). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(2), 854-862.

- [9] Richards, M., & Ford, N. (2020). *Fundamentals of Software Architecture: An Engineering Approach*. O'Reilly Media. (ISBN: 978-1492043454)
- [10] Harrer, S. (2021). *Event-Driven Architectures in Practice: A Guide to Building Scalable and Resilient Systems*. O'Reilly Media. (ISBN: 978-1492093022)
- [11] Biradar, P. A., Ahmed, R., Bharadwaj, R., & Rishith, P. (2024). Real Time Communication using Web Sockets. Available at SSRN 4912638. (DOI: 10.2139/ssrn.4912638)
- [12] Sharma, R., & Sahoo, G. (2022). Performance Analysis of WebSocket and HTTP/2 for Real-Time Web Applications. In *Intelligent Systems Design and Applications: Proceedings of the 21st International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA 2021)* (pp. 615-625). Springer International Publishing. (DOI: 10.1007/978-3-030-96308-8_58)
- [13] Liu, Y., Zhang, Y., & Wang, L. (2023). Asynchronous Communication and Message Queue in Distributed Microservices Architecture. In *2023 International Conference on Networking, Communication and Computer Technology (NCCCT)* (pp. 1-6). IEEE. (DOI: 10.1109/NCCCT58795.2023.00010)
- [14] Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., ... & Amodei, D. (2020). Language models are few-shot learners. *Advances in neural information processing systems*, 33, 1877-1901.
- [15] Tang, J., Sarokin, R., Lee, J., Ignasheva, E., Jensen, G., Chen, L., ... & Grundmann, M. (2024). Scaling On-Device GPU Inference for Large Generative Models. *arXiv preprint arXiv:2405.00232*.
- [16] OpenAI. (2023). GPT-4 Technical Report. *arXiv preprint arXiv:2303.08774*.
- [17] Chakraborty, S., & Aithal, P. S. (2023). Smart Home Simulation in CoppeliaSim Using C# Through WebSocket. Available at SSRN 4541120. (DOI: 10.2139/ssrn.4541120)

- [18] Verma, H. M. (2021). Internet of Robotics Things (IoRT) Based Integration of Robotic Applications for Advanced Research. *Wasit Journal of Computer and Mathematics Sciences*, 1(2), 9-16.
- [19] Zhu, S., Stuttaford-Fowler, A., Fahmy, A., Li, C., & Sienz, J. (2021, September). Development of a low-cost data glove using flex sensors for the robot hand teleoperation. In *2021 3rd International Symposium on Robotics & Intelligent Manufacturing Technology (ISRIMT)* (pp. 47-51). IEEE. (DOI: 10.1109/ISRIMT53795.2021.9620584)
- [20] W3C. (2021). *WebSockets Standard*. Living Standard. Diakses dari <https://websockets.spec.whatwg.org/>.
- [21] B. Soewito, Christiana, F. E. Gunawan, Diana, dan I. G. P. Kusuma, "WebSocket to Support Real Time Smart Home Applications," *Procedia Computer Science*, vol. 157, hal. 560-566, 2019.
- [22] K. E. Ogundeyi dan C. Yinka-Banjo, "WebSocket in Real Time Application," *Nigerian Journal of Technology (NIJOTECH)*, vol. 38, no. 4, hal. 1010-1020, Okt. 2019.
- [23] S. Chakraborty dan P. S. Aithal, "Smart Home Simulation in CoppeliaSim Using C# Through WebSocket," *International Journal of Case Studies in Business, IT, and Education (IJCSBE)*, vol. 7, no. 2, hal. 238-250, Jun. 2023.
- [24] M. F. Tsaqief dan J. Sutopo, "Comparative Performance Analysis Between the MQTT and WebSocket Protocols," *Bit-Tech (Binary Digital - Technology)*, vol. 8, no. 2, hal. 2227-2237, Des. 2025.
- [25] M. Hlayel, H. Mahdin, dan H. A. M. Adam, "Latency Analysis of WebSocket and Industrial Protocols in Real-Time Digital Twin Integration," *International Journal of Engineering Trends and Technology*, vol. 73, no. 1, hal. 120-135, Jan. 2025.
- [26] J. Gregory, *Game Engine Architecture*, 3rd ed. Boca Raton: A K Peters/CRC Press, 2018.

[27] J. Wendroth and B. Jaeger, "A Brief Overview on HTTP," *Technical University of Munich, Germany*, 2022.

[28] M. H. Dropmann, "A Performance Analysis of HTTP/3 over QUIC versus HTTP/2 under Variable Network Conditions," Master's thesis, Paris-Lodron-Universität Salzburg, 2025.

[29] G. Perna, M. Trevisan, D. Giordano, and I. Drago, "A first look at HTTP/3 adoption and performance," *Computer Communications*, vol. 187, pp. 115–124, 2022, doi: 10.1016/j.comcom.2022.02.001.

[30] V. K. C. Gorantla, "A Hybrid WebSocket-REST Approach for Scalable Real-Time API Design," *International Journal of Emerging Trends in Computer Science and Information Technology*, vol. 2, no. 3, pp. 60–69, 2021.



UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
MALANG



FORM CEK PLAGIARISME LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Haidar Yusuf
NIM : 202210370311395
Judul TA : INTEGRASI PROTOKOL WEBSOCKET DENGAN LLAMA
3.2 DI UNITY MENGGUNAKAN REACTIVE PATTERN
UNTUK KOMUNIKASI ASINKRON

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiarisme (%)	Hasil Cek Plagiarisme (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	4%
2.	Bab 2 – Daftar Pustaka	25 %	0%
3.	Bab 3 – Analisis dan Perancangan	25 %	0%
4.	Bab 4 – Implementasi dan Pengujian	15 %	0%
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	0%
6.	Makalah Tugas Akhir	20%	0%

*) Hasil cek plagiarism diisi oleh pemeriksa (staf TU)

*) Maksimal 5 kali (4 Kali sebelum ujian, 1 kali sesudah ujian)

Mengetahui,

Pemeriksa (Staff TU)

Haidar

(.....)



Kampus I

Jl. Baniwangun 1 Malang, Jawa Timur
P. +62 341 551 292 (Hunting)
F. +62 341 460 435

Kampus II

Jl. Baniwangun Sutarso No 188 Malang, Jawa Timur
P. +62 341 551 149 (Hunting)
F. +62 341 562 069

Kampus III

Jl. Raya Tlogomas No 246 Malang, Jawa Timur
P. +62 341 464 318 (Hunting)
F. +62 341 460 435
E. webmaster@umm.ac.id