

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
INTISARI.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	10
1.3. Batasan Penelitian.....	10
1.4. Tujuan Penelitian.....	11
1.5. Manfaat Penelitian.....	12
1.6. Sistematika Penulisan.....	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	15
BAB III LANDASAN TEORI.....	33
3.1. Arsitektur Monolitik.....	33
3.2. Arsitektur <i>Microservices</i>	34
3.3. Interservice Communication.....	39
3.3.1. Synchronous.....	40
3.3.2. Asynchronous.....	41
3.4. Chatbot.....	43
3.5. Generative Artificial Intelligence.....	45
3.5.1. Large Language Model.....	45

3.9.1. Generative Pre-trained Transformer.....	47
3.6. Docker.....	47
3.7. Ubuntu Linux.....	49
3.8. Google Cloud.....	50
3.9. Python Programming Language.....	52
3.9.1. Object Oriented Programming (OOP).....	52
3.9.2. FastAPI.....	53
3.10. MySQL.....	54
3.11. Redis.....	55
3.12. Grafana k6.....	56
3.13. Glances.....	56
3.14. Pengujian Beban (<i>Load Testing</i>).....	57
3.15. Non-Parametric Regression Model.....	58
3.15.1. Nadaraya-Watson Estimator.....	59
3.15.2. Bandwidth (h).....	60
3.15.3. Fungsi Kernel K.....	61
3.16. <i>Quality of Services</i>	61
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....	62
4.1. Deskripsi Penelitian.....	63
4.2. Tahapan Penelitian.....	65
4.3. Rancangan Sistem.....	69
4.3.1. Rancangan Umum Sistem.....	69
4.3.2. Rancangan Arsitektur Monolitik.....	76
4.3.3. Rancangan Arsitektur <i>Microservices</i>	78
4.4. Pengujian dan Pengumpulan Data.....	80
4.5. Analisis Komparasi Sistem.....	85
BAB V IMPLEMENTASI.....	88

5.1. Pengembangan Sistem Aplikasi.....	8
5.2.1. Arsitektur sistem.....	88
5.2.2. Implementasi Monolithic.....	91
5.2.3. Implementasi <i>Microservices</i>	100
5.2. Infrastruktur Sistem.....	111
5.3. Instalasi Sistem.....	116
5.4. Konfigurasi Sistem.....	122
5.5. Pengujian Sistem.....	123
5.6. Pengolahan Data.....	132
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN.....	134
6.1. Analisis Hasil Pengujian.....	134
6.2. Analisis Metrik Sistem.....	155
6.3. Analisis dan Evaluasi Kualitas Sistem.....	222
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	229
7.1. Kesimpulan.....	229
7.1. Saran.....	231
DAFTAR PUSTAKA.....	233
LAMPIRAN.....	239
Lampiran 1. <i>Script</i> Instalasi Program Dasar.....	239
Lampiran 2. <i>Script</i> Bash install-mysql.sh.....	242
Lampiran 3. <i>Script</i> Bash install-redis.sh.....	246
Lampiran 4. <i>Script</i> Bash install-k6.sh.....	250
Lampiran 5. <i>Script</i> Bash install-glances.sh.....	252
Lampiran 6. <i>Script</i> Pengujian Sistem main.js.....	254
Lampiran 7. <i>Script</i> Bash run-load-testing.sh.....	263
Lampiran 8. <i>Script</i> Bash run-glances.sh.....	267
Lampiran 9. <i>Script</i> Python run_glances_jsonl_logger.py.....	271

Lampiran 10. Sampel Data Hasil Glances.....	274
Lampiran 11. Sampel Data Hasil k6.....	288

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel Perbandingan Penelitian.....	27
Table 5.1. Spesifikasi Google Compute Engine.....	114
Tabel 6.1. Kelompok Metrik Jumlah dan Rerata.....	135
Tabel 6.2 Metrik Durasi Selama Pengujian.....	140
Tabel 6.3. Metrik checks dan http_req_success.....	152
Tabel 6.4 Ringkasan Statistik Penggunaan CPU.....	160
Tabel 6.5. Ringkasan Statistik Penggunaan Memori.....	165
Tabel 6.6. Ringkasan Statistik <i>read_bytes_rate_per_sec</i>	171
Tabel 6.7. Ringkasan Statistik <i>read_bytes_gauge</i>	174
Tabel 6.8. Ringkasan Statistik <i>read_count_rate_per_sec</i>	179
Tabel 6.9. Ringkasan Statistik <i>read_count_gauge</i>	183
Tabel 6.10. Ringkasan Statistik <i>write_bytes_rate_per_sec</i>	188
Tabel 6.11. Ringkasan Statistik <i>write_bytes_gauge</i>	192
Tabel 6.12. Ringkasan Statistik <i>write_count_rate_per_sec</i>	198
Tabel 6.13. Ringkasan Statistik <i>write_count_gauge</i>	201
Tabel 6.14. Ringkasan Statistik <i>bytes_recv_rate_per_sec</i>	207
Tabel 6.15. Ringkasan Statistik <i>bytes_recv_gauge</i>	211
Tabel 6.16. Ringkasan Statistik <i>bytes_sent_rate_per_sec</i>	217
Tabel 6.17. Ringkasan Statistik <i>bytes_sent_gauge</i>	220

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Tren Teknologi Tahun 2023 (Yee dkk., 2024).....	2
Gambar 3.1. Arsitektur Monolitik dan <i>Microservices</i>	35
Gambar 3.2. Komunikasi <i>synchronous</i> dan <i>asynchronous</i> (Montemagno dkk. 2022).....	40
Gambar 3.3. Komunikasi asinkron berbasis message (G. B. & N. S., 2021; Shafabakhsh dkk., 2020).....	42
Gambar 3.4. Logo Ubuntu Linux (Wikipedia, 2024a).....	49
Gambar 3.5. Layanan Google Cloud (Google Cloud, t.t.).....	51
Gambar 3.6. Antarmuka CLI Glances (Hennion, 2024).....	57
Gambar 4.1. <i>Flowchart</i> Tahapan Penelitian.....	65
Gambar 4.2. Rancangan Aplikasi Chatbot.....	70
Gambar 4.3. Aplikasi Chatbot dengan Arsitektur Monolitik.....	76
Gambar 4.4. Aplikasi Chatbot dengan Arsitektur <i>Microservices</i>	78
Gambar 4.5. Pengujian Beban.....	81
Gambar 4.6. Cuplikan dataset LMSYS-Chat-1M.....	83
Gambar 4.7. Pengujian dan Pengumpulan Data.....	84
Gambar 5.1 Arsitektur Sistem Chatbot pada Infrastruktur Google Cloud.....	89
Gambar 5.2. Struktur file aplikasi chatbot monolitik.....	93
Gambar 5.3. <i>Script</i> Python <code>uvicorn_config.py</code>	94
Gambar 5.4. <i>Script</i> Python <code>main.py</code>	95
Gambar 5.5. <i>Script</i> Python <code>worker.py</code>	97
Gambar 5.6. <i>Script</i> Python <code>run_worker.py</code>	98
Gambar 5.7. Dockerfile pada arsitektur monolitik.....	99
Gambar 5.8. Konfigurasi Docker Compose pada arsitektur monolitik.....	100
Gambar 5.9. Struktur Direktori aplikasi chatbot <i>microservices</i>	102
Gambar 5.10. Struktur Direktori service <code>main-service</code>	102

Gambar 5.11. Implementasi <i>Script</i> main.py pada main-service.....	103
Gambar 5.12. Implementasi <i>Script</i> uvicorn_config.py pada main-service.....	104
Gambar 5.13. Dockerfile pada main-service.....	105
Gambar 5.14. Implementasi <i>Script</i> worker.py pada run-service.....	106
Gambar 5.15. Implementasi <i>Script</i> run_worker.py pada main-service.....	108
Gambar 5.16. Konfigurasi Docker Compose pada arsitektur <i>microservices</i>	110
Gambar 5.17. Topologi Jaringan Sistem Chatbot.....	114
Gambar 5.18. <i>Script</i> Bash install-monolithic.sh.....	119
Gambar 5.19. <i>Script</i> Bash install-microservices.sh.....	121
Gambar 5.20. File .env pada Aplikasi Microservices.....	123
Gambar 5.21. Cuplikan Konfigurasi pada Skenario Low.....	126
Gambar 5.22. Cuplikan Konfigurasi pada Skenario Medium.....	127
Gambar 5.22. Cuplikan Konfigurasi pada Skenario High.....	128
Gambar 5.23. Alur Pengujian Sistem.....	129
Gambar 5.24. Contoh <i>Command</i> Bash Menjalankan <i>Script</i> Pengujian.....	130
Gambar 5.25. Contoh <i>Command</i> Bash Menjalankan <i>Script</i> Monitoring.....	132
Gambar 6.1. Grafik Perbandingan CPU <i>Utilization</i>	157
Gambar 6.2. Perbandingan CPU <i>Utilization (Smoothed)</i>	160
Gambar 6.3. Perbandingan Penggunaan <i>Memory</i>	162
Gambar 6.4. Perbandingan Penggunaan <i>Memory (Smoothed)</i>	165
Gambar 6.5. Grafik <i>read_bytes_rate_per_sec</i> pada Disk sda.....	168
Gambar 6.6. Grafik <i>read_bytes_rate_per_sec</i> pada Disk sda (<i>Smoothed</i>).....	170
Gambar 6.7. Grafik <i>read_bytes_gauge</i> pada Disk sda.....	173
Gambar 6.8. Grafik <i>read_count_rate_per_sec</i> pada Disk sda.....	176
Gambar 6.9. Grafik <i>read_count_rate_per_sec</i> pada Disk sda (<i>Smoothed</i>).....	178
Gambar 6.10. Grafik <i>read_count_gauge</i> pada Disk sda.....	181
Gambar 6.11. Grafik <i>write_bytes_rate_per_sec</i> pada Disk sda.....	184

Gambar 6.12. Grafik <i>write_bytes_rate_per_sec</i> pada Disk sda (<i>Smoothed</i>).....	187
Gambar 6.13. Grafik <i>write_bytes_gauge</i> pada Disk sda.....	191
Gambar 6.14. Grafik <i>write_count_rate_per_sec</i> pada Disk sda.....	194
Gambar 6.15. Grafik <i>write_count_rate_per_sec</i> pada Disk sda (<i>Smoothed</i>).....	197
Gambar 6.16. Grafik <i>write_count_gauge</i> pada Disk sda.....	200
Gambar 6.17. Grafik <i>bytes_recv_rate_per_sec</i>	204
Gambar 6.18. Grafik <i>bytes_recv_rate_per_sec</i> (<i>Smoothed</i>).....	206
Gambar 6.19. Grafik <i>bytes_recv_gauge</i>	209
Gambar 6.20. Grafik <i>bytes_sent_rate_per_sec</i>	212
Gambar 6.21. Grafik <i>bytes_sent_rate_per_sec</i> (<i>Smoothed</i>).....	215
Gambar 6.22. Grafik <i>bytes_sent_gauge</i>	219