



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS PERFORMA AUTHORIZATION SERVER
OAUTH 2.0 BERBASIS RUST DAN JAVA**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
RAFI ANINDITO
2207411058
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



ANALISIS PERFORMA AUTHORIZATION SERVER OAUTH 2.0 BERBASIS RUST DAN JAVA

SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat-Syarat yang Diperlukan untuk
Memperoleh Diploma Empat Politeknik**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

RAFII ANINDITO

2207411058

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rafii Anindito
NIM : 2207411058
Jurusan/Program Studi : T.Informatika dan Komputer / Teknik Informatika
Judul skripsi : Analisis Performa Authorization Server OAuth 2.0
Berbasis Rust dan Java

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung cirri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Depok, 15 Juli 2026 Yang
membuat pernyataan



Rafii Anindito
NIM 2207411058



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Rafii Anindito
NIM : 2207411058
Program Studi : Teknik Informatika
Judul Skripsi : Analisis Performa Authorization Server OAuth 2.0 Berbasis Rust dan Java

Telah diuji oleh tim penguji dalam sidang skripsi pada hari Kamis, Tanggal 2, dan Bulan Juli, Tahun 2026 dan dinyatakan LULUS.

Disahkan oleh :

Pembimbing I : Iik Muhamad Malik Matin, S.Kom. M.T.

Penguji I : Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom

Penguji II : Rizki Elisa Nalawati, S.T., M.T

Penguji III : Chairul Fikri, M Kom

Mengetahui :

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer

Ketua



Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.

NIP 197908032003122003



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rafii Anindito

NIM 2207411058

Jurusan/Program Studi : T.Informatika dan Komputer / Teknik Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan , menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisis Performa Authorization Server OAuth 2.0 Berbasis Rust dan Java

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta Berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 15 Juli 2026

Yang Menyatakan



Rafii Anindito

NIM 2207411058



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Performa Authorization Server OAuth 2.0 Berbasis Rust dan Java” sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Terapan pada Program Studi D4-Teknik Informatika di Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa proses penyusunan skripsi ini tidak akan berjalan lancar tanpa adanya bimbingan, arahan, doa, serta dukungan moral dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang tulus kepada:

1. Ibu Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika dan Komputer.
2. Ibu Euis Oktavianti, S.Si., M.TI., selaku Kepala Program Studi Teknik Informatika, yang telah memberikan arahan dan masukan kepada penulis dalam proses awal penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Iik Muhamad Malik Matin S.Kom. M.T., selaku dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran, waktu, dan ilmu telah memberikan bimbingan, arahan, serta dukungan luar biasa kepada penulis selama seluruh proses penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Bapak/Ibu dosen serta staf Jurusan Teknik Informatika dan Komputer Politeknik Negeri Jakarta yang telah membimbing, memberikan ilmu, bantuan, serta motivasi berharga selama masa studi penulis.
5. Ibu penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan, pengorbanan, dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Kakak penulis yang selalu memberikan dukungan moral, serta doa terbaik di setiap waktu.
7. Nilou, yang turut menemani penulis dalam mengurangi stres dan kejenuhan selama proses penyusunan skripsi ini.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

8. Sahabat dan teman-teman seperjuangan angkatan 2022, khususnya kelas D4-Teknik Informatika, yang selalu memberikan semangat, kebersamaan, dan memori indah selama masa studi.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi dunia pendidikan maupun pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi informasi. Penulis juga menyadari masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini, oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan ke depannya.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan sistem autentikasi dan otorisasi modern serta menjadi referensi bagi penelitian dan implementasi Authorization Server berbasis OAuth 2.0 dan OpenID Connect di masa mendatang.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Depok, 8 Juni 2026

Penulis,

Rafii Anindito

NIM 2207411058

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



ABSTRAK

Layanan autentikasi dan otorisasi pada arsitektur sistem terdistribusi merupakan komponen kritis yang harus mampu melayani permintaan dalam jumlah besar dengan latensi rendah dan konsumsi sumber daya yang efisien. Penelitian ini bertujuan menganalisis dan membandingkan performa authorization server OAuth 2.0 yang diimplementasikan menggunakan Rust (Actix-web) dan Java (Quarkus, JVM mode) sebagai representasi paradigma pemrograman tanpa dan dengan garbage collection. Pengujian dilakukan terhadap lima endpoint kritis authorization flow dalam 11 skenario, yang terdiri atas lima skenario beban normal, lima skenario simulasi serangan Distributed Denial of Service (DDoS) pada lapisan aplikasi, serta satu skenario DDoS Extreme pada endpoint /auth/login, menggunakan k6 sebagai load generator serta Prometheus dan Grafana untuk pemantauan sumber daya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa implementasi berbasis Rust memberikan performa yang lebih baik pada 10 dari 11 kasus pengujian berdasarkan kombinasi metrik latensi, throughput, dan efisiensi penggunaan sumber daya. Pada skenario DDoS Extreme, implementasi Rust mencapai throughput sebesar 265,508 req/s dengan error rate 39,68%, sedangkan implementasi Java hanya mencapai 76,257 req/s dengan error rate 90,18%. Selain itu, implementasi Rust menghasilkan Docker image berukuran 164 MB dengan startup time rata-rata 0,079 detik, sedangkan implementasi Java menghasilkan Docker image 574 MB dengan startup time rata-rata 2,966 detik. Implementasi Rust selanjutnya diintegrasikan ke dua aplikasi web kampus berbasis Vue.js untuk memvalidasi fungsionalitas OAuth 2.0, OpenID Connect (OIDC), PKCE, Single Sign-On (SSO), Role-Based Access Control (RBAC), dan JWT/JOSE. Pengujian fungsionalitas terhadap 25 responden menunjukkan tingkat keberhasilan SSO sebesar 96,00%, akurasi routing RBAC sebesar 92,00%, dan rata-rata skor pengalaman pengguna sebesar 4,32 dari skala 5. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model runtime tanpa garbage collection memberikan efisiensi yang lebih baik untuk implementasi authorization server pada sistem terdistribusi modern, terutama dalam hal latensi, throughput, efisiensi penggunaan memori, dan ketahanan terhadap beban tinggi.

Kata kunci: authorization server, garbage collection, OAuth 2.0, Rust, Java, performance benchmarking, distributed systems

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan dan Manfaat	5
1.4.1 Tujuan Penelitian	5
1.4.2 Manfaat Penelitian	5
1.5 Sistematika Penulisan	6
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Sistem Terdistribusi dan Komputasi Awan	7
2.2 <i>Microservices Architecture</i>	8
2.3 <i>Authorization Server</i>	10
2.4 OAuth 2.0 dan OpenID Connect	12
2.5 Standar Keamanan Implementasi OAuth 2.0	14
2.6 JWT dan Token-Based Authentication	16
2.7 Metrik Performa dan Konsumsi Sumber Daya	19
2.8 Bahasa Pemrograman dan Model Runtime	21
2.8.1 <i>Bahasa dengan Garbage Collection (Java)</i>	21
2.8.2 <i>Bahasa tanpa Garbage Collection (Rust)</i>	24



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2.9	Garbage Collection dan Pengelolaan Memori	26
2.10	<i>Benchmarking</i> dan Metodologi Pengujian	28
2.11	Serangan DDoS	30
2.12	Pengujian Fungsional dan Penerimaan Pengguna.....	32
2.13	Sequence Diagram	33
2.14	Deployment Diagram	36
2.15	<i>Activity Diagram</i>	39
2.16	Relational Schema.....	42
2.17	Penelitian Terdahulu	45
2.17.1	Resource Efficiency & System Performance.....	46
2.17.2	<i>Programming Languages & Runtime Systems</i>	53
2.17.3	<i>Authorization Servers, OAuth2, JWT & Security Systems</i>	66
2.17.4	<i>Performance Evaluation & Resource Measurement Methodology</i>	80
BAB III		88
METODE PENELITIAN		88
3.1	Rancangan Penelitian	88
3.2	Tahapan Penelitian	91
3.2.1	Lingkungan dan Konfigurasi Pengujian.....	91
3.2.2	Perancangan Implementasi Authorization Server.....	95
3.2.3	Skenario dan Prosedur Pengujian Performa.....	114
3.2.4	Perancangan Integrasi dan Pengujian Fungsionalitas	123
3.2.5	Instrumen Penilaian Pengguna.....	127
3.2.6	Metode Pengukuran dan Analisis Data.....	131
3.3	Objek Penelitian	134
3.3.1	Variabel Bebas	135
3.3.2	Variabel Terikat	136
3.3.3	Variabel Kontrol.....	137
BAB IV		138
HASIL DAN PEMBAHASAN		138
4.1	Implementasi <i>Authorization Server</i>	138
4.1.1	Konfigurasi Lingkungan Pengujian Aktual	138
4.1.2	Implementasi Berbasis Rust (Actix-web)	138



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.1.3	Implementasi Berbasis Java (Quarkus, JVM Mode).....	139
4.2	Pelaksanaan Pengujian	139
4.3	Hasil Pengujian Beban Normal.....	141
4.3.1	Endpoint /.well-known/jwks.json.....	141
4.3.2	Endpoint /oauth/authorize.....	144
4.3.3	Endpoint /oauth/introspect.....	148
4.3.4	Endpoint /oauth/token.....	151
4.3.5	Endpoint /auth/login.....	155
4.4	Hasil Pengujian Beban DDoS	159
4.4.1	Endpoint /.well-known/jwks.json.....	159
4.4.2	Endpoint /oauth/authorize.....	162
4.4.3	Endpoint /oauth/introspect.....	166
4.4.4	Endpoint /oauth/token.....	169
4.4.5	Endpoint /auth/login.....	173
4.5	Hasil Pengujian DDoS Extreme.....	176
4.6	Analisis Perbandingan Keseluruhan	180
4.6.1	Startup Time dan Ukuran Docker Image.....	180
4.6.2	Rekapitulasi 11 Kasus: Rust vs Java.....	181
4.6.3	Pengaruh Model Runtime dan Model Konkuren terhadap Performa..	183
4.7	Implementasi Integrasi Aplikasi Kampus	184
4.7.1	lapor.xerika.dev Kotak Pengaduan JTIC.....	184
4.7.2	admin.xerika.dev Panel Administrasi	188
4.8	Hasil Integrasi dan Pengujian Fungsionalitas	191
4.8.1	Hasil Pengujian Fitur OAuth 2.0.....	191
4.8.2	Hasil Penilaian Pengguna (UAT).....	195
4.9	Pembahasan.....	195
4.9.1	Korelasi Hasil Benchmark dengan Model GC vs Non-GC.....	195
4.9.2	Keberhasilan Implementasi OAuth 2.0 pada Sistem Nyata.....	197
4.9.3	Keterbatasan Penelitian.....	197
BAB V.....		199
PENUTUP.....		199
5.1	Simpulan	199



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

5.2	Saran.....	200
	DAFTAR PUSTAKA	202
	LAMPIRAN	209



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alur OAuth 2.0 Authorization Code Flow dengan PKCE	14
Gambar 2.2 Struktur JSON Web Token (JWT)	19
Gambar 2.3 Struktur Memori JVM dengan G1 Garbage Collector (G1GC)	23
Gambar 2.4 Model Pengelolaan Memori Rust dengan Ownership.....	25
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	66
Gambar 3.2 Diagram Deployment Lingkungan Pengujian Benchmark	95
Gambar 3.3 Skema Relasional Basis Data	96
Gambar 3.4 Sequence Diagram Endpoint /.well-known/jwks.json	106
Gambar 3.5 Sequence Diagram Endpoint /oauth/authorize.....	107
Gambar 3.6 Sequence Diagram Endpoint /oauth/introspect	108
Gambar 3.7 Sequence Diagram Endpoint /oauth/token.....	109
Gambar 3.8 Sequence Diagram Endpoint /auth/login.....	110
Gambar 3.9 Diagram Alur Authorization Code Flow (Bagian 1).....	126
Gambar 3.10 (Lanjutan) Diagram Alur Authorization Code Flow (Bagian 2)... ..	127
Gambar 4.1 grafana-java-normal-jwks	142
Gambar 4.2 k6-overview-java-normal-jwks	142
Gambar 4.3 grafana-rust-normal-jwks	143
Gambar 4.4 k6-overview-rust-normal-jwks	143
Gambar 4.5 grafana-java-normal-authorize	145
Gambar 4.6 k6-overview-java-normal-authorize.....	146
Gambar 4.7 grafana-rust-normal-authorize.....	146
Gambar 4.8 k6-overview-rust-normal-authorize	147
Gambar 4.9 grafana-java-normal-introspect	149
Gambar 4.10 k6-overview-java-normal-introspect.....	149
Gambar 4.11 grafana-rust-normal-introspect.....	150
Gambar 4.12 k6-overview-rust-normal-introspect.....	150
Gambar 4.13 grafana-java-normal-token	153
Gambar 4.14 k6-overview-java-normal-token	153
Gambar 4.15 grafana-rust-normal-token.....	154
Gambar 4.16 k6-overview-rust-normal-token	154
Gambar 4.17 grafana-java-normal-login.....	157



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.18 k6-overview-java-normal-login	157
Gambar 4.19 grafana-rust-normal-login	158
Gambar 4.20 k6-overview-rust-normal-login	158
Gambar 4.21 grafana-java-ddos-jwks	160
Gambar 4.22 k6-overview-java-ddos-jwks	160
Gambar 4.23 grafana-rust-ddos-jwks	161
Gambar 4.24 k6-overview-rust-ddos-jwks	161
Gambar 4.25 grafana-java-ddos-authorize	163
Gambar 4.26 k6-overview-java-ddos-authorize	164
Gambar 4.27 grafana-rust-ddos-authorize	164
Gambar 4.28 k6-overview-rust-ddos-authorize	165
Gambar 4.29 grafana-java-ddos-introspect	167
Gambar 4.30 k6-overview-java-ddos-introspect	167
Gambar 4.31 grafana-rust-ddos-introspect	168
Gambar 4.32 k6-overview-rust-ddos-introspect	168
Gambar 4.33 grafana-java-ddos-token	170
Gambar 4.34 k6-overview-java-ddos-token	171
Gambar 4.35 grafana-rust-ddos-token	171
Gambar 4.36 k6-overview-rust-ddos-token	172
Gambar 4.37 grafana-java-ddos-login	174
Gambar 4.38 k6-overview-java-ddos-login	174
Gambar 4.39 grafana-rust-ddos-login	175
Gambar 4.40 k6-overview-rust-ddos-login	175
Gambar 4.41 grafana-java-ddos-extreme-login	177
Gambar 4.42 k6-overview-java-ddos-extreme-login	178
Gambar 4.43 grafana-rust-ddos-extreme-login	178
Gambar 4.44 k6-overview-rust-ddos-extreme-login	179
Gambar 4.45 Halaman Beranda lapor.xerika.dev Sebelum Autentikasi	185
Gambar 4.46 Halaman Pilihan Login pada lapor.xerika.dev	186
Gambar 4.47 Halaman Formulir Login xerika Auth (untuk KPJTIC Enduser / lapor.xerika.dev)	187



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.48 Halaman Persetujuan Akses (Consent Screen) xerika Auth (untuk KPJTİK Enduser / lapor.xerika.dev)	187
Gambar 4.49 Halaman Dosen Setelah Login Berhasil.....	188
Gambar 4.50 Halaman Masuk admin.xerika.dev Menggunakan xerika.....	189
Gambar 4.51 Halaman Formulir Login xerika Auth (untuk KPJTİK Admin / admin.xerika.dev).....	190
Gambar 4.52 Halaman Persetujuan Akses (Consent Screen) xerika Auth (untuk KPJTİK Admin / admin.xerika.dev)	190
Gambar 4.53 Dashboard Admin pada admin.xerika.dev Setelah Login Berhasil	191





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Daftar RFC yang Diimplementasikan pada Authorization Server OAuth 2.0.....	15
Tabel 2 Cakupan Implementasi Standar JWT pada Authorization Server OAuth 2.0.....	15
Tabel 3 Cakupan Implementasi Spesifikasi OpenID Connect (OIDC) pada Authorization Server	16
Tabel 4 Simbol dan Keterangan Sequence Diagram.....	34
Tabel 5 Simbol dan Keterangan Deployment Diagram	37
Tabel 6 Simbol dan Keterangan Activity Diagram.....	40
Tabel 7 Simbol dan Keterangan pada Relational Schema	43
Tabel 8 Ringkasan Penelitian Terdahulu tentang Efisiensi Sumber Daya dan Performa Sistem	46
Tabel 9 Ringkasan Penelitian Terdahulu tentang Bahasa Pemrograman dan Sistem Runtime	53
Tabel 10 Ringkasan Penelitian Terdahulu tentang Authorization Server, OAuth 2.0, JWT, dan Sistem Keamanan	66
Tabel 11 Ringkasan Penelitian Terdahulu tentang Metodologi Evaluasi Performa dan Pengukuran Sumber Daya.....	80
Tabel 12 Spesifikasi Lingkungan Pengujian.....	91
Tabel 13 Konfigurasi Stack Implementasi Rust.....	93
Tabel 14 Konfigurasi Stack Implementasi Java.....	93
Tabel 15 Konfigurasi Stack Monitoring	93
Tabel 16 Struktur Tabel clients	97
Tabel 17 Struktur Tabel redirect_uris	98
Tabel 18 Struktur Tabel users	99
Tabel 19 Struktur Tabel credentials	99
Tabel 20 Struktur Tabel email_verifications.....	100
Tabel 21 Struktur Tabel password_resets	101
Tabel 22 Struktur Tabel roles.....	101
Tabel 23 Struktur Tabel user_roles	102
Tabel 24 Struktur Tabel user_sessions.....	102



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 25 Struktur Tabel refresh_tokens	103
Tabel 26 Struktur Tabel user_consent	103
Tabel 27 Struktur Tabel flyway_schema_history (Java)	104
Tabel 28 Struktur Tabel _sqlx_migrations (Rust).....	105
Tabel 29 Dependensi Utama Implementasi Java	111
Tabel 30 Dependensi Utama Implementasi Rust	112
Tabel 31 Daftar Endpoint API Autentikasi dan Manajemen Akun	114
Tabel 32 Daftar Endpoint Protokol OAuth 2.0 dan OpenID Connect	115
Tabel 33 Daftar Endpoint Antarmuka Peramban untuk Alur Otorisasi	116
Tabel 34 Daftar Endpoint OpenID Connect Discovery	116
Tabel 35 Daftar Endpoint API Administrasi dan Manajemen	117
Tabel 36 Profil Beban Normal untuk Setiap Endpoint	121
Tabel 37 Profil Beban DDoS untuk Setiap Endpoint	122
Tabel 38 Profil Beban DDoS Extreme pada Endpoint Login	123
Tabel 39 Aplikasi Klien untuk Pengujian Integrasi dan UAT	123
Tabel 40 Daftar Pertanyaan Kuesioner UAT	129
Tabel 41 Skala Penilaian Pengalaman Pengguna.....	130
Tabel 42 Interpretasi Rata-rata Skor Pengalaman Pengguna	130
Tabel 43 Metrik Performa yang Diukur	132
Tabel 44 Daftar Skenario Pengujian Performa	140
Tabel 45 Hasil Pengujian Normal /.well-known/jwks.json	141
Tabel 46 Hasil Pengujian Normal /oauth/authorize	145
Tabel 47 Hasil Pengujian Normal /oauth/introspect	148
Tabel 48 Hasil Pengujian Normal /oauth/token	152
Tabel 49 Hasil Pengujian Normal /auth/login.....	156
Tabel 50 Hasil Pengujian DDoS /.well-known/jwks.json.....	159
Tabel 51 Hasil Pengujian DDoS /oauth/authorize	163
Tabel 52 Hasil Pengujian DDoS /oauth/introspect	166
Tabel 53 Hasil Pengujian DDoS /oauth/token	170
Tabel 54 Hasil Pengujian DDoS /auth/login.....	173
Tabel 55 Hasil DDoS Extreme /auth/login	177
Tabel 56 Startup Time dan Ukuran Docker Image	180



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 57 Rekapitulasi Seluruh 11 Kasus Pengujian	181
Tabel 58 Parameter Authorization Request lapor.xerika.dev	186
Tabel 59 Parameter Authorization Request admin.xerika.dev.....	189
Tabel 60 Rekapitulasi Jawaban Responden UAT	192
Tabel 61 Hasil Pengujian Fungsional per Fitur	193
Tabel 62 Distribusi Skor Pengalaman Pengguna (Q7, Skala 1–5).....	195





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Repositori Kode Sumber auth-server-rust	209
Lampiran 2 Repositori Kode Sumber auth-server-java	209





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring meningkatnya skala sistem dan volume permintaan, efisiensi penggunaan sumber daya komputasi menjadi faktor yang semakin penting karena penggunaan CPU, memori, dan waktu respons berdampak langsung pada performa sistem sekaligus biaya infrastruktur, khususnya pada lingkungan cloud dengan model pembayaran berbasis pemakaian. Dalam sistem terdistribusi modern, layanan autentikasi dan otorisasi harus mampu melayani permintaan dalam jumlah besar dengan latensi rendah dan stabilitas yang baik. Kurniawan (2022) menerapkan authorization server sebagai pusat autentikasi terpusat (centralized login) pada sistem multitenant, sedangkan Gbenle et al. (2022) menjelaskan bahwa authorization server perlu dirancang agar tidak menjadi bottleneck ketika sistem diskalakan serta direkomendasikan untuk dipisahkan dan dijalankan secara load-balanced.

Salah satu faktor utama yang memengaruhi performa dan konsumsi sumber daya suatu layanan adalah pilihan bahasa pemrograman dan model runtime. Bahasa yang umum digunakan pada sistem enterprise mengandalkan *automatic memory management* melalui *garbage collection* (GC), yang memudahkan pengembangan perangkat lunak, tetapi juga menimbulkan overhead berupa tambahan penggunaan CPU, *pause time*, dan fluktuasi latensi akibat proses pengelolaan memori yang berjalan secara otomatis. Grgić, Mihaljević, dan Radovan (2018) menunjukkan bahwa perbedaan algoritma *garbage collector* menghasilkan variasi yang signifikan pada *pause time* dan *throughput*, sementara Cai, Blackburn, Bond, dan Maas (2022) membuktikan bahwa pada OpenJDK 17 penggunaan GC meningkatkan waktu eksekusi sebesar 7–82% dan siklus CPU sebesar 6–92% dibandingkan baseline tanpa biaya GC. Karakteristik tersebut menjadi perhatian pada layanan autentikasi yang beroperasi secara kontinu (*always-on*) dan menuntut memberikan waktu respons yang konsisten.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Permasalahan overhead *garbage collection* (GC) ini bukan sekadar persoalan teoritis. Keycloak, salah satu *authorization server* berbasis Java yang banyak digunakan, masih memiliki sejumlah laporan isu terkait penggunaan memori dan penurunan performa pada kondisi tertentu (Keycloak Project, 2024a; 2024b; 2024c). Dampak GC juga terlihat pada latensi persentil tinggi (*tail latency*). Dean dan Barroso (2013) menjelaskan bahwa aktivitas *garbage collection* merupakan salah satu sumber variabilitas yang dapat memicu *tail latency* pada layanan berskala besar sehingga evaluasi performa sebaiknya tidak hanya menggunakan rata-rata, tetapi juga metrik persentil tinggi seperti p95 dan p99. Sementara itu, Wu et al. (2020) menunjukkan bahwa pada beban tinggi, *concurrent garbage collector* dapat meningkatkan latensi p99 karena thread GC bersaing dengan thread aplikasi dalam penggunaan sumber daya CPU. Implikasi ini sangat relevan bagi *authorization server* yang berada pada jalur kritis setiap permintaan API.

Sebagai alternatif, bahasa sistem modern seperti Rust menawarkan pendekatan berbeda dengan menghilangkan *garbage collection* melalui model kepemilikan (*ownership*) dan pemeriksaan memori pada waktu kompilasi, sehingga keselamatan memori dijamin tanpa *overhead runtime* GC. Bugden dan Alahmar (2022) serta Alhazmi et al. (2021) menunjukkan bahwa pendekatan ini menghasilkan performa yang stabil serta alokasi memori yang deterministik dibandingkan bahasa dengan *runtime* terkelola, sementara Ivanov (2022) dan Pereira et al. (2021) menunjukkan bahwa Rust mencapai performa sebanding C++ dengan konsumsi energi dan memori yang lebih rendah. Kelayakan Rust pada infrastruktur produksi juga telah terbukti; Agache et al. (2020) menunjukkan bahwa Amazon Web Services menggunakan Rust untuk membangun Firecracker, *microVM* yang menjalankan AWS Lambda dan AWS Fargate dengan melayani jutaan permintaan.

Dalam konteks layanan keamanan, OAuth 2.0 dan JSON Web Token (JWT) telah banyak digunakan pada sistem autentikasi dan otorisasi terdistribusi modern (Gunawan dan Rahmatulloh, 2019; Shofiana et al., 2024). Namun, Sharif et al. (2022) serta Navas dan Beltrán (2019) menunjukkan bahwa implementasi yang tidak mengikuti *best current practices* berpotensi menimbulkan kerentanan serius, sehingga *authorization server* dituntut efisien sekaligus sesuai dengan spesifikasi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

protokol. Selain ancaman pada protokol, layanan berbasis HTTP, termasuk *authorization server*, juga berpotensi menjadi sasaran serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS) pada lapisan aplikasi yang menghabiskan sumber daya melalui pembajakan permintaan HTTP. Tang, Kolahi, dan Thompson (2024) menunjukkan secara empiris bahwa arsitektur *event-driven asynchronous non-blocking* lebih mampu mempertahankan kinerja dibandingkan arsitektur *thread-per-request* ketika menghadapi HTTP Flood. Temuan ini relevan bagi endpoint kritis seperti */authorize* dan */token* yang harus menangani proses autentikasi, validasi, dan operasi kriptografi pada setiap permintaan.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada aspek keamanan, kepatuhan terhadap protokol, dan implementasi OAuth 2.0, sementara pengaruh mekanisme pengelolaan memori pada runtime terhadap efisiensi layanan autentikasi masih relatif jarang dikaji (Edris et al., 2023; Gibbons, O’Raw, dan Curran, 2014; Mortágua, Zúquete, dan Salvador, 2024). Wyciślik, Latusik, dan Kamińska (2023) memang telah membandingkan performa beberapa framework berbasis JVM, namun kajian tersebut terbatas pada ekosistem JVM dan belum melibatkan runtime tanpa *garbage collector* seperti Rust. Dengan demikian, kajian empiris yang secara khusus membandingkan mekanisme pengelolaan memori berbasis *garbage collection* dan tanpa *garbage collection* terhadap performa *authorization server* OAuth 2.0 pada kondisi beban normal maupun ekstrem masih relatif terbatas.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan membandingkan performa serta konsumsi sumber daya *authorization server* OAuth 2.0 yang diimplementasikan menggunakan Rust dan Java, mencakup kondisi beban normal maupun skenario beban ekstrem yang menyerupai serangan DDoS pada lapisan aplikasi. Untuk membuktikan bahwa implementasi yang dibangun tidak hanya unggul secara performa tetapi juga layak secara fungsional, implementasi terpilih divalidasi melalui integrasi dengan dua aplikasi web kampus nyata disertai pengujian penerimaan pengguna terhadap alur autentikasi berbasis OAuth 2.0.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik performa, ketahanan, dan efisiensi penggunaan sumber daya *authorization server* OAuth 2.0 berbasis Rust dibandingkan implementasi berbasis Java pada skenario beban normal, simulasi serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS) lapisan aplikasi, dan simulasi serangan DDoS lapisan aplikasi dengan intensitas ekstrem?
2. Bagaimana keterkaitan perbedaan model pengelolaan memori (*garbage collection* dan *non-garbage collection*) terhadap karakteristik performa dan efisiensi penggunaan sumber daya kedua implementasi?
3. Bagaimana hasil validasi fungsionalitas *authorization server* terpilih melalui integrasi dengan dua aplikasi web kampus berbasis OAuth 2.0 serta bagaimana penerimaan pengguna terhadap implementasi tersebut?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penelitian ini lebih terarah dan tidak meluas, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian dibatasi pada implementasi *authorization server* yang mendukung fungsi inti OAuth 2.0 dan OpenID Connect, meliputi OAuth 2.0, OpenID Connect (OIDC), JSON Web Token (JWT), Proof Key for Code Exchange (PKCE), Role-Based Access Control (RBAC), dan Single Sign-On (SSO). Penelitian tidak mencakup federasi identitas, integrasi penyedia identitas pihak ketiga, maupun fitur manajemen identitas lanjutan. Parameter keamanan seperti algoritma kriptografi, konfigurasi Argon2id, dan mekanisme autentikasi dikonfigurasi identik pada kedua implementasi sehingga tidak menjadi variabel bebas dalam penelitian ini.
2. Evaluasi performa dibatasi pada metrik penggunaan CPU, penggunaan memori (RAM), latensi, throughput, waktu *startup* layanan, ukuran Docker *image*, *error rate*, dan *request timeout*. Pengujian dilakukan pada lingkungan VPS dengan satu sistem operasi dan lingkungan *container* Docker menggunakan tiga skenario beban, yaitu beban normal, simulasi serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS) lapisan aplikasi, dan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

simulasi serangan DDoS lapisan aplikasi dengan tingkat intensitas yang lebih tinggi.

3. Validasi implementasi dilakukan terhadap *authorization server* terpilih berdasarkan hasil benchmarking melalui integrasi dengan dua aplikasi web kampus berbasis Vue.js. Evaluasi mencakup pengujian fungsionalitas OAuth 2.0 dan OpenID Connect serta pengukuran penerimaan pengguna, dengan responden terbatas pada pengguna dari lingkungan akademik Politeknik Negeri Jakarta.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis dan membandingkan karakteristik performa, ketahanan, dan efisiensi penggunaan sumber daya *authorization server* OAuth 2.0 berbasis Rust dan Java pada skenario beban normal, simulasi serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS) lapisan aplikasi, dan simulasi serangan DDoS lapisan aplikasi dengan intensitas ekstrem.
2. Menganalisis keterkaitan perbedaan model pengelolaan memori (*garbage collection* dan *non-garbage collection*) terhadap karakteristik performa dan efisiensi penggunaan sumber daya kedua implementasi.
3. Memvalidasi fungsionalitas *authorization server* terpilih melalui integrasi dengan dua aplikasi web kampus berbasis OAuth 2.0 serta mengevaluasi penerimaan pengguna terhadap implementasi tersebut.

1.4.2 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi praktisi dan pengembang sistem, hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan dalam memilih teknologi *backend* yang sesuai untuk pengembangan *authorization server* berdasarkan karakteristik performa, efisiensi sumber daya, dan kebutuhan infrastruktur.
2. Bagi kalangan akademisi, penelitian ini dapat menjadi dasar studi lanjutan mengenai pengaruh pilihan bahasa pemrograman dan model *runtime*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

terhadap performa layanan keamanan terdistribusi, khususnya dalam konteks OAuth 2.0 dan OpenID Connect.

1.5 Sistematika Penulisan

Terdapat sistematika penulisan skripsi untuk penelitian ini terdiri dari beberapa bab, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan sebagai gambaran awal penelitian yang dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas penelitian-penelitian terdahulu yang relevan serta landasan teori yang digunakan sebagai dasar dan acuan dalam pelaksanaan penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, termasuk rancangan penelitian, lingkungan dan skenario pengujian, teknik pengumpulan data, serta metode analisis data yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengujian performa dan konsumsi sumber daya kedua implementasi, hasil integrasi dan pengujian fungsionalitas pada aplikasi kampus, serta hasil evaluasi pengguna terhadap sistem autentikasi yang dibangun.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran atau rekomendasi yang dapat digunakan sebagai bahan pengembangan di masa mendatang.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Implementasi *authorization server* OAuth 2.0 berbasis Rust (*Actix-web*, Tokio) secara umum menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan implementasi berbasis Java (Quarkus 3.30.8, *JVM mode*, G1GC). Dari sebelas kasus pengujian, implementasi Rust menjadi pilihan terbaik pada sepuluh kasus berdasarkan kombinasi metrik latensi p90, *throughput*, dan efisiensi penggunaan sumber daya. Satu-satunya pengecualian terdapat pada *endpoint* `/oauth/token` dalam skenario beban normal, di mana implementasi Java mencatat latensi p90 yang sedikit lebih rendah (41,72 ms dibandingkan 42,62 ms), sementara implementasi Rust tetap unggul pada latensi p95, p99, dan efisiensi penggunaan memori.
2. Pengaruh model runtime terhadap performa tidak bersifat seragam pada seluruh *endpoint*, melainkan bergantung pada karakteristik komputasi masing-masing. Pada *endpoint* yang relatif ringan, seperti `/.well-known/jwks.json` dan `/oauth/authorize`, kedua implementasi menunjukkan performa yang hampir setara dengan perbedaan latensi yang relatif kecil. Sebaliknya, pada *endpoint* yang melibatkan verifikasi Argon2id, penandatanganan RSA, dan akses ke basis data, implementasi Rust menunjukkan keunggulan yang lebih nyata. Sebagai contoh, pada *endpoint* `/oauth/introspect` saat skenario DDoS, implementasi Rust mencapai *throughput* sebesar 273,005 req/s dibandingkan 130,010 req/s pada Java, dengan latensi p90 masing-masing 5,90 detik dan 38,79 detik.
3. Implementasi Rust juga menunjukkan ketahanan yang lebih baik pada kondisi beban tinggi dan beban ekstrem. Pada skenario DDoS *endpoint* `/auth/login`, implementasi Rust mencapai *throughput* sebesar 198,12 req/s dengan error rate 25,93%, sedangkan implementasi Java hanya mencapai 77,307 req/s dengan error rate 64,8%. Ketika beban ditingkatkan pada

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

skenario DDoS Extreme, implementasi Rust masih mempertahankan throughput sebesar 265,508 req/s dengan error rate 39,68%, sedangkan implementasi Java hanya mencapai 76,257 req/s dengan error rate 90,18%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa implementasi Rust memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mempertahankan kualitas layanan ketika sistem menerima beban yang sangat tinggi.

4. Dari sisi efisiensi deployment, implementasi Rust menunjukkan karakteristik yang lebih ringan dibandingkan implementasi Java. Implementasi Rust menghasilkan Docker image berukuran 164 MB, sedangkan implementasi Java berukuran 574 MB atau sekitar 3,5 kali lebih besar. Selain itu, startup time rata-rata implementasi Rust hanya 0,079 detik, sedangkan implementasi Java memerlukan 2,966 detik atau sekitar 37,5 kali lebih lama. Hasil tersebut menunjukkan bahwa implementasi Rust lebih sesuai untuk lingkungan cloud yang membutuhkan proses deployment dan auto-scaling secara cepat.
5. Validasi fungsional melalui integrasi dengan dua aplikasi web kampus menunjukkan bahwa implementasi authorization server berbasis Rust telah memenuhi kebutuhan fungsional pada skenario penggunaan nyata. Seluruh fitur utama, meliputi OAuth 2.0, OpenID Connect (OIDC), PKCE, Single Sign-On (SSO), Role-Based Access Control (RBAC), serta JWT/JOSE, berhasil diimplementasikan dan berfungsi sesuai rancangan. Pengujian terhadap 25 responden menunjukkan tingkat keberhasilan SSO sebesar 96,00%, akurasi routing RBAC sebesar 92,00%, dan rata-rata skor pengalaman pengguna sebesar 4,32 dari skala 5, sehingga implementasi yang dibangun tidak hanya unggul dari sisi performa, tetapi juga layak diterapkan pada sistem nyata.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan keterbatasan penelitian, beberapa saran untuk penelitian dan pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pengujian dengan konfigurasi Java yang dioptimalkan. Penelitian ini menggunakan konfigurasi Quarkus *default* termasuk *JDBC connection pool* maksimum 20 koneksi dan *Vert.x worker pool 20 thread*. Penelitian lanjutan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

disarankan untuk membandingkan hasil dengan konfigurasi Java yang dioptimalkan seperti peningkatan ukuran *connection pool*, penggunaan model reaktif Quarkus (Mutiny/Vert.x), atau penerapan *virtual threads* (Project Loom) pada Java 21, guna memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai potensi maksimal Java pada layanan otorisasi.

2. Perluasan skenario pengujian ke *endpoint* tambahan. Penelitian ini membatasi pengujian pada lima *endpoint* yang dipilih sebagai representasi alur OAuth 2.0. Penelitian lanjutan dapat memperluas cakupan ke *endpoint* lainnya seperti */oauth/revoke*, */oauth/device-authorization*, */auth/signup*, dan */userinfo* untuk memberikan gambaran performa yang lebih menyeluruh di seluruh fungsionalitas *authorization server*.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

Saputra, M., Jonathan, D., & Aribowo. (2025). Implementation of cloud computing in the development of distributed computer systems. *Journal of Computer Science Advancements*, Vol. 3 No. 2, April 2025. Available at: <https://journal.ypidathu.or.id/index.php/jcsa/article/view/2253>

Ekaputra, A. R., & Affandi, A. S. (2023). Pemanfaatan layanan cloud computing dan docker container untuk meningkatkan kinerja aplikasi web. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi dan Aplikasi Digital*. Available at: <https://jurnal.unmer.ac.id/index.php/jisad/article/view/11084>

Suryayusra, Destarina, N., Negara, E. S., Supratman, E., & Ulfa, M. (2024). Implementation docker and Kubernetes scaling using horizontal scaler method for WordPress services. *Sinkron: Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, Vol. 8 No. 4, Oktober 2024, 2192–2196. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v8i4.14091>

Gao, Y., Casale, G., & Singhal, R. (2024). Performance modeling of distributed data processing in microservice applications. *ACM Transactions on Modeling and Performance Evaluation of Computing Systems*. Available at: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3687265>

Desina, G. C. (2023). Evaluating the impact of cloud-based microservices architecture on application performance. *arXiv preprint*. Available at: <https://arxiv.org/abs/2305.15438>

Abdiramanov, Z. (2026). Design and implementation of a scalable microservice-based cloud computing service for stochastic fluid flow modeling. *SoftwareX / ScienceDirect*. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590005626000020>

Pandiya, D. K. (2022). Performance analysis of microservices architecture in cloud environments. *International Journal of Research in Information*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Technology and Cloud Computing. Available at:
<https://ijritcc.org/index.php/ijritcc/article/view/10745>

Traini, L., Cortellessa, V., Di Pompeo, D., & Tucci, M. (2023). Towards effective assessment of steady state performance in Java software: Are we there yet? *Empirical Software Engineering.* Available at:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10664-022-10247-x>

Grgić, H., Mihaljević, B., & Radovan, A. (2018). Comparison of garbage collectors in Java programming language. *Proceedings of the IEEE Conference.* Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8535731>

Cui, M., Chen, C., Xu, H., & Zhou, Y. (2021). SafeDrop: Detecting memory deallocation bugs of Rust programs via static data-flow analysis. *arXiv preprint.* Available at: <https://arxiv.org/abs/2103.15420>

Alhazmi, E., Aljubairy, A., & Alhazmi, A. (2021). Memory management via ownership concept: Rust and Swift experimental study. *ResearchGate Publication.* Available at:
https://www.researchgate.net/publication/354040745_Memory_Management_via_Ownership_Concept_Rust_and_Swift_Experimental_Study

Crichton, W., Gray, G., & Krishnamurthi, S. (2023). A grounded conceptual model for ownership types in Rust. *Proceedings of the ACM on Programming Languages.* Available at: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3622841>

Lin, Y., Blackburn, S. M., Hosking, A. L., & Norrish, M. (2016). Rust as a language for high performance GC implementation. *Proceedings of the ACM International Symposium on Memory Management.* Available at:
<https://dl.acm.org/doi/10.1145/2926697.2926707>

Cai, Z., Blackburn, S. M., Bond, M. D., & Maas, M. (2022). Distilling the real cost of production garbage collectors. *arXiv preprint.* Available at:
<https://arxiv.org/abs/2112.07880>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Pereira, R., Couto, M., Ribeiro, F., Rua, R., Cunha, J., Fernandes, J. P., & Saraiva, J. (2021). Ranking programming languages by energy efficiency. *Science of Computer Programming*, 205. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167642321000022>

Azenkouk, A., Aghbal, H., & Mouchtachi, F. Z. (2025). The influence of programming languages on computational efficiency and performance. *ResearchGate Publication*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/398051048_The_Influence_of_Programming_Languages_on_Computational_Efficiency_and_Performance

Ivanov, N. (2022). Is Rust C++-fast? Benchmarking system languages on everyday routines. *arXiv preprint*. Available at: <https://arxiv.org/abs/2209.09127>

Bugden, W., & Alahmar, A. (2022). Rust: The programming language for safety and performance. *arXiv preprint*. Available at: <https://arxiv.org/abs/2206.05503>

Kurniawan, R. (2022). Perancangan dan implementasi sistem otentikasi OAuth 2.0 dan PKCE berbasis extreme programming (XP). *Jurnal Penelitian Teknologi Informasi*. Available at: <https://jpti.journals.id/index.php/jpti/article/view/141>

Sinha, A. R. (2021). Fortifying application security: Integrating OAuth2 single sign-on with precision role-based access control. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*. Available at: <https://ijsrem.com/download/fortifying-application-security-integrating-oauth2-single-sign-on-with-precision-role-based-access-control/>

Edris, E. K. K., Aiash, M., Khoshkholghi, M. A., Naha, R., Chowdhury, A., & Loo, J. (2023). Performance and cryptographic evaluation of security protocols in distributed networks using applied pi calculus and Markov chain. *Internet of Things*, Elsevier. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542660523002366>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Gbenle, T. P., Abayomi, A. A., Uzoka, A. C., Ogeawuchi, J. C., Adanigbo, O. S., & Odofin, O. T. (2022). Applying OAuth2 and JWT protocols in securing distributed API gateways: Best practices and case review. *All Multidisciplinary Journal*. Available at: <https://www.allmultidisciplinaryjournal.com/archives/?year=2022&vol=3&issue=5&part=I&ArticleId=628>

Malvin, & Safitri, C. (2023). JSON web token leakage avoidance using token split and concatenate in RSA256. *International Journal of Open Cloud and Edge Computing Development*. Available at: <https://ojs.sampoernauniversity.ac.id/index.php/IJOCED/article/view/325>

Nugraha, A. F., Kabetta, H., Buana, I. K. S., & Hadiprakoso, R. B. (2023). Performance and security comparison of JSON web tokens (JWT) and platform agnostic security tokens (PASETO) on RESTful APIs. *Proceedings of the IEEE Conference*. Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10144725>

Gibbons, K., O'Raw, J., & Curran, K. (2014). Security evaluation of the OAuth 2.0 framework. *Journal of Internet Services and Applications*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/276397514_Security_evaluation_of_the_OAuth_20_framework

Arnaldy, D., & Hati, T. S. (2020). Performance analysis of reverse proxy and web application firewall with telegram bot as attack notification on web server. *ResearchGate Publication*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/347376418_Performance_Analysis_of_Reverse_Proxy_and_Web_Application_Firewall_with_Telegram_Bot_as_Attack_Notification_On_Web_Server

Gunawan, R., & Rahmatulloh, A. (2019). JSON web token (JWT) untuk authentication pada interoperabilitas arsitektur berbasis RESTful web service.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika. Available at:
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jepin/index>

Shofiana, D. A., Mardiansyah, S. S., Parabi, M. I., & Syarif, A. (2024). Implementasi REST API menggunakan JSON web token (JWT) pada sistem monitoring KPI berbasis mobile di PT Industri Kereta Api (Persero). *ResearchGate Publication.* Available at:
https://www.researchgate.net/publication/388747866_Implementasi_REST_API_Menggunakan_JSON_WEB_Token_JWT_Pada_Sistem_Monitoring_KPI_Berbasis_Mobile_di_PT_Industri_Kereta_API_Persero

Sharif, A., Carbone, R., Sciarretta, G., & Ranise, S. (2022). Best current practices for OAuth/OIDC native apps: A study of their adoption in popular providers and top-ranked Android clients. *Journal of Information Security and Applications.* Available at:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221421262100274X>

Navas, J., & Beltrán, M. (2019). Understanding and mitigating OpenID Connect threats. *Computers & Security.* Available at:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167404818312781>

Mortágua, D., Zúquete, A., & Salvador, P. (2024). Enhancing 802.1X authentication with identity providers using EAP-OAUTH and OAuth 2.0. *Computer Networks.* Available at:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389128624001695>

Beyer, D., Löwe, S., & Wendler, P. (2017). Reliable benchmarking: Requirements and solutions. *Acta Informatica.* Available at:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10009-017-0469-y>

Varghese, B., Subba, L. T., Thai, L., & Barker, A. (2016). DocLite: A Docker-based lightweight cloud benchmarking tool. *arXiv preprint.* Available at:
<https://arxiv.org/abs/1603.07357>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Shah, S. A. R., Waqas, A., Kim, M.-H., Kim, T.-H., Yoon, H., & Noh, S.-Y. (2021). Benchmarking and performance evaluations on various configurations of virtual machine and containers for cloud-based scientific workloads. *Applied Sciences*, 11(3). Available at: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/3/993>

Singh, S., & Awasthi, M. (2019). Memory centric characterization and analysis of SPEC CPU2017 suite. *arXiv preprint*. Available at: <https://arxiv.org/abs/1910.00651>

Wycislik, Ł., Latusik, Ł., & Kamińska, A. M. (2023). A comparative assessment of JVM frameworks to develop microservices. *Applied Sciences*, 13(3), 1343. Available at: <https://doi.org/10.3390/app13031343>

Dean, J., & Barroso, L. A. (2013). The tail at scale. *Communications of the ACM*, 56(2), 74–80. Available at: <https://research.google/pubs/the-tail-at-scale/>

Wu, M., Zhao, Z., Yang, Y., Li, H., Chen, H., Zang, B., Guan, H., Li, S., Lu, C., & Zhang, T. (2020). Platinum: A CPU-efficient concurrent garbage collector for tail-reduction of interactive services. In *Proceedings of the 2020 USENIX Annual Technical Conference (USENIX ATC '20)*, pp. 159–172. Available at: <https://www.usenix.org/system/files/atc20-wu-mingyu.pdf>

Tang, H., Kolahi, S. S., & Thompson, L. (2024). Analysis of HTTP DDoS flood attacks on Apache2 and Nginx web servers with Linux Ubuntu. *2024 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, 716–721. <https://doi.org/10.1109/ISITIA63062.2024.10668064>

Agache, A., Brooker, M., Iordache, A., Liguori, A., Neugebauer, R., Piwonka, P., & Popa, D. M. (2020). Firecracker: Lightweight virtualization for serverless applications. In *Proceedings of the 17th USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation (NSDI '20)*. Available at: <https://www.usenix.org/system/files/nsdi20-paper-agache.pdf>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Keycloak Project. (2024a). High memory usage on Keycloak. GitHub Issues. Available at: <https://github.com/keycloak/keycloak/issues/28211>

Keycloak Project. (2024b). Memory leak / high memory usage. GitHub Issues. Available at: <https://github.com/keycloak/keycloak/issues/28264>

Keycloak Project. (2024c). Keycloak memory consumption too high. GitHub Issues. Available at: <https://github.com/keycloak/keycloak/issues/29939>

Hartati, E. (2021). Analisis pengukuran model sistem pembelajaran online dengan menggunakan teori Jacob Nielsen studi kasus: Universitas Multi Data Palembang. *KLIK - Jurnal Ilmu Komputer*, 2(2), 27–35. Available at: <https://doi.org/10.56869/klik.v2i2.320>





LAMPIRAN

Link auth-server-rust: <https://github.com/x-erika/auth-server>

Link auth-server-java: <https://github.com/x-erika/auth-server-but-java>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta