

**IMPLEMENTASI *MESSAGE BROKER* DAN *CACHING* UNTUK
MENINGKATKAN PERFORMA DAN SKALABILITAS
INTEROPERABILITAS LAYANAN KUESIONER DAN
APLIKASI SIAKAD**



**MUHAMMAD SYAHDAFFA YUHARSHU ZAINIROY
NIM. 2110511133**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAKARTA**

2025

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Implementasi Message Broker dan Caching untuk Meningkatkan Performa dan Skalabilitas Interoperabilitas Layanan Kuesioner dan Aplikasi Siakad” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir proposal ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.

Jakarta, Juli 2025



Muhammad Syahdaffa Yuharshu Zainiroy

2110511133

ABSTRAK

Peningkatan jumlah mahasiswa dan volume data yang terus bertambah pada sistem informasi akademik (SIKAD) menimbulkan masalah performa dan skalabilitas, terutama saat terjadi lonjakan akses secara bersamaan. Studi ini bertujuan mengimplementasikan teknologi *message broker* dan *caching* sebagai solusi terhadap permasalahan tersebut dengan menggunakan sistem pengisian kuesioner sebagai studi kasus. Apache Kafka digunakan sebagai *message broker* untuk mengatur pemrosesan data secara *asynchronous*, sedangkan Redis dimanfaatkan sebagai *caching layer* untuk mempercepat akses data yang sering digunakan. Pengujian dilakukan dengan metode *load testing* menggunakan Apache JMeter untuk membandingkan performa sistem sebelum dan sesudah integrasi teknologi. Metrik yang dianalisis meliputi *response time*, *throughput*, dan *error rate*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Apache Kafka dan Redis secara signifikan meningkatkan performa dan skalabilitas sistem pada beberapa endpoint sistem, sehingga dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem informasi akademik yang andal di lingkungan perguruan tinggi.

Kata kunci: sistem informasi akademik, Apache Kafka, Redis, message broker, caching

ABSTRACT

The growing number of students and the increasing volume of data in academic information systems (SIKAD) have led to performance and scalability issues, particularly during periods of high concurrent access. This study aims to implement message broker and caching technologies as solutions to these challenges, using a questionnaire submission system as a case study. Apache Kafka is utilized as a message broker to manage asynchronous data processing, while Redis is employed as a caching layer to accelerate access to frequently used data. Load testing is conducted using Apache JMeter to compare system performance before and after technology integration. The analyzed metrics include response time, throughput, and error rate. The results show that the implementation of Apache Kafka and Redis significantly enhances the system's performance and scalability on several system endpoints, making it a valuable reference for the development of reliable academic information systems in higher education environments.

Keywords: academic information system, Apache Kafka, Redis, message broker, caching

**IMPLEMENTASI *MESSAGE BROKER* DAN *CACHING* UNTUK
MENINGKATKAN PERFORMA DAN SKALABILITAS
INTEROPERABILITAS LAYANAN KUESIONER DAN
APLIKASI SIAKAD**

**MUHAMMAD SYAHDAFFA YUHARSHU ZAINIROY
NIM. 2110511133**

Proposal Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk melaksanakan
penelitian oleh mahasiswa pada
Program Studi Informatika

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAKARTA**

2025

PERNYATAAN ORISINALITAS

PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Syahdaffa Yuharshu Zainiroy
NIM : 2110511133
Tanggal : 31 Juli 2025

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 31 Juli 2025

Yang Menyatakan



Muhammad Syahdaffa Yuharshu Zainiroy

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Syahdaffa Yuharshu Zainiroy

NIM : 2110511133

Fakultas : Ilmu Komputer

Program Studi : Informatika

Demi Pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non eksklusif (Non – exclusive Royalty Free Right) atas skripsi saya yang berjudul:

IMPLEMENTASI *MESSAGE BROKER* DAN *CACHING* UNTUK MENINGKATKAN PERFORMA DAN SKALABILITAS INTEROPERABILITAS LAYANAN KUESIONER DAN APLIKASI SIAKAD

Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (basis data), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Jakarta

Pada tanggal: 31 Juli 2025

Yang Menyatakan



Muhammad Syahdaffa Yuharshu Zainiroy

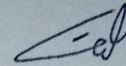
LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

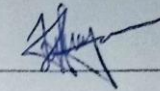
Judul : Implementasi *Message Broker* dan *Caching* untuk Meningkatkan Performa dan Skalabilitas Interoperabilitas Layanan Kuesioner dan Aplikasi SIKAD
Nama : Muhammad Syahdaffa Yuharshu Zainiroy
NIM : 2110511133
Program Studi : S1 Informatika

Disetujui oleh :

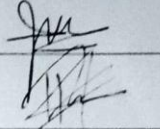
Penguji 1:
Musthofa Galih Pradana, M.Kom.



Penguji 2:
Hamonangan Kinantan P., S.T, MT.



Pembimbing 1:
I Wayan Widi Pradnyana, S.Kom, MTI.



Pembimbing 2:
Muhammad Adrezo, S.Kom., M.Sc.

Diketahui oleh:

Koordinator Program Studi:
Novi Trisman Hadi, S.Pd., M.Kom.
NIP. 199211032022031007




Dekan Fakultas Ilmu Komputer:
Prof. Dr. Ir. Supriyanto, S.T., M.Sc., IPM
NIP. 197605082003121002

Tanggal Ujian Tugas Akhir:
21 Juli 2025

LEMBAR PERSETUJUAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

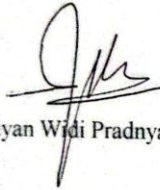
Nama : Muhammad Syahdaffa Yuharshu Zainiroy
NIM : 2110511133
Program Studi : Informatika
Judul Skripsi/TA : Implementasi Message Broker dan Caching untuk Meningkatkan Performance dan Scalability Interoperabilitas Layanan Kuesioner dan Aplikasi SIAKAD

Dinyatakan telah memenuhi syarat dan menyetujui untuk mengikuti ujian siding proposal skripsi/tugas akhir.

Jakarta, 19 Mei 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,



I Wayan Widi Pradnyana S.Kom, MTI

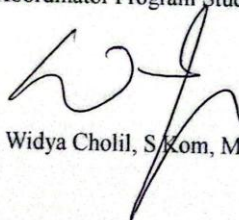
Dosen Pembimbing II,



Muhammad Adrezo S.Kom, M.Sc

Mengetahui,

Koordinator Program Studi



Dr. Widya Cholil, S.Kom, M.I.T

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Implementasi *Message Broker* dan *caching* untuk Meningkatkan Performa dan Skalabilitas Interoperabilitas Layanan Kuesioner dan Aplikasi SIAKAD”. Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk mengikuti siding tugas akhir dan memperoleh kelulusan pada jenjang Strata 1.

Pada proses pembuatan skripsi ini, penulis menyadari bahwa keberhasilannya tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua serta kakak yang telah memberikan doa, dukungan, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini.
2. Bapak I Wayan Widi Pradnyana, S.Kom., MTI. dan Bapak Muhammad Adrezo, S.Kom., M.Sc.
3. Bapak Asep Saeful Ridwan, S.Kom selaku kepala UPA TIK UPN Veteran Jakarta.
4. Mas Zefanya, Mas Faiz, Mas Chordan, dan Mas Uus.
5. Prof. Dr. Ir. Supriyanto, ST., M.Sc., IPM selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer
6. Ibu Dr. Widya Cholil, M.I.T selaku Koordinator Program Studi Informatika.
7. Bapak Henki Bayu Seta, S.Kom, MTI. selaku dosen pembimbing akademik.
8. Sahabat dan teman penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas dukungan dan semangatnya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dikarenakan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis demi memperbaiki dan meningkatkan kualitas skripsi ini.

Jakarta, 12 September 2024

Muhammad Syahdaffa Yuharshu Zainiroy

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR RUMUS.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Kajian Teoretis.....	8
2.2.1 Sistem Informasi.....	8
2.2.2 <i>Message Broker</i>	11
2.2.3 Apache Kafka	12
2.2.4 Caching.....	14
2.2.5 Redis	16
2.2.6 Sistem Terdistribusi	16
2.2.7 <i>Performance Testing</i>	18
2.2.8 <i>Load Testing</i>	19

2.2.9 Paired Sample T-Test	19
2.2.10 Wilcoxon Signed Rank Test	20
2.2.11 Apache JMeter	21
2.2.12 SPSS	21
2.2.13 NestJs.....	21
2.2.14 ReactJs	21
2.2.15 PostgreSQL.....	22
2.3 Model Konseptual.....	23
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Metode Penelitian	25
3.1.1 Identifikasi Masalah	25
3.1.2 Studi Pustaka	26
3.1.3 Perancangan Sistem.....	26
3.1.4 Pengembangan Sistem.....	27
3.1.5 Implementasi Message Broker & Caching.....	27
3.1.6 Pengujian Sistem	27
3.1.7 Analisis Data dan Perbandingan.....	28
3.1.8 Penarikan Kesimpulan.....	28
3.1.9 Penyusunan Laporan Penelitian	29
3.2 Rancangan Solusi	29
3.2.1 Desain Arsitektur Sistem	29
3.2.2 Arsitektur Sistem Sebelum Integrasi Kafka dan Redis....	30
3.2.3 Arsitektur Sistem Sesudah Integrasi Kafka dan Redis	33
3.2.4 Integrasi Message Broker (Apache Kafka)	37
3.2.5 Integrasi Caching (Redis)	39
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	41

3.4 Metode Analisis	41
3.5 Alat dan Bahan Penelitian.....	42
3.5.1 Perangkat Keras	42
3.5.2 Perangkat Lunak	42
3.6 Jadwal Penelitian	43
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
4.1 Profil Perusahaan	44
4.1.1 Sejarah dan Fungsi Utama.....	44
4.1.2 Struktur Organisasi	44
4.2 Deskripsi Objek Penelitian	44
4.2.1 Hasil Identifikasi Masalah	45
4.2.2 Fitur Utama Sistem.....	45
4.2.3 Komponen Utama Sistem.....	46
4.3 Analisis Deskripsi	46
4.3.1 Arsitektur Sistem Sebelum Integrasi	46
4.3.2 Pengujian Baseline Performa di Local Development.....	47
4.3.3 Pengujian Baseline Performa di Server UPA TIK	49
4.4 Perancangan Sistem	53
4.4.1 Arsitektur Sistem Setelah Integrasi	53
4.4.2 Diagram Sistem	55
4.5 Hasil dan Rekomendasi	69
4.5.1 Konfigurasi Message Broker	69
4.5.2 Konfigurasi Caching.....	74
4.5.3 Pengujian Integration Performa di Local Development..	76
4.5.4 Pengujian Integration Performa di Server UPA TIK	78
4.5.5 Analisis Hasil Pengujian di Local Development.....	81

4.5.6 Analisis Hasil Pengujian di Server UPA TIK	84
4.5.7 Analisis Statistik di Local Development	89
4.5.8 Analisis Statistik di Server UPA TIK.....	96
4.5.9 Rekomendasi	111
BAB 5. PENUTUP	113
5.1 Kesimpulan.....	113
5.2 Saran	114
DAFTAR PUSTAKA	116
LAMPIRAN.....	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Model Dasar Sistem Sumber: (Soufitri 2023).....	8
Gambar 2. 2 Arsitektur Message Broker Sumber: (Message broker architecture...).....	11
Gambar 2. 3 Arsitektur Apache Kafka Sumber: (Kumar dan Singh 2017).....	13
Gambar 2. 4 Komponen dan Aliran Data Kafka Sumber: (Kumar dan Singh 2017)	14
Gambar 2. 5 Cara Kerja Caching System Sumber: (Ridhalri 2022).....	14
Gambar 2. 6 Layered Architectures Sumber: (Pratama 2021)	17
Gambar 2. 7 Object-based Architectures Sumber: (Pratama 2021)	17
Gambar 2. 8 Data-Centered Architectures Sumber: (Pratama 2021).....	17
Gambar 2. 9 Event-based Architectures Sumber: (Pratama 2021)	18
Gambar 2. 10 Arsitektur Sistem Terdistribusi Sumber: (Pratama 2021).....	18
Gambar 2. 11 Model Konseptual	24
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian	25
Gambar 3. 2 Mahasiswa Melihat Notifikasi Kuesioner (baseline)	30
Gambar 3. 3 Mahasiswa Mengisi Kuesioner 1 (baseline)	31
Gambar 3. 4 Mahasiswa Mengisi Kuesioner 2 (baseline)	31
Gambar 3. 5 Dosen Melakukan Presensi 1 (baseline).....	32
Gambar 3. 6 Dosen Melakukan Presensi 2 (baseline).....	32
Gambar 3. 7 Mahasiswa Melihat Notifikasi Kuesioner (implementasi).....	33
Gambar 3. 8 Mahasiswa Mengisi Kuesioner 1 (implementasi)	34
Gambar 3. 9 Mahasiswa Mengisi Kuesioner 2 (implementasi)	34
Gambar 3. 10 Dosen Melakukan Presensi 1 (implementasi)	36
Gambar 3. 11 Dosen Melakukan Presensi 2 (implementasi)	36
Gambar 3. 12 Communication Diagram Message Broker	39
Gambar 3. 13 Communication Diagram Caching.....	40
Gambar 4. 1 Arsitektur Sistem Sebelum Integrasi	47
Gambar 4. 2 Arsitektur Sistem Setelah Integrasi	54
Gambar 4. 3 Use Case Diagram Mahasiswa Melihat Notifikasi Kuesioner	56
Gambar 4. 4 Use Case Diagram Mahasiswa Mengisi Kuesioner	57
Gambar 4. 5 Use Case Diagram Dosen Melakukan Presensi	58
Gambar 4. 6 Entity Relationship Diagram	59
Gambar 4. 7 Class Diagram Sistem	61
Gambar 4. 8 Sequence Diagram Mahasiswa Melihat Notifikasi Kuesioner.....	62
Gambar 4. 9 Sequence Diagram Mahasiswa Mengisi Kuesioner	64
Gambar 4. 10 Sequence Diagram Dosen Melakukan Presensi	65
Gambar 4. 11 Deployment Diagram	68
Gambar 4. 12 Konfigurasi Broker Apache Kafka di Docker Compose	70
Gambar 4. 13 Perintah Shell Kafka-Init untuk membuat Topik	70
Gambar 4. 14 Dashboard Kafdrop	71

Gambar 4. 15 Kode Implementasi Kafka pada Producer.....	72
Gambar 4. 16 Kode Implementasi Kafka pada Consumer.....	73
Gambar 4. 17 Instalasi Redis	74
Gambar 4. 18 Menjalankan Redis.....	74
Gambar 4. 19 Kode Implementasi Redis pada Sistem.....	75
Gambar 4. 20 Uji Normalitas Data Selisih Response Time POST /attendances (local)	89
Gambar 4. 21 Uji Paired T-Test Response Time POST /attendances (local)	90
Gambar 4. 22 Uji Normalitas Data Selisih Response Time POST /answers (local)	90
Gambar 4. 23 Uji Paired T-Test Response Time POST /answers (local)	91
Gambar 4. 24 Uji Normalitas Data Selisih Response Time GET /notifications (local)	91
Gambar 4. 25 Uji Paired T-Test Response Time GET /notifications (local).....	92
Gambar 4. 26 Uji Normalitas Data Selisih Response Time GET /questionsmeeting (local)	92
Gambar 4. 27 Uji Wilcoxon Signed-Rank Test Response Time GET /questionsmeeting (local)	93
Gambar 4. 28 Uji Normalitas Data Selisih Throughput POST /attendances (local)	94
Gambar 4. 29 Uji Wilcoxon Signed-Rank Test Throughput POST /attendances (local)	94
Gambar 4. 30 Uji Normalitas Data Selisih Throughput GET /notifications (local)	95
Gambar 4. 31 Uji Wilcoxon Signed-Rank Test Throughput GET /notifications (local)	96
Gambar 4. 32 Uji Normalitas Data Selisih Response Time POST /attendances (UPA TIK)	97
Gambar 4. 33 Uji Paired T-Test Response Time POST /attendances (UPA TIK) ..	97
Gambar 4. 34 Uji Normalitas Data Selisih Response Time POST /answers (UPA TIK).....	98
Gambar 4. 35 Uji Paired T-Test Response Time POST /answers (UPA TIK).....	98
Gambar 4. 36 Uji Normalitas Data Selisih Response Time GET /notifications (UPA TIK)	99
Gambar 4. 37 Uji Paired T-Test Response Time GET /notifications (UPA TIK) ..	99
Gambar 4. 38 Uji Normalitas Data Selisih Response Time GET /questionsmeeting (UPA TIK)	100
Gambar 4. 39 Uji Wilcoxon Signed-Rank Test Response Time GET /questionsmeeting (UPA TIK)	101
Gambar 4. 40 Uji Normalitas Data Selisih Error Rate POST /attendances (UPA TIK).....	102

Gambar 4. 41 Uji Wilcoxon Signed-Rank Test Error Rate POST /attendances (UPA TIK)	102
Gambar 4. 42 Uji Normalitas Data Selisih Error Rate GET /notifications (UPA TIK).....	103
Gambar 4. 43 Uji Wilcoxon Signed-Rank Test Error Rate GET /notifications (UPA TIK).....	104
Gambar 4. 44 Uji Normalitas Data Selisih Error Rate GET /questionsmeeting (UPA TIK)	105
Gambar 4. 45 Uji Wilcoxon Signed-Rank Test Error Rate GET /questionsmeeting (UPA TIK).....	105
Gambar 4. 46 Uji Normalitas Data Selisih Throughput POST /attendances (UPA TIK).....	106
Gambar 4. 47 Uji Paired T-Test Throughput POST /attendances (UPA TIK).....	106
Gambar 4. 48 Uji Normalitas Data Selisih Throughput POST /answers (UPA TIK)	107
Gambar 4. 49 Uji Wilcoxon Signed-Rank Test Throughput POST /answers (UPA TIK).....	108
Gambar 4. 50 Uji Normalitas Data Selisih Throughput GET /notifications (UPA TIK).....	109
Gambar 4. 51 Uji Paired T-Test Throughput GET /notifications (UPA TIK)	109
Gambar 4. 52 Uji Normalitas Data Selisih Throughput GET /questionsmeeting (UPA TIK)	110
Gambar 4. 53 Uji Wilcoxon Signed-Rank Test Throughput GET /questionsmeeting (UPA TIK)	111

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	6
Tabel 3. 1 Parameter Pengujian Performa Sistem	41
Tabel 3. 2 Jadwal Penelitian.....	43
Tabel 4. 1 Skenario Pengujian di Local Development	47
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Baseline POST /attendances di Local Development ..	47
Tabel 4. 3 Pengujian Baseline POST /answers di Local Development.....	48
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Baseline GET /notifications di Local Development ...	49
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Baseline GET /questionsmeeting di Local Development	49
Tabel 4. 6 Skenario Pengujian di Server UPA TIK	50
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Baseline POST /attendances di Server UPA TIK.....	50
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Baseline POST /answers di Server UPA TIK	51
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Baseline GET /notifications di Server UPA TIK	52
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Baseline GET /questionsmeeting di Server UPA TIK	52
Tabel 4. 11 Tabel Attendance	66
Tabel 4. 12 Tabel Notification.....	66
Tabel 4. 13 Tabel Answer.....	67
Tabel 4. 14 Tabel Question.....	67
Tabel 4. 15 Tabel Question_Meeting	68
Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Integration POST /attendances di Local Development	76
Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Integration POST /answers di Local Development ..	77
Tabel 4. 18 Hasil Pengujian Integration GET /notifications di Local Development	77
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Integration GET /questionsmeeting di Local Development	78
Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Integration POST /attendances di Server UPA TIK..	79
Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Integration POST /answers di Server UPA TIK.....	79
Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Integration GET /notifications di Server UPA TIK...	80
Tabel 4. 23 Hasil Pengujian Integration GET /questionsmeeting di Server UPA TIK	80
Tabel 4. 24 Perbandingan Rata-rata Response Time (Local Development)	81
Tabel 4. 25 Perbandingan Error Rate (Local Development).....	82
Tabel 4. 26 Perbandingan Throughput (Local Development).....	83
Tabel 4. 27 Perbandingan Rata-rata Response Time (UPA TIK)	84
Tabel 4. 28 Perbandingan Error Rate (UPA TIK)	86
Tabel 4. 29 Perbandingan Throughput (UPA TIK)	87
Tabel 4. 30 Data Response Time POST /attendances (local).....	89
Tabel 4. 31 Data Response Time POST /answers (local).....	90

Tabel 4. 32 Data Response Time GET /notifications (local).....	91
Tabel 4. 33 Data Response Time GET /questionsmeeting (local).....	92
Tabel 4. 34 Data Throughput POST /attendances (local).....	93
Tabel 4. 35 Data Throughput GET /notifications (local)	95
Tabel 4. 36 Data Response Time POST /attendances (UPA TIK).....	96
Tabel 4. 37 Data Response Time POST /answers (UPA TIK)	98
Tabel 4. 38 Data Response Time GET /notifications (UPA TIK)	99
Tabel 4. 39 Data Response Time GET /questionsmeeting (UPA TIK)	100
Tabel 4. 40 Data Error Rate POST /attendances (UPA TIK)	101
Tabel 4. 41 Data Error Rate GET /notifications (UPA TIK)	103
Tabel 4. 42 Data Error Rate GET /questionsmeeting (UPA TIK)	104
Tabel 4. 43 Data Throughput POST /attendances (UPA TIK)	106
Tabel 4. 44 Data Throughput POST /answers (UPA TIK)	107
Tabel 4. 45 Data Throughput GET /notifications (UPA TIK)	108
Tabel 4. 46 Data Throughput GET /questionsmeeting (UPA TIK)	110

DAFTAR RUMUS

(2.1) <i>Paired Sample T-Test</i>	20
(2.2) <i>Wilcoxon Signed Rank Test</i>	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Wawancara dengan Kepala UPA TIK UPNVJ	119
Lampiran 2. Testing Endpoint Dengan Apache JMeter	121
Lampiran 3. Surat Permohonan Riset Mahasiswa	122
Lampiran 4. Tampilan Aplikasi.....	123
Lampiran 5. Dokumentasi API.....	127
Lampiran 6. Source Code.....	128
Lampiran 7. Bertemu Pak Asep Saeful Ridwan untuk Deployment.....	128
Lampiran 8. Link Deployment.....	128
Lampiran 9. Form UAT	129
Lampiran 10. Dokumentasi Deployment di Server UPA TIK.....	131
Lampiran 11. Hasil Turnitin	132