

**OPTIMALISASI KINERJA APACHE HTTP SERVER
DENGAN PENDEKATAN TUNING PARAMETER BERBASIS
MULTIVARIATE ANALYSIS**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu
Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Komputer**



Oleh:

**Syarif Abulkhoir
09011282025050**

**Fakultas Ilmu komputer
Jurusan Sistem Komputer
Universitas Sriwijaya
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

**OPTIMALISASI KINERJA APACHE HTTP SERVER DENGAN
PENDEKATAN TUNING PARAMETER BERBASIS MULTIVARIATE
ANALYSIS**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**

Oleh:

Syarif Abulkhoir

09011282025050

Indralaya, 22 Juni 2024

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M.T.

NIP.196612032006041001

Pembimbing,



Ahmad Hervanto, S.Kom, M.T.

NIP.198701222015041002

AUTHENTICATION PAGE

PERFORMANCE OPTIMIZATION OF APACHE HTTP SERVER WITH MULTIVARIATE ANALYSIS-BASED PARAMETER TUNING APPROACH

Final Task

Submitted To Fulfill One Of He Requirement
To Obten A Bachelor's In Computer Science

By

Syarif Abulkhoir

.09011282025050

Indralaya, 27 June 2024

Acknowledge,

Head Of Computer System Department



Dr. Ir. Sukemi, M.T.

NIP.196612032006041001

Supervisor



Ahmad Hervanto, S.Kom, M.T.

NIP.198701222015041002

HALAMAN PERSETUJUAN


Telah diuji dan lulus pada

Hari : Senin

Tanggal : 10 Juni 2024

Tim Penguji :

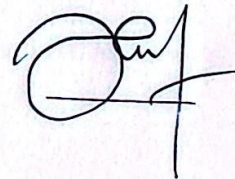
1. Ketua : Aditya Putra Perdana P, M.T



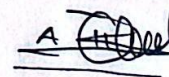
2. Sekretaris : Iman Saladin B. Azhar, M.MSI.



3. Penguji : Ahmad Fali Oklilas, M.T.



4. Pembimbing : Ahmad Heryanto, S.Kom, M.T.



Mengetahui, 20/6/24

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M.T.

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Syarif Abulkhoir
NIM : 09011282025050
Judul : Optimalisasi Kinerja Apache Http Server
Dengan Pendekatan Tuning Parameter
Berdasarkan Multivariate Analysis

Hasil pengecekan Software Ithenticate/Turnitin : 1%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan



Indralaya, Juni 2024



Syarif Abulkhoir

09011282025050

KATA PENGANTAR

Asslaamualaikum Warahmatuallahi Wabarakatuh

Puji syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT yang telah memberikan ridho dan berkah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Optimalisasi Kinerja Apache Http Server Dengan Pendekatan Tuning Parameter Berbasis Multivariate Analysis”.

Pada penyusunan laporan ini, penulis banyak mendapatkan ide dan saran serta bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa syukur dan mengucapkan banyak terima kasih kepada :

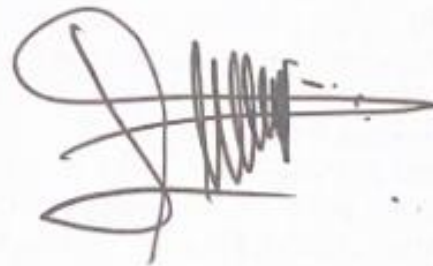
1. Allah SWT yang telah memberikan saya berkat dan rahmat-Nya serta kesehatan untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. kepada orang tua, abang dan adik yang saya cintai karena telah memberika doa dan motivasi kepada penulis.
3. Bapak Pof. Dr. Erwin,S.Si M.Si. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr.Ir. H. Sukemi,M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Iman Saladin B. Azhar S.Kom., M.MSI. selaku Dosen Pembimbing Akademik
6. Bapak Ahmad Heryanto,S.Kom. M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan waktu untuk membimbing serta memberikan saran dan motivasi terbaik.
7. Administrasi Jurusan Sistem Komputer yang telah membantu dan melancarkan proses administrasi terkait Tugas Akhir
8. Kepada teman kelas SKB 2020 dan teman di lab comnets yang sudah memberikan bantuan.
9. Kakak tingkat Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya yang Telah memberikan bantuan nya.
10. Dan seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan yang selalu memberikan semangat dan bantuun yang bermanfaat

Penulis Menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak sebagai bahan evaluasi dari penulis agar laporan ini menjadi lebih baik dan bermanfaat bagi semua pihak dan menjadi referensi bacaan dalam penelitian web server terkhusus untuk Apache HTTP server.

Wassalamualaikum Warahatullahi Wabarakatuh

Palembang, 9 Juni 2024

Penulis,

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Syarif Abulkhoir

NIM.09011282025050

**OPTIMALISASI KINERJA APACHE HTTP SERVER DENGAN
PENDEKATAN TUNING PARAMETER BERBASIS MULTIVARIATE
ANALYSIS**

SYARIF ABULKHOIR (09011282025050)


Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya
Email : syarifabulkhoir@gmail.com

ABSTRAK


Apache HTTP Server adalah salah satu web server paling populer digunakan saat ini. Meskipun memiliki keunggulan dalam kestabilan dan keamanan, performa Apache HTTP Server sering terpengaruh oleh beban traffic dan ukuran file yang diakses, menyebabkan website menjadi lambat dan tidak responsif. Optimasi performa web server menjadi krusial untuk menjaga kualitas layanan. Metode konvensional seperti penambahan kapasitas server dan peningkatan bandwidth tidak selalu efektif karena biaya tinggi dan waktu yang diperlukan. Alternatif yang lebih efisien adalah tuning parameter server, yang melibatkan penyesuaian konfigurasi server untuk meningkatkan performa. Dalam konteks Apache HTTP Server, tuning parameter dilakukan pada modul server, pengaturan cache, dan batasan koneksi. Analisis multivariat digunakan untuk memahami interaksi antara parameter konfigurasi dan dampaknya terhadap performa server. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tuning parameter menghasilkan peningkatan signifikan dalam kinerja server, termasuk penurunan penggunaan CPU dan memory, serta peningkatan throughput dan request rate. Tuning Apache HTTP Server secara signifikan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan kinerja server secara keseluruhan.

Kata kunci : *Apache Server, Tuning Parameter, Analisis Multivariat,*

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer


Dr. Ir. Sukemi, M.T.
NIP.196612032006041001

Pembimbing


Ahmad Hervanto, S.Kom, M.T.
NIP.198701222015041002

**PERFORMANCE OPTIMIZATION OF APACHE HTTP SERVER WITH
MULTIVARIATE ANALYSIS-BASED PARAMETER TUNING APPROACH**

SYARIF ABULKHOIR (09011282025050)

Department of Computer Systems, Faculty of Computer Science, Sriwijaya
University

Email : syarifabulkhoir@gmil.com

ABSTRACT

Apache HTTP Server is one of the most widely used web servers today. Despite its advantages in stability and security, the performance of the Apache HTTP Server is often affected by traffic load and the size of files accessed, resulting in slow and unresponsive websites. Therefore, optimizing web server performance is crucial to maintaining service quality. Conventional methods such as increasing server capacity and bandwidth are often ineffective due to high costs and time requirements. A more efficient alternative is server parameter tuning, which involves adjusting server configuration values to enhance performance. In the context of the Apache HTTP Server, parameter tuning can be performed on server modules, cache settings, and connection limits. Multivariate analysis is used to understand the interactions between configuration parameters and their impact on server performance. The study's results indicate that parameter tuning significantly improves server performance, including reductions in CPU and memory usage, as well as increases in throughput and request rate. Tuning the Apache HTTP Server significantly enhances resource efficiency and overall server performance.

Keywords: *Apache Server, Parameter Tuning, Multivariate Analysis,*

Acknowledge,

Head of Computer System Department

Supervisor



Dr. Ir. Sukemi, M.T.

NIP.196612032006041001



Ahmad Hervanto, S.Kom, M.T.

NIP.198701222015041002

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	1
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRACT	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Metode Penelitian	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1. Penelitian Terdahulu/ Penelitian Terkait/ <i>State Of The Ar</i>	9
2.2. Ringkasan Kajian Terkait.....	19
2.3. Konsep Dasar Apache HTTP Server.....	22
2.3.1 Sejarah dan Perkembangan Apache HTTP Server	23
2.3.2 Arsitektur Apache HTTP Server	26
2.3.3 Konfigurasi Apache HTTP Server	30
2.4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kinerja Apache HTTP Server	33
2.4.1 Beban Server dan Jumlah Pengguna	34
2.4.2 Jenis Konten yang Disajikan	35
2.4.3 Konfigurasi Hardware dan Network	38
2.5. Pengukuran Kinerja Apache HTTP Server	42
2.5.1 Metrik Kinerja yang Umum Digunakan.....	43
2.5.2 Alat-alat Pengukuran Kinerja.....	44
2.6. Multivariate Analysis	47
2.6.1 Pengertian Multivariate Analysis	47
2.6.2 Jenis-jenis Multivariate Analysis	49
2.6.3 Relevansi Multivariate Analysis dalam Optimisasi Server Web....	54
2.6.4 Integrasi Multivariate Analysis dalam Konteks Apache HTTP Server	56
2.7. Analisis Kinerja Server Web	59
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	62
3.1 Kerangka Kerja Penelitian.....	62
3.2 Tahap Persiapan	64
3.3 Kerangka Kerja Metodologi Penelitian	64
3.4 Perangkat dan Aplikasi.....	66
3.5 Virtual Private Server (VPS).....	68
3.6 Parameter Modul Apache Web Server	69
3.7 Parameter Kinerja Apache Web Server.....	71
3.8 Skenario Pengujian Web Server.....	72
3.9 Pengumpulan Data	75
3.9.1 Metrik Kinerja Web Server	75
3.9.2 Penggunaan CPU dan Memori pada Apache Web Server	76

3.10	Pemodelan Multivariate Analysis	78
3.10.1	Identifikasi Variabel	81
3.10.2	Korelasi Multivariat	83
3.10.3	Regresi Linear Berganda	86
3.10.4	Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)	88
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	90
4.1	Instalasi dan Konfigurasi Apache HTTP Server	90
4.1.1	Menginstal LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP):	90
4.1.2	Mengkonfigurasi virtual host:	91
4.1.3	Instalasi SSL.....	92
4.2	Instalasi dan Konfigurasi Apache Jmeter	93
4.3	Website Statis	95
4.4	Pengujian Awal Kinerja Apache Server (<i>Default</i>)	96
4.5	Konfigurasi Tuning Parameter Apache Server.....	99
4.5.1	MPM (Multi Processing Modules).....	101
4.5.2	Cores Modules.....	129
4.6	Hasil Tuning Parameter Apache HTTP Server	164
4.7	Pra-pemrosesan Data	166
4.8	Multivariate Analysis	169
4.8.1	Korelasi Multivariat	170
4.8.2	Regressi Linear Berganda	172
4.8.3	Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)	180
4.9	Pengelompokan Parameter Apache HTTP Server	185
4.10	Identifikasi Tuning Parameter	187
4.11	Tuning Parameter	188
4.11.1	Bobot Parameter Apache HTTP Server	188
4.11.2	Bobot Parameter Kinerja Server.....	189
4.11.3	Pengaturan Tuning Parameter Optimal	191
4.12	Evaluasi dan Validasi	195
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	201
5.1	Kesimpulan.....	201
5.2	Saran.....	204
DAFTAR PUSTAKA	205	
LAMPIRAN	212	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Survey Web Server.....	24
Gambar 2. 2	Proses handler yang dilakukan apache	28
Gambar 2. 3	Proses handler yang dilakukan apache	28
Gambar 2. 4	Arsitektur Web Server	29
Gambar 2. 5	Contoh Konfigurasi Dasar Server.....	33
Gambar 2. 6	Konfigurasi Web Server	33
Gambar 2. 7	Perbedaan Contoh Multivariate dan Univariate	48
Gambar 2. 8	Diagram skematik pengembangan model MVA	53
Gambar 2. 9	Model Jaringan Antrian	59
Gambar 2. 10	Morkov Chain Model	60
Gambar 3. 1	Kerangka Kerja Penelitian.....	63
Gambar 3. 2	Tahap Persiapan.....	64
Gambar 3. 3	Metodologi Penelitian.....	66
Gambar 3. 4	Skenario Pengujian Apache Server	74
Gambar 3. 5	Model Multivariat Analisis.....	78
Gambar 3. 6	Metode Untuk Analisis Multivariat.....	79
Gambar 3. 7	Framework Pemodelan Analysis Multivariate	80
Gambar 3. 8	Grafik garis analisis multivariate	82
Gambar 3. 9	Arsitektur Korelasi Multivariat	83
Gambar 3. 10	Arsitektur Regresi Linear Berganda	86
Gambar 3. 11	Grafis Garis Regresi Linear Berganda.....	87
Gambar 3. 12	Arsitektur MANOVA	88
Gambar 4. 1	Tampilan Apache Server Berhasil Terinstall.....	91
Gambar 4. 2	Bukti SSL telah terinstall.....	92
Gambar 4. 3	Website Resmi Apache Jmeter	93
Gambar 4. 4	Tampilan Awal Apache Jmeter	94
Gambar 4. 5	Konfigurasi Apache Jmeter 500 users dalam 5 detik	95
Gambar 4. 6	Website Statis dengan domain: https://syarifabulkhair.online	96
Gambar 4. 7	Error Rate Apache Server(Default)	96
Gambar 4. 8	Response Times Ranges	97
Gambar 4. 9	Time Vs Threads	98
Gambar 4. 10	Response Time Distribution	99
Gambar 4. 11	Bagan dari Boxplot.....	100
Gambar 4. 12	Presentasi Error StartServers	102
Gambar 4. 13	Distribusi CPU untuk Startservers.....	103
Gambar 4. 14	Distribusi memori untuk Startservers	104
Gambar 4. 15	Distribusi ResponseTime untuk Startservers.....	104
Gambar 4. 16	Distribusi Throughput untuk Startservers.....	105
Gambar 4. 17	Distribusi Request dan Reply rate untuk Startservers	105
Gambar 4. 18	Boxplot Startservers terhadap kinerja matriks.....	106
Gambar 4. 19	Grafik Hubungan StartServer Terhadap Kinerja	107
Gambar 4. 20	Presentasi Error MinSpareServers.....	108
Gambar 4. 21	Distribusi CPU untuk MinSpareServers.....	109
Gambar 4. 22	Distribusi memori untuk MinSpareServers	110
Gambar 4. 23	Distribusi ResponseTime untuk MinSpareServers	110
Gambar 4. 24	Distribusi Throughput untuk MinSpareServers.....	111
Gambar 4. 25	Distribusi Request dan Reply rate untuk MinSpareServers.....	111
Gambar 4. 26	Boxplot MinSpareServers terhadap kinerja matriks.....	113
Gambar 4. 27	Grafik Hubungan MinSpareServers Terhadap Kinerja	114

Gambar 4. 28	Presentasi Error MaxSpareServers	115
Gambar 4. 29	Distribusi CPU untuk MaxSpareServers	116
Gambar 4. 30	Distribusi memori untuk MaxSpareServers.....	117
Gambar 4. 31	Distribusi ResponseTime untuk MaxSpareServers	117
Gambar 4. 32	Distribusi Throughput untuk MaxSpareServers	118
Gambar 4. 33	Distribusi Request dan Reply rate untuk MaxSpareServers.....	118
Gambar 4. 34	Boxplot MaxSpareServers terhadap kinerja matriks	120
Gambar 4. 35	Grafik Hubungan MaxSpareServers Terhadap Kinerja.....	121
Gambar 4. 36	Presentasi Error MaxRequestsWorkers	122
Gambar 4. 37	Distribusi CPU untuk MaxRequestsWorkers	123
Gambar 4. 38	Distribusi memori untuk MaxRequestsWorkers	124
Gambar 4. 39	Distribusi ResponseTime untuk MaxRequestsWorkers	124
Gambar 4. 40	Distribusi Throughput untuk MaxRequestsWorkers	125
Gambar 4. 41	Distribusi Request dan Reply rate untuk MaxRequestsWorkers.....	125
Gambar 4. 42	Boxplot MaxRequestsWorkers terhadap kinerja matriks	127
Gambar 4. 43	Grafik Hubungan MaxRequestsWorkers Terhadap Kinerja.....	128
Gambar 4. 44	Presentasi Error MaxKeepAliveRequest	130
Gambar 4. 45	Distribusi CPU untuk MaxKeepAliveRequest	131
Gambar 4. 46	Distribusi memori untuk MaxKeepAliveRequest	131
Gambar 4. 47	Distribusi ResponseTime untuk MaxKeepAliveRequest	132
Gambar 4. 48	Distribusi Throughput untuk MaxKeepAliveRequest	132
Gambar 4. 49	Distribusi Request dan Reply rate untuk MaxKeepAliveRequest.....	133
Gambar 4. 50	Boxplot MaxKeepAliveRequest terhadap kinerja matriks	134
Gambar 4. 51	Grafik Hubungan MaxKeepAliveRequest Terhadap Kinerja.....	135
Gambar 4. 52	Presentasi Error KeepAliveTimeout.....	136
Gambar 4. 53	Distribusi CPU untuk KeepAliveTimeout.....	137
Gambar 4. 54	Distribusi memori untuk KeepAliveTimeout	138
Gambar 4. 55	Distribusi ResponseTime untuk KeepAliveTimeout.....	138
Gambar 4. 56	Distribusi Throughput untuk KeepAliveTimeout.....	139
Gambar 4. 57	Distribusi Request dan Reply rate untuk KeepAliveTimeout	139
Gambar 4. 58	Boxplot KeepAliveTimeout terhadap kinerja matriks.....	141
Gambar 4. 59	Grafik Hubungan KeepAliveTimeout Terhadap Kinerja	142
Gambar 4. 60	Presentasi Error Timeout	143
Gambar 4. 61	Distribusi CPU untuk Timeout	144
Gambar 4. 62	Distribusi memori untuk Timeout	145
Gambar 4. 63	Distribusi ResponseTime untuk Timeout	145
Gambar 4. 64	Distribusi Throughput untuk Timeout	146
Gambar 4. 65	Distribusi Request dan Reply rate untuk Timeout.....	146
Gambar 4. 66	Boxplot Timeout terhadap kinerja matriks	148
Gambar 4. 67	Grafik Hubungan Timeout Terhadap Kinerja.....	149
Gambar 4. 68	Presentasi Error MaxConnectionsPerChild	150
Gambar 4. 69	Distribusi CPU untuk MaxConnectionsPerChild	151
Gambar 4. 70	Distribusi memori untuk MaxConnectionsPerChild.....	152
Gambar 4. 71	Distribusi ResponseTime untuk MaxConnectionsPerChild	152
Gambar 4. 72	Distribusi Throughput untuk MaxConnectionsPerChild	153
Gambar 4. 73	Distribusi Request dan Reply rate untuk MaxConnectionsPerChild.....	153
Gambar 4. 74	Boxplot MaxConnectionsPerChild terhadap kinerja matriks	155
Gambar 4. 75	Grafik Hubungan MaxConnectionsPerChild Terhadap Kinerja.....	156
Gambar 4. 76	Presentasi Error ServerLimit	157
Gambar 4. 77	Distribusi CPU untuk ServerLimit	158
Gambar 4. 78	Distribusi memori untuk ServerLimit.....	159
Gambar 4. 79	Distribusi ResponseTime untuk ServerLimit	159
Gambar 4. 80	Distribusi Throughput untuk ServerLimit	160

Gambar 4. 81	Distribusi Request dan Reply rate untuk ServerLimit	160
Gambar 4. 82	Boxplot ServerLimit terhadap kinerja matriks	162
Gambar 4. 83	Grafik Hubungan ServerLimit Terhadap Kinerja.....	163
Gambar 4. 84	Overview Data Percobaan Pengujian Apache Server.....	168
Gambar 4. 85	Menghilangkan Fitur Iteration (Percobaan).....	169
Gambar 4. 86	Pemisahan data parameter dan matrik kinerja	169
Gambar 4. 87	Matriks Korelasi Antar Parameter dan Kinerja	170
Gambar 4. 88	Response Times Ranges Setelah Tuning.....	193
Gambar 4. 89	Time Vs Threads Setelah Tuning	194
Gambar 4. 90	Response Time Distribution Setelah Tuning.....	194
Gambar 4. 91	Perbandingan Penggunaan CPU	196
Gambar 4. 92	Perbandingan Penggunaan Memory	197
Gambar 4. 93	Perbandingan Response Time	198
Gambar 4. 94	Perbandingan Throughput	198
Gambar 4. 95	Perbandingan Request Rate	199
Gambar 4. 96	Perbandingan Reply Rate	200

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait	9
Tabel 2. 2 Jenis multivariate analysis.....	51
Tabel 3. 1 Hardware yang digunakan.....	67
Tabel 3. 2 Software yang digunakan.....	68
Tabel 3. 3 Spesifikasi Virtual Private Server	68
Tabel 3. 4 Modul Apache Server.....	69
Tabel 3. 5 Parameter Kinerja Apache Server	71
Tabel 3. 6 Nilai Parameter Default Apache Konfigurasi	72
Tabel 3. 7 Kombinasi Nilai Tuning Parameter pada Modul Apache Server.....	73
Tabel 3. 8 Identifikasi Variabel.....	81
Tabel 3. 9 Hubungan nilai Koefesien Korelasi	84
Tabel 3. 10 Statistik Uji MANOVA.....	89
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Awal Apache Web Server.....	96
Tabel 4. 2 Percobaan Error Startservers.....	102
Tabel 4. 3 Startservers terhadap kinerja matriks	106
Tabel 4. 4 Percoan Error MinSpareServers.....	109
Tabel 4. 5 MinSpareServers terhadap kinerja matriks	112
Tabel 4. 6 Percobaan Error MaxSpareServers	115
Tabel 4. 7 MaxSpareServers terhadap kinerja matriks.....	119
Tabel 4. 8 Percobaan Error MaxRequestsWorkers	123
Tabel 4. 9 MaxRequestsWorkers terhadap kinerja matriks.....	126
Tabel 4. 10 Percobaan Error MaxKeepAliveRequest	130
Tabel 4. 11 MaxKeepAliveRequest terhadap kinerja matriks.....	134
Tabel 4. 12 Percobaan Error KeepAliveTimeout.....	137
Tabel 4. 13 KeepAliveTimeout terhadap kinerja matriks	140
Tabel 4. 14 Percobaan Error Timeout	143
Tabel 4. 15 Timeout terhadap kinerja matriks	147
Tabel 4. 16 Percobaan Error MaxConnectionsPerChild	150
Tabel 4. 17 MaxConnectionsPerChild terhadap kinerja matriks.....	154
Tabel 4. 18 Percobaan Error ServerLimit	157
Tabel 4. 19 ServerLimit terhadap kinerja matriks.....	161
Tabel 4. 20 Pengaturan Parameter untuk penggunaan CPU terendah.....	164
Tabel 4. 21 Pengaturan Parameter untuk penggunaan memori terendah	164
Tabel 4. 22 Pengaturan Parameter untuk Response Time tercepat	165
Tabel 4. 23 Pengaturan Parameter untuk Througput, Request Rate dan Reply Rate Terbesar	166
Tabel 4. 24 Ringkasan Statistik Data	167
Tabel 4. 25 Tabel hasil Matrik korelasi.....	171
Tabel 4. 26 Regressi Terhadap penggunaan CPU.....	172
Tabel 4. 27 Regressi Terhadap penggunaan memory	173
Tabel 4. 28 Regressi Terhadap Response Time	174
Tabel 4. 29 Regressi Terhadap Througput	175
Tabel 4. 30 Regressi Terhadap Error Rate	176
Tabel 4. 31 Regressi Terhadap Request Rate.....	178
Tabel 4. 32 Regressi Terhadap Reply Rate	179
Tabel 4. 33 MANOVA Startservers terhadap kinerja matriks	180
Tabel 4. 34 MANOVA MinSpareServers terhadap kinerja matriks	180
Tabel 4. 35 MANOVA MaxSpareServers terhadap kinerja matriks.....	181
Tabel 4. 36 MANOVA MaxRequestsWorkers terhadap kinerja matriks.....	182
Tabel 4. 37 MANOVA MaxKeepAliveRequest terhadap kinerja matriks.....	182

Tabel 4. 38 MANOVA KeepAliveTimeout terhadap kinerja matriks	183
Tabel 4. 39 MANOVA Timeout terhadap kinerja matriks.....	183
Tabel 4. 40 MANOVA MaxConnectionsPerChild terhadap kinerja matriks.....	184
Tabel 4. 41 MANOVA ServerLimit terhadap kinerja matriks.....	185
Tabel 4. 42 Pengelompokan Parameter Apache Terhadap Kinerja.....	186
Tabel 4. 43 Parameter Prioritas pada kinerja Apache server.....	187
Tabel 4. 44 Hasil Analisi Bobot Parameter Apache.....	188
Tabel 4. 45 Bobot Kinerja Web Server	189
Tabel 4. 46 Jumlah Percobaan dengan score range tertentu.....	190
Tabel 4. 47 pilihan Pengaturan paramter paling optimal	192
Tabel 4. 48 Hasil Pengujian Setelah Tuning	192
Tabel 4. 49 Perbandingan Pengaturan Parameter Apache HTTP Server	195
Tabel 4. 50 Perbandingan Metrik Kinerja Sebelum dan Sesudah Tuning.....	196

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Apache HTTP server adalah salah satu web server yang paling populer digunakan saat ini[1]. Meskipun Apache HTTP server memiliki banyak kelebihan, seperti kestabilan dan keamanan, namun performanya sering kali terpengaruh oleh beban traffic dan ukuran file yang diakses oleh pengguna[2]. Masalah ini dapat menyebabkan website menjadi lambat, tidak responsif, dan mengalami downtime. Oleh karena itu, optimasi performa web server sangat penting untuk menjaga kualitas layanan dan kenyamanan pengguna[3].

Terdapat beberapa cara untuk mengoptimalkan performa web server, seperti dengan menambahkan kapasitas server, meningkatkan bandwidth, dan memperbarui hardware[4]. Namun, opsi ini seringkali tidak efektif karena biaya yang mahal dan memerlukan waktu yang lama. Alternatif yang lebih murah dan efektif adalah melakukan tuning parameter pada server[5]. Tuning parameter adalah proses mengubah nilai-nilai konfigurasi pada server untuk meningkatkan performanya[6]. Dalam konteks Apache HTTP server, tuning parameter dapat dilakukan pada konfigurasi server, seperti modul server, pengaturan cache, dan batasan koneksi[7].

Dalam melakukan tuning parameter, terdapat banyak faktor yang perlu dipertimbangkan. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan analisis multivariat. Analisis multivariat adalah suatu metodologi statistik yang bertujuan untuk menganalisis hubungan kompleks antara sejumlah variabel dalam satu kerangka analisis[8]. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi pola, hubungan, dan struktur yang mungkin sulit diidentifikasi dengan melihat variabel-variabel tersebut secara terpisah. Analisis multivariat membantu menggabungkan informasi dari berbagai variabel dan menghasilkan wawasan yang lebih dalam tentang keterkaitan antara variabel-variabel tersebut dalam suatu konteks tertentu[9]. Dalam konteks Apache HTTP Server, analisis multivariat dapat diterapkan untuk memahami interaksi antara berbagai parameter konfigurasi dan dampaknya terhadap performa server secara keseluruhan. Dengan menggabungkan

informasi dari berbagai aspek konfigurasi, analisis multivariat dapat membantu mengidentifikasi faktor-faktor kunci yang berkontribusi terhadap kinerja server web, serta membantu dalam pengambilan keputusan untuk optimalisasi yang lebih efektif.

Penelitian tentang optimasi performa Apache HTTP server telah banyak dilakukan sebelumnya[1], [10]–[14]. Namun, kebanyakan penelitian tersebut hanya fokus pada satu aspek tuning parameter, seperti pengaturan cache atau batasan koneksi. Sedangkan dalam penelitian ini, akan diusulkan pendekatan tuning parameter yang lebih holistik dan terintegrasi, yang melibatkan analisis multivariat untuk mengidentifikasi faktor-faktor penting dalam kinerja server. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi untuk meningkatkan performa web server dan memberikan kualitas layanan yang lebih baik bagi pengguna internet.

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan tentang optimasi performa Apache HTTP server telah menunjukkan hasil yang positif[1], [11], [15]. Namun, sebagian besar penelitian tersebut hanya dilakukan pada lingkup kecil dan kurang terintegrasi dalam pendekatan tuning parameter. Hal ini menyebabkan penelitian tersebut tidak dapat memberikan gambaran yang lengkap tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja server. Penelitian sebelumnya juga terkait pada multivariate analysis juga telah dilakukan[16], dimana Penelitian ini menggunakan analisis varians dua arah (two-way ANOVA) untuk menganalisis data. Dua variabel independen dalam penelitian ini adalah jenis kelamin dan industri, sedangkan variabel terikat adalah kompetensi karyawan.

Analisis varians dua arah adalah teknik statistik yang digunakan untuk membandingkan rata-rata dua atau lebih kelompok pada dua atau lebih variabel independen. Dalam penelitian ini, analisis varians dua arah digunakan untuk mengeksplorasi efek moderasi jenis kelamin dan industri pada kompetensi karyawan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat efek utama yang signifikan baik untuk jenis kelamin maupun industri, serta efek interaksi yang signifikan antara jenis kelamin dan industri. Hal ini berarti bahwa efek jenis kelamin pada kompetensi karyawan berbeda tergantung pada industri, dan efek industri pada kompetensi karyawan berbeda tergantung pada jenis kelamin.

Berdasarkan temuan penelitian ini, organisasi perlu mempertimbangkan efek moderasi jenis kelamin dan industri ketika merancang dan menerapkan program pelatihan dan pengembangan bagi karyawan layanan pelanggan. Misalnya, organisasi mungkin perlu menyesuaikan program pelatihan mereka dengan kebutuhan spesifik karyawan laki-laki dan perempuan, atau karyawan di industri yang berbeda. Penelitian ini akan mencoba mengatasi kelemahan-kelemahan tersebut dengan mengusulkan pendekatan tuning parameter berbasis analisis multivariat yang terintegrasi dan holistik. Pendekatan ini akan melibatkan beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja server, seperti konfigurasi server, beban traffic, dan pengaturan cache. Analisis multivariat akan dilakukan pada faktor-faktor tersebut untuk mengidentifikasi faktor yang paling berpengaruh dalam kinerja server. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi perusahaan dan organisasi yang mengandalkan web server dalam menjalankan bisnis mereka dan memberikan layanan bagi pengguna internet. Dengan memperbaiki kinerja server, perusahaan dan organisasi dapat meningkatkan kualitas layanan mereka dan memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pengguna internet.

Terakhir, penelitian ini juga dapat memberikan kontribusi bagi dunia akademik. Penelitian ini merupakan kontribusi baru dalam penelitian tentang optimasi performa web server. Selain itu, penelitian ini juga dapat membuka peluang untuk penelitian selanjutnya yang lebih mendalam tentang penggunaan analisis multivariat dalam optimasi performa web server. Secara keseluruhan, penelitian ini memiliki potensi untuk memberikan kontribusi yang signifikan bagi perusahaan dan organisasi yang bergantung pada web server, pengembang web server, dan dunia akademik. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat meningkatkan performa web server secara umum dan memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pengguna internet.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah berdasarkan hasil pada latar belakang yang telah dikemukakan, antara lain:

1. Apa saja parameter modul pada Apache HTTP Server yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja server?
2. Bagaimana prioritas parameter yang perlu dituning untuk meningkatkan kinerja tertentu pada Apache HTTP Server?
3. Bagaimana pengaturan parameter yang optimal untuk spesifikasi server yang digunakan dalam penelitian ini?
4. Apakah terdapat peningkatan performa yang signifikan sebelum dan sesudah dilakukan tuning parameter pada Apache HTTP Server?
5. Bagaimana hubungan kompleks antara parameter yang mempengaruhi kinerja server berbasis analisis multivariate?
6. Apakah peningkatan nilai parameter berpengaruh terhadap kinerja server secara proporsional atau sebaliknya?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini, antara lain:

1. Mengidentifikasi parameter modul pada Apache apa saja yang paling berpengaruh secara signifikan
2. Mengetahui prioritas parameter untuk melakukan tuning pada Kinerja tertentu
3. Mengetahui pengaturan parameter yang paling optimal Untuk Spesifikasi pada server yang peneliti gunakan untuk penelitian kali ini
4. Menjelaskan apakah adanya peningkatan performa sebelum dan sesudah dilakukan tuning parameter pada Apaache
5. Mengetahui Hubungan kompleks antara parameter yang mempengaruhi kinerja server berbasis multivariate analysis
6. Mengetahui apakah Semakin ditingkatkan parameter ikut berpengaruh terhadap kinerja ikut naik atau sebaliknya

1.4 Manfaat

Berikut adalah manfaat dari penelitian ini:

1. Dapat memperbaiki kinerja server mereka dengan melakukan tuning parameter berbasis analisis multivariat pada Apache HTTP server.
2. Untuk meningkatkan kualitas layanan yang diberikan kepada pelanggan dengan meningkatkan kecepatan akses pada situs web dan aplikasi yang menggunakan Apache HTTP server
3. Menambah pengetahuan dan literatur tentang Apache HTTP server, teknologi informasi, dan analisis multivariat yang dapat membantu dalam meningkatkan kinerja server pada umumnya.

1.5 Batasan Masalah

Berikut adalah batasan masalah untuk penelitian ini:

1. Difokuskan pada analisis dan optimalisasi kinerja Apache HTTP Server sebagai fokus utama.
2. Penelitian ini akan memeriksa sejumlah parameter konfigurasi yang secara langsung mempengaruhi kinerja Apache HTTP Server.
3. Metode analisis multivariat akan digunakan pada penelitian kali ini. Pendekatan seperti Matrix Korelasi, Regresi Linear dan MVA akan diterapkan untuk mengeksplorasi hubungan kompleks antara parameter-parameter konfigurasi dan kinerja server.
4. Pengujian dilakukan dengan menggunakan data kinerja yang dihasilkan oleh Apache HTTP Server.
5. Penelitian ini akan menempatkan fokusnya pada upaya meningkatkan efisiensi dan responsivitas Apache HTTP Server

1.6 Metode Penelitian

Pada penelitian ini nantinya akan melewati beberapa tahapan-tahapan yaitu sebagai berikut:

1. Tahapan pertama (perumusan masalah)

Tahapan pertama adalah perumusan masalah yaitu penentuan pokok permasalahan mengenai optimalisasi kinerja Apache HTTP server dengan pendekatan tuning parameter.

2. Tahap kedua (literatur)

Tahap kedua adalah tahapan literatur yaitu penulis mengumpulkan referensi jurnal dan atau presiding internasional bereputasi sebanyak-banyaknya atau minimal 30 referensi yang membahas tentang optimalisasi kinerja apache HTTP server dengan pendekatan tuning parameter maupun jurnal yang berkaitan dengan metode multivariate analysis atau juga bisa dengan jenis metode lain sebagai referensi.

3. Tahap ketiga (rancang sistem)

Tahap ketiga yaitu tahapan perancangan sistem, berdasarkan tahap pertama dan tahap kedua yang digunakan.

4. Tahap keempat (persiapan data)

Pada tahap ini yaitu mengumpulkan data parameter website pada Apache HTTP server.

5. Tahap kelima (pengujian)

Tahap kelima yaitu tahapan lanjutan dari tahapan keempat yang telah diselesaikan. Dengan melakukan pengujian terhadap website menggunakan aplikasi pihak ketiga.

6. Tahap keenam (analisa)

Tahapan keenam yaitu analisa, dimana analisa data diperoleh dari parameter Apache HTTP server dengan setelahnya dilakukan pengujian, setelahnya akan keluar hasil analisa parameter apa saja yang mempengaruhi kinerja dari Apache HTTP server.

7. Tahap ketujuh (kesimpulan dan saran)

Pada tahapan terakhir adalah membuat kesimpulan dari hasil optimalisasi kinerja apache HTTP server dengan pendekatan tuning parameter serta membuat saran yang nantinya dapat berguna untuk penulis selanjutnya yang akan dijadikan untuk bahan acuan.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan bertujuan untuk mempermudah pemahaman dan penelaahan penelitian. Dalam laporan penelitian ini, sistematika penulisan terdiri atas lima bab, masing- masing uraian yang secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang, perumusan dan batasan masalah, tujuan dan manfaat, dan metodologi penelitian yang digunakan selama penulisan tugas akhir ini berlangsung.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab kedua ini memberikan penjelasan yang berhubungan dengan apache HTTP server dan tuning parameter hasil data yang akan membangun sebuah landasan teori untuk mendukung jalannya penulisan serta penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ketiga akan berisikan tentang tahapan demi tahapan penelitian tentang pendekatan tuning parameter. Dimulai dari bagaimana menganalisa kinerja

Apache HTTP server, lalu menganalisa parameter tersebut berbasis analisis multivariat.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Hail dari penelitian yang dilakukan berdasarkan tahapan-tahapan yang telah dijelaskan pada BAB III akan diperlihatkan pada bab in dan akan dilakukan analisa terhadap hasil yang didapat.

BAB V KESIMPULAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan yang didapatkan dari hail penelitian dan menganalisa data hasil parameter kinerja Apache HTTP server yang terbentuk.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Y. Chandra, “Analisis Performansi Antara Apache & Nginx Web Server Dalam Menangani Client Request,” *J. Sist. dan Inform.*, vol. 14, no. 1, pp. 48–56, 2019.
- [2] K. Wnęk and P. Boryło, “A Data Processing and Distribution System Based on Apache Nifi,” *Photonics*, vol. 10, no. 2, 2023, doi: 10.3390/photonics10020210.
- [3] Y. Zhao, J. Wang, L. Zhang, J. Wang, and Q. Qi, “Performance Evaluation and Optimization for Android-Based Web Server,” in *2017 International Conference on Networking and Network Applications (NaNA)*, IEEE, Oct. 2017, pp. 246–251. doi: 10.1109/NaNA.2017.66.
- [4] X. Qi, J. Yang, Y. Zhang, and B. Xiao, “BIOS-Based Server Intelligent Optimization,” *Sensors*, vol. 22, no. 18, 2022, doi: 10.3390/s22186730.
- [5] A. Panichella, “A Systematic Comparison of search-Based approaches for LDA hyperparameter tuning,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 130, 2021, doi: 10.1016/j.infsof.2020.106411.
- [6] H. Zhu, D. Scheinert, L. Thamsen, K. Gontarska, and O. Kao, “Magpie: Automatically Tuning Static Parameters for Distributed File Systems using Deep Reinforcement Learning,” in *2022 IEEE International Conference on Cloud Engineering (IC2E)*, IEEE, Sep. 2022, pp. 150–159. doi: 10.1109/IC2E55432.2022.00023.
- [7] M. Fotache, A. Munteanu, C. Strimbei, and I. Hrubaru, “Framework for the Assessment of Data Masking Performance Penalties in SQL Database Servers. Case Study: Oracle,” *IEEE Access*, vol. 11, no. February, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3247486.
- [8] J. Jimenez, A. Pertuz, C. Quintero, and J. Montana, “Multivariate Statistical Analysis based Methodology for Long-Term Demand Forecasting,” *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 17, no. 01, pp. 93–101, Jan. 2019, doi: 10.1109/TLA.2019.8826700.
- [9] “Multivariate Analysis,” 2019, pp. 195–270. doi: 10.1002/9781119214656.ch6.

- [10] R. Bundela, N. Dhanda, and R. Verma, "Load Balanced Web Server on AWS Cloud," in *2022 International Conference on Computing, Communication, and Intelligent Systems (ICCCIS)*, IEEE, Nov. 2022, pp. 114–118. doi: 10.1109/ICCCIS56430.2022.10037657.
- [11] J. Koch and W. Hao, "Apache and HTTP/2 in the Cloud: A Comparative Study of Apache Architecture in AWS," in *2021 IEEE 12th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON)*, IEEE, Oct. 2021, pp. 0673–0680. doi: 10.1109/IEMCON53756.2021.9623230.
- [12] R. R. Zebari, S. R. M. Zeebaree, and K. Jacksi, "Impact Analysis of HTTP and SYN Flood DDoS Attacks on Apache 2 and IIS 10.0 Web Servers," in *2018 International Conference on Advanced Science and Engineering (ICOASE)*, IEEE, Oct. 2018, pp. 156–161. doi: 10.1109/ICOASE.2018.8548783.
- [13] W. M. C. J. T. Kithulwatta, K. P. N. Jayasena, B. T. G. S. Kumara, and R. M. K. T. Rathnayaka, "Performance Evaluation of Docker-based Apache and Nginx Web Server," in *2022 3rd International Conference for Emerging Technology (INCET)*, IEEE, May 2022, pp. 1–6. doi: 10.1109/INCET54531.2022.9824303.
- [14] P. Cika and V. Clupek, "Stress Tester and Network Emulator in Apache JMeter," in *2019 Photonics & Electromagnetics Research Symposium - Spring (PIERS-Spring)*, IEEE, Jun. 2019, pp. 3722–3726. doi: 10.1109/PIERS-Spring46901.2019.9017650.
- [15] B. Grandhi, S. Chickerur, and M. S. Patil, "Performance Analysis of MySQL, Apache Spark on CPU and GPU," in *2018 3rd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT)*, IEEE, May 2018, pp. 1494–1499. doi: 10.1109/RTEICT42901.2018.9012459.
- [16] A. Kumar and A. Kaur, "A Multivariate Analysis on Employee Competencies," in *2022 5th International Conference on Multimedia, Signal Processing and Communication Technologies (IMPACT)*, IEEE, Nov. 2022, pp. 1–5. doi: 10.1109/IMPACT55510.2022.10029153.

- [17] L. Bertini, J. C. B. Leite, and D. Mossé, “Power and performance control of soft real-time web server clusters,” *Inf. Process. Lett.*, vol. 110, no. 17, pp. 767–773, Aug. 2010, doi: 10.1016/j.ipl.2010.06.013.
- [18] J. Li and M. Lu, “The performance optimization and modeling analysis based on the Apache Web Server,” in *Proceedings of the 32nd Chinese Control Conference*, 2013, pp. 1712–1716.
- [19] R. Peña-Ortiz, J. A. Gil, J. Sahuquillo, and A. Pont, “Analyzing web server performance under dynamic user workloads,” *Comput. Commun.*, vol. 36, no. 4, pp. 386–395, Feb. 2013, doi: 10.1016/j.comcom.2012.11.005.
- [20] Y. Tian, C. Lin, Z. Chen, J. Wan, and X. Peng, “Performance evaluation and dynamic optimization of speed scaling on web servers in cloud computing,” *Tsinghua Sci. Technol.*, vol. 18, no. 3, pp. 298–307, Jun. 2013, doi: 10.1109/TST.2013.6522588.
- [21] Prakash P, Biju R, and M. Kamath, “Performance analysis of process driven and event driven web servers,” in *2015 IEEE 9th International Conference on Intelligent Systems and Control (ISCO)*, IEEE, Jan. 2015, pp. 1–7. doi: 10.1109/ISCO.2015.7282230.
- [22] I. P. A. Suwandika, M. A. Nugroho, and M. Abdurahman, “Increasing SDN Network Performance Using Load Balancing Scheme on Web Server,” in *2018 6th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*, IEEE, May 2018, pp. 459–463. doi: 10.1109/ICoICT.2018.8528803.
- [23] M. Morton *et al.*, “Security Risks in Asynchronous Web Servers: When Performance Optimizations Amplify the Impact of Data-Oriented Attacks,” in *2018 IEEE European Symposium on Security and Privacy (EuroS&P)*, IEEE, Apr. 2018, pp. 167–182. doi: 10.1109/EuroSP.2018.00020.
- [24] Y.-J. Hsu, S.-J. Hsiao, and S.-Y. Wang, “Implementing a Mobile Web Server with the Features of Cross-Platform and High-Efficiency Based on WOT with an Innovative Approach,” in *2018 International Symposium on Computer, Consumer and Control (IS3C)*, IEEE, Dec. 2018, pp. 334–337. doi: 10.1109/IS3C.2018.00091.
- [25] V. Piantadosi, S. Scalabrino, and R. Oliveto, “Fixing of Security

- Vulnerabilities in Open Source Projects: A Case Study of Apache HTTP Server and Apache Tomcat,” in *2019 12th IEEE Conference on Software Testing, Validation and Verification (ICST)*, IEEE, Apr. 2019, pp. 68–78. doi: 10.1109/ICST.2019.00017.
- [26] M. Khatiwada, R. K. Budhathoki, and A. Mahanti, “Characterizing Mobile Web Traffic: A Case Study of an Academic Web Server,” in *2019 Twelfth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Network (ICMU)*, IEEE, Nov. 2019, pp. 1–6. doi: 10.23919/ICMU48249.2019.9006650.
- [27] O. H. Jader, S. R. M. Zeebaree, and R. R. Zebari, “A state of art survey for web server performance measurement and load balancing mechanisms,” *Int. J. Sci. Technol. Res.*, vol. 8, no. 12, pp. 535–543, 2019.
- [28] N. Suradkar and S. Lomte, “VMware ESXi: Virtual Web Server performance evaluation with weighttp Benchmark,” *2020 IEEE Int. Conf. Advent Trends Multidiscip. Res. Innov.*, pp. 1–4, Dec. 2020, doi: 10.1109/ICATMRI51801.2020.9398491.
- [29] O. H. Jader *et al.*, “Ultra-Dense Request Impact on Cluster-Based Web Server Performance,” in *2021 4th International Iraqi Conference on Engineering Technology and Their Applications (IICETA)*, IEEE, Sep. 2021, pp. 252–257. doi: 10.1109/IICETA51758.2021.9717748.
- [30] M. Jayanthi and K. R. M. Rao, “Experimental Setup of Apache Spark Application Execution in a Standalone Cluster Environment using Default Scheduling Mode,” in *2022 International Conference on Automation, Computing and Renewable Systems (ICACRS)*, IEEE, Dec. 2022, pp. 984–988. doi: 10.1109/ICACRS55517.2022.10029155.
- [31] D. Sulistiowati, I. Rina, and N. Febrian, “Two-Way Multivariate Analysis of Variance in Comparative Analysis of Study Exam Scores Based on Learning Methods and Student Gender,” in *2022 International Symposium on Information Technology and Digital Innovation (ISITDI)*, IEEE, Jul. 2022, pp. 126–130. doi: 10.1109/ISITDI55734.2022.9944485.
- [32] E. K. Nelson *et al.*, “LabKey Server: an open source platform for scientific data integration, analysis and collaboration,” *BMC Bioinformatics*, vol. 12,

- no. 1, pp. 1–23, 2011.
- [33] T. Thaker, “ESP8266 based implementation of wireless sensor network with Linux based web-server,” in *2016 Symposium on Colossal Data Analysis and Networking (CDAN)*, IEEE, 2016, pp. 1–5.
- [34] K. ULLAH and S. KHAN, “A REVIEW OF ISSUE ANALYSIS IN OPEN SOURCE SOFTWARE DEVELOPMENT.,” *J. Theor. Appl. Inf. Technol.*, vol. 23, no. 2, 2011.
- [35] N. Tripathi, N. Hubballi, and Y. Singh, “How secure are web servers? An empirical study of slow HTTP DoS attacks and detection,” in *2016 11th International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES)*, IEEE, 2016, pp. 454–463.
- [36] O. H. Jader, S. R. Zeebaree, and R. R. Zebari, “A state of art survey for web server performance measurement and load balancing mechanisms,” *Int. J. Sci. Technol. Res.*, vol. 8, no. 12, pp. 535–543, 2019.
- [37] S. Lederer, C. Müller, and C. Timmerer, “Dynamic adaptive streaming over HTTP dataset,” in *Proceedings of the 3rd multimedia systems conference*, 2012, pp. 89–94.
- [38] N. Garg, *Apache kafka*. Packt Publishing Birmingham, UK, 2013.
- [39] L. Tong, Y. Li, and W. Gao, “A hierarchical edge cloud architecture for mobile computing,” in *IEEE INFOCOM 2016-The 35th Annual IEEE International Conference on Computer Communications*, IEEE, 2016, pp. 1–9.
- [40] E. Afgan *et al.*, “The Galaxy platform for accessible, reproducible and collaborative biomedical analyses: 2018 update,” *Nucleic Acids Res.*, vol. 46, no. W1, pp. W537–W544, 2018.
- [41] M. Koerner and O. Kao, “Multiple service load-balancing with OpenFlow,” in *2012 IEEE 13th International Conference on High Performance Switching and Routing*, IEEE, 2012, pp. 210–214.
- [42] S. Li *et al.*, “Architecting to achieve a billion requests per second throughput on a single key-value store server platform,” in *Proceedings of the 42nd Annual International Symposium on Computer Architecture*, 2015, pp. 476–488.

- [43] Z. Zheng, Y. Zhang, and M. R. Lyu, "Distributed QoS evaluation for real-world web services," in *2010 IEEE International Conference on Web Services*, IEEE, 2010, pp. 83–90.
- [44] V. Atlidakis, P. Godefroid, and M. Polishchuk, "Checking security properties of cloud service REST APIs," in *2020 IEEE 13th International Conference on Software Testing, Validation and Verification (ICST)*, IEEE, 2020, pp. 387–397.
- [45] C. E. Miller, "The 'How' of Multivariate Analysis (MVA) in the Pharmaceutical Industry: A Holistic Approach," in *Multivariate Analysis in the Pharmaceutical Industry*, Elsevier, 2018, pp. 93–124.
- [46] S. Munoz-Romero, V. Gomez-Verdejo, and J. Arenas-Garcia, "Regularized multivariate analysis framework for interpretable high-dimensional variable selection," *IEEE Comput. Intell. Mag.*, vol. 11, no. 4, pp. 24–35, 2016.
- [47] M. Simon, E. Rodner, and J. Denzler, "Fine-grained classification of identity document types with only one example," in *2015 14th IAPR International Conference on Machine Vision Applications (MVA)*, IEEE, 2015, pp. 126–129.
- [48] R. P. McDonald, *Factor analysis and related methods*. Psychology Press, 2014.
- [49] K. P. Sinaga and M.-S. Yang, "Unsupervised K-means clustering algorithm," *IEEE access*, vol. 8, pp. 80716–80727, 2020.
- [50] Y. Jiang and S. Yin, "Recursive total principle component regression based fault detection and its application to vehicular cyber-physical systems," *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 14, no. 4, pp. 1415–1423, 2017.
- [51] P. Wu, S. Lou, X. Zhang, J. He, Y. Liu, and J. Gao, "Data-driven fault diagnosis using deep canonical variate analysis and Fisher discriminant analysis," *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 17, no. 5, pp. 3324–3334, 2020.
- [52] L. R. Tavares, T. S. Costa, K. B. de Melo, J. L. de S. Silva, and M. G. Villalva, "Statistical analysis ANOVA and MANOVA of irradiation and temperature database for photovoltaic systems," in *2020 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT)*, IEEE, 2020, pp.

554–559.

- [53] T.-H. Pan, B.-Q. Sheng, D. S.-H. Wong, and S.-S. Jang, “A virtual metrology system for predicting end-of-line electrical properties using a MANCOVA model with tools clustering,” *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 7, no. 2, pp. 187–195, 2011.
- [54] Z. Qu, W. Wang, and Z. Li, “Web server optimization model based on performance analysis,” *2010 6th Int. Conf. Wirel. Commun. Netw. Mob. Comput. WiCOM 2010*, no. 20080322, 2010, doi: 10.1109/WICOM.2010.5601303.