

# Pemanfaatan *Rest Api* Sebagai Arsitektur Komunikasi Untuk Peningkatan Unjuk Kerja Sistem Informasi Sekolah Terpadu

Lukman Muhamad Ilham <sup>1)</sup>\*, Agus Hermanto <sup>2)</sup>

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya <sup>1),2)</sup>  
lukmanmuhamadilham@gmail.com <sup>1)</sup>\*, hermanto\_if@untag-sby.ac.id <sup>2)</sup>

## Abstrak

Sistem informasi telah dimanfaatkan dalam berbagai sektor, salah satunya yaitu sektor pendidikan. SDIT BISA Jakarta Barat merupakan salah satu lembaga pendidikan yang memanfaatkan sistem informasi dalam bentuk website. Peneliti merasa bahwa sistem informasi dalam bentuk website masih bisa ditingkatkan unjuk kerjanya. Dalam upaya meningkatkan unjuk kerjanya, peneliti mengembangkan sistem informasi tersebut ke dalam bentuk aplikasi Android dengan memanfaatkan REST API sebagai arsitektur komunikasi antara aplikasi dengan server. Penelitian ini meneliti 3 aspek yaitu bagaimana mengembangkan Sistem Informasi Sekolah Terpadu berbasis Android dengan menggunakan REST API, bagaimana mengimplementasikan Sistem Informasi Sekolah Terpadu berbasis Android dengan menggunakan REST API, dan bagaimana melakukan peningkatan unjuk kerja Sistem Informasi Sekolah Terpadu dengan menggunakan REST API. Adapun tahapan penelitian ini yaitu, pengembangan aplikasi, pencarian indikator, pengujian indikator, dan evaluasi hasil pengujian. Penelitian ini menggunakan 10 indikator yaitu Usability, Functionality, Reliability, Portability, Integrity, Supportability, Correctness, Maintainability, Interoperability, dan Efficiency. Hasil penelitian menunjukkan 6 indikator (Usability, Functionality, Portability, Supportability, Correctness, dan Maintainability) mengalami peningkatan, 2 indikator (Integrity dan Interoperability) tidak mengalami perubahan, dan 2 indikator (Reliability dan Efficiency) mengalami penurunan.

**Kata kunci:** Android, REST API, Sistem Informasi

## Abstract

**[Utilization of REST API as Communication Architecture for Performance Improvement of Integrated School Information System]** Information systems have been used in various sectors, one of which is the education sector. SDIT BISA West Jakarta is one of the educational institutions that uses information systems through websites. Researchers feel that the performance of information systems in the form of a website can still be improved. To improve its performance, researchers developed the information system into an Android application by utilizing the REST API as a communication architecture between the application and the server. This research examines 3 aspects, namely how to develop an Android-based Integrated School Information System using the REST API, how to implement an Android-based Integrated School Information System using the REST API, and how to improve the performance of the Integrated School Information System using the REST API. The stages of this research are application development, indicator search, indicator testing, and evaluation of test results. This research uses 10 indicators, namely Usability, Functionality, Reliability, Portability, Integrity, Supportability, Correctness, Maintainability, Interoperability, and Efficiency. The results showed that 6 indicators (Usability, Functionality, Portability, Supportability, Correctness, and Maintainability) have increased, 2 indicators (Integrity and Interoperability) have not changed, and 2 (Reliability and Efficiency) indicators have decreased.

**Keywords:** Android, Information System, REST API

## 1. PENDAHULUAN

Penelitian ini meneliti tentang peningkatan dan penurunan unjuk kerja Sistem Informasi Sekolah Terpadu yang digunakan oleh SDIT BISA Jakarta Barat. Pemilihan objek ini didasarkan bahwa sekolah tersebut sudah mengaplikasikan sistem informasi sekolah terpadu berbasis website sehingga, dari bentuk

website dikembangkan menjadi aplikasi Android menggunakan arsitektur komunikasi data REST API.

REST API merupakan arsitektur komunikasi data antara penyedia layanan (*server*) dan pengguna layanan (*client*) melalui internet. Format data REST API yang dikirim antar perangkat tersebut memiliki format fleksibel (bisa JSON dan XML). Menurut

penelitian Lawi [1], menyatakan bahwa REST API memberikan waktu respon lebih baik.

Berdasarkan pemaparan diatas penulis mengambil judul “Pemanfaatan REST API sebagai Arsitektur Komunikasi untuk Peningkatan Unjuk Kerja Sistem Informasi Sekolah Terpadu” dan meneliti 3 aspek yaitu bagaimana mengembangkan Sistem Informasi Sekolah Terpadu berbasis Android dengan menggunakan REST API, Bagaimana mengimplementasikan Sistem Informasi Sekolah Terpadu berbasis Android dengan menggunakan REST API, dan bagaimana melakukan peningkatan unjuk kerja Sistem Informasi Sekolah Terpadu dengan menggunakan REST API.

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Bahan Penelitian

Tabel 1 merupakan bahan penelitian berupa perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian.

**Tabel 1.** Bahan Penelitian

| No | Jenis                  | Nama    | Versi  |
|----|------------------------|---------|--------|
| 1  | Mobile Framework       | Flutter | 3.3.2  |
| 2  | Web Framework          | Laravel | 8      |
| 3  | API tester             | Postman | 10.6.7 |
| 4  | Database               | MySQL   | 8      |
| 5  | API Performance tester | JMeter  | 5.5    |

### 2.2. Metode Penelitian

Dalam mendukung penelitian ini, peneliti melakukan studi literatur untuk memperkuat metode yang digunakan. Tabel 2 merupakan daftar penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini.

**Tabel 2.** Penelitian terdahulu

| Peneliti | Judul  |
|----------|--|
| [1]      | <i>Evaluating GraphQL and REST API Services Performance in a Massive and Intensive Accessible Information System</i> |
| [2]      | Analisis Kinerja Aplikasi Pemantauan dan Pengendalian Smart Agriculture Berbasis Android                             |
| [3]      | Sistem Informasi Sekolah Pada Sekolah Dasar Negeri 21 Sungai Geringging Kabupaten Padang Pariaman Berbasis Web       |
| [4]      | <i>Android-Based Claim System for Electricity Network Customers of PLN Padang Branch</i>                             |
| [5]      | <i>Integration between Moodle and Academic Information System using Restful API for Online Learning</i>              |
| [6]      | Implementasi Golang dan New Simple Queue pada Sistem Sandbox Pihak Ketiga Berbasis REST API                          |
| [7]      | <i>Comparison of JSON and XML Data Formats in Document Stored NoSql Database Replication Processes</i>               |
| [8]      | <i>A study on software quality factors and</i>   |

| Peneliti | Judul  |
|----------|--|
|          | <i>metrics to enhance software quality assurance</i> |

Dari referensi tersebut, peneliti merancang tahapan penelitian dalam 4 tahap, yaitu:

1. Tahap pengembangan aplikasi  
Tahap pengembangan sistem informasi sekolah terpadu merupakan tahapan awal yang dilakukan. Pada tahap ini, dilakukan proses pengembangan aplikasi sistem informasi sekolah terpadu untuk perangkat Android. Dalam mengembangkan aplikasi, peneliti menggunakan metode pengembangan perangkat lunak atau *software development life cycle* (SDLC) model *waterfall* dengan pendekatan *object oriented*.
2. Tahap pencarian indikator  
Pada saat proses pengembangan memasuki tahap implementasi dan pengujian sistem, dilakukan survey untuk mendapatkan indikator pengujian dengan memanfaatkan google form. Setelah indikator didapatkan, maka dilanjutkan dengan tahap penelitian berikutnya.
3. Tahap pengujian aplikasi  
Tahap pengujian aplikasi menggunakan indikator yang didapat dari tahap sebelumnya. Pengujian dilakukan pada website Sistem Informasi Sekolah Terpadu (EIS Web) dan aplikasi Android Sistem Informasi Sekolah Terpadu (EIS Mobile) berdasarkan faktor-faktor tersebut untuk mengukur peningkatan dan penurunan aplikasi pada setiap faktor.
4. Tahap evaluasi hasil pengujian  
Tahap yang terakhir adalah melakukan evaluasi terhadap hasil pengujian untuk mengetahui indikator apa saja yang mengalami peningkatan dan penurunan. Evaluasi dilakukan dengan cara membandingkan skor antara hasil pengujian terhadap Sistem Informasi Sekolah Terpadu versi Android dengan versi website.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Pengembangan Sistem Informasi Sekolah Terpadu berbasis Android dengan menggunakan REST API

Aplikasi dikembangkan dalam 5 fase. Yaitu

1. Analisis kebutuhan sistem  
Berikut merupakan penjelasan terkait metode yang dilakukan untuk mendapatkan data terkait sistem informasi yang dikembangkan.
  - a) Teknik Observasi  
Observasi dilakukan dengan cara mengamati secara langsung setiap fitur dari website Sistem Informasi Sekolah Terpadu.
  - b) Teknik Wawancara

Wawancara dilakukan dengan pengembang website Sistem Informasi Sekolah Terpadu.

Tabel 3 menjelaskan tentang kebutuhan fungsionalitas sistem yang akan dikembangkan. Hak akses dari fungsionalitas tersebut dikelompokkan kedalam 6 role, yaitu siswa (S), guru (G), wali kelas (WK), orang tua (OT), kepala sekolah (KS), dan petugas (P) untuk petugas keamanan, petugas kebersihan, dan petugas kebun.

**Tabel 3.** Kebutuhan Fungsional

| No | Kebutuhan fungsional                    | Hak akses           |
|----|---|---------------------|
| 1  | Login menggunakan username dan password | S, G, WK, OT, KS, P |
| 2  | Melihat grafik analitik                 | S, G, WK, OT, KS, P |
| 3  | Membaca Al-Qur'an                       | S, G, WK, OT, KS, P |
| 4  | Mengirim pesan                          | S, G, WK, OT, KS, P |
| 5  | Melihat jadwal                          | S, G, WK, OT        |
| 6  | Menambah materi                         | G, WK               |
| 7  | Mengunduh materi                        | S, G, WK            |
| 8  | Mengikuti ujian                         | S                   |
| 9  | Memberi nilai ujian                     | G, WK               |
| 10 | Mengumpulkan tugas                      | S                   |
| 11 | Memberi nilai tugas                     | G, WK               |
| 12 | Menambahkan diskusi                     | G, WK               |
| 13 | Bergabung dengan diskusi                | S, G, WK            |
| 14 | Absen                                   | S, G, WK, KS, P     |
| 15 | Melihat laporan nilai                   | G, WK, KS           |
| 16 | Melihat data guru                       | KS                  |
| 17 | Melihat data siswa                      | KS                  |

- Desain sistem dan perangkat lunak  
Pada fase ini dilakukan desain sistem dan perangkat lunak sesuai hasil analisis kebutuhan sistem pada fase sebelumnya.
- Implementasi dan pengujian unit  
Tahapan ini merupakan tahap implementasi dari tahap perancangan sebelumnya. Implementasi yang dimaksud adalah pembuatan database dan pembuatan kode program. Pengujian unit dilakukan untuk menguji sebuah rutin program dalam memproses sebuah input dan menghasilkan output.
- Integrasi dan Pengujian Sistem  
Pada tahapan ini dilakukan integrasi dari tiap-tiap unit program pada proses sebelumnya. Setelah semua terintegrasi. Dilakukan pengujian sistem secara menyeluruh.
- Operasi dan Pemeliharaan  
Tahap ini merupakan tahap terakhir, pada tahap ini yang dilakukan adalah melakukan publikasi aplikasi serta melakukan sosialisasi terhadap pengguna aplikasi.

## 3.2. Peningkatan Unjuk Kerja Sistem Informasi Sekolah Terpadu dengan Menggunakan REST API

### 3.2.1. Pencarian indikator pengujian

Pencarian indikator dilakukan melalui survey dengan memanfaatkan google form pada 3 aplikasi yaitu Ms. Word, MATLAB, dan Mozilla Firefox [8]. Sasaran responden survey untuk penelitian ini minimal berusia 19 tahun, dengan berbagai profesi yang berada dalam ruang lingkup program studi Teknik Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Hasil dari survey ini menghasilkan 10 faktor teratas yang akan diuji pada aplikasi, yaitu *Usability, Functionality, Reliability, Portability, Integrity, Supportability, Correctness, Maintainability, Interoperability, dan Efficiency.*

### 3.2.2. Pengujian aplikasi

Setelah faktor pengujian berhasil didapatkan, langkah berikutnya adalah menguji semua faktor kepada EIIS Web dan EIIS Mobile. Hasil pengujian diperoleh dari pengujian tiap-tiap faktor dengan menggunakan teknik yang berbeda. Penggunaan teknik tersebut digunakan untuk memperoleh hasil berupa persentase selisih yang diujikan pada EIIS Web dan EIIS Mobile. Hasil persentase pengujian adalah selisih antara skor nilai EIIS Web dan EIIS Mobile. Bentuk hasil skor nilai EIIS Web dan EIIS Mobile berupa bilangan bulat, bilangan desimal dan persentase, sedangkan selisih skor keduanya hanya berupa persentase. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur peningkatan dan penurunan unjuk kerja dari tiap-tiap faktor. Selisih skor yang menunjukkan persentase positif tidak selalu berarti peningkatan, sedangkan selisih skor yang menunjukkan persentase negatif tidak selalu berarti penurunan. Hasil akurat diperoleh dari karakteristik indikator yang diuji. Berikut merupakan hasil pengujian tiap faktor. Perolehan nilai selisih/gap dihitung dengan rumus (nilai EIIS Mobile – nilai EIIS Web) dan hasil dari pengurangan tersebut dibagi dengan nilai tertinggi dari kedua nilai tersebut. Berikut merupakan hasil pengujian dari setiap faktor.

#### A. Usability

Pada penelitian ini *usability* diuji dengan teknik kuisioner yang memanfaatkan google form. Pengujian menggunakan indikator *Webqual 4.0* yang terdiri dari 18 pertanyaan dengan pilihan jawaban berupa skala *likert* 1-7 [9]. Jumlah responden dari survey ini sebanyak 30 orang yang terdiri dari 20 (66,7%) responden laki-laki dan 10 (33,3%) responden perempuan. Status reponden dari survey ini bervariasi, diantaranya adalah pelajar sebanyak 9 (30%) orang, responden berstatus wiraswasta sebanyak 12 (40%) orang, responden berstatus wirausaha sebanyak 4 (13,3%) dan sebanyak 5 orang dengan persentase 16,7% yang berstatus tidak bekerja.

**Tabel 4.** Hasil pengujian usability EIIS Web dan EIIS Mobile.

| App           | Jumlah Skor | Rata-rata | Interpretasi |
|---------------|-------------|-----------|--------------|
| Web           | 2862        | 5,3       | Cukup Puas   |
| Mobile        | 2958        | 5,48      | Puas         |
| Total gap (%) |             | 3,2       |              |

Tabel 4 merupakan hasil dari pengujian *usability* EIIS Web dan EIIS Mobile. EIIS Web mendapatkan skor akhir sebesar 2862 dengan rata-rata nilai tiap jawaban sebesar 5,3. Pada EIIS Mobile mendapatkan nilai akhir sebesar 2958 dengan rata-rata nilai tiap jawaban sebesar 5,48. Rata-rata nilai dari tiap jawaban diperoleh dengan pembagian skor akhir dibagi dengan jumlah pertanyaan dan dibagi lagi dengan jumlah responden. Dari hasil skor tersebut, dapat disimpulkan bahwa EIIS Mobile memiliki peningkatan kualitas sebesar 3,2% untuk faktor *usability*.

### B. Functionality

Berikut merupakan hasil pengujian fungsionalitas yang dilakukan dengan 2 metode yaitu blackbox dan whitebox.

#### 1. Blackbox Testing

Pengujian *blackbox* berfungsi untuk menemukan kesalahan pada struktur data, kesalahan tampilan/antarmuka, kesalahan inisialisasi, kesalahan terminasi dan performansi [10]. Pengujian dilakukan dengan cara mengakses aplikasi secara langsung untuk menguji fungsionalitas aplikasi sesuai test case atau skenario pengujian.

**Tabel 5.** Hasil pengujian *blackbox* EIIS Web dan EIIS Mobile.

| App           | Test Case | Valid | Tidak Valid | Valid (%) | Tidak Valid (%) |
|---------------|-----------|-------|-------------|-----------|-----------------|
| Web           | 105       | 84    | 21          | 80        | 20              |
| Mobile        | 111       | 111   | 0           | 100       | 0               |
| Total gap (%) |           |       |             | 20        | -20             |

Tabel 5 merupakan hasil dari pengujian *blackbox* EIIS Web dan EIIS Mobile. EIIS Web menggunakan 105 test case dan EIIS Mobile menggunakan 111 test case. Terdapat perbedaan jumlah test case pada tabel penyajian hasil. Kesenjangan ini disebabkan oleh perbedaan mekanisme pada beberapa fitur seperti absensi, dimana EIIS Mobile menggunakan GPS sedangkan EIIS Web menggunakan scan QR. Pada EIIS Web berhasil menjalankan 84 test case dan gagal menjalankan 21 test case dari total 105 test case dengan persentase keberhasilan sebesar 80%. Pada EIIS Mobile berhasil menjalankan 111 test case tanpa kegagalan dan memiliki persentase keberhasilan 100%. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa EIIS Mobile memiliki peningkatan sebesar 20% pada pengujian *blackbox*.

#### 2. Whitebox Testing

Pengujian *whitebox* adalah pengujian untuk menganalisis sumber kode secara langsung. Pengujian ini menggunakan metode *Basis Path Testing* yaitu menjalankan setiap *path* yang tersedia pada setiap proses [11]. Pengujian dilakukan dengan cara menguji setiap *path* pada *controller* Laravel yang digunakan oleh EIIS Web dan REST API EIIS. Adapun alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah PHPUnit, sebuah *framework* untuk menguji program PHP.

**Tabel 6.** Hasil pengujian *whitebox* EIIS web dan REST API EIIS.

| App           | Total Path | Valid | Tidak Valid | Valid (%) | Tidak Valid (%) |
|---------------|------------|-------|-------------|-----------|-----------------|
| Web           | 80         | 77    | 3           | 96,25     | 3,75            |
| REST API      | 69         | 69    | 0           | 100       | 0               |
| Total gap (%) |            |       |             | 3,75      | -3,75           |

Tabel 6 merupakan hasil dari pengujian *whitebox* EIIS web dan REST API EIIS. EIIS web menggunakan 80 *path* dan REST API EIIS menggunakan 69 *path*. Terdapat perbedaan jumlah *path* pada tabel penyajian hasil. Kesenjangan ini disebabkan oleh perbaikan dan penyesuaian pada beberapa proses. Pada EIIS web berhasil menjalankan 77 *path* dan gagal menjalankan 3 *path* dari total 80 *path* dengan persentase keberhasilan sebesar 96,25%. Pada REST API EIIS berhasil menjalankan 69 *path* tanpa kegagalan dan memiliki persentase keberhasilan 100%. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa REST API EIIS memiliki peningkatan keberhasilan sebesar 3,75% pada pengujian *whitebox*.

**Tabel 7.** Hasil pengujian *blackbox* dan *whitebox* EIIS Web dan EIIS Mobile

| App           | Blackbox (%) | Whitebox (%) | Total (%) |
|---------------|--------------|--------------|-----------|
| Web           | 80           | 96,25        | 176,25    |
| Mobile        | 100          | 100          | 200       |
| Gap (%)       | 20           | 3,75         | 23,75     |
| Total gap (%) |              |              | 11,88     |

Tabel 7 merupakan perbandingan nilai akhir dari pengujian fungsionalitas EIIS Web dan EIIS Mobile. EIIS Mobile memiliki total 200% tingkat keberhasilan dibandingkan EIIS Web yang mendapatkan 176,25% tingkat keberhasilan. Selisih tingkat keberhasilan dari kedua aplikasi tersebut adalah 24,75%. Selisih yang didapatkan masih dalam skala 200%, untuk mengubah menjadi skala 100%, maka jumlah selisih tersebut harus dibagi 2. Jadi, dapat disimpulkan bahwa EIIS Mobile mengalami peningkatan sebesar 11,88% dari keseluruhan pengujian *functionality*.

### C. Reliability

Pengujian *reliability* dilakukan dengan metode *load testing* dengan bantuan aplikasi Jmeter [12]. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengakses dashboard siswa melalui aplikasi JMeter. Pengujian ini memiliki 2 parameter berupa jumlah pengguna yang mengakses (*user*) dan waktu yang digunakan bagi semua user dalam memasuki server (*ramp up*) dalam satuan detik. Pengujian ini akan menghasilkan waktu respon rata-rata dalam satuan mili detik (ms) untuk setiap skenario pengujian.

**Tabel 8.** Hasil pengujian reliability EIIS Web dan REST API EIIS.

| User-Ramp Up (detik) | Rata-rata waktu respon (ms) |          |
|----------------------|-----------------------------|----------|
|                      | Web                         | REST API |
| 10-1                 | 360                         | 451      |
| 10-5                 | 284                         | 360      |
| 10-10                | 271                         | 291      |
| 20-5                 | 267                         | 640      |
| 20-10                | 270                         | 376      |
| 20-20                | 268                         | 279      |
| 30-15                | 270                         | 483      |
| 30-30                | 269                         | 305      |
| 50-1                 | 2104                        | 2029     |
| 50-25                | 266                         | 322      |
| 50-50                | 272                         | 242      |
| 50-100               | 276                         | 234      |
| 100-50               | 255                         | 319      |
| 100-100              | 258                         | 244      |
| 100-200              | 251                         | 224      |
| 200-100              | 264                         | 366      |
| 200-200              | 249                         | 235      |
| 200-400              | 253                         | 213      |
| Rata-rata            | 372,6                       | 422,9    |
| Total gap (%)        | 11,9                        |          |

Tabel 8 merupakan hasil pengujian *reliability* antara EIIS Web dan REST API EIIS. Rata-rata waktu respon terbaik yang dihasilkan EIIS Web yaitu 249 ms pada penggunaan 200 user dengan *ramp up* 200 detik atau yang berarti 1 user melakukan request setiap 1 detik. Sedangkan untuk REST API EIIS, sebesar 213 ms pada penggunaan 200 user dengan *ramp up* 400 detik atau berarti 1 user melakukan request setiap 2 detik. Total rata-rata waktu respon menunjukkan bahwa waktu respon REST API EIIS lebih lama 50,3 ms dibanding EIIS Web dengan persentase perbedaan yaitu 11,9%. Bagi sebuah teknologi jaringan, semakin kecil waktu respon maka semakin baik, hal ini menunjukkan bahwa pada pengujian *reliability*, REST API EIIS mengalami penurunan sebesar 11,9%.

### D. Portability

Pengujian *portability* dilakukan dengan melakukan *assessment* bersama developer website EIIS [13].

**Tabel 9.** Hasil pengujian portability EIIS Web dan REST API EIIS.

| Kategori        | Web  | REST API | Gap |
|-----------------|------|----------|-----|
| WORKLOAD        | 60   | 60       | 0   |
| LOOSE           | 0    | 0        | 0   |
| COUPLING        |      |          |     |
| NUMBER OF LAYER | 35   | 35       | 0   |
| DISTRIBUTED APP | 35   | 45       | 10  |
| DATABASE        | 36   | 36       | 0   |
| COMPONENT       | 48   | 80       | 32  |
| MULTI-TENANCY   | 90   | 90       | 0   |
| SECURITY        | 16   | 16       | 0   |
| Total           | 320  | 362      | 42  |
| Total gap (%)   | 11,6 |          |     |

Tabel 9 merupakan hasil *assessment portability* antara EIIS Web dan REST API EIIS. Dari tabel tersebut terlihat beberapa kategori memiliki nilai yang sama, hal ini dikarenakan REST API EIIS dikembangkan pada teknologi yang sama yaitu *framework* Laravel. Dari 8 kategori, terdapat 2 kategori yang mengalami peningkatan. *Distributed App* atau seberapa kecil level pembagian komponen yang dikembangkan di dalam Laravel. REST API EIIS lebih unggul 10 poin karena semua komponen dipisah berdasarkan proses, sedangkan EIIS Web mengelompokkan komponen berdasarkan data. Kategori lain yang mengalami peningkatan adalah *Component* yang meningkat sebesar 32 poin. Kategori *Component* berisi tentang sifat *state* dari komponen yang dikembangkan, EIIS Web memiliki sifat *stateful with eventual consistency* sedangkan REST API EIIS bersifat *stateless*. Hasil analisis menunjukkan bahwa REST API EIIS mendapatkan total nilai 362 poin, 42 poin lebih banyak dari EIIS Web yang mendapat nilai 320 poin. Pada pengujian *portability*, didapati bahwa REST API EIIS mengalami peningkatan sebesar 42 point dengan persentase sebesar 11,6%.

### E. Integrity

Pengujian *integrity* dimulai dengan membuat test case yang berisi daftar data/proses yang akan diakses beserta role user yang dapat mengaksesnya. Setelah itu pengujian dilakukan dengan mengakses data menggunakan semua role user secara bergantian [14].

**Tabel 10.** Hasil pengujian integrity EIIS Web dan REST API EIIS.

| App           | Total | Valid | Tidak Valid | Valid (%) | Tidak Valid (%) |
|---------------|-------|-------|-------------|-----------|-----------------|
| Web           | 26    | 26    | 0           | 100       | 0               |
| API EIIS      | 38    | 38    | 0           | 100       | 0               |
| Total gap (%) | 0     |       | 0           |           |                 |

Tabel 10 merupakan hasil pengujian *integrity* antara EIIS Web dan REST API EIIS. Perbedaan total test case antara EIIS Web dan REST API EIIS dikarenakan sifat REST API yang memisahkan setiap url berdasarkan data/proses. Hasil pengujian pada EIIS Web menunjukkan 26 test case berhasil dilalui tanpa adanya kegagalan dengan persentase keberhasilan sebesar 100%. REST API EIIS memiliki 38 test case yang berhasil dilalui tanpa adanya kegagalan dengan persentase keberhasilan 100%. Data tersebut juga menunjukkan bahwa tidak ada peningkatan maupun penurunan pada faktor *integrity* antara REST API EIIS dan EIIS Web.

#### F. Supportability

Pada penelitian ini *supportability* diuji dengan teknik kuisioner yang memanfaatkan google form. Pengujian menggunakan 2 pertanyaan dengan pilihan jawaban berupa skala *likert* 1-7 [15]. Jumlah responden dari survey ini sebanyak 30 orang yang terdiri dari 20 (66,7%) responden laki-laki dan 10 (33,3%) responden perempuan. Status reponden dari survey ini bervariasi, diantaranya adalah pelajar sebanyak 9 (30%) orang, responden berstatus wiraswasta sebanyak 12 (40%) orang, responden berstatus wirausaha sebanyak 4 (13,3%) dan sebanyak 5 orang dengan persentase 16,7% yang berstatus tidak bekerja. Berikut merupakan hasil pengujian *supportability*:

**Tabel 11.** Hasil pengujian supportability EIIS Web dan EIIS Mobile.

| App           | Jumlah Skor | Rata-rata | Interpretasi |
|---------------|-------------|-----------|--------------|
| Web           | 319         | 5,32      | Cukup Puas   |
| Mobile        | 326         | 5,43      | Puas         |
| Total gap (%) |             | 2,1       |              |

Tabel 11 merupakan hasil dari pengujian supportability EIIS Web dan EIIS Mobile. EIIS Web mendapatkan skor akhir sebesar 319 dengan rata-rata nilai tiap jawaban sebesar 5,32. Pada EIIS Mobile mendapatkan nilai akhir sebesar 326 dengan rata-rata nilai tiap jawaban sebesar 5,43. Rata-rata nilai dari tiap jawaban diperoleh dengan pembagian skor akhir dibagi dengan jumlah pertanyaan dan dibagi lagi dengan jumlah responden. Dari hasil skor tersebut, dapat disimpulkan bahwa EIIS Mobile memiliki peningkatan sebesar 2,1% pada pengujian *supportability*.

#### G. Correctness

Pada penelitian ini *correctness* diuji dengan teknik kuisioner yang memanfaatkan google form. Pengujian menggunakan 5 pertanyaan dengan pilihan jawaban berupa skala *likert* 1-7 [16]. Jumlah responden dari survey ini sebanyak 30 orang yang terdiri dari 20 (66,7%) responden laki-laki dan 10 (33,3%) responden perempuan. Status reponden dari survey ini bervariasi, diantaranya adalah pelajar sebanyak 9 (30%) orang, responden berstatus

wiraswasta sebanyak 12 (40%) orang, responden berstatus wirausaha sebanyak 4 (13,3%) dan sebanyak 5 orang dengan persentase 16,7% yang berstatus tidak bekerja. Berikut merupakan hasil pengujian *correctness*:

**Tabel 12.** Hasil pengujian correctness EIIS Web dan EIIS Mobile.

| App           | Jumlah Skor | Rata-rata | Interpretasi |
|---------------|-------------|-----------|--------------|
| Web           | 787         | 5,25      | Cukup Puas   |
| Mobile        | 808         | 5,39      | Puas         |
| Total gap (%) |             | 2,6       |              |

Tabel 12 merupakan hasil dari pengujian *correctness* EIIS Web dan EIIS Mobile. EIIS Web mendapatkan skor akhir sebesar 787 dengan rata-rata nilai tiap jawaban sebesar 5,25. Pada EIIS Mobile mendapatkan nilai akhir sebesar 808 dengan rata-rata nilai tiap jawaban sebesar 5,39. Rata-rata nilai dari tiap jawaban diperoleh dengan pembagian skor akhir dibagi dengan jumlah pertanyaan dan dibagi lagi dengan jumlah responden. Dari hasil skor tersebut, dapat disimpulkan bahwa EIIS Mobile memiliki peningkatan sebesar 2,6% pada pengujian *correctness*.

#### H. Maintainability

Pada penelitian ini *maintainability* program akan diukur menggunakan *Maintainability Index* (MI), yaitu sebuah skala 1-100 yang merepresentasikan seberapa mudah sebuah program dipelihara dimana semakin tinggi nilainya maka semakin baik [17]. Pengujian ini dilakukan menggunakan PhpMetrics, sebuah paket PHP yang dapat mengukur *maintainability index* dari sebuah file program.

**Tabel 13.** Hasil pengujian maintainability EIIS Web dan REST API EIIS.

| App           | Total | Total MI | MI rata-rata |
|---------------|-------|----------|--------------|
| Web           | 12    | 477,85   | 39,82        |
| REST API      | 25    | 1533,89  | 61,36        |
| Total gap (%) |       |          | 35,1         |

Tabel 13 merupakan hasil perhitungan *maintainability* dari EIIS Web dengan REST API EIIS. EIIS Web memiliki 12 *controller* dengan total MI sebesar 477,85 dan rata-rata MI sebesar 39,82. REST API EIIS memiliki 25 *controller* dengan total MI sebesar 1533,89 dan rata-rata MI sebesar 61,36. Dari hasil tersebut didapati peningkatan MI sebesar 21,54 dengan persentase peningkatan sebesar 35,1%.

#### I. Interoperability

Pengujian *interoperability* dilakukan dengan menguji input yang dikirim dari EIIS Mobile dan dibaca pada EIIS Web, begitupun sebaliknya [18]. Dikarenakan pengujian ini mengukur tingkat keutuhan atau konsistensi dari data yang dikirim, maka kedua aplikasi diuji dengan test case yang sama.

**Tabel 14.** Hasil pengujian interoperability EIIS Web dan EIIS Mobile.

| App           | Test Case | Valid | Tidak Valid | Valid (%) | Tidak Valid (%) |
|---------------|-----------|-------|-------------|-----------|-----------------|
| Web           | 8         | 8     | 0           | 100       | 0               |
| Mobile        | 8         | 8     | 0           | 100       | 0               |
| Total gap (%) |           |       |             | 0         | 0               |

Tabel 14 merupakan hasil pengujian *interoperability* dari EIIS Web dan EIIS Mobile. Dari total 8 test case, EIIS Web berhasil menjalankan semua tes dengan persentase keberhasilan 100%, hal yang sama juga didapatkan oleh EIIS Mobile. Dengan persamaan kedua hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa EIIS Mobile tidak mengalami

peningkatan maupun penurunan untuk faktor *interoperability*.

#### J. Efficiency

Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan *load test* pada dashboard siswa menggunakan aplikasi JMeter. Pengujian ini memiliki 2 parameter berupa jumlah pengguna yang mengakses (user) dan waktu yang digunakan bagi semua user dalam memasuki server (*ramp up*) dalam satuan detik. Pengujian *efficiency* ini akan berfokus pada penggunaan CPU dan penggunaan memori server. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan PerfMon, sebuah plugin JMeter yang dapat mengukur tingkat penggunaan CPU dan memori pada server saat menerima request [19].

**Tabel 15.** Hasil pengujian efficiency EIIS Web dan REST API EIIS.

| Test Case                      | CPU (%) |       | Memori (%) |       | Total (%) |       |
|--------------------------------|---------|-------|------------|-------|-----------|-------|
|                                | API     | Web   | API        | Web   | API       | Web   |
| Users : 5, Ramp-up : 10 detik  | 20,79   | 9,94  | 81,10      | 83,02 | 101,90    | 92,96 |
| Users : 10, Ramp-up : 10 detik | 32,95   | 13,03 | 82,13      | 83,12 | 115,07    | 96,15 |
| Users : 15, Ramp-up : 10 detik | 51,81   | 13,61 | 83,15      | 84,45 | 134,96    | 98,06 |
| Rata-rata                      | 35,18   | 12,20 | 82,13      | 83,53 | 117,31    | 95,73 |
| Total gap (%)                  |         |       |            |       | 18,4      |       |

Tabel 15 merupakan hasil pengujian *efficiency* dari EIIS Web dan REST API EIIS. Penggunaan CPU terbaik dari REST API EIIS adalah 20,79% saat diakses 5 user dengan *ramp up* 10 detik atau 1 request setiap 2 detik, sedangkan EIIS Web mendapat nilai 9,94% dan didapat dari skenario yang sama. Total rata-rata penggunaan CPU dari REST API EIIS sebesar 35,18%, lebih besar 22,98% dari EIIS Web yang mendapat nilai 12,20%. Penggunaan CPU akan semakin baik jika nilainya semakin kecil, dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan CPU REST API EIIS mengalami penurunan sebesar 65,3% dibandingkan EIIS Web. Untuk penggunaan memori juga memiliki aturan yang sama dengan penggunaan CPU, dalam pengujian ini, penggunaan memori REST API EIIS sedikit lebih rendah 0,4% dari EIIS Web. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan

memori REST API EIIS lebih unggul sebesar 1,7% dibandingkan EIIS Web. Total peningkatan dihitung dari selisih semua nilai penggunaan dibagi nilai teringgi. Dari perhitungan tersebut, didapati bahwa REST API EIIS mengalami penurunan sebesar 18,4% untuk faktor *efficiency*.

#### 3.2.3. Evaluasi hasil pengujian

Pada bab ini disajikan tahap ketiga atau tahap terakhir penelitian yang merupakan analisis pengujian faktor kualitas perangkat lunak. Untuk mengukur peningkatan apa saja yang didapatkan, maka dilakukan perhitungan dari semua hasil pengujian pada tiap-tiap faktor. Berikut merupakan tabel yang menyajikan peningkatan 10 faktor kualitas perangkat lunak.

**Tabel 16.** Hasil pengujian semua indikator pada EIIS Web dan EIIS Mobile.

| No        | Indikator        | Nilai (%) |        | Peningkatan (%) |
|-----------|------------------|-----------|--------|-----------------|
|           |                  | Web       | Mobile |                 |
| 1         | Usability        | 96,8      | 100    | 3,2             |
| 2         | Functionality    | 88,12     | 100    | 11,88           |
| 3         | Reliability      | 100       | 88,1   | -11,9           |
| 4         | Portability      | 88,4      | 100    | 11,6            |
| 5         | Integrity        | 100       | 100    | 0               |
| 6         | Supportability   | 97,9      | 100    | 2,1             |
| 7         | Correctness      | 97,4      | 100    | 2,6             |
| 8         | Maintainability  | 64,9      | 100    | 35,1            |
| 9         | Interoperability | 100       | 100    | 0               |
| 10        | Efficiency       | 100       | 81,6   | -18,4           |
| Total (%) |                  | 933,52    | 969,7  | 36,18           |

Tabel 16 merupakan nilai hasil pengujian sebelumnya dimana nilai akan bersifat negatif jika hasil pengujian mengalami penurunan dan nilai bersifat positif jika hasil pengujian mengalami peningkatan. Peningkatan tertinggi didapat dari faktor *maintainability* dengan peningkatan sebesar 35,1%. Sedangkan penurunan tertinggi terdapat pada faktor *efficiency* dengan penurunan sebesar 18,4%. Rata-rata peningkatan nilai yang didapatkan adalah 11,08%, sedangkan rata-rata penurunan nilai sebanyak -15,15%. Meskipun memiliki rata-rata penurunan yang lebih besar, EIIS Mobile menghasilkan total nilai 36,18% lebih banyak dari pada EIIS Web. Dari perbandingan tersebut, dapat disimpulkan bahwa EIIS Mobile mengalami peningkatan sebesar 36,18%.

### 3.2.4 Rekomendasi Peningkatan

Pada tabel 16, terdapat 2 faktor yang mengalami penurunan nilai secara signifikan yaitu *reliability* dan *efficiency*. REST API yang digunakan pada penelitian ini dirancang untuk menampilkan 1 jenis data untuk setiap REST API. Pada halaman dashboard siswa terdapat 9 jenis data, sehingga ketika halaman dashboard dibuka pada EIIS Mobile, ini akan melakukan request pada 9 REST API yang berbeda. Sementara jenis-jenis data pada halaman dashboard siswa tidak berubah-ubah, maka peneliti merekomendasikan untuk merancang 1 REST API khusus untuk memproses 9 jenis data pada halaman dashboard siswa.

#### A. Reliability

Pengujian *reliability* dilakukan dengan metode yang sama dengan sebelumnya. Berikut merupakan hasil pengujian *reliability* dari REST API yang baru.

**Tabel 17.** Perbandingan hasil pengujian *reliability* EIIS Web dengan REST API EIIS yang baru.

| User-Ramp<br>Up (detik) | Waktu respon (ms) |     |
|-------------------------|-------------------|-----|
|                         | API baru          | Web |
| 10-1                    | 281               | 360 |
| 10-5                    | 240               | 284 |
| 10-10                   | 248               | 271 |

**Tabel 18.** Perbandingan hasil pengujian *efficiency* EIIS Web dengan REST API EIIS yang baru.

| Test Case                      | CPU (%)       |       | Memori (%) |       | Total (%) |        |  |
|--------------------------------|---------------|-------|------------|-------|-----------|--------|--|
|                                | API baru      | Web   | API baru   | Web   | API baru  | Web    |  |
| Users : 5, Ramp-up : 10 detik  | 1,28          | 9,94  | 69,17      | 83,02 | 70,45     | 92,96  |  |
| Users : 10, Ramp-up : 10 detik | 4,92          | 13,03 | 68,76      | 83,12 | 73,68     | 96,15  |  |
| Users : 15, Ramp-up : 10 detik | 2,81          | 13,61 | 66,89      | 84,45 | 69,70     | 98,06  |  |
| Rata-rata                      | 3             | 12,2  | 68,27      | 83,53 | 71,27     | 95,73  |  |
|                                | Total gap (%) |       |            |       |           | -34,31 |  |

Tabel 18 merupakan perbandingan hasil pengujian *efficiency* dari REST API EIIS yang baru dan EIIS Web. Penggunaan CPU terbaik dari REST API EIIS yang baru adalah 1,28% saat diakses 5 user dengan *ramp up* 10 detik atau 1 request setiap 2 detik, sedangkan EIIS Web mendapat nilai 9,94% dan didapat dari skenario yang sama. Total rata-rata penggunaan

| User-Ramp<br>Up (detik) | Waktu respon (ms) |       |
|-------------------------|-------------------|-------|
|                         | API baru          | Web   |
| 20-5                    | 252               | 267   |
| 20-10                   | 247               | 270   |
| 20-20                   | 243               | 268   |
| 30-15                   | 242               | 270   |
| 30-30                   | 239               | 269   |
| 50-1                    | 2025              | 2104  |
| 50-25                   | 248               | 266   |
| 50-50                   | 244               | 272   |
| 50-100                  | 238               | 276   |
| 100-50                  | 242               | 255   |
| 100-100                 | 236               | 258   |
| 100-200                 | 240               | 251   |
| 200-100                 | 241               | 264   |
| 200-200                 | 241               | 249   |
| 200-400                 | 256               | 253   |
| Rata-rata               | 344,6             | 372,6 |
| Total gap (%)           | -7,51             |       |

Tabel 17 merupakan perbandingan hasil pengujian *reliability* antara EIIS Web dan REST API EIIS yang baru. Rata-rata waktu respon terbaik yang dihasilkan EIIS Web yaitu 249 ms pada penggunaan 200 user dengan *ramp up* 200 detik atau yang berarti 1 user melakukan request setiap 1 detik. Sedangkan untuk REST API EIIS yang baru, sebesar 236 ms pada penggunaan 100 user dengan *ramp up* 100 detik atau berarti 1 user melakukan request setiap 1 detik. Total rata-rata waktu respon menunjukkan bahwa waktu respon REST API EIIS yang baru lebih cepat 28 ms dibanding EIIS Web dengan persentase perbedaan yaitu -7,51%. Bagi sebuah teknologi jaringan, semakin kecil waktu respon maka semakin baik, hal ini menunjukkan bahwa pada pengujian *reliability*, REST API EIIS yang baru mengalami peningkatan sebesar 7,51% jika dibandingkan dengan EIIS Web.

#### B. Efficiency

Pengujian *efficiency* dilakukan dengan metode yang sama dengan sebelumnya. Berikut merupakan hasil pengujian *efficiency* dari REST API yang baru.

CPU dari REST API EIIS yang baru sebesar 3%, lebih rendah 9,3% dari EIIS Web yang mendapat nilai 12,2%. Penggunaan CPU akan semakin baik jika nilainya semakin kecil, dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan CPU REST API EIIS yang baru, mengalami peningkatan sebesar 75,4% dibandingkan EIIS Web. Untuk penggunaan memori

juga memiliki aturan yang sama dengan penggunaan CPU, dalam pengujian ini, penggunaan memori API EIIS yang baru lebih rendah 15,26% dari EIIS Web. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan memori REST API EIIS yang baru, lebih unggul sebesar 18,26% dibandingkan EIIS Web. Total peningkatan dihitung dari selisih semua nilai penggunaan dibagi nilai tertinggi. Dari perhitungan tersebut, didapati bahwa REST API EIIS yang baru, mengalami peningkatan sebesar 34,31% jika dibandingkan dengan EIIS Web untuk faktor *efficiency*.

#### 4. KESIMPULAN

Pada bab ini peneliti menarik kesimpulan bahwa terdapat 10 faktor yang diperoleh melalui survey antara lain: *usability, functionality, reliability, portability, integrity, supportability, correctness, maintainability, interoperability, dan efficiency*. Semua faktor tersebut diuji dengan metode yang berbeda-beda untuk mengukur peningkatan unjuk kerja antara EIIS Mobile dan EIIS web. Penelitian memperoleh hasil bahwa terdapat 6 faktor yang mengalami peningkatan, 2 faktor mengalami penurunan, dan 2 faktor tidak mengalami perubahan. Hasil perhitungan akhir menunjukkan bahwa EIIS Mobile mengalami peningkatan unjuk kerja. Dalam mengatasi penurunan pada 2 faktor yang disebutkan, dilakukan uji coba menggunakan sebuah metode yaitu menggabungkan beberapa jenis data yang semula terpisah dalam beberapa REST API ke dalam satu REST API. Hasil uji coba tersebut menunjukkan peningkatan pada kedua faktor tersebut.

Dengan dikembangkannya EIIS Mobile yang dibekali peningkatan pada unjuk kerjanya, menjadikan aplikasi ini sebagai pilihan alternatif yang baik dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar secara daring, pengawasan kemajuan belajar siswa, pencetakan berbagai laporan, serta pengelolaan data-data pelajar dan seluruh tenaga kerja dalam ruang lingkup SD IT BISA (Bahasa Inggris dan Bahasa Arab) Jakarta Barat.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Lawi, B. L. E. Panggabean, and T. Yoshida, "Evaluating GraphQL and REST API Services Performance in a Massive and Intensive Accessible Information System," *Computers*, vol. 10, no. 11, Nov. 2021, doi: 10.3390/computers10110138.
- [2] H. Helmy, F. Rahmasari, A. Nursyahid, T. A. Setyawan, and A. S. Nugroho, "Analisis Kinerja Aplikasi Pemantauan dan Pengendalian Smart Agriculture Berbasis Android," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, vol. 11, no. 1, 2022, [Online]. Available: [www.omahiot.net](http://www.omahiot.net).
- [3] D. Darmansah and Z. Suhendro, "Sistem Informasi Sekolah Pada Sekolah Dasar Negeri 21 Sungai Geringging Kabupaten Padang Pariaman Berbasis Web," *MATRIK: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, vol. 19, no. 2, pp. 235–245, May 2020, doi: 10.30812/matrik.v19i2.639.
- [4] A. Voutama, E. Novalia, and G. Garno, "Android-Based Claim System for Electricity Network Customers of PLN Padang Branch," *INTENSIF: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Penerapan Teknologi Sistem Informasi*, vol. 6, no. 2, pp. 150–166, Aug. 2022, doi: 10.29407/intensif.v6i2.17433.
- [5] N. A. Prasetyo and Y. Saintika, "Integration between Moodle and Academic Information System using Restful API for Online Learning," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika*, vol. 7, no. 2, p. 358, Oct. 2021, doi: 10.26555/jiteki.v7i2.21816.
- [6] A. A. Kristanto, Y. Harjoseputro, and J. E. Samodra, "Implementasi Golang dan New Simple Queue pada Sistem Sandbox Pihak Ketiga Berbasis REST API," *Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi (RESTI)*, vol. 4, no. 4, pp. 745–750, 2020.
- [7] R. Rianto, M. A. Rifansyah, R. Gunawan, I. Darmawan, and A. Rahmatulloh, "Comparison of JSON and XML Data Formats in Document Stored NoSql Database Replication Processes," *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology (IJASEIT)*, vol. 11, no. 3, 2021.
- [8] N. B. Kassie and J. Singh, "A study on software quality factors and metrics to enhance software quality assurance," *International Journal of Productivity and Quality Management*, vol. 29, no. 1, pp. 24–44, 2020.
- [9] A. Hermanto, S. Supangat, and F. Mandita, "Evaluasi Usabilitas Layanan Sistem Informasi Akademik Berdasarkan Kombinasi ServQual dan Webqual Studi Kasus: SIAKAD Politeknik XYZ," *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, vol. 3, no. 1, p. 33, Apr. 2017, doi: 10.20473/jisebi.3.1.33-39.
- [10] Y. D. Wijaya and M. W. Astuti, "PENGUJIAN BLACKBOX SISTEM INFORMASI PENILAIAN KINERJA KARYAWAN PT INKA (PERSERO) BERBASIS EQUIVALENCE PARTITIONS," *Jurnal Digital Teknologi Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 22–26, 2021.
- [11] M. M. Syaikhuddin, C. Anam, A. R. Rinaldi, and M. E. B. Conoras, "Conventional Software Testing Using White Box Method," *KINETIK: Game Technology, Information System, Computer Network, Computing, Electronics, and Control*, vol. 3, no. 1, pp. 67–74, 2018.
- [12] E. N. Alam and F. Dewi, "PERFORMANCE TESTING ANALYSIS OF BANDUNGTANGINAS APPLICATION WITH JMETER," *International Journal of Innovation in Enterprise System*, vol. 6, no. 2,

- pp. 157–166, Jan. 2022, doi: 10.25124/ijies.v6i01.165.
- [13] F. De Angelis and A. Polini, “Evaluation of cloud portability of legacy applications,” in *Proceedings - 11th IEEE/ACM International Conference on Utility and Cloud Computing Companion, UCC Companion 2018*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Jul. 2018, pp. 232–237. doi: 10.1109/UCC-Companion.2018.00061.
- [14] A. Abiyoga, W. Witanti, and A. K. Ningsih, “Pengukuran Kualitas Perangkat Lunak Menggunakan Model McCall Pada Sistem Akademik Universitas Jenderal Achmad Yani,” *Informatics and Digital Expert (INDEX)*, vol. 3, no. 2, pp. 69–74, 2021, [Online]. Available: <http://akademik.unjani.ac.id/>.
- [15] E. Saputra and L. Yuniar Banowosari, “Quality Analysis of E-Office Application PT. KAI (Persero) Use Method ISO 25010,” *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, vol. 6, no. 1, pp. 96–100, 2021.
- [16] M. Andini and G. F. Fitriana, “Analisis Kualitas Aplikasi Sempel Pol Menggunakan Metode McCall,” *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, vol. 9, no. 3, pp. 680–687, Jun. 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i3.4192.
- [17] R. G. Atmaja, B. Priyambadha, and F. Pradana, “Pembangunan Kakas Bantu Untuk Mengukur Maintainability Index Pada Perangkat Lunak Berdasarkan Nilai Halstead Metrics dan McCabe’s Cyclomatic Complexity,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 3, pp. 2167–2172, 2019, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [18] R. I. Irfan, A. S. Nugraha, and R. Anggrainingsih, “PERBANDINGAN PORTABILITY, REUSABILITY, DAN INTEROPERABILITY PADA E-COMMERCE BERBASIS OPEN SOURCE,” *Jurnal Sistem Komputer (JSK)*, vol. 8, no. 1, pp. 14–18, 2018, [Online]. Available: <https://docs.woocomerce.com>
- [19] Sholiq, R. A. Auda, A. P. Subriadi, A. Tjahyanto, and A. D. Wulandari, “Measuring software quality with usability, efficiency, and portability characteristics,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing Ltd, Apr. 2021. doi: 10.1088/1755-1315/704/1/012039.