

RANCANG BANGUN APLIKASI PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS PROGRESSIVE WEB APPLICATION UNTUK MENDUKUNG PEMBELAJARAN BAHASA PEMROGRAMAN (STUDI KASUS PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM SURABAYA)

Mashedi^{*1)}

¹⁾Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Bisnis, Institut Teknologi Telkom Surabaya, Jl. Ketintang
No.156, Surabaya, Jawa Timur 60231, Indonesia
mashedi@student.ittelkom-sby.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi pada era globalisasi saat ini membawa perubahan besar pada berbagai bidang, termasuk pendidikan. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah aplikasi pembelajaran berbasis web yang mengintegrasikan teknologi informasi, Learning by Doing, dan interaktif untuk membantu mahasiswa, programmer, dan pengguna lain dalam mempelajari bahasa pemrograman. Aplikasi ini didukung dengan teknologi Progressive Web Application (PWA) dan dirancang menggunakan framework CodeIgniter. Aplikasi ini menawarkan fitur seperti quiz, game, dan virtual compiling untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran dan memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif. Selain itu, aplikasi ini mudah diakses melalui berbagai perangkat seperti desktop, laptop, tablet, dan smartphone baik secara online maupun offline, tanpa perlu instalasi melalui browser. Sistem virtual compiling yang dibangun pada aplikasi dapat membantu pengguna dalam memahami konsep bahasa pemrograman dan mempercepat proses pembelajaran dengan cara menjalankan code programming secara virtual sehingga pengguna dapat langsung melihat hasil dari kode yang telah ditulis.

Kata kunci: *Learning by Doing, Media Pembelajaran Interaktif, Progressive Web Application.*

1. Pendahuluan (Introduction)

Perkembangan teknologi yang sangat pesat dalam era modern dan globalisasi memungkinkan berbagai kegiatan dilakukan secara cepat dan efisien yang didukung dengan data BPS dari hasil pendataan Survei Susenas tahun 2021 dengan 62,10 persen populasi Indonesia telah mengakses internet di tahun 2021 (Badan Pusat Statistik, 2021). Perkembangan teknologi menyebabkan banyak sekali bidang lain maju dan berkembang, tak terkecuali bagi Bidang Pendidikan (Selamet, et al., 2021). Pendidikan merupakan salah satu bidang yang menjadi tolak ukur kemajuan suatu bangsa. Semakin baik pendidikan suatu negara maka akan semakin maju negara tersebut (Andriyan & Zarnelly, 2021). Salah satu inovasi yang dapat dikembangkan pada bidang pendidikan adalah memadukan teknik edukasi tradisional dan teknologi informasi. Hal ini memungkinkan untuk Teknologi dapat digunakan dalam mendukung pelaksanaan proses pembelajaran pada bidang pemrograman. Pemanfaatan teknologi dalam dunia pendidikan memberikan banyak sekali keuntungan yang dapat dirasakan salah satunya adalah efektivitas dan akses dalam mendapatkan informasi. Selain itu hal tersebut juga mampu menepis permasalahan seperti minimnya jam pertemuan, keterbatasan sumber belajar, dan jarak yang jauh. Salah satu bentuk media pembelajaran yang dikombinasikan dengan teknologi saat ini adalah Aplikasi pembelajaran Berbasis Web (Jodi, 2018).

Pembelajaran pemrograman merupakan hal yang penting pada era teknologi saat ini, hal ini juga didukung dengan berbagai macam program studi yang secara langsung mengimplementasikan pemrograman pada mata kuliahnya. Namun, masih banyak ditemukan beberapa mahasiswa yang kurang

memahami dasar-dasar pemrograman, sehingga menemui kesulitan ketika mengerjakan tugas-tugas mata kuliah yang membutuhkan keahlian pemrograman (Sopha & Kurniawati, 2018). Oleh karena itulah diperlukan pendekatan pada metode pembelajaran baru untuk mempermudah dan mempercepat proses pembelajaran pada pemrograman. Hal ini juga harus didukung dengan fasilitas pembelajaran yang mampu dalam membantu mahasiswa untuk mengerjakan tugas pemrograman.

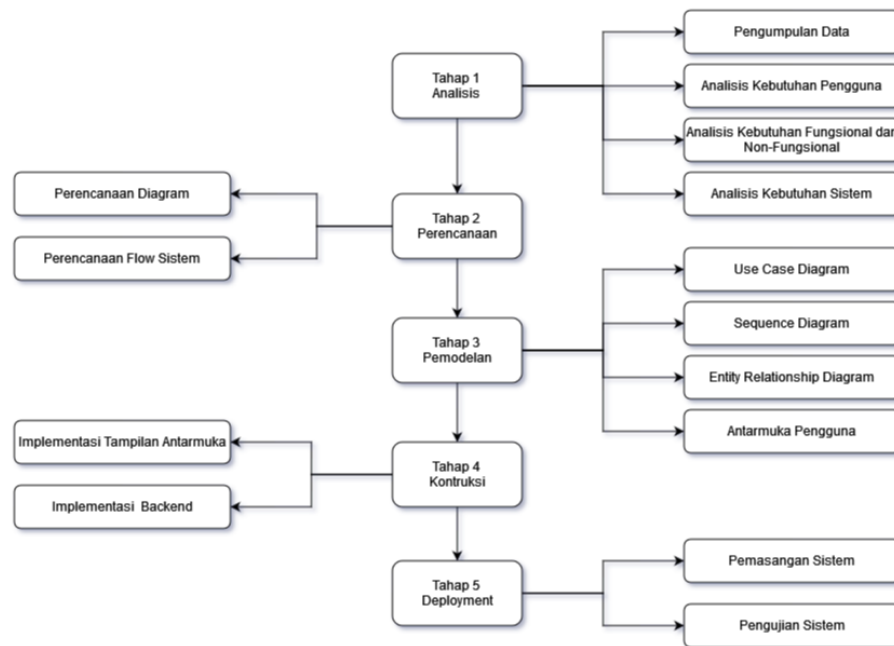
Sistem Informasi merupakan salah satu program studi yang ada pada Institut Teknologi Telkom Surabaya yang bergerak pada bidang Integrasi Teknologi, Manusia, Proses bisnis dan Tata kelola mengintegrasikan teknologi, manusia, proses bisnis dan tata kelola perencanaan untuk memberikan solusi IT pada perusahaan (James A. O'Brien, 2010). Hal ini membuat Jurusan atau Prodi (program studi) Sistem Informasi membutuhkan banyak sekali keahlian dan salah satunya adalah Programming. Dalam Sistem Informasi diperlukan kemampuan pemrograman untuk membangun dan mengoperasikan sistem yang efektif dan efisien (James & O'Brien, 2005). Kemampuan pemrograman dapat membantu dalam menciptakan antarmuka yang mudah digunakan, membangun algoritma untuk memproses data, dan mengintegrasikan sistem dengan sumber daya eksternal.

Pada penelitian ini penulis memiliki tujuan untuk membangun suatu aplikasi pembelajaran berbasis web yang dapat mendukung proses belajar mengajar dengan memadukan aspek seperti teknologi informasi, *Learning by Doing* dan aplikasi interaktif yang didukung dengan menggunakan teknologi *Progressive Web Application (PWA)* (Gharizi, et al., 2021). Harapan dari perancangan aplikasi ini dapat membantu Mahasiswa, Programmer, dan lain lain dalam melakukan pembelajaran mengenai *programming*.

Pada penelitian ini terdapat dua rumusan permasalahan yaitu, bagaimana merancang suatu Aplikasi Pembelajaran berbasis *Progressive Web Application* dengan menggunakan framework *CodeIgniter* dan bagaimana cara membuat sistem yang mampu melakukan *virtual compiling* untuk menjalankan code programming. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan aplikasi pembelajaran interaktif berbasis *Progressive Web Application (PWA)* dengan menggunakan metode *Waterfall* pada studi kasus Program Studi Sistem Informasi IT Telkom Surabaya Surabaya. Aplikasi ini akan memiliki fitur-fitur seperti artikel pembelajaran, kuis, dan *virtual compiling* untuk membantu siswa dalam mempelajari bahasa pemrograman. Dengan aplikasi ini, pengguna dapat belajar bahasa pemrograman dengan lebih efektif dan efisien. Manfaat lain dari aplikasi ini adalah dapat meningkatkan kualitas pemahaman mahasiswa dalam *programming* dan memberikan fasilitas *learning by doing* (Melia, et al., 2021) yang memungkinkan pengunjung aplikasi untuk mengeksekusi suatu kode dalam berbagai Bahasa pemrograman dan mendapatkan *output* atau hasil dari kode program tersebut tanpa harus menginstall *compiler* atau aplikasi lain.

2. Metode Penelitian (Methods)

Metode penelitian yang digunakan dalam pengembangan aplikasi pembelajaran interaktif berbasis website, menggunakan pendekatan kualitatif dan metode deskriptif yang telah digambarkan pada gambar 1, terdapat beberapa tahap penting yang harus dilalui, seperti tahap pengumpulan data, tahap mencari solusi untuk masalah yang ada, tahap merancang dan mengembangkan program (Satzinger, 2010). Tahapan tersebut mengacu kepada metode penelitian yang digunakan dalam pengembangan aplikasi Pembelajaran Interaktif ini, yaitu menggunakan metode *System Development Life Cycle (SDLC)* dengan menggunakan model *Waterfall* yang dimulai dari *Communication* hingga *Deployment* (Amrin, et al., 2020).



Gambar 1. Metode dan Tahapan Penelitian

a) Tahap Analisis

Tahapan ini berfokus kepada pengumpulan informasi dan analisis kebutuhan dari sistem yang akan dirancang dan dibangun. Pada penelitian ini Pengumpulan data akan dilakukan secara kualitatif deskriptif melalui wawancara dan analisis kebutuhan yang dirasa perlu dalam menyelesaikan Aplikasi Pembelajaran Interaktif.

Pengumpulan data yang akan dilakukan menggunakan metode wawancara pada Organisasi bersangkutan dan menggunakan analisis kebutuhan pada pengguna dan pengajar. Analisis Kebutuhan yang akan dilakukan akan dibagi menjadi 2 bagian yaitu Kebutuhan fungsional, kebutuhan fungsional merupakan kebutuhan yang sangat diperlukan dalam perihal jalannya suatu sistem yang akan dirancang atau direncanakan, selain Kebutuhan fungsional juga terdapat kebutuhan non-fungsional yang merupakan kebutuhan tambahan yang dapat ditambahkan sebagai media luar atau bagian fitur yang bersifat opsional.

I. Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan-kebutuhan Functional untuk pembangunan sistem ini yaitu sebagai berikut:

1. Aplikasi ini berisikan Fitur *Code Compiling* untuk dapat menampilkan *output* dari suatu kode yang akan di *input* oleh Pengguna.
2. Aplikasi akan mempunyai fitur quiz latihan untuk pengguna agar pengguna dapat berlatih dan memahami pemrograman dengan lebih efektif dan efisien.
3. Aplikasi akan memerlukan fitur CRUD untuk pengelolaan artikel, *code compiling* dan latihan *quiz*.
4. Aplikasi akan dapat melakukan *login* dan bersifat *multi level* pengguna dengan level dosen dan administrator.
5. Aplikasi akan memerlukan fitur *Setting* untuk pengelolaan navigasi dan tampilan.
6. Aplikasi akan memiliki artikel yang dapat diakses ketika *offline* dengan memanfaatkan teknologi *service worker* pada PWA.

II. Kebutuhan Non-Fungsional

1. Kebutuhan Antar Muka (*Interface*)

Kebutuhan-kebutuhan antarmuka untuk pembangunan sistem ini yaitu sebagai berikut:

1. Aplikasi yang akan dibangun memerlukan antarmuka yang ringan dan mudah dimengerti oleh pengguna.
2. Aplikasi ini akan menampilkan artikel mengenai pemrograman dan bentuk tutorial yang dapat membantu pengguna dalam memahami pemrograman.

2. Kebutuhan Data

Kebutuhan-kebutuhan data untuk pembangunan sistem ini yaitu sebagai berikut:

1. Aplikasi yang akan dibangun memerlukan data artikel yang berisikan mengenai pemrograman yang akan di isi oleh dosen atau administator.

b) Tahap Perencanaan

Tahap berikutnya adalah perencanaan atau planning, tahapan ini menjelaskan mengenai perkiraan dari tugas-tugas teknis yang akan dilaksanakan, kemungkinan terjadi resiko, sumber daya yang dibutuhkan dalam pembentukan sistem, produk kerja yang ingin dihasilkan, penjadwalan kerja yang akan dilaksanakan, serta melakukan pelacakan terhadap proses pengerjaan sistem. Perancangan akan menghasilkan rancangan diagram dan kerja teknis kasar dari sistem yang akan dibangun. Hal ini meliputi fungsi fungsi dasar dan fitur dari aplikasi pendukung.

Pada Tahap ini Penulis akan menentukan spesifikasi sistem Menggunakan SRS atau biasa disebut System Requirement Spesification dan mengidentifikasi kelas-kelas serta hubungannya satu terhadap yang lainnya (Yudhi & Paulus, 2019). Untuk memahami spesifikasi sistem, penulis perlu mengidentifikasi para pengguna atau yang sering disebut sebagai aktor-aktor. Aktor-aktor yang akan menggunakan sistem dan bagaimana mereka menggunakan sistem. Mencari objek-objek fisik pada sistem juga memungkinkan penulis untuk mendapatkan informasi lebih lengkap mengenai objek-objek pada sistem yang bersangkutan (Hermawana & M., 2020). Objek-objek dapat bersifat mandiri, organisasi-organisasi, satuan informasi, dan gambar-gambar, serta apapun yang menyusun suatu aplikasi dalam konteks representasi dunia nyata dalam sistem yang sedang dikembangkan.

c) Tahap Pemodelan

Tahapan berikutnya adalah pemodelan. Pada tahap ini dilakukannya perancangan dan pemodelan dari arsitektur sistem yang berfokus pada perancangan struktur data, arsitektur software, tampilan antarmuka, serta algoritma program. Tujuannya adalah untuk lebih memahami gambaran besar dari apa yang akan dikerjakan.

Pemodelan yang akan digunakan adalah Use Case Diagram, Sequence Diagram, Entity Relational Diagram dan Model Tampilan user interface yang akan secara jelas ditampilkan berdasarkan Software Requirement Specification yang sesuai dengan standar IEEE 830-1998 tentang perangkat lunak yang berbentuk dokumentasi (E. Stephen, 2020).

d) Tahap Konstruksi

Tahap Konstruksi memfokuskan pada proses penerjemahan desain menjadi bentuk kode yang dapat diterima oleh mesin. Setelah kode dibuat, dilakukan pengujian terhadap sistem dan kode untuk menentukan apakah terdapat kesalahan atau bug. Tujuannya adalah untuk menemukan dan memperbaiki kesalahan sebelum dilakukan tahap selanjutnya.

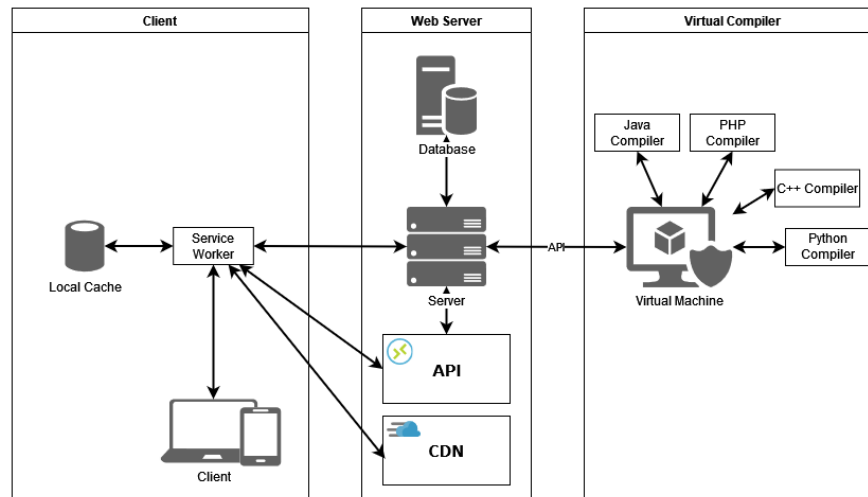
e) Tahap Deployment

Tahapan terakhir, yaitu deployment. Tahapan Deployment adalah tahapan penting dalam pengembangan perangkat lunak. Dalam tahap ini, perangkat lunak diterapkan dan disebarluaskan kepada pengguna akhir. Selain itu, tahap ini juga meliputi pemeliharaan berkala perangkat lunak, perbaikan jika diperlukan, evaluasi kinerja perangkat lunak, dan pengembangan berdasarkan masukan dari pengguna untuk memastikan bahwa perangkat lunak tetap berfungsi dengan baik dan berkembang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

3. Hasil dan Pembahasan (Results and Discussions)

3.1. Arsitektur Sistem

Gambar 2 menggambarkan arsitektur sistem yang menggunakan *Progressive Web Application*. Ketika klien mengakses web, *service worker* akan mengontrol data yang akan disimpan di *cache* dan di *database* (Gharizi, et al., 2021). Jika jaringan dalam keadaan *offline* atau buruk, *service worker* hanya akan mengambil data yang telah tersimpan di *cache* sehingga klien dapat membuka sistem dan melihat konten yang telah tersimpan sebelumnya.



Gambar 2. Arsitektur Sistem

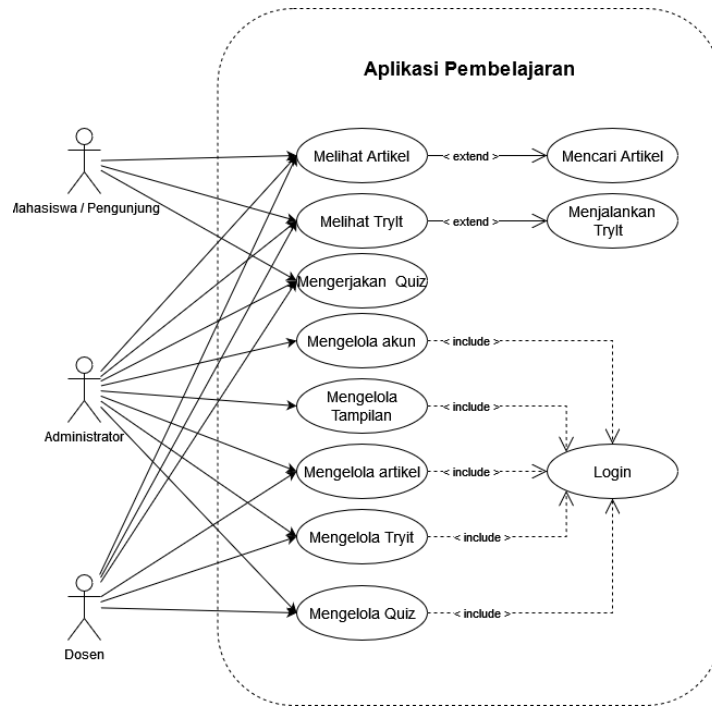
3.2. Pemodelan dan Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukannya perancangan dan pemodelan dari arsitektur sistem yang berfokus pada perancangan struktur data, arsitektur software, tampilan antarmuka, serta algoritma program. Tujuannya adalah untuk lebih memahami gambaran besar dari apa yang akan dikerjakan.

Pemodelan yang akan digunakan adalah *Use Case Diagram*, *Sequence Diagram*, dan *Entity Relational Diagram* yang akan secara jelas ditampilkan berdasarkan Software Requirement Specification yang sesuai dengan standar IEEE 830-1998 tentang perangkat lunak yang berbentuk dokumentasi (E. Stephen, 2020).

a) Use Case Diagram

Use case diagram adalah sebuah diagram yang menggambarkan skenario interaksi antara pengguna dengan suatu sistem. Ini menunjukkan hubungan antara pengguna dan aktivitas yang dapat mereka lakukan terhadap suatu aplikasi (Tri, 2018).



Gambar 3. Use Case Diagram

Pada Use Case Gambar 3 terdapat Beberapa fitur fungsional yang dibutuhkan oleh aplikasi yaitu:

1. Artikel

Artikel merupakan Fitur yang berisikan Artikel pemrograman yang membahas tentang topik-topik terkait dengan pemrograman, seperti bahasa pemrograman, teknik pemrograman, *best practices*, tutorial, dan lain sebagainya. Tujuan dari artikel pemrograman adalah untuk membantu pembaca memahami konsep-konsep pemrograman, meningkatkan keahlian mereka, dan memberikan solusi untuk masalah-masalah yang mungkin mereka hadapi.

Selain itu juga terdapat fitur Cari Artikel untuk mencari artikel berdasarkan kata kunci Fitur ini membantu pengguna menemukan artikel dengan cepat dan mempercepat proses pencarian.

2. TryIt

TryIt merupakan Fitur yang menggunakan Teknologi Web *Virtual Compiling*. Web *Virtual Compiling* sendiri adalah teknologi yang memungkinkan kompilasi kode sumber program pada *server* web tanpa harus menginstal perangkat lunak kompilasi pada komputer lokal. Hal ini membuat pemrograman dan pengujian aplikasi menjadi lebih mudah dan terjangkau, karena pengembang tidak perlu memiliki perangkat lunak kompilasi yang dipasang pada komputer mereka sendiri.

Web *Virtual Compiling* menyediakan antarmuka web yang memungkinkan pengembang untuk memasukkan *Source Code* dan menjalankan kompilasi kode pada *server*. Hasil dari kompilasi kode bisa dilihat melalui antarmuka web.

3. Quiz

Quiz adalah fitur interaktif yang membantu para pembelajar memverifikasi pengetahuan mereka tentang topik pemrograman tertentu. Fitur Quiz juga menyediakan pertanyaan yang terkait dengan topik yang dibahas, dan para pembelajar harus menjawab pertanyaan tersebut dengan benar.

4. Kelola Akun

Kelola Akun adalah fitur yang memungkinkan Adminstator untuk mengelola dan mengatur akun pengguna yang terdaftar dalam sistem. Fitur ini memungkinkan admin untuk melakukan tugas-tugas seperti:

- a) Menambahkan dan menghapus akun pengguna

- b) Mengatur hak akses pengguna
- c) Mengubah informasi akun pengguna, seperti nama, alamat *email*, dan *password*

5. Kelola Tampilan & Setting

Kelola Tampilan & Setting web adalah bagian dari sistem manajemen konten yang memungkinkan *administrator* situs web untuk mengatur bagaimana situs web mereka terlihat dan berfungsi.

6. Kelola Artikel

Kelola Artikel adalah fitur dalam sistem manajemen konten yang memungkinkan administrator situs web untuk mempublikasikan, *mengedit*, menghapus, dan mengelola konten artikel.

7. Kelola TryIt

Kelola *TryIt* adalah fitur dalam sistem manajemen konten yang memungkinkan administrator situs web untuk mempublikasikan, *mengedit*, menghapus, dan mengelola konten *TryIt*.

8. Kelola Quiz

Kelola *Quiz* adalah fitur dalam sistem manajemen konten yang memungkinkan administrator situs web untuk mempublikasikan, *menigedit*, menghapus, dan mengelola konten *Quiz*.

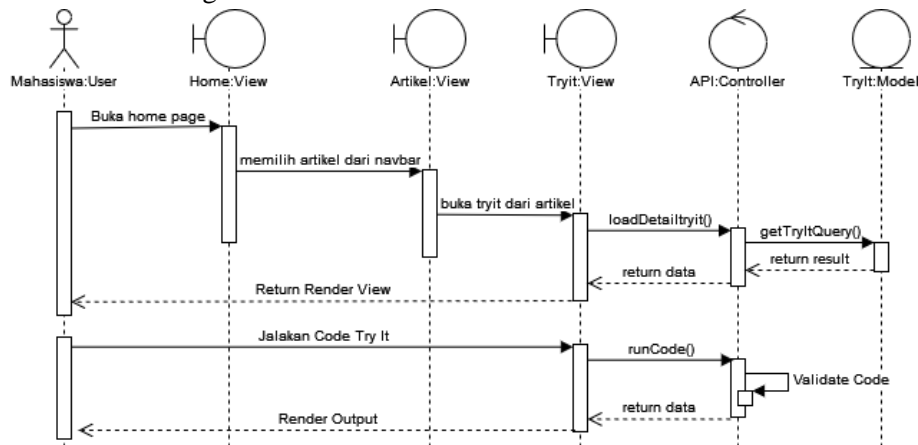
9. Login

Login adalah fitur dimana pengguna memasukkan informasi identitas mereka untuk memverifikasi identitas mereka dan mengakses informasi atau layanan yang hanya tersedia bagi pengguna. Pada Aplikasi ini *Login* hanya dapat digunakan oleh aktor Dosen dan Administrator.

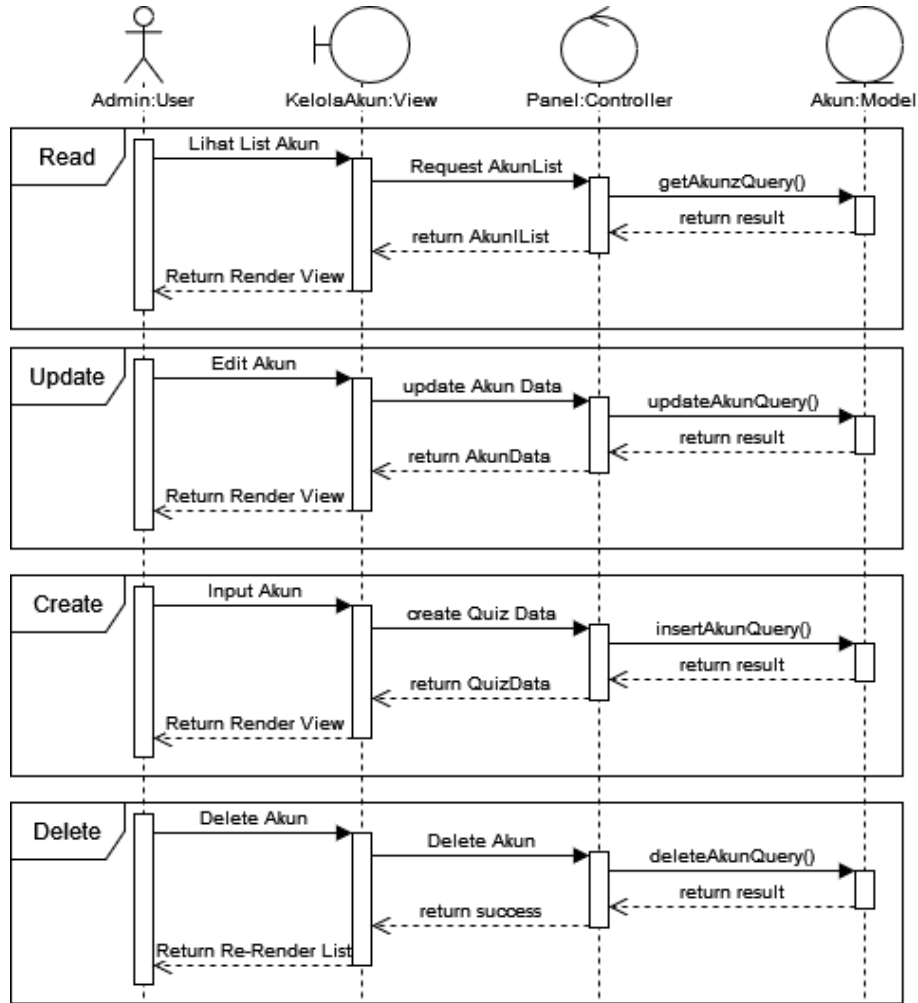
b) Sequence Diagram

Sequence diagram adalah diagram yang menggambarkan interaksi antara objek di dalam dan di sekitar suatu sistem, dalam bentuk pesan dan waktu. Tujuannya adalah untuk membuat perancangan sistem menjadi lebih mudah dan terarah. Diagram ini menunjukkan interaksi-interaksi yang terjadi dalam sistem (Muhamad, et al., 2021).

Berikut pada Gambar 4 dan Gambar 5 merupakan salah satu *Sequence diagram* yang digunakan dalam rancangan sistem.



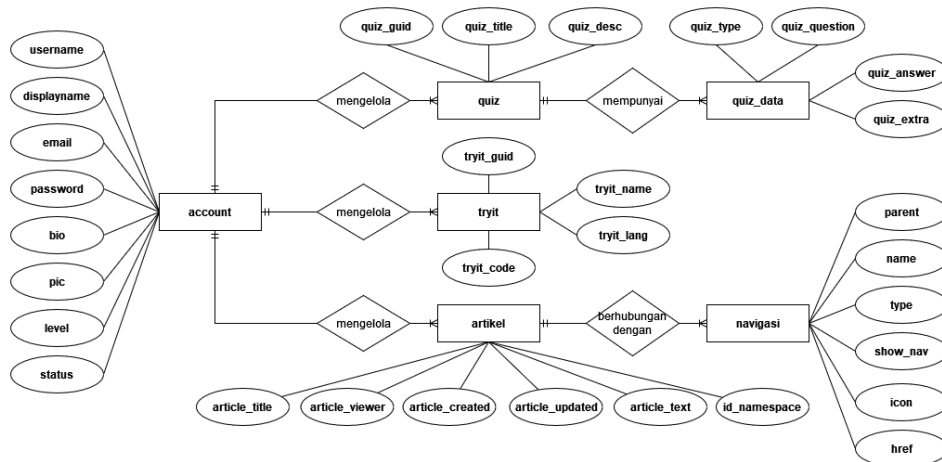
Gambar 4. Sequence Diagram TryIt.



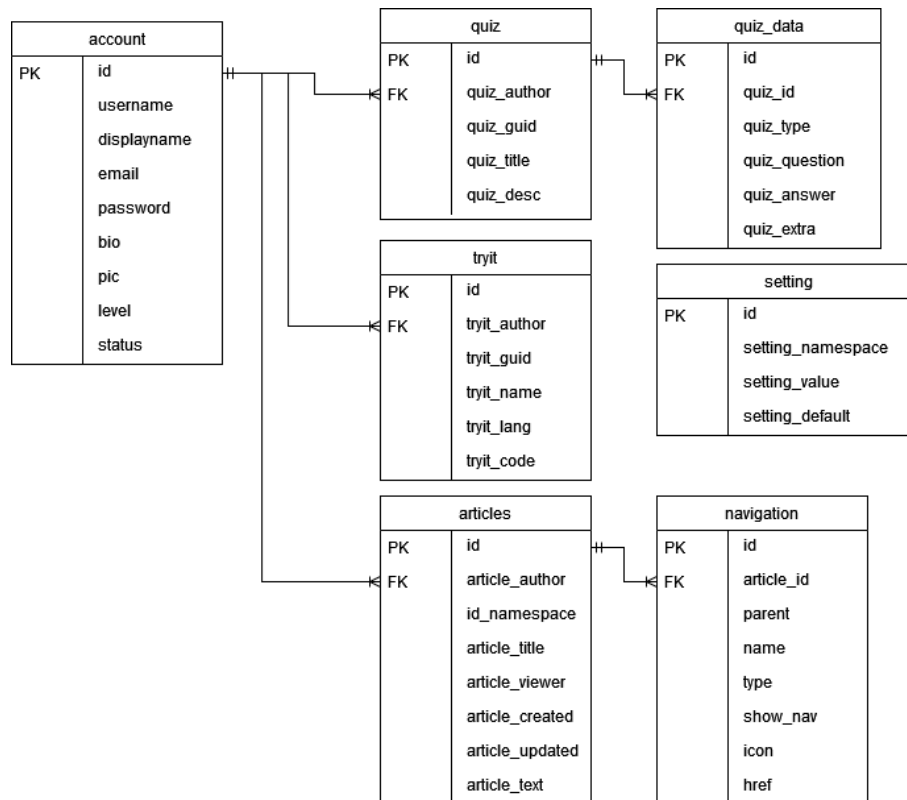
Gambar 5. Sequence Diagram Pengelolaan Akun.

c) Entity Relationship Diagram

Pada Aplikasi Pembelajaran ini terdapat *database* yang digunakan untuk menyimpan data dan mengelola data seperti fitur artikel, *quiz* dan *tryit* (Kristanto, 2004). Oleh karena itu perlu adanya bentuk *database* yang saling terhubung untuk menjelaskan kardinalitas tiap model objek yang terdapat pada aplikasi (Melia, et al., 2021) yang telah tergambar pada ERD gambar 6 dan gambar 7.



Gambar 6. Entity Relationship Diagram

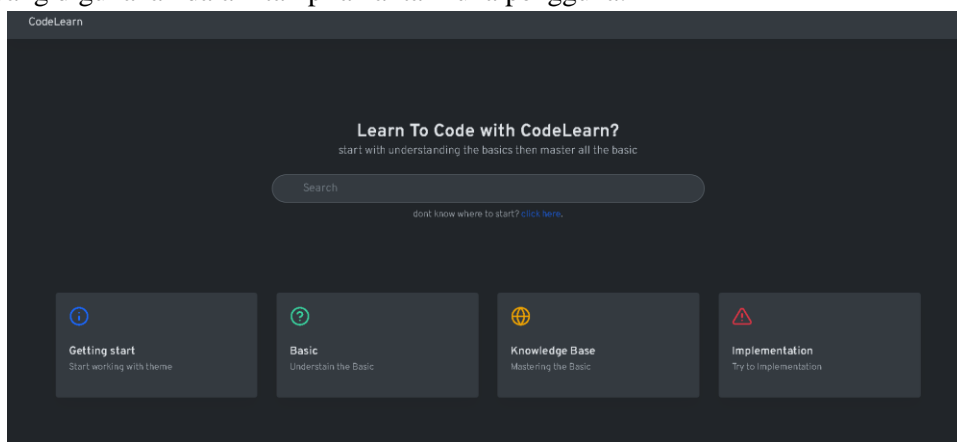


Gambar 7. Rancangan Physical Data Model

d) Tampilan Antarmuka

Tampilan antarmuka pengguna (*user interface*) adalah cara yang digunakan oleh pengguna untuk berinteraksi dengan sebuah sistem atau aplikasi. Hal ini mencakup semua elemen visual, seperti menu, tombol, ikon, dan layout, serta cara interaksi dengan elemen tersebut melalui input seperti keyboard, mouse, atau layar sentuh.

Tampilan antarmuka pengguna bertujuan untuk membuat pengalaman pengguna yang mudah dipahami dan digunakan. Hal ini meliputi desain yang intuitif, efisien, dan efektif untuk mengoptimalkan pengalaman pengguna, serta memudahkan pengguna dalam mencapai tujuan yang diinginkan dalam penggunaan sistem atau aplikasi dan pada gambar 8 merupakan tampilan desain *template* yang digunakan dalam tampilan antarmuka pengguna.

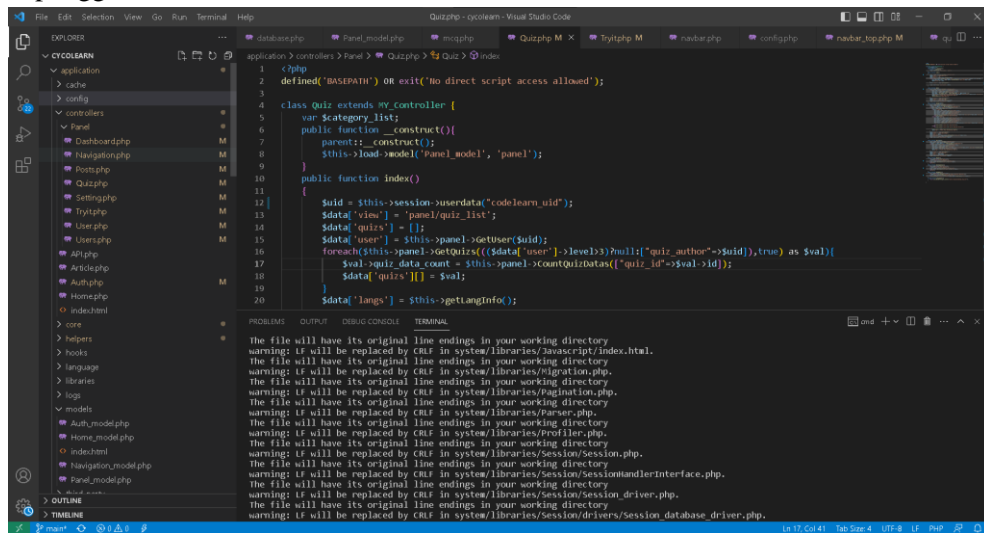


Gambar 8. *Template* desain dari Tampilan Antarmuka Pengguna

3.3. Backend

Dalam pengembangan aplikasi, terdapat proses implementasi logika sistem yang dilakukan pada bagian backend. Backend atau bagian belakang dari aplikasi bertanggung jawab untuk mengolah dan menyimpan data serta melakukan proses-proses yang membutuhkan kemampuan pemrosesan data.

Pada proses pengembangan *backend* (gambar 9) untuk aplikasi PWA, selain mengimplementasikan logika sistem dalam rancang bangun aplikasi, juga diperlukan pengembangan dan integrasi dari *Service Worker*. *Service Worker* digunakan untuk menyimpan *cache* dan melakukan instalasi aplikasi, sehingga aplikasi PWA dapat berjalan secara *offline* dan lebih cepat dalam memberikan respons terhadap permintaan pengguna.



Gambar 9. Proses Pembuatan Backend

3.4. Virtual Compiling

Virtual compiling (kompilasi virtual) adalah teknik yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak untuk mengurangi waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk menguji dan memvalidasi kode program. Dalam virtual compiling, sebuah program disimulasikan di dalam lingkungan virtual atau sandbox yang meniru sistem operasi atau platform yang dituju (Arjun & Amab, 2014).

Dalam lingkungan virtual ini, program dapat dijalankan dan diuji dengan cara yang sama seperti saat dijalankan pada platform aslinya, tetapi tanpa memerlukan hardware atau infrastruktur fisik yang sebenarnya (Arjun & Amab, 2014). Hal ini memungkinkan pengembang untuk mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan atau bug dengan lebih cepat dan lebih murah daripada jika harus melakukan pengujian pada platform fisik yang sebenarnya.

Virtual compiling dapat dilakukan menggunakan berbagai jenis perangkat lunak, seperti mesin virtual atau emulator. Teknik ini sering digunakan dalam pengembangan perangkat lunak untuk platform yang berbeda-beda, seperti pengembangan aplikasi untuk sistem operasi Windows dan MacOS, atau untuk menguji perangkat lunak pada perangkat keras yang berbeda-beda seperti desktop, laptop, dan ponsel pintar.

Pada konteks penelitian ini *Virtual Compiling* merupakan fitur yang memungkinkan terjadinya kompilasi kode sumber program pada *server* menggunakan teknologi *virtual machine*. Hal ini membantu dalam menjalankan aplikasi atau program tanpa harus memasang perangkat lunak tertentu pada komputer pengguna. Sehingga, aplikasi atau program dapat dijalankan pada berbagai *platform* dengan mudah. Dalam proses ini, *virtual machine* akan membuat sebuah lingkungan yang terisolasi yang dapat menjalankan kode sumber program tanpa terpengaruh oleh perangkat keras atau sistem operasi pengguna. Ini sangat bermanfaat dalam menjamin kompatibilitas dan stabilitas aplikasi pada berbagai perangkat.

3.5. Deployment

a. Pemasangan

Proses pemasangan dilakukan dengan mengupload *file-file* aplikasi pembelajaran interaktif ke *server* yang sesuai. Aplikasi tersebut kemudian bisa diakses oleh pengguna melalui browser pada perangkat mereka.

b. Pengujian

Setelah proses pemasangan selesai, selanjutnya dilakukan proses pengujian untuk memastikan bahwa aplikasi tersebut berfungsi dengan baik. Proses pengujian meliputi uji fitur, uji kinerja, dan uji keamanan. Uji fitur dilakukan untuk memastikan bahwa semua fitur aplikasi berfungsi sesuai dengan harapan. Uji kinerja dilakukan untuk mengetahui kecepatan akses dan performa aplikasi. Sedangkan uji keamanan dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi terlindung dari serangan yang tidak diinginkan.

Berdasarkan hasil pengujian, aplikasi pembelajaran interaktif berbasis *Progressive Web Application* ini telah berfungsi dengan baik dan memenuhi spesifikasi yang ditentukan. Semua fitur aplikasi berfungsi sesuai dengan harapan dan performa aplikasi baik. Keamanan aplikasi juga terjaga dan tidak terdeteksi adanya serangan yang tidak diinginkan.

Dengan demikian, aplikasi pembelajaran interaktif berbasis *Progressive Web Application* ini siap digunakan oleh Program Studi Sistem Informasi Institut Teknologi Telkom Surabaya untuk mendukung pembelajaran bahasa pemrograman.

3.6. Validasi BlackBox

Validasi *Black Box* adalah metode pengujian sistem yang memfokuskan pada perilaku sistem dan tidak memperhatikan implementasi *internal* sistem. Dalam validasi *Black Box*, pengujian hanya memiliki akses ke *input* dan *output* sistem dan tidak memiliki informasi tentang bagaimana sistem menghasilkan *output* tersebut (Fadhila, et al., 2019).

Metode pengujian *Black Box* pada tabel 1 Memiliki nilai skenario yang berisikan informasi yang akan dilakukan, actor untuk menentukan level pengguna dari actor yang melakukan pengujian, *test case* yang berisikan aksi atau tindakan yang harus pengujian lakukan dengan target pada hasil yang diharapkan, dan terakhir terdapat hasil yang digunakan untuk menyeleksi apakah pengujian valid atau berhasil dijalankan.

Tabel 1 Validasi Black Box

no	Skenario	Actor	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	Mengakses Artikel	Mahasiswa	Membuka Artikel melalui menu HTML	Dapat menemukan salah satu artikel html	Valid
2			Mencari Artikel “heading” melalui Search Bar	Dapat menemukan artikel yang dicari	Valid
3	Mengakses TryIt		Membuka Try it melalui Artikel	Dapat menemukan try it pada salah satu artikel	Valid
4			Menjalakan Try it untuk melihat output	Mendapatkan Output dari code yang dijalankan pada Try it	Valid
5	Mengakses Quiz		Membuka Tampilan Artikel “HTML Heading” dan memilih Start pada Quiz	Pengguna dapat membuka halaman quiz	Valid
6			Mengerjakan Quiz	Dapat mengerjakan quiz dengan baik	Valid

no	Skenario	Actor	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil
7	Melakukan Login	Dosen	User Membuka Halaman Login dan Mencoba Login Tanpa Username dan Password.	Login gagal dikarenakan username dan password tidak diisi.	Valid
8			User melakukan login menggunakan username “test” dan password “test”	Login gagal dikarenakan username dan Password tidak terdaftar	Valid
9			User melakukan login menggunakan username “dosen” dan password “123”	Login berhasil dan user masuk kedalam panel dosen	Valid
10	Kelola Artikel		User menambahkan artikel baru tanpa input apapun	Error tampil karena inputan tidak di isi	Valid
11			User menambahkan artikel baru dengan mengisi input dengan baik dan benar	Artikel berhasil dibuat	Valid
12			User melakukan Edit pada artikel yang baru saja dibuat	Artikel berhasil diubah	Valid dengan perbaikan
13			User menghapus artikel yang baru saja dibuat	Artikel berhasil dihapus	Valid
14	Kelola TryIt		User menambahkan TryIt baru tanpa input apapun	Error tampil karena inputan tidak di isi	Valid
15			User menambahkan TryIt baru dengan mengisi input dengan baik dan benar	TryIt berhasil dibuat	Valid
16			User melakukan Edit pada TryIt yang baru saja dibuat	TryIt berhasil diubah	Valid dengan perbaikan
17	Kelola Quiz		User menghapus TryIt yang baru saja dibuat	TryIt berhasil dihapus	Valid
18			User menambahkan Quiz baru tanpa input apapun	Error tampil karena inputan tidak di isi	Valid
19			User menambahkan Quiz baru dengan mengisi input dengan baik dan benar	Quiz berhasil dibuat	Valid
20			User melakukan Edit pada Quiz yang baru saja dibuat	Quiz berhasil diubah	Valid
21			User Melakukan Manage dan Menambahkan Question baru tanpa input apapun	Error tampil karena inputan tidak di isi	Valid
22			User menambahkan Question baru dengan mengisi input dengan baik dan benar	Question berhasil dibuat	Valid
23			User melakukan Edit pada Question yang baru saja dibuat	Question berhasil diubah	Valid
24			User menghapus Question yang baru saja dibuat	Question berhasil dihapus	Valid

no	Skenario	Actor	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil
25			User menghapus Quiz yang baru saja dibuat	Quiz berhasil dihapus	Valid
26	Logout		User melakukan logout	Sesi berhasil di logout	Valid

Data pada tabel 1 merupakan hasil dari proses wawancara dengan berbagai penguji berdasarkan dengan level pengguna atau Actor berbeda. Pada kesimpulan validasi tabel 1 terdapat beberapa hasil dengan nilai “Valid dengan perbaikan” yang diberikan untuk menjelaskan bahwa terdapat beberapa fitur yang diperbaiki untuk memenuhi validasi.

4. Kesimpulan (Conclusion)

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa aplikasi pembelajaran interaktif berbasis *Progressive Web Application (PWA)* yang dirancang menggunakan *framework CodeIgniter* dapat memenuhi kebutuhan fungsional maupun kebutuhan non-fungsional sehingga telah digunakan dengan baik. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengakses konten belajar secara online dan offline, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menarik melalui fitur-fitur seperti quiz, game, dan tryit yang menunjukkan bahwa aplikasi pembelajaran interaktif ini dapat diakses dengan baik pada berbagai perangkat seperti *desktop, laptop, tablet, dan smartphone*. Pengguna juga dapat mengakses aplikasi ini melalui browser tanpa perlu melakukan instalasi.

Sistem *virtual compiling* yang dibangun pada aplikasi ini juga telah berhasil memenuhi tujuan untuk menjalankan *code programming* secara *virtual*, sehingga pengguna dapat langsung melihat hasil dari kode yang telah ditulis sehingga mempermudah proses belajar bahasa pemrograman.

Ucapan Terima Kasih (Acknowledgement)

Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak secara khusus pada kedua orang tua penulis yang telah memberikan kontribusi dalam penulisan artikel ini. Penulis juga berterima kasih kepada para reviewer yang telah memberikan masukan dan kritik yang membangun, sehingga artikel ini dapat ditingkatkan kualitasnya. Tak lupa, Penulis juga mengucapkan terima kasih pada lembaga atau institusi yang telah memberikan dukungan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Amrin, Mita, D. L. & Irawan, S., 2020. Model Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi Pengolahan Nilai Pada SMP Kartika XI-3 Jakarta Timur. *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, 6(1), pp. 135-140.
- Andriyan, S. T. & Zarnelly, 2021. RANCANG BANGUN APLIKASI MULTIMEDIA PEMBELAJARAN ANAK BERBASIS ANDROID PADA TAMAN KANAK-KANAK ISLAM MASJID RAYA PEKANBARU. *Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi*, 7(2), pp. 108-115.
- Arjun, D. & Amab, K. P., 2014. Online Compiler as a Cloud Service. *IEEE International Conference on Advanced Communication Control and Computing Technologies (ICACCCT)*, 1(1), pp. 1783-1786.
- Badan Pusat Statistik , 2021. *Statistik Telekomunikasi Indonesia 2021*, s.l.: Badan Pusat Statistik.
- E. Stephen, E. M., 2020. Evaluation of Software Requirement Specification Based on IEEE 830 Quality Properties. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 10(4), pp. 1396-1402.

- Fadhila, C. N., Dandi, S. & Sita, A., 2019. Pengujian Black Box pada Aplikasi Sistem Seleksi Sales Terbaik Menggunakan Teknik Equivalence Partitions. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 4(4), pp. 125-130.
- Gharizi, M., Rahmat, S., Adi, S. & M, R., 2021. PENGEMBANGAN APLIKASI PROGRESSIVE WEB APPLICATION (PWA) UNTUK PEMBELAJARAN DAN EVALUASI KELAS ENGLISH GRAMMAR ONLINE COURSE. *Jurnal Pendidikan Edutama*, 8(2), pp. 163-175.
- Hermawana & M., S., 2020. Rancang Bangun Aplikasi Pembelajaran Interaktif Materi Cisco di Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Pelita Indonesia. *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer dan Informasi*, 2(1), pp. 62-67.
- James A. O'Brien, G. M. M., 2010. *Introduction to Information Systems*. s.l.:McGraw-Hill Irwin.
- James, A. & O'brien, 2005. *Introduction to information systems*. New York: McGraw Hill.
- Jodi, H., 2018. Rancang Bangun Aplikasi Mobile Learning Tuntunan Shalat. *Journal of Information Technology and Computer Science*, 1(1), pp. 44-59.
- Kristanto, H., 2004. *Konsep Dan Perancangan Database*. Yogyakarta: Andi.
- Melia, E. R., Fia, A. R. & Amelia, F., 2021. METODE LEARNING BY DOING DALAM MENGOPTIMALISASI KUALITAS BELAJAR SISWA SMP. *Jurnal Ilmiah Edukasia*, 1(1), pp. 25-30.
- Muhamad, T., Suhardi & Hananda, P., 2021. SISTEM INFORMASI MANAJEMEN BERBASIS WEBSITE PADA UNL STUDIO DENGAN MENGGUNAKAN FRAMEWORK CODEIGNITER. *JURNAL ILMIAH M-PROGRESS*, 11(1), pp. 13-21.
- Raharjo, B., 2015. *Belajar otodidak framework codeigniter teknik pemrograman web dengan PHP dan framework codeigniter 3*. Bandung: Informatika Bandung.
- Satzinger, J. B., 2010. In: *Systems Development Life Cycle (SDLC)*. s.l.:s.n., p. 38.
- Selamet, N., Yosie, A. M. & Fajar, M., 2021. SISTEM INFORMASI E-LEARNING BERBASIS ANDROID UNTUK TINGKAT SEKOLAH DASAR (STUDI KASUS : SDI AL-HADIRIYAH). *Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi dan Komputer*, 11(3), p. 44 – 52.
- Sitohang, H., 2021. Aplikasi E-Learning Berbasis Web untuk Pembelajaran Jarak Jauh. *Journal Scientific and Applied Informatics*, 4(1), pp. 106-115.
- Sophan, M. K. & Kurniawati, A., 2018. Perancangan Aplikasi Learning By Doing Interaktif Untuk Mendukung Pembelajaran Bahasa Pemrograman. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(2), pp. 163-170 .
- Tri, A. K., 2018. PEMODELAN USE CASE (UML): EVALUASI TERHADAP BEBERAPA KESALAHAN DALAM PRAKTIK. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(1), pp. 77-86.
- Yudhi, K. & Paulus, L. T., 2019. SOFTWARE REQUIREMENT SPECIFICATION SISTEM INFORMASI MANAJEMEN DAN GEOGRAFIS PEMETAAN SUMBER DAYA AIR. *KURAWAL Jurnal Teknologi, Informasi dan Industri*, 2(1), pp. 79-91.