

**RANCANG BANGUN APLIKASI PENILAIAN ESAI
SINGKAT BERBAHASA INDONESIA DAN INGGRIS
MENGUNAKAN METODE TEST-DRIVEN
DEVELOPMENT**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai syarat menyelesaikan jenjang strata Satu (S-1)
di Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknologi,
Produksi dan Industri, Institut Teknologi Sumatera

Oleh:

GEIZKA ROZILIA RUICOSTA

119140114



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNOLOGI, PRODUKSI DAN INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA
LAMPUNG SELATAN**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul “**Tulis Judul Disini**” adalah benar dibuat oleh saya sendiri dan belum pernah dibuat dan diserahkan sebelumnya, baik sebagian ataupun seluruhnya, baik oleh saya ataupun orang lain, baik di Institut Teknologi Sumatera maupun di institusi pendidikan lainnya.

Lampung Selatan, **DD-MM-YYYY**
Penulis,

PHOTO
BERWARNA

Geizka Rozilia Ruicosta
NIM. 119140114

Diperiksa dan disetujui oleh,

Pembimbing

Tanda Tangan

1. Nama Pembimbing 1 + Gelar
NIP. XXXXXX

.....

2. Nama Pembimbing 2 + Gelar
NIP. XXXXXX

.....

Penguji

Tanda Tangan

1. Nama Penguji 1 + Gelar
NIP. XXXXXXXXXXXXX

.....

2. Nama Penguji 2+ Gelar
NIP. XXXXXXXXXXXXX

.....

Disahkan oleh,
Koordinator Program Studi Teknik Informatika
Jurusan Teknologi, Produksi dan Industri
Institut Teknologi Sumatera

Nama Kaprodi + Gelar
NIP. XXXXXXXXXXXXX

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir dengan judul “**TULIS JUDUL DISINI**” adalah karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar.

Nama : Geizka Rozilia Ruicosta

NIM : 11940114

Tanda Tangan :

Tanggal :

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Institut Teknologi Sumatera, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Geizka Rozilia Ruicosta
NIM : 119140114
Program Studi : Teknik Informatika
Jurusan : Jurusan Teknologi, Produksi dan Industri
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Sumatera **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

TULIS JUDUL DISINI

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Institut Teknologi Sumatera berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Lampung Selatan
Pada tanggal **DD Bulan YYYY**

Yang menyatakan,

Geizka Rozilia Ruicosta

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, serta petunjuk-Nya sehingga penyusunan tugas akhir ini telah terselesaikan dengan baik. Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan arahan, bantuan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. <isi dengan nama Rektor ITERA>
2. <isi dengan nama Kajur JTPI>
3. <isi dengan nama Kaprodi IF>
4. <isi dengan nama Sesprodi IF>
5. <isi dengan nama Koordinator TA>
6. <isi dengan nama Dosen Pembimbing>
7. Kedua Orang Tua, kakak dan adik yang selalu memberikan arahan selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
8. <isi dengan nama orang lainnya>

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, amin. [Contoh]

RINGKASAN

Judul TA

Nama Mahasiswa

Halaman Ringkasan berisi uraian singkat tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, metodologi penelitian, hasil dan analisis data, serta kesimpulan dan saran. Isi ringkasan tidak lebih dari 1500 kata (sekitar 3 halaman).

ABSTRAK

Judul TA

Nama Mahasiswa

Halaman ABSTRAK berisi uraian tentang latar belakang, tujuan, metodologi penelitian, hasil / kesimpulan. Ditulis dalam BAHASA INDONESIA tidak lebih dari 250 kata, dengan jarak antar baris satu spasi.

Pada akhir abstrak ditulis kata “Kata Kunci” yang dicetak tebal, diikuti tanda titik dua dan kata kunci yang tidak lebih dari 5 kata. Kata kunci terdiri dari kata-kata yang khusus menunjukkan dan berkaitan dengan bahan yang diteliti, metode/instrumen yang digunakan, topik penelitian. Kata kunci diketik pada jarak dua spasi dari baris akhir isi abstrak.

Kata Kunci : Penambangan Data, Kecerdasan Buatan, Lampung Selatan

ABSTRACT

Judul TA (Bahasa Inggris)

Nama Mahasiswa

Halaman ABSTRACT berisi uraian tentang latar belakang, tujuan, metodologi penelitian, hasil / kesimpulan. Ditulis dalam BAHASA INGGRIS tidak lebih dari 250 kata, dengan jarak antar baris satu spasi. Secara khusus, kata dan kalimat pada halaman ini tidak perlu ditulis dengan huruf miring meskipun menggunakan Bahasa Inggris, kecuali terdapat huruf asing lain yang ditulis dengan huruf miring (misalnya huruf Latin atau Greek, dll).

Pada akhir abstract ditulis kata “Keywords” yang dicetak tebal, diikuti tanda titik dua dan kata kunci yang tidak lebih dari 5 kata. Keywords terdiri dari kata-kata yang khusus menunjukkan dan berkaitan dengan bahan yang diteliti, metode/instrumen yang digunakan, topik penelitian. Keywords diketik pada jarak dua spasi dari baris akhir isi abstrak.

Keywords : Data Mining, Artificial Intelligence, Lampung Selatan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	2
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	3
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	4
BAB I PENDAHULUAN	16
1.1 Latar Belakang Masalah	16
1.2 Rumusan Masalah	18
1.3 Tujuan Penelitian	19
1.4 Batasan Masalah	19
1.5 Manfaat Penelitian	19
1.6 Sistematika Penulisan	20
1.6.1 BAB I PENDAHULUAN	20
1.6.2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	20
1.6.3 BAB III METODE PENELITIAN	20
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	21
2.1 Tinjauan Pustaka	21
2.2 Dasar Teori	25
2.2.1 Test-Driven Development	25
2.2.2 Use Case Diagram	27
2.2.3 Activity Diagram	28
2.2.4 Website	29
2.2.5 JavaScript	30
2.2.6 Node.js	30
2.2.7 Express.js	30
2.2.8 JavaScript Object Notation	31

2.2.9	Esai Singkat	32
2.2.10	Python	32
2.2.11	System Usability Scale	32
2.2.12	Black Box Testing	34
2.2.13	Peramban Web	34
2.2.14	Peluncuran Perangkat Lunak	34
BAB III METODE PENELITIAN		36
3.1	Alur Penelitian	36
3.2	Penjabaran Langkah Penelitian	36
3.2.1	Identifikasi Masalah	37
3.2.2	Studi Literatur	37
3.2.3	Penerapan <i>Test-Driven Development</i>	37
3.2.4	Pengujian	38
3.3	Alat dan Bahan Tugas Akhir	38
3.3.1	Alat	38
3.3.2	Bahan	39
3.4	Metode Pengembangan	39
3.4.1	Kebutuhan	40
3.4.1.1	User Story	40
3.4.1.2	Kebutuhan Fungsional	41
3.4.1.3	Kebutuhan Non-Fungsional	41
3.4.1.4	Use Case Diagram	41
3.4.1.5	Activity Diagram	42
3.4.1.6	Mockup	44
3.4.2	Pembuatan Uji Coba (Test Writing)	48
3.4.3	Pembuatan Kode (Coding)	48

3.4.4	Refaktor (Refactor)	49
3.5	Rancangan Pengujian	49
3.5.1	Responsiveness	49
3.5.2	System Usability Scale	49
3.5.3	Black Box	50
3.6	Peluncuran	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		53
4.1	Hasil Penelitian	53
4.2	Hasil Pengujian	53
4.3	Analisis Hasil Penelitian	53
4.3.1	Analisis Hasil Data 1	53
4.3.2	Analisis Hasil Data 2	53
4.4	Pembahasan	54
4.5	Pengujian	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Referensi	23
Tabel 2.2 Simbol <i>Use Case Diagram</i>	28
Tabel 2.3 Simbol <i>Activity Diagram</i>	29
Tabel 2.4 Standar hasil SUS	34
Tabel 3.1 Kumpulan User Story	40
Tabel 3.2 Kebutuhan Fungsional	41
Tabel 3.3 Kebutuhan Non-Fungsional	41
Tabel 3.4 Skenario Uji Coba	48
Tabel 3.5 Kuesioner <i>System Usability Scale</i>	50
Tabel 3.6 Daftar pengujian Black Box	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 SDLC Test-Driven Development (TDD) [20]	26
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	36
Gambar 3.2 Alur Penelitian <i>Test-Driven Development</i>	39
Gambar 3.3 Use Case Diagram Aplikasi	42
Gambar 3.4 Activity Diagram Aplikasi	43
Gambar 3.5 Mockup Halaman Home	44
Gambar 3.6 Mockup Metode Penilaian Tunggal	45
Gambar 3.7 Mockup Hasil Metode Penilaian Tunggal	45
Gambar 3.8 Mockup Metode Penilaian Jamak	46
Gambar 3.9 Mockup Hasil Metode Penilaian Jamak	47
Gambar 3.10 Mockup Halaman Bantuan	47

DAFTAR RUMUS

Rumus perhitungan SUS (1)	33
---------------------------------	----

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Isi Lampiran	11
-------------------------	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Berdasarkan data statistik dari Perserikatan Bangsa-Bangsa (*United Nations*), sejak bulan November 2022 jumlah populasi manusia telah menyentuh angka delapan milyar dengan negara Indonesia berada di peringkat 4 dengan angka 280 juta jiwa [1][2]. Kemudian pada tahun 2021, Badan Pusat Statistik menyatakan bahwa penduduk di Indonesia terdiri dari 22 juta jiwa anak-anak dengan rentang umur 0 s/d 4 tahun dan 22 juta jiwa anak-anak dengan rentang umur 5 s/d 9 tahun dengan total anak-anak dengan umur dibawah 10 tahun berjumlah 44 juta jiwa yang merupakan 15.71% dari total populasi penduduk di Indonesia [3].

Dengan kemungkinan banyaknya pelajar yang akan bersekolah, maka teknologi di bidang pendidikan juga diperlukan untuk meningkatkan efisiensi kegiatan belajar mengajar di Indonesia, khususnya pada teknik penilaian esai karena esai memperbolehkan pelajar untuk memberikan jawaban rinci terkait pertanyaan yang diberikan oleh pengajar [4]. Menurut studi sosial yang dilakukan pada tahun 2018, semakin banyak esai yang harus dikoreksi oleh pengajar, maka kualitas penilaian juga akan menurun dan tidak lagi objektif (bias) yang menyebabkan evaluasi penilaian pengajar tidak akurat [5].

Permasalahan efisiensi waktu pada penilaian esai dapat dilakukan apabila evaluasi esai pelajar dilakukan oleh beberapa tim pengajar sehingga waktu yang diperlukan untuk menilai seluruh esai dapat terbagi dengan banyaknya jumlah tim pengajar. Solusi pertama walau dapat mempersingkat waktu yang dibutuhkan untuk melakukan evaluasi terhadap jawaban esai pelajar, tetap memiliki permasalahan terkait subjektivitas yang dapat mempengaruhi akurasi penilaian yang dilakukan oleh tim pengajar. Selain itu, setiap pengajar yang melakukan evaluasi juga mungkin meyakini jawaban yang berbeda terkait sebuah pertanyaan dalam suatu esai, hal ini dapat menyebabkan penilaian tim pengajar semakin tidak akurat. Solusi lainnya adalah menggunakan teknologi untuk mengevaluasi esai pelajar berdasarkan jawaban

pengajar untuk menilai seberapa sesuai jawaban tersebut. Teknologi dapat berupa aplikasi yang terpasang pada sebuah perangkat tertentu (aplikasi mobile atau desktop) atau berupa aplikasi online yang dapat diakses melalui internet (website). Solusi ini tentunya akan memberikan penilaian lebih objektif terhadap jawaban esai yang dievaluasi.

Aplikasi ini kemudian juga harus dapat diakses dimanapun dan kapanpun agar penggunaan aplikasi tidak terbatas di satu perangkat saja. Namun, pengembangan aplikasi mobile perlu disesuaikan untuk setiap platform yang akan semakin membatasi dimana aplikasi dapat digunakan [6]. Maka dari itu, aplikasi berbasis website adalah solusi terbaik untuk permasalahan ini karena aplikasi akan dapat digunakan kapan saja dan dimana saja, tanpa membatasi perangkat apa yang dapat mengakses aplikasi tersebut.

Aplikasi akan dikembangkan mengikuti siklus hidup perangkat lunak Test-Driven Development (TDD) yang merupakan salah satu Software Development Life-Cycle (SDLC) Agile [7]. Praktik TDD dimulai dengan memikirkan cara menguji sebuah fungsi. Programmer kemudian menulis kode yang dapat memenuhi pengujian [8]. Dibanding dengan eXtreme Programming (XP), dan Personal eXtreme Programming (PXP), yang juga termasuk dalam SDLC Agile, TDD terbukti dapat menghasilkan aplikasi yang sangat kecil kemungkinannya untuk memiliki bug dan error karena pada setiap fungsi yang akan dikembangkan perlu dibuat syarat keberhasilan pengujian terlebih dahulu, kemudian jika kode yang dituliskan berhasil memenuhi syarat keberhasilan pengujian tersebut, pengembang dapat melanjutkan pengembangan fungsi selanjutnya [9].

Aplikasi yang dikembangkan akan dilakukan pada aplikasi yang dikembangkan untuk memastikan kelayakannya menggunakan dua metode pengujian, yaitu System Usability Scale (SUS) dan Black Box. SUS memiliki tingkat keabsahan dan keandalan tinggi untuk mengukur tingkat kemudahan perangkat lunak saat digunakan [10][11]. SUS digunakan karena terfokus pada kegunaan yang dirasakan pengguna melalui 10 kuesioner yang dapat diisi dengan cepat, dibanding Post-Study System

Usability Questionnaire (PSSUQ) yang lebih terfokus untuk menilai kenyamanan yang dirasakan pengguna saat menggunakan sebuah sistem [12]. SUS juga tidak membutuhkan biaya lebih besar untuk melakukan pengujiannya dibanding dengan Heuristic Evaluation (HE) yang merupakan salah satu metode pengujian perangkat lunak lainnya [13]. Sedangkan pengujian Black Box dilakukan untuk menguji tampilan, fungsionalitas, masukan, dan luaran perangkat lunak tanpa harus mengetahui bagaimana baris-per-baris program kode perangkat lunak bekerja dengan harapan bahwa perangkat lunak yang dikembangkan bekerja semestinya [14]. Pada penelitian ini, SUS digunakan karena pengembang ingin memfokuskan aplikasi pada sisi kegunaannya.

Dengan ini, akan dikembangkan aplikasi berbasis website yang dapat membantu pengajar dalam menilai jawaban esai pelajar berdasarkan jawaban yang sudah diberikan oleh pengajar untuk dijadikan landasan untuk program menilai jawaban pelajar. Berdasarkan wawancara yang dilakukan pada beberapa guru yang merupakan calon pengguna aplikasi yang akan dibangun, aplikasi akan memiliki dua fitur utama, yaitu untuk menilai satu jawaban esai singkat dan menilai banyak jawaban sekaligus, hal ini akan mengurangi lebih banyak beban kerja pengajar karena tidak perlu memasukkan jawaban pelajar satu-persatu. Fitur lainnya yaitu pengajar dapat memilih bahasa esai yang ingin diperiksa, Indonesia atau Inggris.

1.2 Rumusan Masalah

Untuk menyelesaikan permasalahan yang sudah dipaparkan pada latar belakang, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi aplikasi penilaian esai singkat menggunakan metode *test-driven development* dapat dilakukan?
2. Bagaimana menerapkan *pre-trained machine learning model* untuk menilai esai singkat pada sebuah aplikasi?
3. Bagaimana memastikan hasil penilaian pada aplikasi sama dengan penilaian pada model machine learning berdasarkan skor yang dihasilkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian tugas akhir ini berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah adalah:

1. Mengetahui implementasi metode *test-driven development* pada pembangunan aplikasi implementasi penilaian esai singkat.
2. Menerapkan *pre-trained machine learning model* python pada aplikasi berbasis JavaScript.
3. Memastikan hasil penilaian dari aplikasi sama dengan hasil penilaian pada model machine learning berdasarkan skor.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ada pada penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Aplikasi berbasis web hanya dapat digunakan melalui browser.
2. Aplikasi hanya dapat memproses penilaian esai yang diketik, bukan ditulis tangan.
3. Aplikasi hanya dapat menerima masukan berupa teks untuk jawaban guru.
4. Aplikasi hanya dapat menerima masukan berupa teks atau file excel (xls) berisi kumpulan jawaban untuk jawaban murid.
5. Aplikasi dapat melakukan penilaian dengan teks minimal 1 frasa hingga 100 kata.
6. Aplikasi hanya dapat melakukan penilaian terhadap 1 pertanyaan pada sekali pemakaian.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi kegiatan belajar-mengajar (KBM) pada seluruh jenjang pendidikan dengan mempermudah proses penilaian esai singkat pada soal dengan jawaban berbahasa Indonesia atau Inggris.

1.6 Sistematika Penulisan

1.6.1 BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas mengenai latar belakang dalam pembuatan proyek tugas kerja praktik, rumusan masalah, tujuan, manfaat, ruang lingkup, metodologi dan sistematika penulisan dari laporan kerja praktik.

1.6.2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan mengenai landasan teori atau pustaka yang digunakan dalam membuat laporan ataupun dalam pembuatan sistem yang dibuat.

1.6.3 BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan langkah-langkah dilakukannya penelitian untuk mencapai hasil penelitian yang diharapkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian ini, ada beberapa referensi yang dijadikan landasan pendukung untuk pelaksanaan setiap langkah penelitian. Referensi yang digunakan merupakan penelitian terdahulu yang akan menjadi acuan dalam membangun perangkat lunak berupa aplikasi berbasis web. Pada Tabel 2.1 berikut dapat diperhatikan referensi yang digunakan pada penelitian ini.

Aplikasi yang dikembangkan pada penelitian ini akan dibuat berbasis website menggunakan metode siklus hidup pengembangan perangkat lunak (SDLC) Test-Driven Development (TDD) yang merupakan salah satu bentuk SDLC Agile seperti yang sudah dilakukan pada penelitian sebelumnya dengan judul Comparative Study of Test-Driven Development (TDD), Behavior-Driven Development (BDD) and Acceptance Test-Driven Development (ATDD) yang dilakukan oleh Myint Myint Moe [7]. Pada penelitian yang dilakukannya, didapatkan bahwa TDD digunakan saat pengembang melakukan pengujian, hal ini berlaku untuk memastikan seluruh fitur dan fungsi yang dikembangkan pada aplikasi ini terbebas dari error dan bug.

Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Xinyu Chang dan Jing Li dengan judul Improvement of excel data processing function based on Spring MVC Framework dijelaskan bahwa penggunaan JavaScript Object Notation (JSON) untuk memproses data dari excel agar dapat diproses lebih cepat [15]. Hal ini akan digunakan pada penelitian tugas akhir kali ini pada aplikasi saat melakukan penilaian otomatis untuk jawaban secara massal.

Penelitian ini juga akan menggunakan teknologi Express.js karena memiliki performa yang cepat dibandingkan pesaingnya yaitu Ktor sebagaimana yang telah diteliti pada penelitian sebelumnya dengan judul Express.js and Ktor web server performance A comparative study yang dilakukan oleh Isac Glantz dan Hampus Hurtig pada tahun 2022 [16].

Untuk memeriksa jawaban secara otomatis, akan digunakan model pemrosesan bahasa alami yang sudah terlatih berupa model Python dalam bahasa Inggris dan Indonesia. Diperlukan penelitian pendukung yang dapat menjembatani antara bahasa JavaScript yang akan digunakan pada website dan Python yang akan menjalankan pemeriksaan jawaban, penelitian tersebut adalah TENSORFLOW.JS: MACHINE LEARNING FOR THE WEB AND BEYOND [17]. Dengan ini, aplikasi yang dikembangkan akan menggunakan Node.js sebagai teknologi penghubung JavaScript dan Python.

Model yang digunakan dapat membandingkan jawaban siswa terhadap guru dalam bahasa Inggris dan Indonesia menggunakan teknik sebagaimana dilakukan pada penelitian oleh Svanhvít Ingólfssdóttir tentang lemmatization untuk bahasa Islandia dengan judul Nefnir: A high accuracy lemmatizer for Icelandic [18].

Aplikasi yang dikembangkan juga akan menggunakan basis data untuk menyimpan jawaban khususnya jawaban yang ingin diperiksa otomatis secara masal menggunakan basis data non-SQL MongoDB. MongoDB digunakan karena dapat melakukan ekspor data berupa JSON yang selanjutnya akan digunakan untuk memeriksa jawaban satu-persatu pada model Python. Kemudian, menggunakan basis data non-SQL memiliki performa lebih cepat daripada basis data SQL khususnya pada eksekusi Query. Hal ini didukung oleh penelitian berjudul Performance analysis of NoSQL and relational databases with MongoDB and MySQL yang dilakukan oleh Benymol Jose dan Sajimon Abraham pada tahun 2020 [19].

Tabel 2.1 Perbandingan Referensi

No	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil	Perbandingan
1	TENSORFLOW.JS: MACHINE LEARNING FOR THE WEB AND BEYOND (2019)	<i>Library</i> pembelajaran mesin biasanya ditulis dalam bahasa Python atau C++. Namun, jumlah pengguna JavaScript untuk frontend dan backend semakin bertambah. Jurnal ini berisi panduan untuk menjembatani Python dengan JavaScript	-API (<i>Application Programming Interface</i>)	Menggunakan <i>Layers API</i> , didapatkan performa waktu sebesar - 3426 ms dengan JavaScript biasa dengan 1x percepatan, - 10 ms dengan WebGL dengan 342x percepatan, - 3 ms dengan Node.js dengan 1105x percepatan.	Aplikasi yang akan dikembangkan akan menggunakan API dibangun dengan Node.js tanpa menggunakan TensorFlow.
2	Improvement of excel data processing function based on Spring MVC Framework (2022)	<i>Excel</i> yang sangat umum digunakan, masih dinilai kurang pada pemrosesan sekelompok data dan verifikasi data. Dengan berkembangnya bidang sains dan teknologi, diperlukan pemrosesan data berskala besar dan berkelanjutan.	-JSON(<i>JavaScript Object Notation</i>)	Berdasarkan <i>Spring MVC + EasyUI</i> dengan pengembangan Java J2EE IDE. Diciptakan <i>kit</i> pengembangan yang bisa menkonversi excel dan melakukan ekspor dan impor sekumpulan data dengan menkonversinya menjadi JSON.	Excel akan dikonversi menjadi bentuk JSON menggunakan teknik <i>spawn JavaScript</i> .
3	Nefnir: A high accuracy lemmatizer for Icelandic (2019)	Mencari bentuk morfologi dasar pada sebuah kumpulan tulisan dengan bahasa yang kaya akan morfologi.	- <i>Nefnir</i> - <i>part-of-speech</i>	<i>Nefnir</i> meraih akurasi sebesar 99.55% untuk teks yang ditandai dengan benar. <i>Part-of-speech</i> (PoS) mendapat akurasi sebesar 96.88% dengan teks yang ditandai dengan <i>PoS tagger</i> .	Model yang digunakan pada penelitian ini dicapai menggunakan teknik <i>stemming</i> dan <i>lemmatization</i> .

No	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil	Perbandingan
4	Express.js and Ktor web server performance A comparative study (2022)	Membandingkan dua <i>framework</i> web berdasarkan waktu merespon untuk membantu <i>developer</i> memilih antara Express.js dan Ktor	Melakukan test terhadap waktu respon menggunakan database melalui Object Relational Mapper (ORM) <i>Sequelize</i> untuk <i>Express.js</i> , dan <i>Exposed</i> untuk <i>Ktor</i>	<i>Express.js</i> memiliki waktu respon yang lebih baik (3 ms) secara keseluruhan daripada <i>Ktor</i> (106 ms). Namun penggunaan Object Relational Mapper pada <i>Ktor</i> lebih berpengaruh pada hasil daripada <i>Express.js</i> .	Aplikasi yang akan dikembangkan pada penelitian ini akan dibangun menggunakan Express.js sebagai framework modul HTTP dari Node.js.
5	Performance analysis of NoSQL and relational databases with MongoDB and MySQL (2020)	Basis data relasional dinilai tidak efektif untuk bekerja dengan bervariasi informasi yang besar, karena basis data relasional seperti <i>MySQL</i> menyimpan data secara terorganisir.	-Basis data non-relasional (<i>NoSQL</i>) seperti MongoDB.	Berdasarkan waktu eksekusi query untuk <i>insert</i> , menggunakan MySQL membutuhkan waktu 302156 ms, sedangkan saat menggunakan MongoDB hanya memerlukan waktu 56985 ms.	Aplikasi akan menggunakan basis data non-SQL MongoDB.
6	Comparative Study of Test-Driven Development (TDD), Behavior-Driven Development (BDD) and Acceptance Test-Driven Development (ATDD) (2019)	Membandingkan perbedaan antara Test-Driven Development (TDD), Behavior-Driven Development (BDD), dan Acceptance Test-Driven Development (ATDD) dalam pengembangan perangkat lunak dengan lingkungan pengembangan yang berbeda.	Studi banding metode pengembangan perangkat lunak.	TDD digunakan saat pengembang menulis dan menjalankan pengujian. BDD merincikan perilaku fitur menggunakan bahasa yang dapat dimengerti semua orang yang terkait dalam pembangunan. ATDD membuat implementasi lebih efektif.	SDLC TDD akan digunakan pada penelitian ini untuk mengembangkan aplikasi penilaian esai otomatis guna meminimalisir kemungkinan adanya <i>bug</i> pada tahap penulisan kode.

Pada Tabel 2.1 sebelumnya, dapat diperhatikan beberapa tinjauan pustaka yang menjadi landasan pada penelitian ini lengkap dengan permasalahan, metode, hasil, dan perbedaan penelitian penulis dengan landasan teori penelitian sebelumnya.

2.2 Dasar Teori

Ada beberapa teori yang akan digunakan untuk mendukung penelitian tugas akhir ini. Teori yang digunakan akan menjadi landasan, dan memperkuat pemahaman selama penelitian ini dilakukan. Berikut adalah teori yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini:

2.2.1 Test-Driven Development

Test-Driven Development (TDD) merupakan metode pembangunan perangkat lunak *agile* yang dikenalkan oleh *Extreme Programming* (XP). TDD menggunakan pendekatan pengujian unit yang terfokus pada pengembang [7]. TDD bekerja dengan cara menuliskan kode pengujian dan fungsionalitas hingga pengujian berhasil, kemudian menuliskan kode pengujian dan fungsionalitas selanjutnya [9]. Metode ini meningkatkan kualitas produk perangkat lunak yang dikembangkan dan produktifitas pengembang.

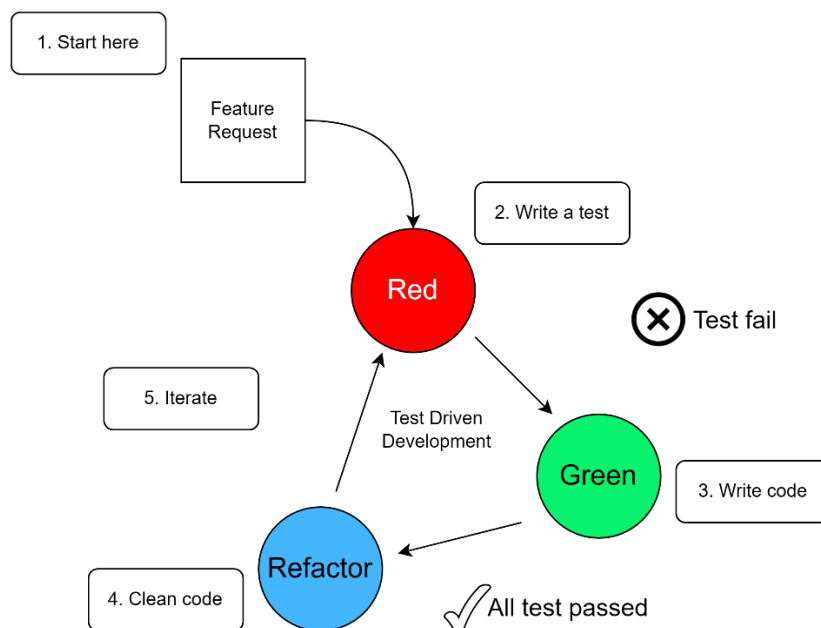
Studi kasus pada tahun 2019 menyebutkan kelebihan saat menggunakan metode pengembangan perangkat lunak TDD sebagai berikut:

1. Membantu mencegah kecacatan produk
2. Membantu dokumentasi kode dengan contoh eksekusi
3. Membantu programmer untuk sangat memahami kode mereka
4. Mendukung refaktor sebagai kebutuhan dan perubahan desain
5. Mendorong desain yang lebih baik
6. Menyediakan peringatan awal terkait masalah desain
7. Membuat rangkaian uji regresi otomatis
8. Programmer mempelajari cara menulis jenis pengujian lain
9. Mendorong langkah kecil dan prinsip bahwa lebih baik untuk menjaga sistem tetap bekerja

Kemudian, pada studi yang sama juga menyebutkan kekurangan saat menggunakan metode pengembangan perangkat lunak TDD, yaitu sebagai berikut:

1. Sulit untuk dipelajari
2. Sulit untuk diaplikasikan kepada kode yang telah dibuat sebelumnya dari orang lain (*legacy code*)
3. Banyak kesalahpahaman yang mempersulit programmer untuk mempelajarinya.

Test-Driven Development (TDD) memiliki siklus pengembangan perangkat lunak seperti Gambar 2.1 berikut ini:



Gambar 2.1 SDLC Test-Driven Development (TDD) [20]

1. Langkah pertama yaitu membaca, memahami, dan memproses fitur atau bug yang diminta.
2. Berdasarkan kebutuhan yang diminta, unit pengujian akan dibuat dan dijalankan dengan kode pada langkah 3.
3. Membuat dan mengimplementasikan kode yang memenuhi kebutuhan pengujian. Saat dijalankan, semua pengujian harus lolos, jika tidak, langkah ini akan diulang hingga berhasil.
4. Apabila sudah berhasil, maka kode akan dibersihkan/dirapikan (*refactoring*).

5. Ulang dari langkah 1 dengan permintaan fitur atau bug yang baru.

Alur kerja *Test-Driven Development* (TDD) sebagaimana dilihat pada Gambar 2.1 disebut juga sebagai *Red-Green-Refactoring* (Merah-Hijau-Refaktor), yang merupakan status dari pengujian dalam setiap siklusnya [20].

Penelitian tugas akhir ini akan menggunakan siklus hidup pembangunan perangkat lunak (SDLC) *Test-Driven Development* (TDD) karena kebutuhan yang dapat bervariasi dari aplikasi yang akan dikembangkan baik dari fitur maupun kebutuhan utama. Dengan menggunakan TDD, aplikasi yang dikembangkan dapat diminimalisir adanya *error* atau *bug* dengan melakukan unit pengujian untuk setiap langkah pembangunannya[8]. Pengembangan aplikasi penilaian esai singkat otomatis ini juga tidak menggunakan *legacy code* pada sisi yang dikerjakan oleh penulis, sehingga tidak perlu khawatir dengan kekurangan pada penerapan TDD yang telah disebutkan sebelumnya tentang kesulitan penerapan TDD pada *legacy code* [7].

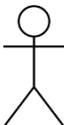
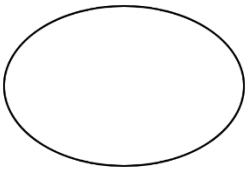
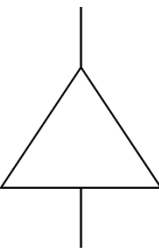



2.2.2 Use Case Diagram

Use Case Diagram adalah salah satu diagram dalam *Unified Modeling Language*. *Use Case Diagram* merupakan diagram perilaku yang mendeskripsikan kebutuhan fungsional pada sebuah perangkat lunak. Diagram ini juga digunakan untuk memahami bagaimana sebuah sistem seharusnya bekerja [21]. Berikut ini merupakan manfaat dari digunakannya *Use Case Diagram*, yaitu:

1. Mendapatkan tampilan luar dari suatu sistem.
2. Mendapatkan seluruh kebutuhan sistem.
3. Mengenali faktor-faktor yang dapat mempengaruhi sistem secara eksternal maupun internal.
4. Mendemonstrasikan interaksi antara sistem dan aktor.

Pada Tabel 2.2 dibawah ini, dapat diperhatikan nama dan deskripsi dari simbol yang akan digunakan dalam sebuah *Use Case Diagram*.

Tabel 2.2 Simbol *Use Case Diagram*

Simbol	Nama	Deskripsi
	Aktor	Peranan eksternal yang berinteraksi dengan sistem.
	Use Case	Fungsionalitas atau kebutuhan yang akan diimplementasikan pada sebuah sistem.
	Generalisasi	Merepresentasikan hubungan antara aktor dengan aktor, maupun <i>use case</i> dengan <i>use case</i> lainnya.
	Asosiasi	Merepresentasikan komunikasi dua arah antara aktor dengan <i>use case</i> , setiap kasus dimulai dengan aktor utama yang harus mendapatkan respon dari <i>use case</i> .
	Include	Merepresentasikan hubungan antara dua <i>use case</i> . Saat <i>use case</i> A membutuhkan <i>use case</i> B untuk menyelesaikan tugasnya, walau <i>use case</i> B dapat menyelesaikan tugasnya sendiri.
	Extend	Merepresentasikan hubungan antara dua <i>use case</i> . Saat <i>use case</i> A mungkin memerlukan <i>use case</i> B untuk menyelesaikan tugasnya, namun <i>use case</i> B tidak bisa ada sendiri.




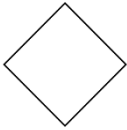
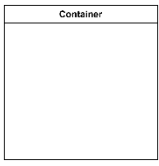
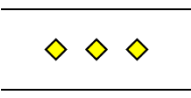
Penelitian ini akan menggunakan *Use Case Diagram* untuk memperjelas skenario dan kebutuhan dari perilaku sistem yang akan dikembangkan. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang akan dikembangkan memenuhi skenario dan perilaku sistem yang telah diajukan.

2.2.3 Activity Diagram

Sama seperti *Use Case Diagram*, *Activity Diagram* merupakan salah satu diagram dalam *Unified Modeling Language*. *Activity Diagram* dapat menampilkan alur

kegiatan dari sebuah sistem perangkat lunak [22]. *Activity Diagram* biasanya berisi aktifitas, transaksi, keputusan, swimlane, dan aktifitas paralel [23]. Berdasarkan itu, simbol, nama, dan deskripsi dari *Activity Diagram* dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Simbol *Activity Diagram*

Simbol	Nama	Deskripsi
	Start	Menunjukkan kondisi awal / dimulainya sebuah aktifitas
	End	Menunjukkan berakhirnya semua kondisi dari sebuah aktifitas
	Aktifitas	Menunjukkan aktifitas dari sebuah proses
	Keputusan	Menunjukkan kondisi percabangan dari 1 masukkan dengan banyak keluaran
	Swimlane	Mengorganisir aktifitas berdasarkan peran dari setiap proses
	Aktifitas Paralel	Menunjukkan proses yang berjalan secara paralel, biasanya terdiri dari dua aktifitas yang dijalankan bersamaan

Penelitian ini akan menggunakan *Activity Diagram* untuk menggambarkan alur aktifitas dari sistem perangkat lunak yang akan dikembangkan.

2.2.4 Website

Website adalah keseluruhan halaman-halaman web yang terdapat dari sebuah domain yang mengandung informasi [24]. Layanan yang terdapat pada website dapat diakses melalui jaringan internet, dengan permintaan layanan dieksekusi melalui sistem jarak jauh[25].

2.2.5 JavaScript

JavaScript adalah bahasa pemrograman yang populer, digunakan bukan hanya untuk web sisi klien, tapi juga sisi server [26]. JavaScript juga memiliki tipe dinamis, yang artinya pembangun tidak perlu menspesifikasikan tipe dalam kodenya. Hal ini yang membuat IDE JavaScript sering gagal mensugestikan tipe yang akurat karena tipe dari elemen kode tidak diketahui hingga memiliki isi. Namun kekurangan ini bisa diatasi dengan membuat kode yang bagus dan tidak ambigu.

Pada penelitian tugas akhir ini, JavaScript akan digunakan untuk membangun aplikasi berbasis website penilaian esai singkat pada sisi klien dan juga sisi server dengan Node.js.

2.2.6 Node.js

Node.js adalah run timer sisi server JavaScript yang digunakan pada browser untuk memproses HTTP. Node.js memungkinkan penulis untuk membuat *backend* dari sebuah website yang dapat menerima *request GET* dan *POST* menggunakan bahasa pemrograman JavaScript [27].

Node.js memiliki *package manager* yaitu NPM, gudang perangkat lunak terbesar di dunia dengan jutaan paket yang dapat digunakan pada perangkat lunak siapapun menjadi bantuan (*dependencies*).

Penelitian ini menggunakan Node.js sebagai run timer sisi server untuk aplikasi berbasis website yang akan dibangun karena dapat menangani lebih banyak permintaan dalam satuan waktu dibanding PHP [28]. Hal ini membuat Node.js lebih ideal untuk membangun website dengan masukan dan keluaran yang intens. Selain itu, Node.js juga *developer friendly*, yang mana mudah dipahami karena cara penggunaannya yang konsisten.

2.2.7 Express.js

Pada teori sebelumnya, dapat diketahui bahwa Node.js merupakan run timer JavaScript dan dapat menerima permintaan HTTP *GET* dan *POST*. Express.js

merupakan paket NPM berupa *framework* untuk mempermudah penggunaan modul HTTP pada Node.js [29] sehingga penulisan kode untuk melakukan permintaan HTTP dapat dilakukan lebih cepat.

Sebagai *framework* untuk menangani permintaan HTTP, performa Express.js terbilang cepat yaitu hanya memerlukan waktu 3 ms untuk memproses permintaan *Object Relational Model* [16], dan memerlukan waktu rata-rata 17 ms untuk memproses halaman dinamis dari permintaan sebanyak 200 pengguna.

Atas alasan tersebut, perangkat lunak yang akan dikembangkan dalam penelitian ini akan menggunakan Express.js untuk menangani permintaan HTTP sebagai *framework* dari Node.js karena kapabilitas paket NPM ini diperlukan untuk memproses nilai dan jawaban pada aplikasi website penilaian esai singkat.

2.2.8 JavaScript Object Notation

JavaScript Object Notation (JSON) adalah format data dengan penulisan seperti tipe data objek pada bahasa pemrograman JavaScript. JSON merupakan format data berisi objek atau kumpulan objek-objek dalam suatu objek yang ringan, mudah dibaca dan ditulis oleh manusia, serta dibuat dan diterjemahkan dengan komputer. Format data ini merupakan bagian dari bahasa pemrograman JavaScript [30].

JSON umumnya berisikan sebuah objek yang dapat berisi banyak objek lain. Dalam format dokumen ini, objek harus dimulai dan diakhiri oleh kurung keriting ({ }), kemudian setiap objek dalam JSON dipisah dengan simbol koma (,) setelah kurung keriting tutup (}) [30].

Untuk menggunakan dokumen JSON pada aplikasi website khususnya yang menggunakan JavaScript, objek dapat diakses dengan menggunakan dokumen JSON dan menggunakan simbol titik (.) untuk mengakses setiap sub-objeknya.

Pada aplikasi web yang akan dikembangkan pada penelitian ini, akan ada fitur untuk mengunggah seluruh jawaban pelajar berupa dokumen *excel* ke aplikasi website

penilaian esai. Dokumen *excel* kemudian akan diubah menjadi bentuk JSON untuk selanjutnya diproses kedalam penilaian.

2.2.9 Esai Singkat

Esai merupakan karangan yang membahas suatu masalah berdasarkan sudut pandang penulis, pada kasus ini yaitu jawaban dari pertanyaan yang diberikan oleh pengajar menurut pelajar. Esai merupakan salah satu metode penilaian untuk mengukur tingkat pemahaman pelajar pada suatu topik yang kerap diberikan pada saat ujian [31].

Esai singkat menurut Steven Burrows pada tahun 2014 merupakan sebuah teks deskriptif tentang suatu topik khusus yang terdiri dari sebuah frasa atau paling banyak 100 kata [32].

2.2.10 Python

Python, seperti JavaScript, merupakan salah satu bahasa pemrograman yang banyak digunakan oleh pembangun perangkat lunak di bidang teknologi. Bedanya, Python lebih banyak digunakan untuk sains data dengan kapabilitasnya untuk pembelajaran mesin [33].

Python merupakan bahasa pemrograman yang banyak dipilih bagi praktisi pemrosesan bahasa alami, yang merupakan cabang dari kecerdasan buatan. Python memiliki *library* yang dapat mendukung pemrosesan bahasa alami yang mencakup banyak bahasa manusia seperti *Stanza* [34].

Aplikasi penilaian esai singkat yang akan dikembangkan penulis akan menggunakan model terlatih berbasis Python untuk melakukan proses penilaian dan perbandingan jawaban.

2.2.11 System Usability Scale

Dalam membangun sebuah sistem perangkat lunak, diperlukan adanya skala standar yang dapat digunakan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat

digunakan oleh pengguna sebaik-baiknya. *System Usability Scale* (SUS) adalah kuesioner yang digunakan untuk mengukur tingkat kemudahan perangkat lunak saat digunakan[10]. SUS adalah alat psikometrik gratis yang digunakan diseluruh dunia dengan keabsahan dan keandalan tinggi [11].

Pada penelitian ini, penulis menggunakan SUS untuk mengukur tingkat kemudahan pengguna dalam menggunakan aplikasi penilaian esai singkat otomatis berbasis web melalui antarmuka yang akan disediakan untuk mengoperasikan aplikasi yang akan dibangun.

Kuesioner SUS akan diajukan kepada sejumlah pengguna relawan yang tertarik untuk menggunakan aplikasi penilaian esai otomatis berbasis web yang akan dikembangkan pada penelitian tugas akhir ini. Kemudian hasil dari kuesioner SUS ini akan berupa rata-rata skor dari semua responden dengan rentang nilai dari 0 s/d 100. Nilai prinsip SUS adalah untuk menyediakan skor referensi dari pandangan peserta terhadap kegunaan sebuah produk / sistem [35].

Nilai akan diperoleh dengan cara memisahkan skor pertanyaan dengan nomor ganjil dari nomor genap dengan kalkulasi pada rumus (1) berikut ini:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Rumus perhitungan SUS (1)

Keterangan:

\bar{x} : skor rata-rata

$\sum x$: jumlah skor SUS

n : jumlah responden

Kemudian pada Tabel 2.4 berikut ini, dapat dilihat interpretasi dari setiap nilai yang diperoleh kalkulasi pengujian SUS.

Tabel 2.4 Standar hasil SUS

Skor SUS	Nilai	Sifat Nilai
>80.3	A	Sangat Baik
68 – 80.3	B	Baik
68	C	Oke
51 – 68	D	Buruk
<51	F	Sangat Buruk

Melalui standar hasil SUS pada Tabel 2.4, aplikasi penilaian esai otomatis berbasis web yang dikembangkan sebaiknya meraih nilai minimal 68 untuk dapat dinyatakan berhasil dan dapat digunakan oleh banyak pengguna.

2.2.12 Black Box Testing

Teknik pengujian selanjutnya yaitu teknik pengujian Black Box. Teknik pengujian aplikasi ini membahas aplikasi perangkat lunak dari sisi luar seperti tampilan, fungsionalitas, masukan, dan keluaran [14].

Aplikasi yang akan dikembangkan dari penelitian ini akan diuji menggunakan pengujian Black Box. Aplikasi akan diuji oleh sejumlah relawan untuk menguji masukan dan keluaran dari aplikasi ini dengan maksud untuk memastikan bahwa aplikasi yang dibangun bekerja semestinya.

2.2.13 Peramban Web

Dengan semakin bertambahnya kemampuan teknis internet, bertambah juga kebutuhan untuk sebuah aplikasi web yang mempengaruhi berubahnya cara sebuah halaman web untuk menampilkan sebuah data dan informasi [36].

JavaScript telah mencapai platform web secara luas dan menjadi bahasa pemrograman multifungsi dengan adanya ES6 yang diimplementasikan pada mesin peramban web sejak tahun 2017 [37].

2.2.14 Peluncuran Perangkat Lunak

Peluncuran (deployment) perangkat lunak merupakan proses eksekusi dari sebuah perangkat lunak. Peluncuran adalah aktifitas dari sebuah perangkat lunak setelah

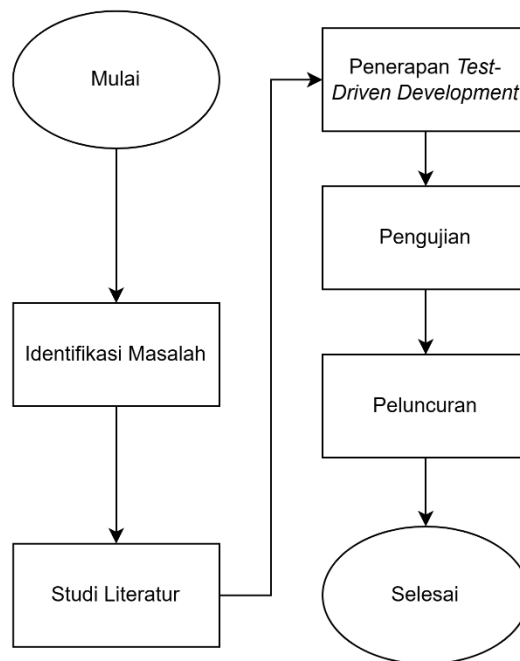
proses pembangunan perangkat lunak [38]. Peluncuran dilakukan untuk mendapatkan timbal balik berupa perbaruan, konfigurasi ulang, adaptasi, penonaktifan, dan peluncuran ulang pada sebuah perangkat lunak [39].

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Penelitian tugas akhir ini akan dilakukan membangun aplikasi penilaian esai singkat otomatis berbasis web dengan metode pengembangan *Test-Driven Development* (TDD) dan diuji dengan metode dua metode pengujian, yakni *System Usability Scale* (SUS) dan Black Box. Alur penelitian dapat dilihat pada *flowchart* pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

3.2 Penjabaran Langkah Penelitian

Dapat diperhatikan melalui Gambar 3.1 sebelumnya bahwa pada penelitian ini memiliki 4 fase sebagaimana pada gambar tersebut. Penjelasan setiap fase penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.2.1 Identifikasi Masalah

Pada tahap ini, peneliti akan menyediakan alasan dilakukannya penelitian dengan mengumpulkan permasalahan nyata yang memerlukan tindakan dan dapat diselesaikan dengan disiplin teknik informatika.

3.2.2 Studi Literatur

Dalam sebuah penelitian, diperlukan pengetahuan landasan secara teoritis terhadap permasalahan yang dihadapi dan ingin ditindak. Pengetahuan teoritis ini dapat diperoleh melalui jurnal penelitian terdahulu maupun buku yang berisi materi yang dibutuhkan. Jurnal penelitian terdahulu dan buku yang digunakan akan memiliki kesimpulan terkait satu atau lebih teori yang akan diperlukan pada penelitian ini. Kemudian teori yang sudah dikumpulkan dan dijadikan landasan akan menjadi arahan kemana kemungkinan penelitian yang dilakukan akan berakhir.

3.2.3 Penerapan *Test-Driven Development*

Penelitian ini akan dilakukan menggunakan metode siklus hidup perangkat lunak (SDLC) *Test-Driven Development* (TDD) dengan harapan menjadi solusi atas permasalahan yang ingin diselesaikan. Dengan ini, penelitian akan menekankan pengembangan melalui beberapa kebutuhan yang dijadikan pengujian atas dibuatnya fitur maupun fungsi aplikasi yang dikembangkan. Dengan metode ini, aplikasi yang dikembangkan dapat dipastikan kelayakannya dalam memenuhi semua fitur dan fungsi berdasarkan pengujian sebelumnya.

Telah diketahui sebelumnya bahwa TDD memiliki 3 fase utama yaitu membuat pengujian, membuat kode yang berhasil memenuhi pengujian tersebut, lalu *refactor* kode yang telah berhasil tersebut. Tahap lainnya seperti pemahaman terhadap fitur atau *bug* yang ingin diuji sebelum masuk ke tiga fase utama, dan tahap iterasi atau tindakan terhadap fitur atau *bug* lain yang ingin diuji dan diselesaikan apabila pengujian sebelumnya sudah berhasil tanpa error. Apabila seluruh fitur dan *bug* yang ingin ditindak sudah selesai dibangun, maka aplikasi siap memasuki tahap pengujian

3.2.4 Pengujian

Aplikasi yang dikembangkan pada penelitian tugas akhir ini akan diuji untuk memastikan apakah aplikasi penilaian esai otomatis berbasis web yang dikembangkan dapat meningkatkan proses penilaian esai singkat menjadi lebih efisien. Pengujian dilakukan dengan melakukan perbandingan subjektif antara nilai yang diusulkan dari aplikasi dengan nilai yang diperiksa oleh pengajar suatu subjek terhadap jawaban esai dari pertanyaan esai yang diberikan pengajar tersebut. Apabila hasil nilai akhir dari aplikasi dan pribadi pengajar kurang lebih sama, dapat dipastikan bahwa aplikasi dapat bekerja dengan baik.

3.3 Alat dan Bahan Tugas Akhir

Alat dan bahan yang dibutuhkan untuk mendukung jalannya penelitian tugas akhir ini. Alat dan bahan yang dimaksud dapat dilihat sebagai berikut ini:

3.3.1 Alat

Alat yang mendukung dan dibutuhkan dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini adalah berikut ini:

1. *Notebook* dengan spesifikasi minimum, sistem operasi Windows 8, *processor* Intel Core i3 2330M CPU @ 2,2 GHz, memori 4GB DDR3, grafis NVIDIA GeForce GT 610 (4GB), *hardisk* 500GB. Pada tugas akhir ini digunakan komputer dengan spesifikasi minimum sistem operasi Windows 10, *processor* AMD Ryzen 5 2500U @ 2 GHz, memori 16GB DDR4, grafis AMD Radeon Vega 8, dan *Solid-State Drive* 512GB.
2. *Smartphone* dengan spesifikasi tipe minimum, OS Android OS v4.1.2 (Jelly Bean), CPU Dual-core 800 MHz, GPU Mali-400, Internal 4 GB, 768 MB RAM. Pada tugas akhir ini digunakan OS Android 9.0 (Pie), CPU Octa-core 2.3GHz, GPU PowerVR GE8320, Internal 128 GB, 4GB RAM.
3. *Node.js* dengan versi minimal 16.16.0. Pada tugas akhir ini menggunakan *Node.js* dengan versi 18.12.1.

4. *Visual Studio Code* (VSCode) untuk menulis kode program menggunakan versi 1.74.2. Versi dari VSCode dapat berubah seiring adanya pembaruan dari pembangun aplikasi VSCode tersebut sewaktu-waktu.

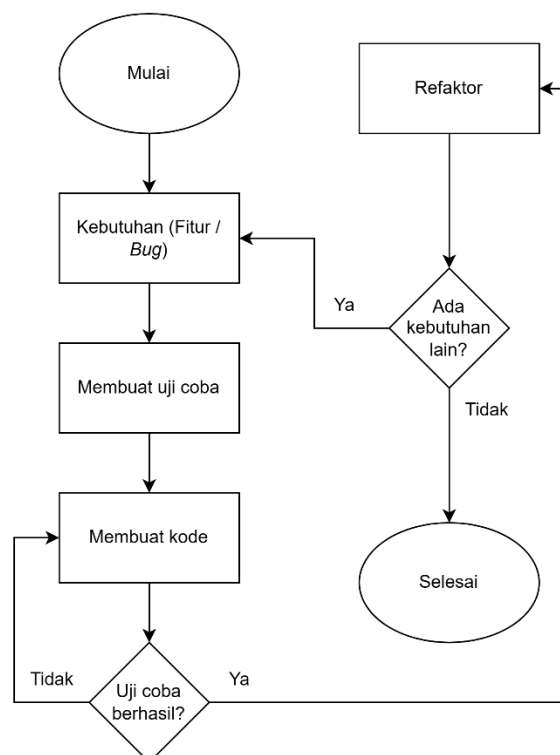
3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan / diperlukan untuk melakukan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Model Terlatih untuk memproses penilaian esai singkat berbahasa Indonesia.
2. Model Terlatih untuk memproses penilaian esai singkat berbahasa Inggris.

3.4 Metode Pengembangan

Dalam pengembangan aplikasi penilaian esai singkat otomatis berbasis web pada penelitian ini, akan digunakan salah satu metode pengembangan siklus hidup perangkat lunak *Agile*, khususnya *Test-Driven Development* (TDD). Alur pengembangan perangkat lunak menggunakan TDD pada penelitian ini dapat diperhatikan pada Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Alur Penelitian *Test-Driven Development*

Berdasarkan diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 3.2, TDD memiliki tahapan berupa kebutuhan, pembuatan uji coba, pembuatan kode, refaktor, dan peluncuran. Kemudian dibawah ini merupakan penjelasan dari masing-masing tahapan pada metode pengembangan TDD:

3.4.1 Kebutuhan

Tahap ini merupakan tahap pertama dari metode pengembangan TDD. Pada tahap ini, pengembang diharapkan dapat mengerti kebutuhan yang diminta untuk dapat dilakukan oleh perangkat lunak yang sedang dikembangkan.

3.4.1.1 User Story

Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan fungsi dan fitur utama pada aplikasi yang dikembangkan pada kebutuhan fungsional dan non-fungsional. User story didapatkan dengan melakukan wawancara kepada calon pengguna sistem dengan mengetahui apa yang diinginkan dan mengapa mereka menginginkan hal tersebut. User story dari hasil wawancara yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3.1 Kumpulan User Story

No	Role	Objective	Alasan
1	Guru SMA	Dapat melakukan penilaian secara masal	Aplikasi harus bisa dilakukan sekaligus agar cepat
2	Guru SD	Dapat melakukan penilaian untuk satu jawaban	Aplikasi bisa dipakai untuk menilai satu esai apabila ada kebutuhan khusus
3	Guru SMA	Dapat menilai esai dengan pembobotan nilai dan melihat bobot nilai setiap jawaban	Nilai kebenaran esai tidak selalu 1 atau 0, karena ada esai yang mungkin hanya benar 50 persen.

3.4.1.2 Kebutuhan Fungsional

Pada pengimplementasian aplikasi penilaian esai otomatis berbasis website ini, perlu beberapa kebutuhan fungsional yang harus dipenuhi untuk aplikasi dapat bekerja semestinya. Kebutuhan fungsional aplikasi berbasis website dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Kebutuhan Fungsional

ID	Deskripsi
F0	Aplikasi website dapat menentukan algoritma penilaian yang digunakan berdasarkan permintaan pengguna melalui tombol
F1A	Aplikasi website dapat menerima masukkan dua buah jawaban berupa teks melalui input form
F1B	Aplikasi website dapat melakukan penilaian otomatis dari kedua masukkan pada fungsi dengan ID F1A
F2A	Aplikasi website dapat menerima masukkan dokumen dengan ekstensi xls, sebuah jawaban berupa teks, nama kolom nama pelajar berupa teks, dan nama kolom jawaban pelajar berupa teks.
F2B	Aplikasi website dapat melakukan penilaian berdasarkan masukkan pada fungsi dengan ID F2A

3.4.1.3 Kebutuhan Non-Fungsional

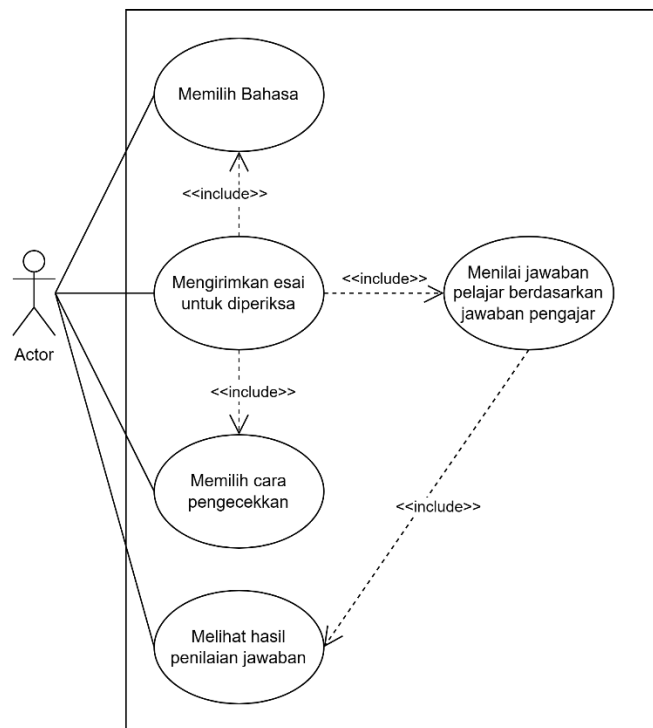
Untuk meningkatkan kenyamanan pengguna saat menggunakan aplikasi penilaian esai otomatis berbasis website ini, diperlukan beberapa kebutuhan non-fungsional yang ingin dikembangkan. Kebutuhan ini dapat meningkatkan retensi pengguna agar lebih nyaman saat menggunakan aplikasi ini. Pada Tabel 3.3 dibawah ini dapat dilihat kebutuhan non-fungsional yang akan dipenuhi.

Tabel 3.3 Kebutuhan Non-Fungsional

ID	Deskripsi
NF1	Aplikasi website dapat digunakan pada berbagai perangkat, komputer dan mobile
NF2	Aplikasi website dapat dijalankan pada peramban web yang mendukung ES6
NF3	Aplikasi website memiliki tampilan yang menyesuaikan dengan ukuran layar perangkat yang digunakan (responsif)

3.4.1.4 Use Case Diagram

Use Case Diagram adalah diagram yang digunakan untuk menggambarkan sebuah interaksi yang dapat terjadi antara pengguna dan sistem. Pada Gambar 3.3 dibawah ini dapat diperhatikan interaksi pengguna pada sistem yang terjadi pada sistem yang hendak dibangun.

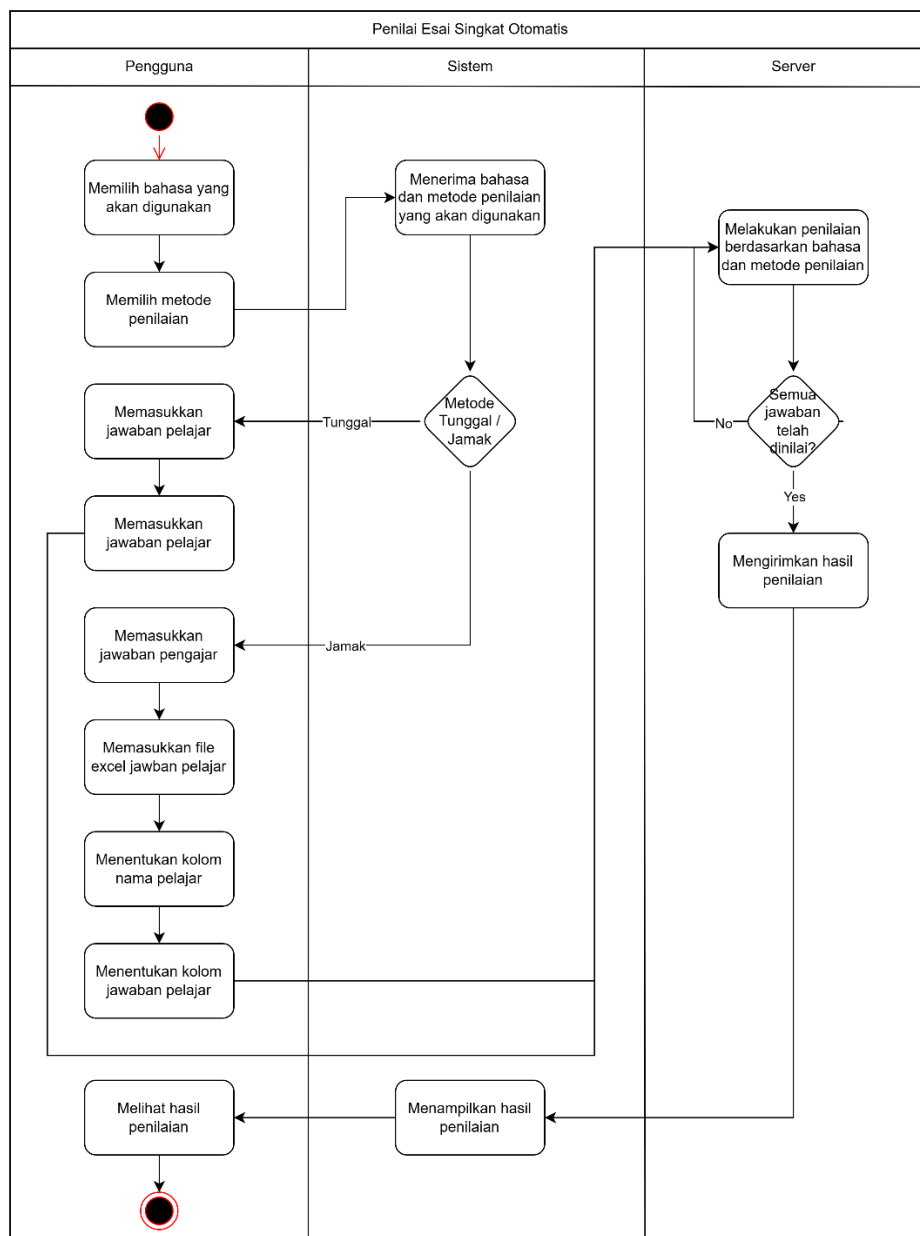


Gambar 3.3 Use Case Diagram Aplikasi

Pada Gambar 3.3 tersebut, aktor merupakan pengajar yang ingin melakukan pengecekan jawaban esai milik pelajar. Pengguna dapat melihat hasil jawaban yang diperiksa dengan mengirimkan esai yang ingin diperiksa, kemudian memilih bahasa dan teknik pengecekan yang diinginkan.

3.4.1.5 Activity Diagram

Activity diagram digunakan untuk menggambarkan alur pekerjaan dari aktivitas pada suatu sistem. Pada gambar 3.4 berikut ini dapat dilihat activity diagram dari aplikasi yang akan dibangun pada penelitian ini.

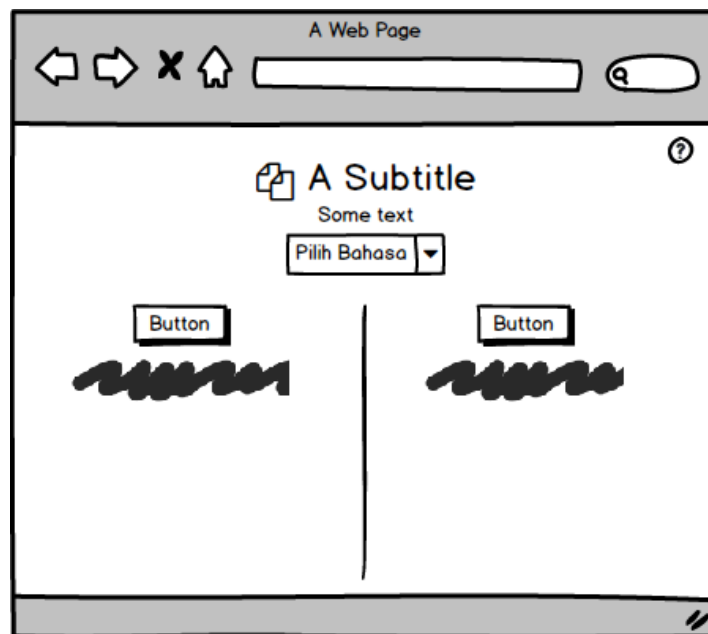


Gambar 3.4 Activity Diagram Aplikasi

Pada Gambar 3.4 tersebut dapat diperhatikan bahwa aplikasi dimulai dengan pengguna memilih bahasa dan metode penilaian yang akan digunakan. Kemudian berdasarkan pilihan tersebut, sistem akan menentukan masukkan yang dapat dilakukan oleh pengguna. Apabila semua masukkan telah diisi, kemudian sistem akan meminta server melakukan penilaian yang diminta oleh pengguna berdasarkan bahasa dan metode penilaian. Setelah server selesai melakukan penilaian, server akan mengirimkan hasil penilaian untuk ditampilkan pada aplikasi agar dapat dilihat oleh pengguna.

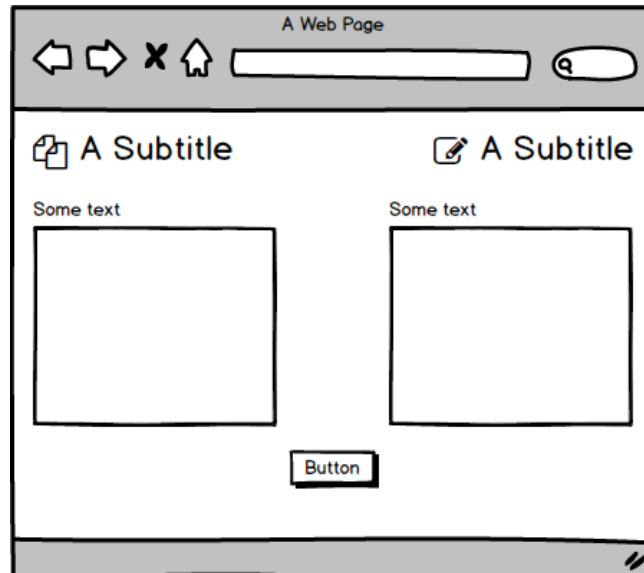
3.4.1.6 Mockup

Untuk pengguna dapat menggunakan aplikasi web yang akan dibangun, perlu dibuat sebuah desain antarmuka agar dapat mengoperasikan aplikasinya. Perancangan antarmuka ini dilakukan pada tahap kebutuhan sebagai perencanaan terhadap gambaran aplikasi yang akan dikembangkan. Rancangan antarmuka aplikasi dapat dilihat sebagai berikut.



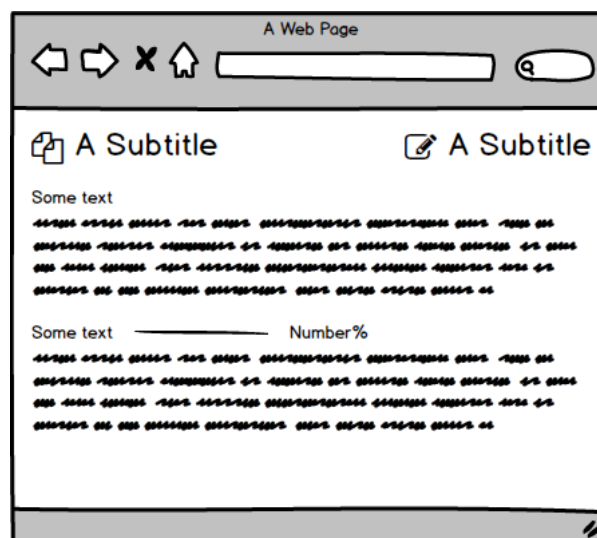
Gambar 3.5 Mockup Halaman Home

Saat pengguna mengakses halaman website, pengguna akan ditunjukkan halaman beranda seperti pada Gambar 3.5 dimana pengguna dapat memilih bahasa yang akan digunakan, dan metode penilaian yang akan digunakan dengan sebelah kiri merupakan metode tunggal dan sebelah kanan merupakan metode jamak. Pengguna juga dapat mengakses halaman bantuan dengan menekan logo tanda tanya yang ada pada pojok kanan atas halaman beranda web.



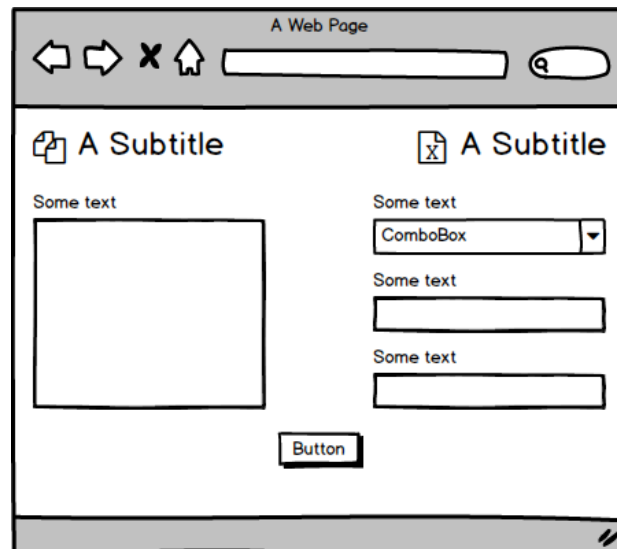
Gambar 3.6 Mockup Metode Penilaian Tunggal

Pada Gambar 3.6 merupakan tampilan yang akan dilihat pengguna apabila memilih metode penilaian tunggal. Pada halaman ini, pengguna sebagai pengajar dapat mengisi jawaban pengajar di sebelah kiri dan jawaban pelajar untuk dinilai di sebelah kanan.



Gambar 3.7 Mockup Hasil Metode Penilaian Tunggal

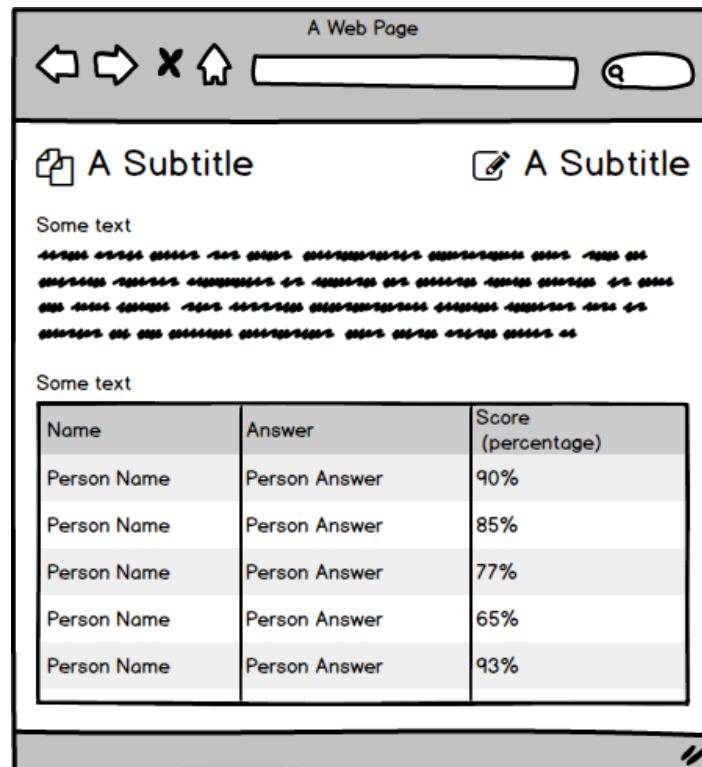
Setelah memproses penilaian otomatis, aplikasi akan mengarahkan pengguna ke halaman hasil penilaian dengan metode penilaian 1 sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.7 dimana pengguna dapat melihat jawaban pengajar dan jawaban pelajar dengan persentase hasil jawabannya.



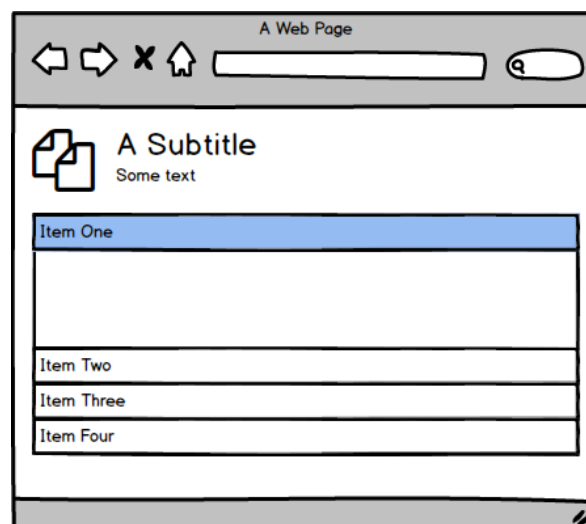
Gambar 3.8 Mockup Metode Penilaian Jamak

Pada Gambar 3.8 diatas merupakan halaman yang akan ditampilkan apabila pengguna memilih metode penilaian secara jamak. Pada halaman ini, pengguna dapat mengisi jawaban pengajar dan memasukkan dokumen excel (xls) pada aplikasi dan menentukan judul kolom berisi nama dan jawaban pelajar untuk diperiksa terhadap jawaban pengajar.

Gambar 3.9 merupakan halaman yang akan ditampilkan kepada pengguna untuk melihat hasil penilaian otomatis oleh aplikasi. Aplikasi akan menampilkan halaman yang akan menunjukkan jawaban pengajar pada bagian atas dan tabel berisi nama, jawaban, dan persentase nilai pelajar.



Gambar 3.9 Mockup Hasil Metode Penilaian Jamak



Gambar 3.10 Mockup Halaman Bantuan

Apabila pada halaman beranda seperti pada Gambar 3.5 pengguna memutuskan untuk menekan logo tanda tanya, maka pengguna akan diarahkan ke halaman bantuan seperti pada Gambar 3.10. Pada halaman ini, pengguna dapat melihat cara menggunakan aplikasi penilaian esai otomatis.

3.4.2 Pembuatan Uji Coba (Test Writing)

Pada tahap ini, pengembang membuat uji coba lengkap dengan ekspektasi berupa hasil dari pengujian tersebut. Pengembang membuat uji coba berdasarkan satu kebutuhan yang telah didapat dari tahap sebelumnya.

Aplikasi yang dikembangkan akan memiliki 4 skenario uji coba yang harus berhasil setiapnya dengan ekspektasi pada Tabel 3.4 berikut ini:

Tabel 3.4 Skenario Uji Coba

Skenario	Masukkan Jawaban Pengajar	Masukkan Jawaban Pelajar	Ekspektasi Keluaran
SC1	Teks “To sumulate the behaviour of portions of the desired software product.”	Teks “Simulating the behavior of only a portion of the desired software product.”	71%
SC2	Teks “To sumulate the behaviour of portions of the desired software product.”	Dokumen CSV berisi jawaban pelajar (“dataset.csv”)	Persentase Hasil Penilaian
SC3	Teks “ Fungsi karbohidrat adalah sebagai pemasok energi, dapat memperlancar proses pada pencernaan, memberikan efek kenyang dengan kandungan selulosa-nya dan menyeimbang asam dan basa dalam tubuh “	Teks “ Karbohidrat mempunyai peran penting untuk proses metabolisme atau proses yang berfungsi sebagai penyeimbang asam dan basa dalam tubuh. Karbohidrat dapat mencegah terjadinya ketidaksempurnaan proses oksidasi lemak. Fungsi karbohidrat yang utama adalah sebagai pemasok energi. Makanan berkarbohidrat dan serat tinggi dapat membantu memperlancar proses pada pencernaan.”	83%

3.4.3 Pembuatan Kode (Coding)

Pada tahap ini, pengembang akan membuat fungsi pada perangkat lunak yang dikembangkan yang dapat memenuhi uji coba pada tahapan sebelumnya. Apabila

ekspektasi hasil uji coba tidak dapat terpenuhi, maka kode dianggap gagal dan harus dibuat ulang hingga berhasil meraih ekspektasi yang diharapkan dari uji coba tersebut.

3.4.4 Refaktor (Refactor)

Saat kode untuk suatu fungsi berdasarkan suatu uji coba sudah berhasil dibuat, maka akan dilakukan pembersihan kode. Pembersihan disini berarti kode akan ditulis sedemikian rupa agar tidak bersifat ambigu bagi pengembang lain yang mungkin akan melanjutkan pengembangan perangkat lunak yang sedang dikembangkan saat ini di masa depan. Setelah melakukan refaktorisasi kode, pengembang dapat kembali ke tahap kebutuhan dan mengulang seluruh tahapan ini dengan kebutuhan yang berbeda hingga semua kebutuhan berhasil dibuat.

3.5 Rancangan Pengujian

Setelah aplikasi yang dikembangkan pada penelitian ini diluncurkan, akan dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa aplikasi yang telah dikembangkan layak sebelum dapat digunakan sepenuhnya oleh publik. Pengujian yang dimaksud adalah sebagai berikut:

3.5.1 Responsiveness

Aplikasi berbasis website yang dibangun harus bersifat responsive, yaitu kemampuan website yang dibangun untuk beradaptasi dengan setiap resolusi layar yang digunakan pengguna [18] agar pengguna website selalu nyaman dengan tampilan websitenya.

Pengujian terkait responsiveness ini dilakukan dengan cara mengakses website menggunakan semua ukuran layar yang memungkinkan untuk mencari kemungkinan tampilan yang tumpang-tindih yang dapat mengurangi kenyamanan pengguna website saat melihat tampilan website.

3.5.2 System Usability Scale

Seperti yang telah dilansir pada Bab 2, aplikasi yang dihasilkan penelitian ini akan diuji menggunakan SUS pada sekelompok orang untuk mendapatkan hasil kegunaan

aplikasi dari penelitian yang dilakukan. Dengan itu, pada Tabel 3.5 berikut adalah daftar kuesioner yang akan diajukan kepada pengguna setelah menggunakan aplikasi yang bersangkutan.

Tabel 3.5 Kuesioner *System Usability Scale*

No	Pertanyaan
1	Saya berpikir akan menggunakan aplikasi penilaian esai otomatis berbasis web ini lagi
2	Saya merasa aplikasi penilaian esai otomatis berbasis web ini sulit digunakan
3	Saya merasa aplikasi penilaian esai otomatis berbasis web ini mudah digunakan
4	Saya membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi dalam menggunakan aplikasi penilaian esai otomatis berbasis web ini
5	Saya merasa fitur-fitur aplikasi penilaian esai otomatis berbasis web ini berjalan dengan semestinya
6	Saya merasa banyak hal yang tidak konsisten / tidak serasi pada aplikasi penilaian esai otomatis berbasis web ini
7	Saya merasa orang lain akan memahami cara menggunakan aplikasi penilaian esai otomatis berbasis web ini dengan cepat
8	Saya merasa aplikasi penilaian esai otomatis berbasis web ini membingungkan
9	Saya merasa tidak ada hambatan dalam menggunakan aplikasi penilaian esai otomatis berbasis web ini
10	Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum menggunakan aplikasi penilaian esai otomatis berbasis web ini

3.5.3 Black Box

Pada waktu yang bersamaan, akan dilakukan pengujian Black Box dari sejumlah pengguna sukarela untuk memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pada tahap ini, penulis mungkin akan mendapatkan kecacatan program (*bug*), namun dengan ini penulis dapat memperbaiki aplikasi terkait dan menyempurnakannya. Daftar pengujian Black Box dapat dilihat secara rinci pada Tabel 3.6 dibawah ini.

Tabel 3.6 Daftar pengujian Black Box

ID	Pengujian
F1A-1	Aplikasi web dapat menerima masukkan teks sebagai jawaban pengajar
F1A-2	Aplikasi web dapat menerima masukkan teks sebagai jawaban pelajar
F0	Aplikasi dapat menggunakan model yang tepat untuk melakukan penilaian berdasarkan bahasa yang dipilih pengguna

ID	Pengujian
F2A-1	Aplikasi web dapat menerima masukkan berupa dokumen berbentuk .xls sebagai kumpulan jawaban pelajar
F2A-2	Aplikasi web dapat menerima masukkan teks sebagai kolom nama pada kumpulan jawaban pelajar
F2A-3	Aplikasi web dapat menerima masukkan teks sebagai kolom jawaban pada kumpulan jawaban pelajar
F2A-4	Aplikasi web dapat mendapatkan pasangan nama dan jawaban pada kumpulan jawaban pelajar sebagaimana ditentukan pada pengujian F2A-2 dan F2A-3
F2B-1	Aplikasi web dapat membuat dokumen .csv berdasarkan pengujian F1A-1, dan F1A-2 atau F2A-1 agar cocok dengan syarat penilaian pada algoritma penilaian otomatis bahasa Inggris
F2B-3	Algoritma penilaian otomatis bahasa Inggris dapat membuat dokumen .json setelah melakukan penilaian otomatis
F2B-5	Aplikasi dapat menampilkan hasil penilaian bahasa Inggris berdasarkan data .json yang dihasilkan oleh algoritma penilaian bahasa Inggris pada halaman web
F2B-2	Aplikasi web dapat membuat dokumen .json berdasarkan pengujian F1A-1, dan F1A-2 atau F2A-1 agar cocok dengan syarat penilaian pada algoritma penilaian otomatis bahasa Indonesia
F2B-4	Algoritma penilaian otomatis bahasa Indonesia dapat membuat dokumen .json setelah melakukan penilaian otomatis
F2	Aplikasi penilaian otomatis dapat menampilkan hasil penilaian ke halaman web berdasarkan dokumen .json yang dihasilkan oleh algoritma penilaian otomatis.
NF1-1	Aplikasi dapat dijalankan pada ponsel
NF1-2	Aplikasi dapat dijalankan pada komputer
NF2	Aplikasi dapat dijalankan pada peramban web yang mendukung ES6
NF3	Aplikasi tidak memiliki tampilan tumpang-tindih pada resolusi yang berbeda
SC1	Hasil penilaian pada aplikasi untuk satu jawaban esai bahasa Inggris harus sama dengan hasil penilaian pada algoritma
SC2	Hasil penilaian pada aplikasi untuk banyak jawaban esai bahasa Inggris harus sama dengan hasil penilaian pada algoritma
SC3	Hasil penilaian pada aplikasi untuk satu jawaban esai bahasa Indonesia harus sama dengan hasil penilaian pada algoritma

3.6 Peluncuran

Apabila semua kebutuhan terhadap perangkat lunak yang dibangun sudah dibuat dan telah teruji bekerja dengan baik, maka akan dilakukan tahap peluncuran, yaitu kondisi dimana perangkat lunak yang dikembangkan sudah siap digunakan secara umum.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Dijabarkan dalam bentuk pseudocode dan dijelaskan per bagian.

Bagi yang membuat alat dijelaskan alat yang jadi dalam bentuk apa.

Bagi yang membuat aplikasi dijelaskan aplikasi yang jadi dalam bentuk seperti apa.

4.2 Hasil Pengujian

Beri hasil pengujian dari poin rancangan pengujian Bab 3.

4.3 Analisis Hasil Penelitian

Berisi analisis hasil penelitian, berupa data yang didapatkan dari pengerjaan tugas akhir yang sudah Anda kerjakan

4.3.1 Analisis Hasil Data 1

Pastikan penggunaan tabel juga menggunakan cross-reference seperti Tabel 4.1, berikut:

Tabel 4.1 Tabel sama seperti gambar, penjelasan diberikan caption

Pengujian	Metode 1	Metode 2
Kecepatan	10 ms	12 ms
Memory	10 mb	10 mb

Tabel yang Panjang dan melebihi 1 halaman, untuk header wajib menggunakan repeat header.

4.3.2 Analisis Hasil Data 2

Berisi data lainnya yang sudah didapatkan, dapat berupa:

1. Hasil pengujian
2. Hasil kuesioner
3. Aplikasi yang dikembangkan
4. UI / UX yang dikembangkan

4.4 Pembahasan

Berisi pembahasan terkait hasil yang sudah didapatkan / dipaparkan sebelumnya, berupa penutup yang dapat menjelaskan mengenai kelebihan hasil tugas akhir dan kekurangannya dibandingkan dengan penelitian atau produk lain yang serupa atau mirip. Penulis dapat menggunakan tabel untuk mempermudah perbandingan dan kemudian menjelaskannya.

4.5 Pengujian

Berisi hasil analisis pengujian.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berisi kesimpulan dari hasil dan pembahasan terkait penelitian yang dilakukan, dapat juga berupa temuan yang Anda dapatkan setelah melakukan penelitian atau analisis terhadap tugas akhir Anda. Berhubungan dengan poin pada rumusan masalah dan tujuan.

5.2 Saran

Berisi saran mengenai aspek tugas akhir atau temuan yang dapat dikembangkan dan diperkaya di tugas akhir selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA (minimal 20)

- [1] U. Nations, "Population." <https://www.un.org/en/global-issues/population> (accessed Dec. 25, 2022).
- [2] B. P. Statistik, "Jumlah Penduduk Pertengahan Tahun (Ribuan Jiwa), 2020-2022." <https://www.bps.go.id/indikator/12/1975/1/jumlah-penduduk-pertengahan-tahun.html> (accessed Dec. 26, 2022).
- [3] B. P. Statistik, "Jumlah Penduduk Menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin, 2021." https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view_data_pub/0000/api_pub/YW40a21pdTU1cnJxOGt6dm43ZEdoZz09/da_03/1 (accessed Dec. 26, 2022).
- [4] F. Oktariano and H. Hastuti, "Buku Panduan penulisan Esai Berdasarkan Analisis Historical Thinking," vol. 2, no. 4, 2020.
- [5] E. Amorim, M. Cançado, and A. Veloso, "Automated Essay Scoring in the Presence of Biased Ratings," in *Proceedings of the 2018 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Volume 1 (Long Papers)*, New Orleans, Louisiana, 2018, pp. 229–237. doi: 10.18653/v1/N18-1021.
- [6] D. Fortunato and J. Bernardino, "Progressive web apps: An alternative to the native mobile Apps," in *2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, Cáceres, Jun. 2018, pp. 1–6. doi: 10.23919/CISTI.2018.8399228.
- [7] M. M. Moe and University of Computer Studies, Hpa-An, Kayin State, Myanmar, "Comparative Study of Test-Driven Development TDD, Behavior-Driven Development BDD and Acceptance Test-Driven Development ATDD," *Int. J. Trend Sci. Res. Dev.*, vol. Volume-3, no. Issue-4, pp. 231–234, Jun. 2019, doi: 10.31142/ijtsrd23698.
- [8] B. George and L. Williams, "A structured experiment of test-driven development," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 46, no. 5, pp. 337–342, Apr. 2004, doi: 10.1016/j.infsof.2003.09.011.
- [9] J. B. Ibarra *et al.*, "Development of the Low Cost Classroom Response System Using Test-Driven Development Approach and Analysis of the Adaptive Capability of Students Using Sequential Minimal Optimization Algorithm," in *2019 IEEE 6th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)*, Tokyo, Japan, Apr. 2019, pp. 689–693. doi: 10.1109/IEA.2019.8714889.
- [10] D. Pal and V. Vanijja, "Perceived usability evaluation of Microsoft Teams as an online learning platform during COVID-19 using system usability scale and technology acceptance model in India," *Child. Youth Serv. Rev.*, vol. 119, p. 105535, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.childyouth.2020.105535.
- [11] P. Vlachogianni and N. Tselios, "Perceived usability evaluation of educational technology using the System Usability Scale (SUS): A systematic review," *J. Res. Technol. Educ.*, vol. 54, no. 3, pp. 392–409, May 2022, doi: 10.1080/15391523.2020.1867938.
- [12] J. R. Lewis, "Psychometric Evaluation of the PSSUQ Using Data from Five Years of Usability Studies," *Int. J. Hum.-Comput. Interact.*, vol. 14, no. 3–4, pp. 463–488, Sep. 2002, doi: 10.1080/10447318.2002.9669130.

- [13] U. Ependi, T. B. Kurniawan, and F. Panjaitan, "SYSTEM USABILITY SCALE VS HEURISTIC EVALUATION: A REVIEW," *Simetris J. Tek. Mesin Elektro Dan Ilmu Komput.*, vol. 10, no. 1, pp. 65–74, Apr. 2019, doi: 10.24176/simet.v10i1.2725.
- [14] T. Hidayat and M. Muttaqin, "Pengujian Sistem Informasi Pendaftaran dan Pembayaran Wisuda Online menggunakan Black Box Testing dengan Metode Equivalence Partitioning dan Boundary Value Analysis," vol. 6, 2018.
- [15] xinyu chang and jing Li, "Improvement of Excel data processing function based on Spring MVC framework," in *Third International Conference on Computer Science and Communication Technology (ICCSCT 2022)*, Beijing, China, Dec. 2022, p. 25. doi: 10.1117/12.2661778.
- [16] I. Glantz and H. Hurtig, "Express.js and Ktor web server performance A comparative study".
- [17] D. Smilkov *et al.*, "TensorFlow.js: Machine Learning for the Web and Beyond".
- [18] S. L. Ingólfssdóttir, H. Loftsson, J. F. Daðason, and K. Bjarnadóttir, "Nefnir: A high accuracy lemmatizer for Icelandic." arXiv, Jul. 27, 2019. Accessed: Jan. 05, 2023. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1907.11907>
- [19] B. Jose and S. Abraham, "Performance analysis of NoSQL and relational databases with MongoDB and MySQL," *Mater. Today Proc.*, vol. 24, pp. 2036–2043, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.03.634.
- [20] G. Steinfeld, "5 steps of test-driven development," *IBM Developer*, Feb. 06, 2020. Accessed: Jan. 30, 2023. [Online]. Available: <https://developer.ibm.com/articles/5-steps-of-test-driven-development/>
- [21] Institut Teknologi Sepuluh Nopember *et al.*, "A Different Approach on Automated Use Case Diagram Semantic Assessment," *Int. J. Intell. Eng. Syst.*, vol. 14, no. 1, pp. 496–505, Feb. 2021, doi: 10.22266/ijies2021.0228.46.
- [22] Dept. of Computer Science & Engineering, BITM, VTU, Ballari, India., Dr. R. N. Kulkarni, C. K. Srinivasa, and Dept. of Computer Science & Engineering, BITM, VTU, Ballari, India., "Novel approach to transform UML Sequence diagram to Activity diagram," *J. Univ. Shanghai Sci. Technol.*, vol. 23, no. 07, pp. 1247–1255, Jul. 2021, doi: 10.51201/JUSST/21/07300.
- [23] M. Shirole and R. Kumar, "Constrained permutation-based test scenario generation from concurrent activity diagrams," *Innov. Syst. Softw. Eng.*, vol. 17, no. 4, pp. 343–353, Dec. 2021, doi: 10.1007/s11334-021-00389-4.
- [24] A. Firdaus, S. Widodo, A. Sutrisman, S. G. F. Nasution, and R. Mardiana, "RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PERPUSTAKAAN MENGGUNAKAN WEB SERVICE PADA JURUSAN TEKNIK KOMPUTER POLSRI," vol. 5, 2019.
- [25] A. Ismail and K. S. Kuppasamy, "Web accessibility investigation and identification of major issues of higher education websites with statistical measures: A case study of college websites," *J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci.*, vol. 34, no. 3, pp. 901–911, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.jksuci.2019.03.011.
- [26] R. S. Malik, J. Patra, and M. Pradel, "NL2Type: Inferring JavaScript Function Types from Natural Language Information," in *2019 IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering (ICSE)*, Montreal, QC, Canada, May 2019, pp. 304–315. doi: 10.1109/ICSE.2019.00045.

- [27] M. Shcherbakov, M. Balliu, and C.-A. Staicu, “Silent Spring: Prototype Pollution Leads to Remote Code Execution in Node.js”.
- [28] H. Brar, T. Kaur, and Y. Rajoria, “The Better Comparison between PHP, Python-web & Node.js,” *web ...*
- [29] A. Romanelli, S. Serbout, and C. Pautasso, “ExpressO: From Express.js implementation code to OpenAPI interface descriptions”.
- [30] G. Langdale and D. Lemire, “Parsing gigabytes of JSON per second,” *VLDB J.*, vol. 28, no. 6, pp. 941–960, Dec. 2019, doi: 10.1007/s00778-019-00578-5.
- [31] S. Hamza, M. Sarosa, and P. B. Santoso, “Sistem Koreksi Soal Essay Otomatis Dengan Menggunakan Metode Rabin Karp,” vol. 7, no. 2, 2013.
- [32] S. Burrows, I. Gurevych, and B. Stein, “The Eras and Trends of Automatic Short Answer Grading,” *Int. J. Artif. Intell. Educ.*, vol. 25, no. 1, pp. 60–117, Mar. 2015, doi: 10.1007/s40593-014-0026-8.
- [33] J. Hao and T. K. Ho, “Machine Learning Made Easy: A Review of *Scikit-learn* Package in Python Programming Language,” *J. Educ. Behav. Stat.*, vol. 44, no. 3, pp. 348–361, Jun. 2019, doi: 10.3102/1076998619832248.
- [34] P. Qi, Y. Zhang, Y. Zhang, J. Bolton, and C. D. Manning, “Stanza: A Python Natural Language Processing Toolkit for Many Human Languages.” arXiv, Apr. 23, 2020. Accessed: Jan. 09, 2023. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2003.07082>
- [35] A. Bangor, P. T. Kortum, and J. T. Miller, “An Empirical Evaluation of the System Usability Scale,” *Int. J. Hum.-Comput. Interact.*, vol. 24, no. 6, pp. 574–594, Jul. 2008, doi: 10.1080/10447310802205776.
- [36] A. Popov, J. Bilokin, T. Solianyk, and K. Vasylchenko, “Development of the system to provide cross-browser compatibility of web application,” in *2018 IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Kyiv, Ukraine, May 2018, pp. 117–122. doi: 10.1109/DESSERT.2018.8409111.
- [37] K. Paltoglou, V. E. Zafeiris, N. A. Diamantidis, and E. A. Giakoumakis, “Automated refactoring of legacy JavaScript code to ES6 modules,” *J. Syst. Softw.*, vol. 181, p. 111049, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.jss.2021.111049.
- [38] A. Dearle, “Software Deployment, Past, Present and Future,” in *Future of Software Engineering (FOSE '07)*, Minneapolis, MN, May 2007, pp. 269–284. doi: 10.1109/FOSE.2007.20.
- [39] R. S. Hall, D. Heimbigner, and A. L. Wolf, “A Cooperative Approach to Support Software Deployment Using the Software Dock”.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Isi Lampiran

Isian lampiran, dapat berupa:

1. Foto pengujian di lapangan
2. Gambar hasil aplikasi
3. Tampilan UI / UX
4. Hasil pengujian, contoh : kuesioner, wawancara, bukti pengujian
5. Source code