

**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	14
1.1 Latar Belakang Masalah	14
1.2 Rumusan Masalah	16
1.3 Tujuan Penelitian	16
1.4 Batasan Masalah	16
1.5 Manfaat Penelitian	17
1.6 Sistematika Penulisan	17
1.6.1 BAB I PENDAHULUAN	17
1.6.2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	17
1.6.3 BAB III METODE PENELITIAN	17
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	18
2.1 Tinjauan Pustaka	18
2.2 Dasar Teori	22
2.2.1 Test-Driven Development	22
2.2.2 Use Case Diagram	24
2.2.3 Activity Diagram	25
2.2.4 JavaScript	26
2.2.5 Node.js	27
2.2.6 Express.js	27
2.2.7 JavaScript Object Notation	28
2.2.8 Python	28

	10
2.2.9 System Usability Scale	29
2.2.10 Black box Testing	30
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1 Alur Penelitian	31
3.2 Penjabaran Langkah Penelitian	31
3.2.1 Identifikasi Masalah	32
3.2.2 Studi Literatur	32
3.2.3 Penerapan <i>Test-Driven Development</i>	32
3.2.4 Pengujian	33
3.3 Alat dan Bahan Tugas Akhir	33
3.3.1 Alat	33
3.3.2 Bahan	34
3.4 Metode Pengembangan	34
3.4.1 Kebutuhan (Feature Request)	35
3.4.2 Pembuatan Uji Coba (Test Writing)	35
3.4.3 Pembuatan Kode (Coding)	36
3.4.4 Refaktor (Refactor)	36
3.4.5 Peluncuran (Deployment)	36
3.5 Rancangan Pengujian	36
3.5.1 Responsiveness	36
3.5.2 System Usability Scale	37
3.5.3 Black Box	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Hasil Penelitian	39
4.2 Hasil Pengujian	39
4.3 Analisis Hasil Penelitian	39

	11
4.3.1 Analisis Hasil Data 1	39
4.3.2 Analisis Hasil Data 2	39
4.4 Pembahasan	40
4.5 Pengujian	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Referensi	20
Tabel 2.2 Simbol <i>Use Case Diagram</i>	24
Tabel 2.3 Simbol <i>Activity Diagram</i>	26
Tabel 3.1 Kuesioner <i>System Usability Scale</i>	37

Tabel 4.1 Tabel sama seperti gambar, penjelasan diberikan caption	8
---	---

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 SDLC Test-Driven Development (TDD)[15]	23
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	31
Gambar 3.2 Alur Penelitian <i>Test-Driven Development</i>	35

Gambar 1.1 Contoh gambar dan caption	2
--------------------------------------	---

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Isi Lampiran	11
------------------------	----

DAFTAR LAMPIRAN

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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Populasi manusia telah mencapai angka delapan milyar jiwa pada bulan November 2022 berdasarkan data statistik dari Perserikatan Bangsa-Bangsa (*United Nations*)[1]. Dalam statistik ini, negara Indonesia berada pada peringkat 4 dengan angka 280 juta jiwa[2]. Hal ini diperkuat dengan adanya data dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2021 bahwa populasi 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 sebanyak 44 jiwa yang merupakan 15.71% populasi dari total penduduk di Indonesia[3].

Dengan banyaknya populasi anak di Indonesia maka teknologi di bidang pendidikan juga akan diperlukan untuk meningkatkan efisiensi kegiatan belajar mengajar di Indonesia[4]. Dalam kegiatan belajar mengajar, salah satu teknik penilaian keberhasilan pelajar terhadap materi yang diberikan adalah melalui tugas esai. Melalui tugas esai ini, murid dapat memberikan jawaban berupa opini terkait pertanyaan yang diberikan oleh pengajar[5].

Melalui tugas esai ini, jawaban yang dihasilkan dari masing-masing murid akan cenderung berbeda. Maka dari itu, pengajar akan memiliki banyak variasi jawaban yang harus dikoreksi dan menilainya satu-persatu yang dapat memakan waktu lama dalam proses penilaian masing-masing jawaban. Hal ini lah yang mendorong penulis untuk membangun sebuah aplikasi yang dapat mempercepat proses evaluasi penilaian esai.

Aplikasi harus dapat melakukan proses evaluasi jawaban menggunakan Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris, dikarenakan Bahasa Inggris telah menjadi kurikulum wajib pada program pendidikan 12 tahun di Indonesia[6]. Aplikasi akan dibuat untuk dapat memeriksa persentase kemiripan jawaban esai murid terhadap jawaban guru.

Persentase kemiripan jawaban ini kemudian akan menjadi nilai bagi murid yang telah diperiksa jawabannya.

Aplikasi yang akan dikembangkan pada penelitian kali ini akan dibangun menggunakan metode penelitian berdasarkan uji coba, yaitu *Test-Driven Development* (TDD). TDD merupakan salah satu siklus hidup pengembangan perangkat lunak *Agile*[7]. TDD digunakan untuk meminimalisir adanya *Bug* pada aplikasi yang dihasilkan pada penelitian ini karena untuk setiap fungsi yang dikembangkan harus lolos pengujian terlebih dahulu sebelum pengembang dapat lanjut mengembangkan fungsi lainnya[8].

Pada implementasi, aplikasi akan dibuat berbasis website. Pada aplikasi tersebut, guru perlu memilih pengecekan jawaban ingin dilakukan dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris. Setelah itu, guru akan dapat memasukkan jawaban murid satu-persatu berupa teks yang telah disalin atau file plainteks dengan ekstensi *.txt*, maupun memasukkan jawaban secara massal dengan mengunggah file excel dengan ekstensi *.xls*.

Setelah guru memasukkan jawabannya dan jawaban muridnya, aplikasi akan membandingkan kedua jawaban dan mendapatkan persentase kemiripannya yang diperoleh menggunakan model pemrosesan bahasa alami (PBA) terlatih yang telah dibuat oleh Saudari Edinia Rosa Filiana dan Saudari Aprilia Purwanto pada penelitian sebelum ini.

Aplikasi akan memproses jawaban dengan langsung membandingkannya apabila hanya satu jawaban yang perlu dinilai dengan meneruskan prosesnya dari pada server menggunakan model yang terlatih yang telah dibuat pada penelitian sebelumnya. Namun saat guru melakukan penilaian massal (menggunakan *excel*), aplikasi akan meminta guru untuk menspesifikasikan baris yang merupakan jawaban esai singkat tersebut (menggunakan asumsi bahwa jawaban didapat melalui Google Form, dan memiliki judul pertanyaan yang berbeda) dan nama murid tersebut.

Setelah baris jawaban dan nama telah dispesifikasikan, selanjutnya aplikasi akan mengubah format dokumen *excel* ini menjadi *JavaScript Object Notation* (JSON). Kemudian JSON akan diupload ke database untuk dapat digunakan pada model PBA yang akan digunakan. Pada tahap ini, JSON digunakan karena merupakan dokumen yang ringan, mudah dibaca dan ditulis oleh manusia, kemudian dibuat dan diterjemahkan oleh komputer[9].

Selanjutnya, aplikasi akan menggunakan informasi pada basis data untuk diproses kedalam model, membandingkan jawaban guru dan jawaban masing-masing murid untuk mendapatkan persentase nilai dari jawaban murid tersebut.

Setelah proses ini selesai, aplikasi akan menampilkan nama murid, jawaban murid, dan nilai murid dengan rentang nilai dari 0 s/d 100. Dengan semakin besar angka nilai yang didapat, berarti semakin mendekati benar jawaban murid tersebut.

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?

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

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, file teks dengan ekstensi *.txt*, atau file excel berisi kumpulan jawaban untuk jawaban murid.
5. Model *machine learning* yang digunakan pada penelitian ini adalah model yang telah dikembangkan dan dilatih pada penelitian sebelumnya.

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)[7] yang dilakukan oleh Myint Myint Moe. 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[10] dijelaskan bahwa penggunaan JavaScript Object Notation (JSON) untuk memproses data dari excel agar dapat diproses lebih cepat. 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[11] yang dilakukan oleh Isac Glantz dan Hampus Hurtig pada tahun 2022.

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[12]. 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[13].

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[14] yang dilakukan oleh Benymol Jose dan Sajimon Abraham pada tahun 2020.

Tabel 2.1 Perbandingan Referensi

No	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil
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.
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 mengkonversi excel dan melakukan ekspor dan impor sekumpulan data dengan mengkonversinya menjadi JSON.
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> .
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> .

No	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil
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.
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.

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[8]. 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:

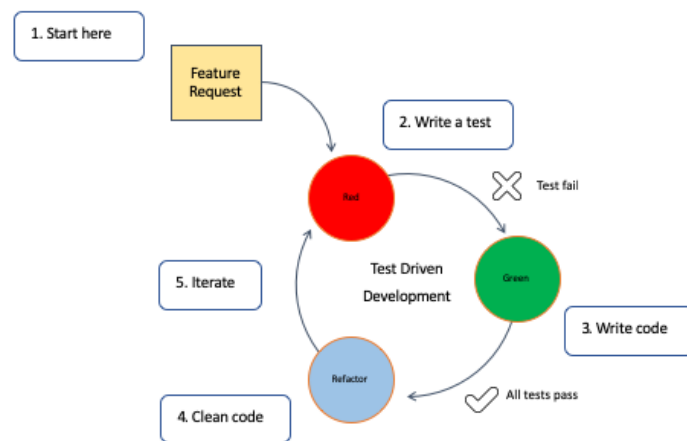
1. Membantu mencegah kecacatan produk
2. Membantu dokumentasi kode dengan contoh eksekusi
3. Membantu programmer untuk sangat memahami kode mereka
4. Mendukung refaktor sebagai kebutuhan dan perubahan desain
5. Mendorong desain yang lebih baik
6. Menyediakan peringatan awal terkait masalah desain
7. 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)[15]

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-Biru-Refaktor), yang merupakan status dari pengujian dalam setiap siklusnya[15].

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. 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].

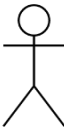
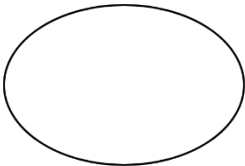
2.2.2 Use Case Diagram

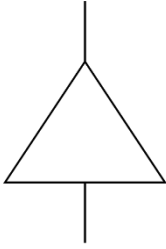



Use Case Diagram adalah salah satu diagram dalam *Unified Modeling Language*. *Use Case Diagram* merupakan diagram perilaku yang mendeskripsikan kebutuhan fungsional pada sebuah perangkat lunak. Diagram ini juga digunakan untuk memahami bagaimana sebuah sistem seharusnya bekerja[16]. Berikut ini merupakan 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.



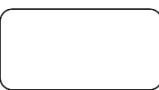
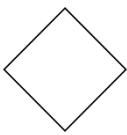
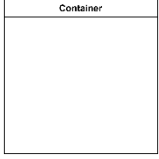
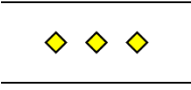
Simbol	Nama	Deskripsi
	Generalisasi	Merepresentasikan hubungan antara aktor dengan aktor, maupun <i>use case</i> dengan <i>use case</i> lainnya.
	Asosiasi	Merepresentasikan komunikasi dua arah antara aktor dengan <i>use case</i> , setiap kasus dimulai dengan aktor utama yang harus mendapatkan respon 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[17]. *Activity Diagram* biasanya berisi aktifitas, transaksi, keputusan, swimlane, dan aktifitas paralel[18]. 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 JavaScript

JavaScript adalah bahasa pemrograman yang populer, digunakan bukan hanya untuk web sisi klien, tapi juga sisi server[19]. 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.

2.2.5 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[20].

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[21]. 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.

2.2.6 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[22] 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*[11], 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.

2.2.7 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[9].

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 (})[9].

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.

2.2.8 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[23].

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*[24].

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

2.2.9 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[25]. SUS adalah alat psikometrik gratis yang digunakan diseluruh dunia dengan keabsahan dan keandalan tinggi[26].

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 akan diperoleh dengan cara memisahkan skor pertanyaan dengan nomor ganjil (X) dari nomor genap (Y) dengan kalkulasi sebagai berikut:

$$X = (\text{rata-rata skor pertanyaan dengan nomor ganjil}) - 5$$

$Y = 25 - (\text{rata-rata skor pertanyaan dengan nomor genap})$

$\text{Skor SUS} = (X + Y) * 2.5$

Kemudian pada Tabel 2.5 berikut ini, dapat dilihat interpretasi dari setiap nilai yang diperoleh kalkulasi pengujian 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 ini, aplikasi penilaian esai otomatis berbasis web yang dikembangkan sebaiknya meraih nilai minimal 68 untuk dapat dinyatakan berhasil dan dapat digunakan oleh banyak pengguna.

2.2.10 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[27].

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.

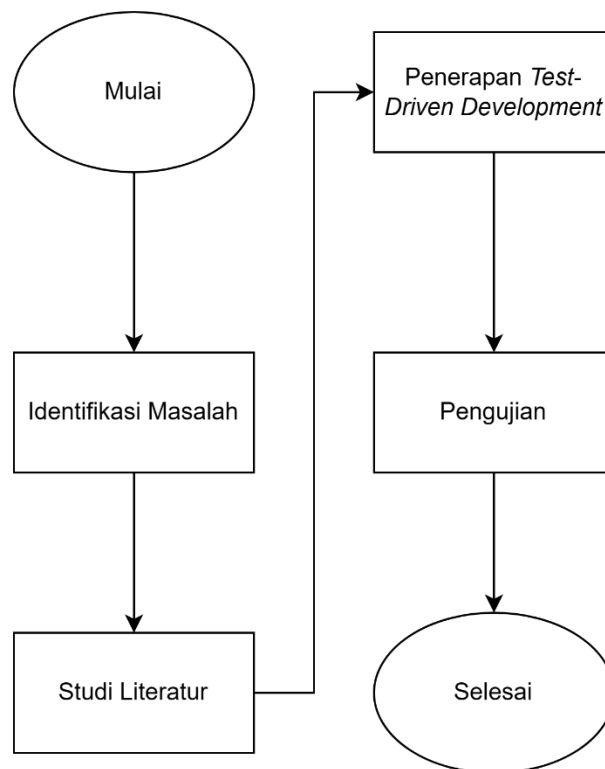
(2.1)

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.
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.

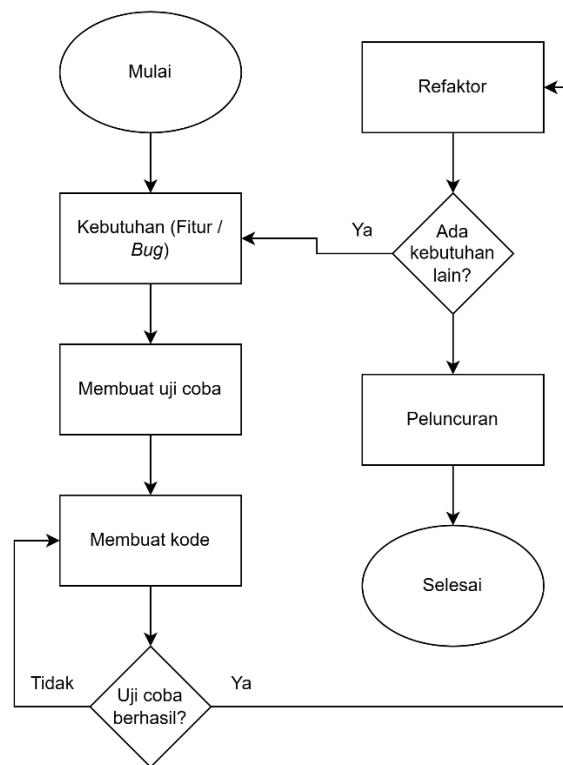
3.3.2 Bahan

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

1. Model Terlatih untuk memproses penilaian esai singkat bahasa Indonesia yang sebelumnya dibuat oleh saudari Edinia Rosa Filiana pada penelitian sebelumnya.
2. Model Terlatih untuk memproses penilaian esai singkat bahasa Inggris yang sebelumnya dibuat oleh saudari Aprilia Purwanto pada penelitian sebelumnya.

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 (Feature Request)

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.

3.4.2 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.

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.

3.4.5 Peluncuran (Deployment)

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

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 3.1 berikut adalah daftar kuesioner yang akan diajukan kepada pengguna setelah menggunakan aplikasi yang bersangkutan.

Tabel 3.1 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.

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] M. Amir, "Implementasi Pendidikan Karakter Religius pada Siswa melalui Kegiatan Tahsin Tahfidzul Quran dengan Metode Tsaqifa," *Bul. Pengemb. Perangkat Pembelajaran*, vol. 1, no. 1, Oct. 2019, doi: 10.23917/bppp.v1i1.9791.
- [5] F. Oktariano and H. Hastuti, "Buku Panduan penulisan Esai Berdasarkan Analisis Historical Thinking," vol. 2, no. 4, 2020.
- [6] K. F. Yana, L. Mu'arofah, and I. Robbaniyah, "KAJIAN YURIDIS REGULASI HUKUM PROGRAM KEBIJAKAN WAJIB BELAJAR 12 TAHUN SEBAGAI UPAYA PENANGGULANGAN PERKAWINAN ANAK DI BAWAH UMUR," vol. 8, 2022.
- [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] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] I. Glantz and H. Hurtig, "Express.js and Ktor web server performance A comparative study".
- [12] D. Smilkov *et al.*, "TensorFlow.js: Machine Learning for the Web and Beyond".
- [13] 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>

- [14] 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.
- [15] G. Steinfeld, "5 steps of test-driven development," *IBM Developer*, Feb. 06, 2020. [Online]. Available: <https://developer.ibm.com/articles/5-steps-of-test-driven-development/>
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] M. Shcherbakov, M. Balliu, and C.-A. Staicu, "Silent Spring: Prototype Pollution Leads to Remote Code Execution in Node.js".
- [21] H. Brar, T. Kaur, and Y. Rajoria, "The Better Comparison between PHP, Python-web & Node.js," *web ...*
- [22] A. Romanelli, S. Serbout, and C. Pautasso, "ExpressO: From Express.js implementation code to OpenAPI interface descriptions".
- [23] 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.
- [24] 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>
- [25] 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.
- [26] 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.
- [27] 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.

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