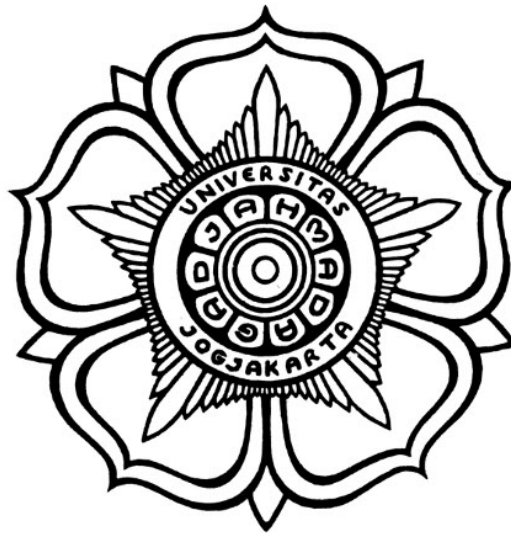


«JUDUL SKRIPSI»

SKRIPSI



THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS
Industry, Innovation and Infrastructure
Affordable and Clean Energy
Climate Action

Disusun oleh:

GIGA HIDJRIKA AURA ADKHY
21/479228/TK/52833

**PROGRAM SARJANA PROGRAM STUDI TEKNOLOGI
INFORMASI
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO DAN TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

«JUDUL SKRIPSI»

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi
Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada

Disusun oleh:

GIGA HIDJRIKA AURA ADKHY
21/479228/TK/52833

Telah disetujui dan disahkan

Pada tanggal

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing 1, S.T., M.Eng., PhD.

«NIP xxxxxx»

Dosen Pembimbing 2, S.T., M.Eng., PhD.

«NIP xxxxxx»

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama :
NIM :
Tahun terdaftar :
Program : Sarjana
Program Studi :
Fakultas : Teknik Universitas Gadjah Mada

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila dokumen ilmiah Skripsi ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Yogyakarta, tanggal-bulan-tahun

Materai Rp10.000

(Tanda tangan)

Nama Mahasiswa
NIM

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini kupersembahkan kepada kedua orang tuaku. Kupersembahkan pula kepada keluarga dan teman-teman semua, serta untuk bangsa, negara, dan agamaku.

[contoh]

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, serta petunjuk-Nya sehingga tugas akhir berupa penyusunan skripsi ini telah terselesaikan dengan baik. Dalam hal 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 Kadep>
2. <isi dengan nama Sekdep>
3. <isi dengan nama Dosen Pembimbing>
4. Kedua Orang Tua, kakak, dan adik yang selalu memberikan arahan selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
5. <isi dengan nama orang lainnya>

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, aamiin. [Contoh]

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	x
INTISARI.....	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Pengenalan Aplikasi Permainan	6
2.2.2 Dasar Teori Lainnya	7
2.3 Analisis Perbandingan Metode	7
2.4 Pertanyaan Tugas Akhir (Jika Perlu).....	7
BAB III Metode Penelitian.....	8
3.1 Alat dan Bahan Tugas akhir (Opsional).....	8
3.1.1 Alat Tugas akhir.....	8
3.1.2 Bahan Tugas akhir	8
3.2 Metode yang Digunakan.....	9
3.3 Alur Tugas Akhir	9
3.4 Etika, Masalah, dan Keterbatasan Penelitian (Opsional)).....	9
BAB IV Hasil dan Pembahasan.....	10
4.1 Pembahasan Hasil 1 (Ubah Judul Sesuai dengan Hal yang Hendak dibahas)	10
4.2 Pembahasan Hasil 2 (Ubah Judul Sesuai dengan Hal yang Hendak dibahas)	10
4.3 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Hasil Terdahulu	10
BAB V Tambahan (Opsional)	11

BAB VI Kesimpulan dan Saran.....	12
6.1 Kesimpulan.....	12
6.2 Saran.....	12
DAFTAR PUSTAKA.....	13
LAMPIRAN	L-1
L.1 Isi Lampiran.....	L-1
L.2 Panduan Latex.....	L-2
L.2.1 Syntax Dasar	L-2
L.2.1.1 Penggunaan Sitasi	L-2
L.2.1.2 Penulisan Gambar	L-2
L.2.1.3 Penulisan Tabel	L-2
L.2.1.4 Penulisan formula.....	L-2
L.2.1.5 Contoh list.....	L-3
L.2.2 Blok Beda Halaman.....	L-3
L.2.2.1 Membuat algoritma terpisah	L-3
L.2.2.2 Membuat tabel terpisah.....	L-3
L.2.2.3 Menulis formula terpisah halaman.....	L-4
L.3 Format Penulisan Referensi	L-6
L.3.1 Book	L-6
L.3.2 Handbook.....	L-8
L.4 Contoh Source Code	L-10
L.4.1 Sample algorithm	L-10
L.4.2 Sample Python code	L-11
L.4.3 Sample Matlab code	L-12

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Tabel ini	L-2
Tabel 2	Contoh tabel panjang	L-4

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Contoh gambar	7
Gambar 1	Contoh gambar.	L-2

DAFTAR SINGKATAN

[SAMPLE]

b	=	bias
$K(x_i, x_j)$	=	fungsi kernel
y	=	kelas keluaran
C	=	parameter untuk mengendalikan besarnya pertukaran antara penalti variabel slack dengan ukuran margin
L_D	=	persamaan Lagrange dual
L_P	=	persamaan Lagrange primal
\mathbf{w}	=	vektor bobot
\mathbf{x}	=	vektor masukan
ANFIS	=	Adaptive Network Fuzzy Inference System
ANSI	=	American National Standards Institute
DAG	=	Directed Acyclic Graph
DDAG	=	Decision Directed Acyclic Graph
HIS	=	Hue Saturation Intensity
QP	=	Quadratic Programming
RBF	=	Radial Basis Function
RGB	=	Red Green Blue
SV	=	Support Vector
SVM	=	Support Vector Machines

INTISARI

Intisari ditulis menggunakan bahasa Indonesia dengan jarak antar baris 1 spasi dan maksimal 1 halaman. Intisari sekurang-kurangnya berisi tentang latar belakang dan tujuan penelitian, metodologi yang digunakan, hasil penelitian, kesimpulan dan implikasi, dan Kata kunci yang berhubungan dengan penelitian.

Kata Kunci ditulis maksimal 5 kata yang paling berhubungan dengan isi skripsi. Silakan mengacu pada ACM / IEEE *Computing classification* jika Anda adalah mahasiswa Sarjana TI <http://www.acm.org/about/class/> atau mengacu kepada IEEE keywords http://www.ieee.org/documents/taxonomy_v101.pdf jika Anda berasal dari Prodi Sarjana TE.

Kata kunci : Kata kunci 1, Kata kunci 2, Kata kunci 3, Kata kunci 4, Kata kunci 5

Contoh Abstrak Teknik Elektro:

"Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengendalian suhu ruangan dengan menggunakan microcontroller. Metodologi yang digunakan adalah desain sirkuit, implementasi sistem pengendalian, dan pengujian performa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pengendalian suhu ruangan yang dikembangkan mampu mengendalikan suhu ruangan dengan akurasi sebesar $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Kesimpulan dari penelitian ini adalah sistem pengendalian suhu ruangan yang dikembangkan efektif dan efisien.

Kata kunci: microcontroller, sistem pengendalian suhu, akurasi."

Contoh Abstrak Teknik Biomedis:

"Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keefektifan prototipe alat pemantau denyut jantung berbasis elektrokardiogram (ECG) untuk pasien jantung. Metodologi yang digunakan meliputi desain dan pembuatan prototipe, pengujian dengan pasien, dan analisis data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototipe alat pemantau denyut jantung berbasis ECG memiliki akurasi yang baik dan mampu memantau denyut jantung pasien secara efektif. Kesimpulan dari penelitian ini adalah prototipe alat pemantau denyut jantung berbasis ECG merupakan solusi yang efektif dan efisien untuk memantau pasien jantung.

Kata kunci: elektrokardiogram, alat pemantau denyut jantung, akurasi."

Contoh Abstrak Teknologi Informasi:

"Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keamanan dan privasi pengguna aplikasi media sosial terpopuler. Metodologi yang digunakan meliputi analisis kebijakan privasi dan pengaturan keamanan, pengujian penetrasi, dan survei pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa aplikasi media sosial memiliki kebijakan privasi yang kurang jelas dan rendahnya tingkat keamanan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah pentingnya meningkatkan kebijakan privasi dan tingkat keamanan pada aplikasi media sosial untuk melindungi privasi dan data pengguna.

Kata kunci: media sosial, keamanan, privasi, pengguna."

ABSTRACT

Abstract ditulis italic (miring) menggunakan bahasa Inggris dengan jarak antar baris 1 spasi dan maksimal 1 halaman. Abstract adalah versi Bahasa Inggris dari intisari. Abstract dapat ditulis dalam beberapa paragraf. Baris pertama paragraph harus menjorok ke dalam sekitar 1 cm. Tidak disarankan menggunakan mesin penerjemah melainkan tulis ulang.

Keywords : Keyword 1, Keyword 2, Keyword 3, Keyword 4, Keyword 5

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesejahteraan (*well-being*) dan keterlibatan (*engagement*) mahasiswa merupakan dua pilar fundamental bagi keberhasilan proses pendidikan tinggi di era digital ini. Tekanan akademik, adaptasi sosial, serta dinamika kehidupan perkuliahan yang kompleks, terlebih dalam konteks pasca-pandemi, menuntut adanya sistem pendukung yang inovatif dan responsif [1]. Di Indonesia, khususnya di lingkungan universitas seperti Universitas Gadjah Mada (UGM), tantangan ini semakin nyata, di mana mahasiswa memerlukan akses mudah terhadap informasi, dukungan sebaya (*peer support*), serta motivasi untuk terlibat aktif dalam kegiatan positif yang menunjang perkembangan holistik mereka [2].

Di sisi lain, kemajuan pesat dalam teknologi informasi menawarkan potensi solusi yang signifikan. Kecerdasan buatan konversasional (*Conversational AI*), khususnya *chatbot* dan agen virtual, telah menunjukkan kapabilitas dalam menyediakan layanan informasi, pendampingan awal, hingga dukungan emosional skala luas [3]. Namun, keterbatasan AI generik seringkali terletak pada pemahaman konteks lokal, nuansa emosi, dan kemampuan membangun hubungan interpersonal yang otentik. Pendekatan *hybrid conversational AI*, yang mengombinasikan kekuatan model bahasa skala besar (*Large Language Models* - LLM) dengan basis pengetahuan terkurasi atau bahkan intervensi manusia, dipandang sebagai jalur prometif untuk meningkatkan empati dan relevansi interaksi [4].

Selanjutnya, konsep *gamification* atau gamifikasi, yakni penerapan elemen dan mekanisme desain permainan dalam konteks non-permainan, telah terbukti efektif dalam mendorong motivasi dan keterlibatan pengguna (*user engagement*) di berbagai domain, termasuk pendidikan dan kesehatan [5,6]. Penerapan gamifikasi dalam platform dukungan mahasiswa berpotensi meningkatkan partisipasi dalam aktivitas pengembangan diri, penggunaan sumber daya kampus, dan interaksi sosial yang positif.

Namun, implementasi sistem AI dan gamifikasi terpusat seringkali menimbulkan kekhawatiran terkait privasi data pengguna, transparansi algoritma, dan keamanan sistem penghargaan [7]. Teknologi *blockchain* menawarkan solusi potensial untuk mengatasi isu ini melalui sifatnya yang terdesentralisasi, transparan, dan *immutable* (tidak dapat diubah). Pemanfaatan *blockchain* dapat menjamin integritas data interaksi, memberikan kontrol lebih besar kepada mahasiswa atas data pribadi mereka, serta menciptakan sistem penghargaan (*reward system*) gamifikasi yang akuntabel dan terverifikasi [8,9].

Meskipun potensi masing-masing teknologi ini signifikan, sinergi dari integrasi

ketiganya—*hybrid conversational AI*, *gamification*, dan *blockchain*—dalam sebuah platform terpadu untuk mendukung mahasiswa belum banyak dieksplorasi secara komprehensif [7]. Terdapat celah penelitian (*research gap*) dalam merancang dan mengevaluasi sebuah ekosistem digital yang tidak hanya responsif dan empatik melalui AI, memotivasi melalui gamifikasi, tetapi juga aman dan transparan melalui *blockchain*, guna meningkatkan keterlibatan dan kesejahteraan mahasiswa secara simultan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi platform terintegrasi yang mengombinasikan ketiga teknologi mutakhir ini dalam konteks spesifik kehidupan mahasiswa di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini difokuskan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut:

1. Bagaimana merancang arsitektur platform terintegrasi yang efektif menggabungkan *hybrid conversational AI*, mekanisme *gamification*, dan teknologi *blockchain* untuk mendukung keterlibatan dan kesejahteraan mahasiswa?
2. Bagaimana implementasi *hybrid conversational AI* dapat memberikan interaksi yang lebih empatik, relevan secara kontekstual, dan bermanfaat bagi mahasiswa dibandingkan pendekatan AI konvensional [4]?
3. Sejauh mana mekanisme *gamification* berbasis *blockchain* yang dirancang dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan (*user engagement*) mahasiswa dalam menggunakan platform dan berpartisipasi dalam aktivitas pendukung kesejahteraan [6]?
4. Bagaimana dampak penggunaan platform terintegrasi ini terhadap indikator-indikator kesejahteraan subjektif mahasiswa (misalnya, tingkat stres yang dirasakan, rasa keterhubungan sosial, kemudahan akses informasi dukungan)?
5. Bagaimana teknologi *blockchain* dapat diimplementasikan secara efektif untuk menjamin keamanan data pengguna, transparansi sistem penghargaan gamifikasi, dan memberikan kontrol data kepada mahasiswa dalam konteks platform ini [8]?
6. Apa saja tantangan teknis, usabilitas, dan skalabilitas yang dihadapi dalam pengembangan dan implementasi platform terintegrasi semacam ini di lingkungan universitas [7]?

1.3 Tujuan Penelitian

Sejalan dengan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang arsitektur sistem untuk platform terintegrasi yang menyinergikan fungsi *hybrid conversational AI*, elemen *gamification*, dan infrastruktur *blockchain*.

2. Mengembangkan prototipe fungsional dari platform terintegrasi tersebut.
3. Mengimplementasikan modul *hybrid conversational AI* yang mampu merespons kebutuhan informasi dan memberikan dukungan percakapan awal yang empatik kepada mahasiswa.
4. Mengintegrasikan sistem *gamification* yang memanfaatkan *blockchain* untuk pencatatan poin/prestasi dan pengelolaan sistem penghargaan yang transparan dan aman.
5. Mengevaluasi tingkat keterlibatan pengguna (*user engagement*) pada platform melalui metrik kuantitatif (misalnya, frekuensi interaksi, penyelesaian tugas gamifikasi) dan kualitatif (misalnya, wawancara, survei).
6. Menganalisis dampak platform terhadap persepsi kesejahteraan mahasiswa menggunakan instrumen pengukuran yang relevan (misalnya, kuesioner skala kesejahteraan, analisis sentimen percakapan).
7. Menganalisis aspek keamanan, privasi data, dan kelayakan teknis dari implementasi *blockchain* dalam platform.

1.4 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini lebih terarah dan mendalam, ruang lingkupnya dibatasi sebagai berikut:

1. **Objek Penelitian:** Fokus pada desain, pengembangan prototipe, dan evaluasi platform terintegrasi yang menggabungkan *hybrid conversational AI*, *gamification*, dan *blockchain* untuk mahasiswa. Studi kasus dapat difokuskan pada mahasiswa UGM atau lingkungan universitas serupa di Indonesia.
2. **Teknologi:** Implementasi *hybrid conversational AI* akan menggunakan kombinasi *Pre-trained LLM* Gemini dengan RAG berbasis dokumen kesehatan mental UGM. Implementasi *blockchain* akan menggunakan EDUChain (L2 Ethereum) untuk fitur *achievement badges minting*. Mekanisme *gamification* akan mencakup *badges*, *points*, dan sistem *levelling*.
3. **Metode Penelitian:** Menggunakan pendekatan *Design Science Research* (DSR) yang meliputi tahap desain artifak (platform), pengembangan prototipe, dan evaluasi. Evaluasi akan menggunakan metode campuran (*mixed methods*), menggabungkan analisis data log penggunaan platform, survei, dan/atau wawancara dengan kelompok pengguna terbatas.
4. **Waktu dan Tempat Penelitian:** Penelitian dilaksanakan dalam periode [Sebutkan periode, misal: Semester Gasal 2024/2025 hingga Semester Genap 2024/2025] di lingkungan [Sebutkan, misal: Laboratorium Departemen Teknik Elektro dan Tek-

nologi Informasi UGM dan melibatkan partisipan mahasiswa UGM secara daring].

5. **Populasi dan Sampel:** Populasi adalah mahasiswa aktif [Sebutkan jenjang, misal: S1] di [Sebutkan Fakultas/Universitas]. Sampel untuk evaluasi adalah sejumlah [Sebutkan jumlah, misal: 30-50] mahasiswa yang dipilih melalui [Sebutkan metode sampling, misal: purposive sampling atau voluntary sampling].
6. **Variabel dan Indikator:** Variabel independen adalah penggunaan platform dan fitur-fiturnya. Variabel dependen meliputi metrik *user engagement* (misal: frekuensi login, durasi sesi, jumlah interaksi AI, progres gamifikasi) dan indikator kesejahteraan (misal: skor skala PSS - Perceived Stress Scale, skor skala koneksi sosial, feedback kualitatif).
7. **Keterbatasan Penelitian:** Penelitian ini tidak mencakup implementasi skala penuh di seluruh universitas. Evaluasi aspek kesejahteraan bersifat subjektif berdasarkan persepsi pengguna. Aspek keamanan *blockchain* dievaluasi pada level prototipe dan tidak mencakup audit keamanan ekstensif. Model AI mungkin memiliki keterbatasan dalam menangani semua topik atau kondisi kesehatan mental yang kompleks dan tidak menggantikan konseling profesional.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat signifikan bagi berbagai pihak:

- **Bagi Mahasiswa:** Menyediakan akses terhadap platform digital inovatif yang dapat mendukung kebutuhan informasi, interaksi sosial, motivasi, dan akses ke sumber daya kesejahteraan secara terintegrasi, aman, dan menarik.
- **Bagi Institusi Pendidikan (UGM dan lainnya):** Memberikan model dan bukti konsep (*proof-of-concept*) mengenai pemanfaatan teknologi AI, *gamification*, dan *blockchain* untuk meningkatkan layanan dukungan mahasiswa, engagement, dan strategi peningkatan kesejahteraan di era digital.
- **Bagi Komunitas Akademik dan Riset:** Menambah khazanah ilmu pengetahuan di bidang Teknik Informasi, khususnya terkait interaksi manusia-komputer (HCI), AI dalam pendidikan (*AI in Education*), aplikasi *blockchain* non-finansial, dan desain sistem terintegrasi untuk kesejahteraan digital (*digital well-being*). Menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya di area ini.
- **Bagi Pengembang Teknologi:** Memberikan wawasan praktis mengenai tantangan dan strategi dalam mengintegrasikan tiga teknologi kompleks (*conversational AI*, *gamification*, *blockchain*) dalam satu platform yang berfokus pada pengguna akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan laporan skripsi ini akan mengikuti sistematika sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan, menguraikan latar belakang masalah, justifikasi pentingnya penelitian, rumusan masalah yang akan dijawab, tujuan yang ingin dicapai, batasan ruang lingkup penelitian, manfaat yang diharapkan, serta sistematika penulisan laporan skripsi.

Bab II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori, menyajikan kajian literatur terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang relevan di bidang *conversational AI*, *gamification* dalam pendidikan/kesejahteraan, aplikasi *blockchain* terkait, serta *user engagement* dan kesejahteraan mahasiswa. Bab ini juga memaparkan landasan teori yang mendasari konsep dan teknologi yang digunakan dalam penelitian.

Bab III Metodologi Penelitian, menjelaskan secara rinci pendekatan penelitian yang digunakan (*Design Science Research*), tahapan perancangan arsitektur platform, spesifikasi teknis pengembangan prototipe (termasuk pemilihan teknologi AI, *blockchain*, dan *gamification*), metode pengumpulan data, serta desain dan instrumen evaluasi platform.

Bab IV Hasil dan Pembahasan, menyajikan hasil dari implementasi prototipe platform, data yang terkumpul selama tahap evaluasi (baik kuantitatif maupun kualitatif), serta analisis mendalam terhadap hasil tersebut dikaitkan dengan tujuan penelitian dan pertanyaan penelitian. Pembahasan juga mencakup analisis terhadap tantangan teknis dan usability yang ditemukan.

Bab V Kesimpulan dan Saran, merangkum temuan-temuan utama penelitian, menyajikan kesimpulan yang menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian, serta memberikan saran praktis bagi pengembangan platform lebih lanjut dan rekomendasi untuk penelitian di masa mendatang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Berisi tugas akhir-tugas akhir terdahulu yang terkait dengan judul skripsi yang dilakukan. Hal ini meliputi skripsi, tesis, atau publikasi terdahulu yang terkait dengan judul skripsi yang diusulkan. Lakukan pembahasan secara sistematis dengan menjelaskan masalah apa yang dilakukan oleh tugas akhir terdahulu, kontribusi yang dilakukan, serta analisis penulis terkait dengan keunggulan dan keterbatasan tugas akhir.

Setelah membahas berbagai tugas akhir terdahulu, maka alangkah baiknya penulis melakukan rangkuman terutama terkait dengan peluang pengembangan atau tugas akhir yang akan dilakukan.

2.2 Dasar Teori

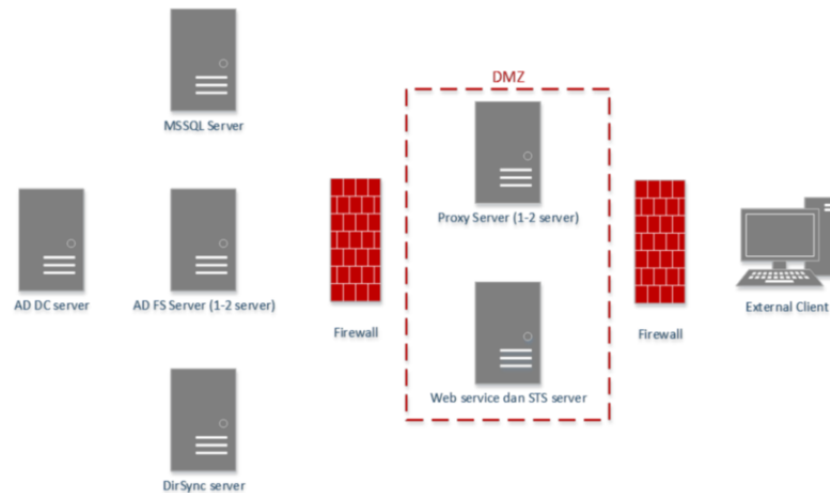
Berisi teori-teori yang menjadi dasar solusi atau produk hasil skripsi. Dasar teori pada umumnya diperoleh melalui buku referensi, publikasi tugas akhir, dan informasi web yang dapat dipertanggungjawabkan. Hindari penggunaan dasar teori melalui tautan wikipedia, surat kabar, atau portal berita.

2.2.1 Pengenalan Aplikasi Permainan

Proses pembuatan *game* dimulai dari pembuatan *game design document* dimana dokumen ini akan menjadi landasan pengembangan *game* tersebut serta menginformasikan gambaran keseluruhan *game* yang akan dibuat [10]. *Catatan: apapun yang diambil dari tulisan orang lain harus disitasi seperti dicontohkan [10].*

Game design document adalah sebuah bagian penting dalam pembuatan *game* baik itu elemen-elemen penyusunnya maupun proses pengembangannya. *Game design* yang telah dibuat, dijabarkan satu persatu mengenai tahapan dalam pembuatan *game* dan hasilnya disatukan dalam bentuk dokumentasi *game design document* yang digunakan oleh *developer* sebagai buku petunjuk bagaimana membuat *game* [11].

Dalam buku *Game Design Essentials* disebutkan *game design document* merupakan metode yang menghubungkan elemen-elemen penyusun *game*, baik itu *art*, *sound*, *program*, *gameplay* sehingga semuanya terdokumentasi menjadi satu dan menjadi acuan bagi para *developer* dalam membuat *game* [12].



Gambar 2.1. Contoh gambar [11]

2.2.2 Dasar Teori Lainnya

2.3 Analisis Perbandingan Metode

Di dalam tinjauan pustaka hasil akhirnya adalah analisis secara kualitatif atau pun secara kuantitatif kelebihan dan kekurangan metode jika dikaitkan dengan masalah, batasan-batasan masalah dan solusi yang diinginkan. Analisis kuantitatif tidak wajib tetapi mempunyai nilai tambah di dalam tugas akhir saudara. Bagian ini menjelaskan kenapa metode tersebut dipilih dan uraikan dengan lebih jelas metode pelaksanaan tugas akhir yang ingin Anda lakukan.

2.4 Pertanyaan Tugas Akhir (Jika Perlu)

Pertanyaan tugas akhir bersifat opsional dan dapat ditambahkan untuk menekankan hal-hal yang hendak diketahui dari tugas akhir berdasar pada tujuan tugas akhir. Pertanyaan tugas akhir dikenal dengan RQ (*Research Question*) dan harus memiliki keterkaitan dengan RO (*Research Objective*). Satu RO dapat memiliki satu atau lebih dari satu RQ.

BAB III

METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode atau cara yang digunakan dalam penelitian ini untuk mencapai maksud dan tujuan seperti yang tertulis dalam sub-bab 1.3 [jika diinginkan, kalian dapat menuliskan Kembali tujuan penelitian yang ingin dicapai di sini].

3.1 Alat dan Bahan Tugas akhir (Opsional)

3.1.1 Alat Tugas akhir

Alat-alat yang digunakan pada tugas akhir ini berupa perangkat keras maupun perangkat lunak sebagai sarana pendukung antara lain. Kemukakan secara detail sesuai dengan kebutuhan tugas akhir dan juga tambahkan spesifikasi minimum sehingga peneliti lain yang hendak melakukan hal yang sama bisa melakukannya :

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 Windows 10, Intel Core i7 4570M CPU, Memori 4GB DDR 3, grafis Intel HD4300.
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
3. *Game creation platform* versi 3.3.2 untuk Stencyl dan Construct2.
4. CORELDRAW X7, Tiled dan GIMP 2

3.1.2 Bahan Tugas akhir

Bahan tugas akhir adalah segala sesuatu yang bersifat fisik atau digital yang digunakan untuk kebutuhan tugas akhir. Bahan tugas akhir dapat berupa:

1. Bahan habis pakai. Bahan yang digunakan untuk tugas akhir. Sebagai contoh mungkin dibutuhkan kertas transparansi, baterai, atau yang lain
2. Bahan yang berupa data atau informasi yang menjadi dataset tugas akhir. Dataset tugas akhir dapat berupa:
 - Dataset pihak lain yang diperoleh dengan izin atau dalam lisensi yang diizinkan untuk digunakan secara langsung
 - Dataset pihak pertama yang disusun sendiri melalui kuisisioner, observasi, atau interview

- Dokumen panduan yang mengacu pada standar, hasil tugas akhir, atau artikel yang disitasi dan digunakan.

3.2 Metode yang Digunakan

Bagian ini membahas metode atau cara yang akan digunakan dalam penelitian, tahapan penerapan metode, dan desain penelitian (misalnya apakah penelitian akan menggunakan eksperimen di Laboratorium atau di lapangan, misalkan saja penelitian biomedis atau penelitian alat ukur hama yang dapat dilakukan di laboratorium ataupun di lapangan, atau menggunakan metode survei (misalnya untuk teknologi Informasi), studi kasus, atau analisis dengan perangkat lunak (ETAP, LTSpice, dst), atau *prototyping* (pembuatan perangkat keras).

Bagian ini juga membahas bagaimana data [akan] dianalisis, apakah dengan membandingkan keluaran beberapa alat ukur, membandingkan dengan standar atau bagaimana.

3.3 Alur Tugas Akhir

Menguraikan prosedur yang akan digunakan dan jadwal atau alur penyelesaian setiap tahap. Alur penelitian ini dapat disajikan dalam bentuk diagram. Diagram dapat disusun dengan aturan yang baik semisal menggunakan *flowchart*. Aturan dan tutorial pembuatan *flowchart* dapat dilihat di <http://ugm.id/flowcharttutorial>. Setelah menggambarkannya, penulis wajib menjelaskan langkah-langkah setiap alur tugas akhir dalam sub bab tersendiri sesuai dengan kebutuhan.

3.4 Etika, Masalah, dan Keterbatasan Penelitian (Opsional)

Bagian ini membahas pertimbangan etis penelitian dan [potensi] masalah serta keterbatasannya. Jika menyangkut penelitian dengan makhluk hidup, maka dibutuhkan adanya *ethical clearance*, di bagian ini hal itu akan dibahas. Demikian juga tentang keterbatasan ataupun masalah yang akan timbul.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembahasan Hasil 1 (Ubah Judul Sesuai dengan Hal yang Hendak dibahas)

Poin pertama adalah membahas tujuan penelitian pertama. Dapat ditambahkan beberapa sub bab jika diperlukan.

4.2 Pembahasan Hasil 2 (Ubah Judul Sesuai dengan Hal yang Hendak dibahas)

Poin kedua adalah membahas tujuan penelitian kedua. Dapat ditambahkan beberapa sub bab jika diperlukan. Dapat juga diteruskan ke Sub Bab Pembahasan hasil 3 dan seterusnya, jika ada tiga atau lebih tujuan penelitian.

4.3 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Hasil Terdahulu

Pembahasan penutup dapat menjelaskan mengenai kelebihan hasil pengembangan / penelitian dan kekurangan dibandingkan dengan skripsi atau penelitian terdahulu atau perbandingan terhadap produk lain yang ada di pasaran. Penulis dapat menggunakan tabel untuk membandingkan secara gamblang dan menjelaskannya.

BAB V

TAMBAHAN (OPSIONAL)

Anda boleh menambahkan Bab jika diperlukan. Jumlah Bab tidak harus sesuai dengan *template*.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dapat diawali dengan apa yang dilakukan dengan tugas akhir ini lalu dilanjutkan dengan poin-poin yang menjawab tujuan penelitian, apakah tujuan sudah tercapai atau belum, tentunya berdasarkan data ataupun hasil dari Bab pembahasan sebelumnya. Dalam beberapa hal, kesimpulan dapat juga berisi tentang temuan/*findings* yang Anda dapatkan setelah melakukan pengamatan dan atau analisis terhadap hasil penelitian.

6.2 Saran

Saran berisi hal-hal yang bisa dilanjutkan dari penelitian atau skripsi ini, yang belum dilakukan karena batasan permasalahan. Saran bukan berisi saran kepada sistem atau pengguna, tetapi saran diberikan kepada aspek penelitian yang dapat dikembangkan dan ditambahkan di penelitian atau skripsi selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. B. Organization, “Supporting student well-being in a digital learning environment,” 2021, accessed May 6, 2025. [Online]. Available: <https://www.ibo.org/research/wellbeing-research/supporting-student-wellbeing-in-a-digital-learning-environment-2021/>
- [2] W. A. Fatihah, M. E. Putri, A. D. E. Putri, I. Ratnadhita, and M. Dayyan, “PENGARUH CYBERSECURITY TERHADAP KESEJAHTERAAN MENTAL MAHASISWA DI ERA DIGITAL: STUDI LITERATUR,” *Liberosis: Jurnal Psikologi dan Bimbingan Konseling*, vol. 10, no. 2, pp. 21–30, 2025. [Online]. Available: <https://ejournal.warunayama.org/index.php/liberosis/article/view/10212>
- [3] A. Mohsen, S. Mehmood, and A. El-Sayed, “Using ai chatbots in education: Recent advances challenges and use case,” *Algorithms*, vol. 17, no. 3, p. 99, 2024, preprint available at <https://eprints.whiterose.ac.uk/id/eprint/182133/1/Using>
- [4] C. El Morr, G. Maupomé, and A. Jaramillo, “Empathic conversational agent platform designs and their evaluation in the context of mental health: Systematic review,” *JMIR Mental Health*, vol. 11, p. e58974, 2024. [Online]. Available: <https://mental.jmir.org/2024/1/e58974>
- [5] J. López-Belmonte, A.-J. Moreno-Guerrero, J.-A. López-Núñez, and F.-J. Hinojo-Lucena, “Gamification as a strategy to increase motivation and engagement in higher education chemistry students,” *Computers*, vol. 10, no. 10, p. 132, 2021. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/355362073_Gamification_as_a_Strategy_to_Increase_Motivation_and_Engagement_in_Higher_Education_Chemistry_Students
- [6] A. F. Allehaidan and W. M. N. W. Zainon, “Gamification and student engagement in higher education: The moderating role of concentration,” *Amazonia Investiga*, vol. 13, no. 79, pp. 308–320, 2024. [Online]. Available: <https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/2808>
- [7] A. Haleem, M. Javaid, R. P. Singh, and R. Suman, “Digital transformation of education: An integrated framework for metaverse, blockchain, and ai-driven learning,” in *Proceedings of ERSeGEL 2025 - Workshop on Extended Reality and Serious Games for E-Learning*, 2025, pp. 33–41. [Online]. Available: <https://www.scitepress.org/Papers/2025/134994/134994.pdf>
- [8] S. Alharthi, “Blockchain in education: Transforming learning, credentialing, and academic data management,” *International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE)*, vol. 20, 2024. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/385081605_Blockchain_in_Education_Transforming_Learning_Credentialing_and_Academic_Data_Management
- [9] M. Rizky *et al.*, “Use of blockchain technology in implementing information system security on education,” *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*, vol. 4, no. 1, pp. 167–171, 2021. [Online]. Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/best/article/view/3640>

- [10] R. Ferdiana, "Agile software engineering framework for evaluating mobile application development," *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 3, no. 12, pp. 89–93, 2012.
- [11] L. E. Nugroho, "E-book as a platform for exploratory learning interactions," *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, vol. 11, no. 01, pp. 62–65, 2016. [Online]. Available: <http://www.online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/5011>
- [12] S. Wibirama, S. Tungjitkusolmun, and C. Pintavirooj, "Dual-camera acquisition for accurate measurement of three-dimensional eye movements," *IEEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering*, vol. 8, no. 3, pp. 238–246, 2013.
- [13] P. I. Santosa, "User's preference of web page length," *International Journal of Research and Reviews in Computer Science*, pp. 180–185, 2011.
- [14] N. A. Setiawan, "Fuzzy decision support system for coronary artery disease diagnosis based on rough set theory," *International Journal of Rough Sets and Data Analysis (IJRSDA)*, vol. 1, no. 1, pp. 65–80, 2014.
- [15] C. P. Wibowo, P. Thumwarin, and T. Matsuura, "On-line signature verification based on forward and backward variances of signature," in *Information and Communication Technology, Electronic and Electrical Engineering (JICTEE), 2014 4th Joint International Conference on*. IEEE, 2014, pp. 1–5.
- [16] D. A. Marenda, A. Nasikun, and C. P. Wibowo, "Digitory, a smart way of learning islamic history in digital era," *arXiv preprint arXiv:1607.07790*, 2016.
- [17] C. P. Wibowo, "Clustering seasonal performances of soccer teams based on situational score line," *Communications in Science and Technology*, vol. 1, no. 1, 2016.

Catatan: Daftar pustaka adalah apa yang dirujuk atau disitasi, bukan apa yang telah dibaca, jika tidak ada dalam sitasi maka tidak perlu dituliskan dalam daftar pustaka.

LAMPIRAN

L.1 Isi Lampiran

Lampiran bersifat opsional bergantung hasil kesepakatan dengan pembimbing dapat berupa:

1. Bukti pelaksanaan Kuesioner seperti pertanyaan kuesioner, resume jawaban responden, dan dokumentasi kuesioner.
2. Spesifikasi Aplikasi atau Sistem yang dikembangkan meliputi spesifikasi teknis aplikasi, tautan unduh aplikasi, manual penggunaan aplikasi, hingga screenshot aplikasi.
3. Cuplikan kode yang sekiranya penting dan ditambahkan.
4. Tabel yang terlalu panjang yang masih diperlukan tetapi tidak memungkinkan untuk ditayangkan di bagian utama skripsi.
5. Gambar-gambar pendukung yang tidak terlalu penting untuk ditampilkan di bagian utama. Akan tetapi, mendukung argumentasi/pengamatan/analisis.
6. Penurunan rumus-rumus atau pembuktian suatu teorema yang terlalu panjang dan terlalu teknis sehingga Anda berasumsi bahwa pembaca biasa tidak akan menelaah lebih lanjut. Hal ini digunakan untuk memberikan kesempatan bagi pembaca tingkat lanjut untuk melihat proses penurunan rumus-rumus ini.

LAMPIRAN

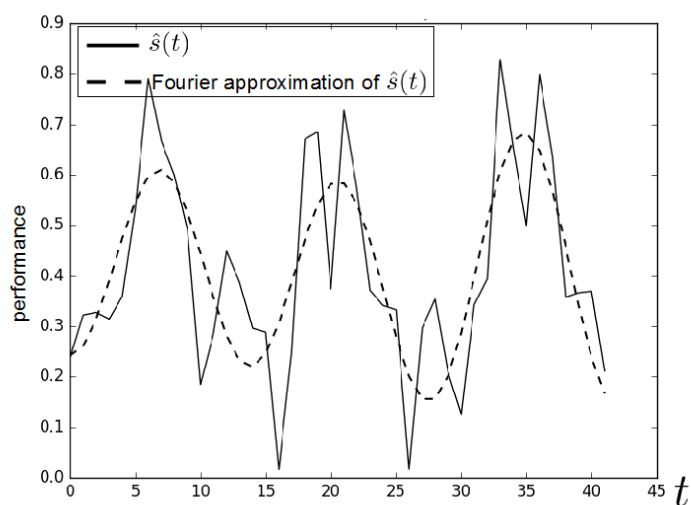
L.2 Panduan Latex

L.2.1 Syntax Dasar

L.2.1.1 Penggunaan Sitasi

Contoh penggunaan sitasi [11, 13] [14] [15] [16] [12, 17]

L.2.1.2 Penulisan Gambar



Gambar 1. Contoh gambar.

Contoh gambar terlihat pada Gambar 1. Gambar diambil dari [17].

L.2.1.3 Penulisan Tabel

Tabel 1. Tabel ini

ID	Tinggi Badan (cm)	Berat Badan (kg)
A23	173	62
A25	185	78
A10	162	70

Contoh penulisan tabel bisa dilihat pada Tabel 1.

L.2.1.4 Penulisan formula

Contoh penulisan formula

$$L_{\psi_z} = \{t_i \mid v_z(t_i) \leq \psi_z\} \quad (1)$$

Contoh penulisan secara *inline*: $PV = nRT$. Untuk kasus-kasus tertentu, kita membutuhkan perintah "mathit" dalam penulisan formula untuk menghindari adanya jeda saat penulisan formula.

Contoh formula **tanpa** menggunakan "mathit": $PVA = RTD$

Contoh formula **dengan** menggunakan "mathit": $PVA = RTD$

L.2.1.5 Contoh list

Berikut contoh penggunaan list

1. First item
2. Second item
3. Third item

L.2.2 Blok Beda Halaman

L.2.2.1 Membuat algoritma terpisah

Untuk membuat algoritma terpisah seperti pada contoh berikut, kita dapat memanfaatkan perintah *algstore* dan *algrestore* yang terdapat pada paket *algcompatible*. Pada dasarnya, kita membuat dua blok algoritma dimana blok pertama kita simpan menggunakan *algstore* dan kemudian di-restore menggunakan *algrestore* pada algoritma kedua. Perintah tersebut dimaksudkan agar terdapat kesinamungan antara kedua blok yang sejatinya adalah satu blok.

Algorithm 1 Contoh algorima

```
1: procedure CREATESET( $v$ )  
2:   Create new set containing  $v$   
3: end procedure
```

Pada blok algoritma kedua, tidak perlu ditambahkan caption dan label, karena sudah menjadi satu bagian dalam blok pertama. Pembagian algoritma menjadi dua bagian ini berguna jika kita ingin menjelaskan bagian-bagian dari sebuah algoritma, maupun untuk memisah algoritma panjang dalam beberapa halaman.

```
4: procedure CONCATSET( $v$ )  
5:   Create new set containing  $v$   
6: end procedure
```

L.2.2.2 Membuat tabel terpisah

Untuk membuat tabel panjang yang melebihi satu halaman, kita dapat mengganti kombinasi *table* + *tabular* menjadi *longtable* dengan contoh sebagai berikut.

Tabel 2. Contoh tabel panjang

header 1	header 2
foo	bar
foo	bar
foo	bar
foo	bar
foo	bar
foo	bar
foo	bar
foo	bar
foo	bar
foo	bar
foo	bar
foo	bar

L.2.2.3 Menulis formula terpisah halaman

Terkadang kita butuh untuk menuliskan rangkaian formula dalam jumlah besar sehingga melewati batas satu halaman. Solusi yang digunakan bisa saja dengan memindahkan satu blok formula tersebut pada halaman yang baru atau memisah rangkaian formula menjadi dua bagian untuk masing-masing halaman. Cara yang pertama mungkin akan menghasilkan alur yang berbeda karena ruang kosong pada halaman pertama akan diisi oleh teks selanjutnya. Sehingga di sini kita dapat memanfaatkan *align* yang sudah diatur dengan mode *allowdisplaybreaks*. Penggunaan *align* ini memungkinkan satu rangkaian formula terpisah berbeda halaman.

Contoh sederhana dapat digambarkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 x &= y^2 \\
 x &= y^3 \\
 a + b &= c \\
 x &= y - 2 \\
 a + b &= d + e \\
 x^2 + 3 &= y \\
 a(x) &= 2x
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

$$b_i = 5x$$

$$10x^2 = 9x$$

$$2x^2 + 3x + 2 = 0$$

$$5x - 2 = 0$$

$$d = \log x$$

$$y = \sin x$$

LAMPIRAN

L.3 Format Penulisan Referensi

Penulisan referensi mengikuti aturan standar yang sudah ditentukan. Untuk internasionalisasi DTETI, maka penulisan referensi akan mengikuti standar yang ditetapkan oleh IEEE (*International Electronics and Electrical Engineers*). Aturan penulisan ini bisa diunduh di <http://www.ieee.org/documents/ieeecitationref.pdf>. Gunakan Mendeley sebagai *reference manager* dan *export* data ke format Bibtex untuk digunakan di Latex.

Berikut ini adalah sampel penulisan dalam format IEEE:

L.3.1 Book

Basic Format:

- [1] J. K. Author, "Title of chapter in the book," in Title of His Published Book, xth ed. City of Publisher, Country: Abbrev. of Publisher, year, ch. x, sec. x, pp. xxx-xxx.

Examples:

- [1] B. Klaus and P. Horn, Robot Vision. Cambridge, MA: MIT Press, 1986.
- [2] L. Stein, "Random patterns," in Computers and You, J. S. Brake, Ed. New York: Wiley, 1994, pp. 55-70.
- [3] R. L. Myer, "Parametric oscillators and nonlinear materials," in Nonlinear Optics, vol. 4, P. G. Harper and B. S. Wherret, Eds. San Francisco, CA: Academic, 1977, pp. 47-160.
- [4] M. Abramowitz and I. A. Stegun, Eds., Handbook of Mathematical Functions (Applied Mathematics Series 55). Washington, DC: NBS, 1964, pp. 32-33.
- [5] E. F. Moore, "Gedanken-experiments on sequential machines," in Automata Studies (Ann. of Mathematical Studies, no. 1), C. E. Shannon and J. McCarthy, Eds. Princeton, NJ: Princeton Univ. Press, 1965, pp. 129-153.
- [6] Westinghouse Electric Corporation (Staff of Technology and Science, Aerospace Div.), Integrated Electronic Systems. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1970.
- [7] M. Gorkii, "Optimal design," Dokl. Akad. Nauk SSSR, vol. 12, pp. 111-122, 1961 (Transl.: in L. Pontryagin, Ed., The Mathematical Theory of Optimal Processes. New York: Interscience, 1962, ch. 2, sec. 3, pp. 127-135).
- [8] G. O. Young, "Synthetic structure of industrial plastics," in Plastics, vol. 3,

Polymers of Hexadromicon, J. Peters, Ed., 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1964, pp. 15-64.

L.3.2 Handbook

Basic Format:

- [1] Name of Manual/Handbook, x ed., Abbrev. Name of Co., City of Co., Abbrev. State, year, pp. xx-xx.

Examples:

- [1] Transmission Systems for Communications, 3rd ed., Western Electric Co., Winston Salem, NC, 1985, pp. 44-60.
- [2] Motorola Semiconductor Data Manual, Motorola Semiconductor Products Inc., Phoenix, AZ, 1989.
- [3] RCA Receiving Tube Manual, Radio Corp. of America, Electronic Components and Devices, Harrison, NJ, Tech. Ser. RC-23, 1992.

Conference/Prosiding

Basic Format:

- [1] J. K. Author, "Title of paper," in Unabbreviated Name of Conf., City of Conf., Abbrev. State (if given), year, pp.xxx-xxx.

Examples:

- [1] J. K. Author [two authors: J. K. Author and A. N. Writer] [three or more authors: J. K. Author et al.], "Title of Article," in [Title of Conf. Record as], [copyright year] © [IEEE or applicable copyright holder of the Conference Record]. doi: [DOI number]

Sumber Online/Internet

Basic Format:

- [1] J. K. Author. (year, month day). Title (edition) [Type of medium]. Available: [http://www.\(URL\)](http://www.(URL))

Examples:

- [1] J. Jones. (1991, May 10). Networks (2nd ed.) [Online]. Available: <http://www.atm.com>

Skripsi, Tesis dan Disertasi

Basic Format:

- [1] J. K. Author, "Title of thesis," M.S. thesis, Abbrev. Dept., Abbrev. Univ., City of Univ., Abbrev. State, year.

[2] J. K. Author, "Title of dissertation," Ph.D. dissertation, Abbrev. Dept., Abbrev. Univ., City of Univ., Abbrev. State, year.

Examples:

[1] J. O. Williams, "Narrow-band analyzer," Ph.D. dissertation, Dept. Elect. Eng., Harvard Univ., Cambridge, MA, 1993. [2] N. Kawasaki, "Parametric study of thermal and chemical nonequilibrium nozzle flow," M.S. thesis, Dept. Electron. Eng., Osaka Univ., Osaka, Japan, 1993

LAMPIRAN

L.4 Contoh Source Code

L.4.1 Sample algorithm

Algorithm 2 Kruskal's Algorithm

```
1: procedure MAKESET( $v$ )
2:   Create new set containing  $v$ 
3: end procedure
4:
5: function FINDSET( $v$ )
6:   return a set containing  $v$ 
7: end function
8:
9: procedure UNION( $u, v$ )
10:  Unites the set that contain  $u$  and  $v$  into a new set
11: end procedure
12:
13: function KRUSKAL( $V, E, w$ )
14:   $A \leftarrow \{\}$ 
15:  for each vertex  $v$  in  $V$  do
16:    MakeSet( $v$ )
17:  end for
18:  Arrange  $E$  in increasing costs, ordered by  $w$ 
19:  for each  $(u, v)$  taken from the sorted list do
20:    if FindSet( $u$ )  $\neq$  FindSet( $v$ ) then
21:       $A \leftarrow A \cup \{(u, v)\}$ 
22:      Union( $u, v$ )
23:    end if
24:  end for
25:  return  $A$ 
26: end function
```

L.4.2 Sample Python code

```
1 import numpy as np
2
3 def incmatrix (genl1 , genl2):
4     m = len (genl1)
5     n = len (genl2)
6     M = None #to become the incidence matrix
7     VT = np.zeros ((n*m,1) , int) #dummy variable
8
9     #compute the bitwise xor matrix
10    M1 = bitxormatrix (genl1)
11    M2 = np.triu (bitxormatrix (genl2) ,1)
12
13    for i in range (m-1):
14        for j in range (i+1, m):
15            [r,c] = np.where (M2 == M1[i , j])
16            for k in range (len (r)):
17                VT[(i)*n + r[k]] = 1;
18                VT[(i)*n + c[k]] = 1;
19                VT[(j)*n + r[k]] = 1;
20                VT[(j)*n + c[k]] = 1;
21
22    if M is None:
23        M = np.copy (VT)
24    else:
25        M = np.concatenate ((M, VT) , 1)
26
27    VT = np.zeros ((n*m,1) , int)
28
29    return M
```

L.4.3 Sample Matlab code

```
1 function X = BitXorMatrix(A,B)
2 %function to compute the sum without charge of two vectors
3
4 %convert elements into unsigned integers
5 A = uint8(A);
6 B = uint8(B);
7
8 m1 = length(A);
9 m2 = length(B);
10 X = uint8(zeros(m1, m2));
11 for n1=1:m1
12     for n2=1:m2
13         X(n1, n2) = bitxor(A(n1), B(n2));
14     end
15 end
```