

BAB I

PENDAHULUAN

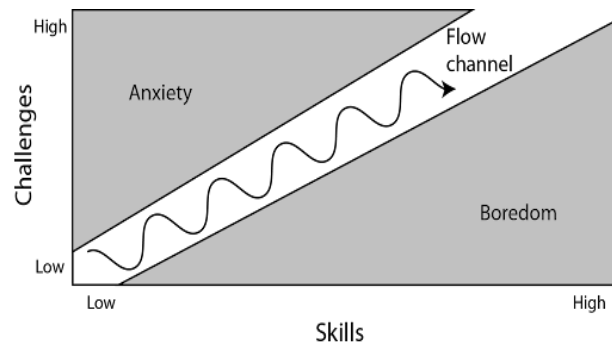
1.1 Latar Belakang

Di era modern, teknologi sangat penting untuk mendukung pembelajaran. Hal ini sejalan dengan amanat Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, yang mendefinisikan pendidikan sebagai upaya untuk menciptakan lingkungan dan proses pembelajaran di mana peserta didik dapat secara aktif mengembangkan potensi dirinya. Mereka termasuk aspek spiritual, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, dan akhlak mulia, serta berbagai keterampilan yang diperlukan untuk diri sendiri, komunitas, bangsa, dan negara. Dalam praktiknya, berbagai alat teknologi seperti laptop, proyektor, dan perangkat lainnya telah menjadi alat pendukung yang umum (Amin et al., 2023). Smartphone atau gawai elektronik adalah salah satu perangkat yang paling populer, terutama di kalangan siswa.

Membangun kemampuan berpikir logis, analitis, dan pemecahan masalah sangat bergantung pada matematika sebagai mata pelajaran dasar. Namun, banyak siswa sekolah dasar masih kesulitan mempelajari hitungan dasar, terutama perkalian dan pembagian. Sebagai hasil dari wawancara yang dilakukan dengan wali kelas 5 dan 6 di SDN 1 Cikondang, diketahui bahwa hanya sekitar 30% siswa kelas 5 dapat melakukan perkalian sederhana dengan benar, sementara sebagian besar siswa masih mengalami kesulitan dengan angka yang lebih besar. Siswa sering lupa konsep pembagian bersusun dan kesulitan memahami langkah-langkah pengerjaan di kelas 6. Selain itu, guru melaporkan bahwa siswa mengalami konsentrasi yang rendah dan kejenuhan selama proses pembelajaran, terutama dalam hal materi yang membutuhkan hafalan dan latihan berulang. Kondisi ini menunjukkan bahwa media alternatif diperlukan, yang dapat menyajikan konten dengan cara yang lebih menarik, interaktif, dan sesuai dengan kemampuan siswa.

Sementara itu, observasi terhadap empat *game* matematika yang ada menunjukkan sejumlah kelemahan yang perlu diatasi dalam pengembangan media baru. Kelemahan tersebut meliputi ketidakseimbangan tingkat kesulitan soal, yang bervariasi dari terlalu mudah hingga terlalu sulit, dan adanya iklan yang berlebihan yang mengganggu dan berpotensi menimbulkan risiko keamanan bagi anak-anak. Dari sisi desain dan teknis, *game* yang ada memiliki masalah seperti pengulangan soal yang membosankan, kurangnya variasi tantangan, sedikitnya elemen audio yang mendukung, navigasi yang tidak jelas, serta kendala teknis berupa *bug* dan waktu *loading* yang lama. Selain itu, beberapa *game* dikeluhkan memiliki waktu pengerjaan yang terlalu singkat dan instruksi yang membingungkan, sehingga menghambat interaksi dan pemahaman pengguna anak-anak.

Meskipun *game* edukasi memiliki potensi, efektivitasnya sering terhambat oleh masalah yang memengaruhi minat dan motivasi pemain. Keluhan utama dari pengguna mencakup tingkat kesulitan soal yang tidak sesuai dianggap terlalu sulit sehingga menyebabkan frustrasi dan waktu pengerjaan yang terlalu singkat, yang meningkatkan tekanan dan mengurangi kesenangan (Soedargo & Junaedi, 2022). Selain itu, pengulangan soal tanpa variasi membuat pengalaman bermain menjadi membosankan dan monoton, sementara beberapa pengguna merasa *game* tersebut kurang menantang, sehingga gagal mempertahankan keterlibatan jangka panjang. Untuk mengatasi masalah tingkat kesulitan yang statis ini, beberapa penelitian menyarankan implementasi Dynamic Difficulty Adjustment (DDA). DDA adalah pendekatan pembelajaran yang menyesuaikan tingkat kesulitan permainan secara otomatis berdasarkan kemampuan dan kemajuan belajar setiap individu, yang bertujuan untuk mencegah kebosanan atau kesulitan berlebihan, serta dibangun di atas *Theory of Flow* oleh Mihaly Csikszentmihalyi (Krisdiawan et al., 2023) yang dapat dilihat pada Gambar dibawah.



Gambar 1.1 Flow Channel Mihaly Csikszentmihalyi

Di zaman digital sekarang, cara mengajar yang biasa sering kali kurang efisien karena bersifat pasif, sedangkan anak-anak biasanya lebih tertarik pada media interaktif seperti permainan dibandingkan dengan metode lama (Yulyanto et al., 2024). Oleh sebab itu, permainan edukatif memiliki potensi besar untuk meningkatkan motivasi dan partisipasi siswa dalam pembelajaran matematika, sebab dapat menyajikan konsep yang rumit secara visual, membantu mereka memahami materi sulit dengan lebih baik, serta menciptakan suasana belajar yang lebih hidup (Yulyanto et al., 2024). Elemen kompetisi, penghargaan, dan tantangan dalam permainan dapat membantu siswa mencapai keadaan flow, sementara genre RPG (Role-Playing Game) berbasis giliran khususnya mendukung pembelajaran matematika dengan memberi kesempatan kepada pemain untuk berpikir secara strategis dan menyelesaikan soal pada ritme yang teratur. Metode ini tidak hanya menjadikan proses belajar lebih menarik, tetapi juga memungkinkan pemantauan kemajuan siswa dengan cara yang efektif (Krisdiawan et al., 2025).

Untuk mengatasi masalah pembelajaran, penelitian ini bertujuan mengembangkan *Game* Matematika RPG (Role-Playing Game) berbasis Android dengan sistem giliran yang lebih menyenangkan dan tidak membuat pemain merasa jenuh. *Game* ini akan mengimplementasikan algoritma Fuzzy Mamdani untuk menyesuaikan tingkat kesulitan soal matematika secara dinamis. Fuzzy Mamdani dipilih karena kemampuannya menangani

ketidakpastian dan memberikan keputusan adaptif, dengan penentuan adakesulitan didasarkan pada parameter seperti waktu, dan jumlah salah menjawab. Pendekatan adaptif ini diharapkan dapat menciptakan tantangan yang lebih efektif dan menjaga motivasi pemain.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, beberapa permasalahan dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Kurangnya variasi bahan ajar dan media pembelajaran interaktif untuk mata pelajaran matematika, sehingga proses belajar mengajar yang mengandalkan media konvensional terasa monoton dan memicu kejenuhan siswa dalam menguasai operasi hitung dasar.
2. Game matematika yang tersedia saat ini tidak memfasilitasi guru untuk memantau kompetensi siswa, serta memiliki ketidakselarasan antara konten permainan dengan materi pelajaran yang diajarkan di kelas.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan Identifikasi Masalah diatas, rumusan masalah yang akan menjadi fokus penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang bangun game matematika bergenre RPG *turn-based* dengan implementasi algoritma Fuzzy Mamdani sebagai media pembelajaran interaktif dan menyenangkan untuk melengkapi keterbatasan bahan ajar konvensional?
2. Bagaimana merancang dan membangun game matematika berbasis Android yang menyelaraskan konten permainan dengan materi pelajaran matematika dasar di sekolah, sekaligus mengintegrasikan fitur manajemen guru (*teacher dashboard*) untuk memonitor dan mengevaluasi kompetensi siswa secara sistematis?

1.4 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan pengembangan dan penelitian *game* Matematika Bertema RPG *Turn-Based*, berikut ini adalah batasan-batasan yang diterapkan:

1. Platform Pengembangan

Game yang dikembangkan akan berbasis platform Android, sehingga implementasi dan pengujian hanya dilakukan pada perangkat Android versi paling minimal yaitu Android 7.

2. Jenis *Gameplay*

Game yang dibuat merupakan *game* edukasi RPG *Turn-Based* dengan mekanik *Gameplay* berupa penyelesaian soal matematika dasar (penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian) untuk menyerang musuh.

3. Pengembangan Sistem

Pendekatan yang diterapkan dalam penelitian ini untuk mengembangkan perangkat lunak adalah Game Development Life Cycle (GDLC).

4. Pemodelan Sistem

Pemodelan Sistem Perancangan dan pemodelan sistem berorientasi objek dengan menggunakan standar Unified Modeling Language (UML) serta dukungan perangkat lunak Rational Rose.

5. Alat Pengembangan dan *Tool* Pemrograman Mobile Android

Pengembangan *game* edukasi ini dibangun secara spesifik untuk platform Android menggunakan *game engine* Unity yang diintegrasikan dengan modul Android Build Support (Android SDK/NDK) untuk kebutuhan kompilasi ke dalam format aplikasi mobile. Penulisan instruksi program (*scripting*) menggunakan bahasa C# melalui editor Visual Studio Code, serta memanfaatkan layanan Firebase untuk pengelolaan basis data secara real-time.

6. Sistem Penyesuaian Kesulitan

Tingkat kesulitan permainan diatur secara dinamis dengan menggunakan algoritma Fuzzy Mamdani. Penyesuaian ini dilakukan berdasarkan evaluasi dua variabel input utama dari kinerja pemain: Waktu menyelesaikan (durasi yang dibutuhkan pemain untuk menyelesaikan pertandingan) dan Jumlah Salah (jumlah kesalahan jawaban yang dibuat pemain).

7. Pengolahan Data

Sistem ini memanfaatkan realtime *database* milik Firebase yang bertujuan untuk pengelolaan data siswa, guru, serta menyimpan ringkasan nilai dari hasil permainan.

8. Fokus Materi Matematika

Game ini berfungsi sebagai alat pembelajaran yang menekankan pada konsep-konsep dasar matematika dan sesuai dengan Kurikulum Merdeka untuk siswa di kelas 4, 5, dan 6. Materi matematika yang tersedia mencakup operasi dasar seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Tingkat kesulitan meningkat seiring dengan peningkatan kelas, dimulai dengan angka puluhan di Kelas 4 dan berkembang menjadi ratusan di Kelas 5 dan ribuan di Kelas 6.

9. Target Pengguna

Game ini dirancang untuk pemain dengan usia minimal 9 tahun dan maksimal 12 tahun.

10. Digit

Letak angka pada bilangan, terdiri dari digit tunggal hingga 5 digit.

11. Fitur *Game*

Game ini tidak mencakup fitur *multiplayer* atau sistem pembelian dalam aplikasi (*in-app purchase*), dan hanya fokus pada *Gameplay single-player*.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah:

1. Menerapkan algoritma *Fuzzy Mamdani*, untuk menyesuaikan kurva kesulitan soal dan memberikan permainan yang menantang, tidak membosankan, dan adaptif.
2. Membuat satu *game* tidak hanya dijadikan sebagai hiburan juga sebagai media pembelajaran dan diberikan nilai edukasi kepada siswa dan juga guru dapat memantau perkembangan siswa.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara akademik dan praktik sebagai berikut:

A. Manfaat Akademik

1. Pengembangan Ilmu Pengetahuan

Penelitian ini berkontribusi pada kemajuan teknologi di bidang pendidikan, terutama melalui penerapan algoritma *Fuzzy Mamdani* untuk menyesuaikan tingkat kesulitan soal dalam permainan matematika dasar.

2. Referensi untuk Penelitian Selanjutnya

Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan yang berharga bagi pengembangan permainan edukasi lainnya yang mengadopsi pendekatan algoritmik demi meningkatkan pengalaman pengguna.

B. Manfaat Praktis

1. Bagi Pemain :

Untuk para pemain, permainan ini dibuat khusus untuk mengasah keterampilan menghitung dengan cara yang menyenangkan dan menantang. Dengan memberikan pilihan pembelajaran yang lebih menarik dibanding teknik tradisional, permainan ini bertujuan untuk meningkatkan semangat dan motivasi pemain dalam belajar matematika.

2. Bagi Pengembang *Game* :

Menyediakan contoh penerapan algoritma *Fuzzy Mamdani* yang efektif untuk menyesuaikan tingkat kesulitan soal secara dinamis. Hal ini memungkinkan pengembang untuk mengadaptasi konsep ini ke dalam berbagai *genre game* lainnya.

1.7 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan Latar Belakang yang telah diuraikan, pertanyaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah *game* RPG *Turn-Based* edukasi matematika dengan menerapkan algoritma *Fuzzy Mamdani* dapat membantu dalam penyesuaian tingkat kesulitan soal berdasarkan kemampuan dan kepahaman siswa. Sehingga, siswa tertarik bermain sambil belajar matematika?

1.8 Hipotesis Penelitian

Adapun Hipotesis dari penelitian ini yaitu:

1. Implementasi algoritma Fuzzy Mamdani dalam *game* RPG pendidikan matematika yang bersifat *turn-based* dapat dengan dinamis meningkatkan pengalaman bermain. Dengan menyesuaikan tingkat kesulitan soal matematika sesuai dengan waktu, dan jumlah salah, *game* ini dapat memberikan tantangan yang ideal untuk setiap pemain, yang akan pada akhirnya meningkatkan semangat belajar siswa. Penggunaan sistem yang dapat beradaptasi ini membuat pengalaman bermain menjadi lebih menarik sekaligus efektif dalam memperbaiki pemahaman matematika dasar.

1.9 Metodologi Penelitian

Untuk mendapatkan data penelitian, metode dan teknik penelitian yang tepat harus ditetapkan. Bagian ini akan menjelaskan metode penelitian dengan mempertimbangkan karakteristik dan landasan pilihannya. Secara umum, ulasan tersebut mencakup metode pengumpulan data, metode analisis

atau pemecahan masalah, dan, jika diperlukan, metode pengembangan sistem.

1.9.1 Metode Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data yang dilakukan penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Observasi (Pengamatan)

Data diperoleh melalui pengamatan terhadap fenomena yang muncul pada berbagai *game* edukasi matematika yang tersedia di platform seperti *Google Play Store*. Proses observasi komentar dan ulasan pengguna, serta fitur-fitur *game* yang berkaitan dengan tingkat kesulitan dan pengalaman bermain.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan wali kelas 5 dan 6 SD dengan tujuan kegiatan untuk memeriksa seberapa baik siswa memahami operasi dasar matematika, mengenali kelemahan dan tantangan dalam proses belajar, serta mengetahui kebutuhan untuk mengembangkan permainan edukatif yang lebih efektif.

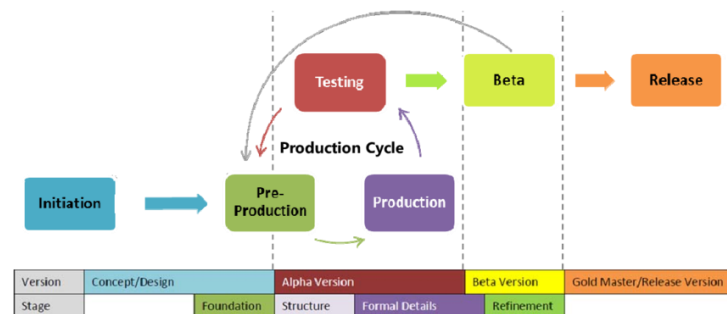
3. Studi Pustaka

Informasi dan referensi dikumpulkan dari jurnal, buku, dan artikel ilmiah yang relevan, terutama terkait penerapan algoritma Fuzzy Mamdani dalam pengelolaan tingkat kesulitan, serta pengembangan *game* edukasi.

1.9.2 Metode Pengembangan Sistem

Sepanjang proses pengembangan game, penting untuk memiliki alur rancangan yang jelas. GDLC (*Game Development Life Cycle*), yang terdiri dari 6 tahapan: inisialisasi, pra-produksi, produksi, pengujian alpha, beta, dan versi rilis, adalah salah satu metode yang paling umum digunakan. Pada awalnya, metode ini menggunakan tahapan SDLC (*System Development Life Cycle*), tetapi kemudian

telah berubah untuk mengikuti tren teknologi terbaru (Ariyana et al., 2022).



Gambar 1.2 Game Development Life Cycle (GDLC) (Krisdiawan et al., 2021)

Pada gambar diatas terdapat tahapan mengenai Metode Pengembangan Sistem GDLC (*Game Development Life Cycle*) yang akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Initiation

Pada penelitian ini, peneliti akan membuat pengembangan *game* yaitu *game* edukasi matematika berbasis Android dengan *genre* RPG *turn-based*. Peneliti akan mengimplementasi algortima *Fuzzy Mamdani* bertujuan untuk menyesuaikan tingkat kesulitan soal secara dinamis berdasarkan kelas, yang membuat pemain bermain mengarah pada pengalaman yang lebih menarik dan efektif. Menggunakan waktu, dan jumlah salah, untuk mengembangkan sistem *game* yang menyesuaikan tingkat kesulitan soal.

2. Pre-Production

Pada tahapan ini peneliti menggambarkan alur permainan, karakter-karakter yang ada pada *game*, serta mekanisme permainan seperti pertarungan dengan mengalahkan monster menggunakan soal matematika dasar. Peneliti akan merancang desain antarmuka menarik dan mudah digunakan, dengan mempermudah penekanan pada elemen untuk mendukung

pengalaman belajar sambil bermain. Implementasi pertama algoritma *Fuzzy Mamdani* untuk mengatur parameter tingkat kesulitan soal yang di ukur. Peneliti juga menulis kode yang menghubungkan logika permainan, interaksi pemain dengan monster, dan penghitungan dampak dari jawaban benar atau salah. Pengembangan dasar *game* dilakukan di sini oleh peneliti, meliputi pembangunan *engine game* dasar, antarmuka untuk pengguna, dan penancangan algoritma *Fuzzy Mamdani*.

3. Production

Pada tahapan ini dilakukan pengujian internal terlebih dahulu untuk memeriksa kestabilan sistem dan fungsi dasar. Peneliti menguji apakah sistem secara dinamis untuk menyesuaikan kesulitan sesuai dengan kemampuan pemain dan memberikan sebuah *feedback* yang relevan (Skor jawaban, dll). Lalu peneliti memperbaiki masalah-masalah teknis apabila terjadinya *bug* yang ditemukan selama pengujian produksi.

4. Testing

Pada tahap ini peneliti memusatkan perhatian pada pengujian yang lebih mendalam serta perbaikan *bug*, dengan tujuan untuk memastikan stabilitas permainan dan kelancaran fungsi algoritma *Fuzzy Mamdani*. Menguji semua elemen permainan, termasuk mekanisme pertarungan, dan penyesuaian tingkat kesulitan soal, untuk memastikan semuanya berfungsi dengan baik. Menguji kestabilan permainan di berbagai perangkat Android dan mengurangi *bug* yang mungkin mengganggu pengalaman bermain.

5. Beta

Pada tahapan ini, *game* diuji oleh pengguna *beta tester* yang lebih luas untuk mendapatkan *feedback* terkait *Gameplay*, kesulitan, dan pengalaman keseluruhan. Mengumpulkan data tentang bagaimana pemain merasakan tingkat kesulitan soal pada

gamenya dan apakah mereka merasa tantangan *game* sesuai dengan kemampuan mereka. Mengevaluasi apakah perlu melakukan penyesuaian lebih lanjut pada algoritma guna meningkatkan akurasi dalam menyesuaikan tingkat kesulitan.

6. Release

Tahapan ini *game* siap untuk dipasarkan setelah pengujian selesai dan hasil umpan balik beta telah diterapkan. *Game* dirilis di platform Android dan dapat diunduh oleh pengguna. Mengamati *feedback* dari pengguna setelah rilis untuk memastikan tidak ada masalah besar yang belum teridentifikasi.

1.9.3 Metode Penyelesaian Masalah

1. *Fuzzy Mandani*

Metode logika *fuzzy* yang dikenal sebagai *fuzzy Mamdani* dimaksudkan untuk membantu pengambilan keputusan berdasarkan data yang samar atau tidak pasti. Metode berbasis aturan menggunakan IF-THEN rules untuk mengubah input menjadi output. Nilai keanggotaan, juga dikenal sebagai fungsi keanggotaan, adalah komponen utama penalaran dalam teori himpunan *fuzzy*, dimana peranan derajat keanggotaan untuk sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangat penting. Metode ini sangat efektif dalam situasi di mana sistem harus menangani parameter yang subjektif, seperti tingkat kesulitan *game*, yang dapat ditetapkan berdasarkan skor dan waktu.

A. Logika *Fuzzy Mamdani*

a. Himpunan *Fuzzy*

Konsep himpunan *fuzzy* berbeda dengan himpunan klasik (*crisp*). Pada himpunan klasik, nilai keanggotaan suatu elemen x dalam himpunan A , yang dilambangkan dengan $\mu_A(x)$, hanya memiliki dua nilai diskrit:

- 1) Nilai 1, yang berarti x sepenuhnya merupakan anggota himpunan A ,
- 2) Nilai 0, yang berarti x sama sekali bukan anggota himpunan A .

b. Fungsi Keanggotaan

Sebuah kurva yang menggambarkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaan juga disebut sebagai derajat keanggotaan adalah fungsi keanggotaan. Nilai keanggotaan berada di antara 0 dan 1. Pendekatan fungsi adalah salah satu cara untuk menghitungnya.

c. Operator Dasar Operasi Himpunan *Fuzzy*

Kombinasi konvensional dari berbagai operasi yang dimaksudkan untuk menggabungkan dan mengubah himpunan *fuzzy*. Berikut ini adalah contoh kalimat tentang bagaimana aturan logika fuzzy diterapkan: "Jika (IF) kondisi input 1 dan (AND) kondisi input 2 terpenuhi, maka (THEN) hasilnya adalah output.".

d. Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi menghasilkan input himpunan fuzzy yang dihasilkan dari komposisi aturan fuzzy, dan outputnya adalah bilangan *crisp* dalam domain himpunan fuzzy tersebut. Tujuannya adalah mengubah hasil inferensi fuzzy menjadi nilai numerik tertentu yang dapat digunakan dalam proses pengambilan keputusan atau manajemen sistem.

Metode Centroid (Center of Gravity—COG) adalah salah satu metode defuzzifikasi yang paling umum digunakan. Ini menghasilkan nilai z^* dengan menemukan titik pusat area dari himpunan fuzzy hasil komposisi. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

Centroid Method (COG - Center of Gravity):

$$\mathbf{z} = \frac{\int \mathbf{z} \cdot \mu(\mathbf{z}) d\mathbf{z}}{\int \mu(\mathbf{z}) d\mathbf{z}}$$

1.10 Jadwal Penelitian

Tabel 1. 1 Jadwal Kegiatan Penelitian

Nama Kegiatan	November				Desember				Januari				Februari				Maret			
	Minggu ke				Minggu ke				Minggu ke				Minggu ke				Minggu ke			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengumpulan Kebutuhan																				
SUP																				
Initiation																				
Pre-Production																				
Production																				
Testing																				
Beta																				
Release																				
SHP																				
Sidang																				

1.11 Sistematika Penelitian

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bagian yang membahas tentang latar belakang masalah, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, pertanyaan penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penelitian.

BAB II : LANDASAN TEORITIS

Bab ini menjelaskan teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan sebagai dasar pembahasan, mekanisme pengolahan data, penelitian sebelumnya dan kerangka teoritis.

BAB III: ANALISA DAN PERANCANGAN

Pada bab ini membahas tentang deskripsi sistem, analisis kebutuhan sistem, analisis sistem yang sedang berjalan, analisis penyelesaian masalah dan analisis perancangan.

BAB IV : IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini membahas spesifikasi software yang dibuat, implementasi antar muka dan menjalankan tampilan input dan output, membahas tentang beberapa bagian yang penting dari listing program yang berhubungan dengan materi skripsi.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi Kesimpulan terhadap aplikasi program yang sudah dibuat keseluruhan, dan dikemukakan saran-saran untuk perbaikan serta pengembangan