

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang Masalah

Pemerintah meluncurkan sistem sertifikasi halal daring untuk UMKM. Sistem mempermudah proses permohonan sertifikat secara signifikan. Para pelaku usaha dapat mengajukan berkas melalui portal online. Tim auditor memverifikasi kelayakan produk dengan cepat. Lembaga Pemerintah menerbitkan sertifikat halal dalam waktu singkat. Kebijakan baru mendapat apresiasi positif dari masyarakat (Kementerian Koperasi dan UKM, 2022).

Perkembangan ekonomi halal Indonesia menunjukkan tren sangat positif. Pertumbuhan ekonomi Indonesia tahun 2023 tercatat sebesar 5,05 persen. Pencapaian mendorong PDB per kapita mencapai Rp 75 juta (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2024). Indonesia naik ke posisi ketiga dalam peringkat *Global Islamic Economy Indicator* (GIEI) secara keseluruhan (DinarStandard, 2023). Negara Indonesia mempertahankan posisi keduanya pada Indikator Makanan Halal (DinarStandard, 2023). Indonesia mempertahankan posisi ketiga pada Indikator Fesyen Muslim (DinarStandard, 2023).

Ekspor Indonesia ke negara-negara anggota Organisasi Kerjasama Islam (OKI) mencapai nilai fantastis. Nilai ekspor tercatat sebesar US\$ 13,38 miliar pada tahun 2022 (DinarStandard, 2023). Pencapaian menempatkan Indonesia sebagai salah satu dari dua negara anggota OKI masuk 10 besar eksportir utama ke kawasan OKI. Indonesia memiliki keunggulan dengan jumlah penduduk muslim sangat besar. Jumlah penduduk muslim mencapai lebih dari 236 juta jiwa (LPPOM, 2024). Potensi besar dapat menjadikan Indonesia sebagai pusat perdagangan halal dunia.

Sertifikasi halal merupakan proses esensial untuk memastikan produk-produk beredar. Proses menjamin semua produk memenuhi standar syariat Islam. Pemohon harus mengajukan berbagai dokumen teknis dan operasional komprehensif. Tim auditor kemudian melakukan verifikasi terhadap kelengkapan dan keabsahan

dokumen-dokumen. Proses manual sering kali memakan waktu lama dan berisiko tinggi terhadap kesalahan. Penerapan teknologi kecerdasan buatan dapat mempercepat dan mempermudah evaluasi dokumen sertifikat halal.

*Text Cleaning* merupakan tahap awal fundamental dalam pemrosesan teks. Tahap memberikan dampak besar terhadap kualitas analisis data. Data bersih dan terstruktur menjadi fondasi utama untuk analisis akurat (W. He et al., 2024a). Proses membantu menghilangkan *noise* seperti tanda baca tidak relevan (W. He et al., 2024b). *Text Cleaning* membersihkan format tidak konsisten dalam kumpulan teks (Hou et al., 2024). Pembersihan secara signifikan meningkatkan kualitas data untuk langkah selanjutnya.

Ketidakseimbangan data merupakan masalah kritis dalam pembelajaran mesin. Masalah menyebabkan distribusi kelas tidak merata dalam sebuah *dataset* (Chatterjee & Byun, 2025). Model klasifikasi cenderung lebih fokus pada kelas mayoritas dominan (F. Yang et al., 2025). Kelas minoritas sering terabaikan dalam proses pembelajaran (Y. X. He et al., 2024). Fenomena berdampak signifikan pada evaluasi dokumen sertifikat halal. Akurasi model menurun secara signifikan ketika menghadapi data tidak seimbang.

Teknik *Adaptive Synthetic Sampling* (ADASYN) menawarkan solusi inovatif untuk masalah ketidakseimbangan data (Alabdullah et al., 2024). Metode memperbanyak sampel kelas minoritas secara sintetis. ADASYN mempertimbangkan distribusi lokal data secara cermat (Mustapha et al., 2025). Teknik menghasilkan data sintetis lebih adaptif terhadap kompleksitas pola data (Sakib et al., 2024). Pendekatan baru secara efektif mengatasi kelemahan metode sebelumnya. ADASYN memperhatikan karakteristik spesifik dari setiap wilayah data (Zhong et al., 2025).

*Tomek links* memberikan pendekatan komplementer untuk menangani ketidakseimbangan data (Tomek, 1976). Metode menerapkan teknik *undersampling* pada kelas mayoritas (Zheng et al., 2025). Proses menghapus pasangan data terdekat antara kelas mayoritas dan minoritas. Penghapusan terutama menyasar pasangan data dianggap sebagai *outlier* atau *noise* (Liu et al., 2024).

Penghilangan sampel-sampel ambigu membantu meningkatkan margin pemisah antara kelas (Farou et al., 2024). Hasil akhirnya adalah proses klasifikasi menjadi lebih mudah dan akurat.

Integrasi ADASYN dan *Tomek links* menciptakan pendekatan *hybrid* powerful untuk menangani ketidakseimbangan data. Kombinasi menawarkan keseimbangan optimal bagi distribusi kelas. Metode meningkatkan keberagaman data minoritas melalui generasi sampel sintetis. Pendekatan mengurangi redundansi pada data mayoritas dengan penghapusan sampel ambigu. Sinergi kedua teknik telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi praktis. Solusi *hybrid* mengatasi tantangan ketidakseimbangan data pada deteksi penipuan dan diagnosis medis.

*Retrieval-Augmented Generation* (RAG) merupakan terobosan terkini dalam pemrosesan bahasa alami. Model tidak hanya mengandalkan pengetahuan internal dari pelatihan. RAG memperkaya konteksnya dengan mengambil informasi relevan dari basis pengetahuan eksternal. Dalam konteks sertifikasi halal, sistem dapat mengakses regulasi halal terbaru. Model mampu mengambil data dari daftar bahan dan dokumen referensi lainnya. Kemampuan sangat crucial untuk pengambilan keputusan akurat dalam proses sertifikasi.

Penerapan RAG dalam klasifikasi dokumen halal memberikan keunggulan kontekstual signifikan. Model memahami nuansa dan kompleksitas dokumen sertifikasi dengan lebih baik. Sistem mengintegrasikan informasi dari berbagai sumber pengetahuan eksternal secara efektif. Kemampuan sangat critical untuk dokumen dengan terminologi teknis dan konsep keagamaan kompleks. Pendekatan memerlukan pemahaman mendalam terhadap regulasi dan standar halal terkini. Integrasi pengetahuan eksternal menghasilkan akurasi klasifikasi lebih tinggi.

Integrasi teknik *sampling* dengan RAG menciptakan *Framework* komprehensif untuk klasifikasi dokumen halal. Pendekatan *hybrid* mengatasi dua tantangan utama secara bersamaan. *Framework* menangani masalah ketidakseimbangan data melalui metode *sampling* tepat. Sistem meningkatkan pemahaman kontekstual melalui mekanisme RAG canggih. Model dilatih pada data seimbang dan berkualitas tinggi. Hasilnya adalah kemampuan memahami konteks secara mendalam untuk

klasifikasi akurat.

Penelitian sebelumnya oleh Kurniawati & Rochman (2023) telah merancang model optimasi distribusi produk halal. Mahardika et al. (2023) mengembangkan sistem rekomendasi kuliner halal dalam penelitian terpisah. Kamari et al. (2025) memperkenalkan metode canggih dalam pengambilan keputusan multikriteria. Hasnan et al. (2024) menyumbangkan perkembangan penting dalam bidang sama. Penelitian membangun di atas fondasi telah dibuat oleh para Penelitian sebelumnya. Penelitian menghadirkan pendekatan inovatif specifically dirancang untuk klasifikasi teks pada dokumen sertifikasi halal.

Metodologi penelitian mengikuti *Pipeline* terstruktur dan komprehensif. Tahap pertama merupakan proses *Text Cleaning*. Proses memastikan kualitas data input optimal untuk tahap selanjutnya. Penelitian kemudian menerapkan teknik ADASYN dan *Tomek links* pada data telah dibersihkan. Teknik menyeimbangkan distribusi kelas dalam *dataset* secara efektif. Tahap akhir mengimplementasikan model RAG untuk melakukan klasifikasi dengan memanfaatkan pengetahuan eksternal.

*Novelty* penelitian diperkenalkan melalui pendekatan integratif tiga elemen fundamental. Kombinasi teknik ADASYN, *Tomek links*, dan *framework* RAG menjadi terobosan baru dalam klasifikasi dokumen halal. Integrasi ketiga komponen secara spesifik dirancang untuk mengatasi karakteristik unik dokumen sertifikasi halal. Pendekatan *hybrid* ini tidak hanya menyeimbangkan distribusi data tetapi memperkaya representasi teks. Kerangka kerja terintegrasi menjawab tantangan ganda dalam pemrosesan dokumen halal melalui solusi komprehensif.

Penelitian sejalan dengan agenda transformasi digital pemerintah Indonesia. Adopsi teknologi kecerdasan buatan dalam proses sertifikasi halal merupakan langkah strategis penting. Langkah secara signifikan meningkatkan daya saing nasional di kancah global. Pemanfaatan teknologi mutakhir memperkuat infrastruktur halal nasional secara menyeluruh. Indonesia dapat memposisikan diri sebagai leader dalam inovasi halal digital. Posisi kepemimpinan membawa manfaat besar bagi perkembangan ekonomi syariah nasional.

Pengembangan model *sampling* menggunakan RAG dengan ADASYN dan *Tomek links* merupakan respons komprehensif terhadap tantangan klasifikasi teks. Pendekatan mengintegrasikan berbagai teknik canggih secara sinergis dan efektif. Penelitian diharapkan dapat memberikan dampak positif signifikan bagi kalangan akademisi. Implementasi model memberikan manfaat nyata bagi para praktisi industri halal. Kontribusi penelitian mendukung pengembangan ekonomi halal Indonesia lebih maju. Hasil akhirnya adalah terciptanya sistem ekonomi halal berkelanjutan dan kompetitif.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Permasalahan ketidakseimbangan kelas (*Class ImBalance*) dalam klasifikasi teks dokumen sertifikasi halal merupakan tantangan signifikan perlu adanya solusi. Data sertifikasi halal cenderung memiliki distribusi tidak seimbang, dengan jumlah dokumen berlabel "positif" secara signifikan melebihi dokumen "negatif" atau "netral". Kondisi mengakibatkan bias klasifikasi. Model memiliki kecenderungan kuat untuk memprediksi kelas mayoritas, sementara akurasi prediksi untuk kelas minoritas memiliki nilai kritis dalam proses sertifikasi tidak optimal. Penelitian mengusulkan solusi integratif melalui penerapan *Adaptive Synthetic Sampling* (ADASYN) untuk augmentasi data minoritas secara adaptif dikombinasikan dengan *Tomek links* untuk eliminasi sampel ambigu. Pendekatan diharapkan mampu menyeimbangkan distribusi data sekaligus mempertahankan karakteristik esensial dari *dataset* asli. Keberhasilan implementasi metode akan memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan reliabilitas sistem verifikasi sertifikasi halal, khususnya dalam mendeteksi potensi pelanggaran secara lebih akurat dan komprehensif

## 1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan, permasalahan utama dalam pengembangan model klasifikasi teks untuk dokumen sertifikasi halal dapat dirumuskan ke dalam pertanyaan penelitian: Bagaimana

mengatasi bias klasifikasi yang disebabkan oleh ketidakseimbangan distribusi kelas antara dokumen berlabel "positif" dan "negatif/netral" dalam *dataset* sertifikasi halal? Ketidakseimbangan ini menyebabkan model cenderung mengabaikan kelas minoritas untuk mendeteksi potensi pelanggaran.

#### 1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sebuah model klasifikasi teks yang *robust* dan handal guna mengatasi tantangan ketidakseimbangan kelas dan optimalisasi fitur pada data dokumen sertifikasi halal. Penelitian bertujuan menciptakan solusi integratif tidak hanya meningkatkan akurasi klasifikasi secara keseluruhan, tetapi memastikan deteksi akurat terhadap kelas minoritas yang kritis dalam proses sertifikasi halal.

#### 1.5 Kebaruan (*Novelty*)

*Novelty* penelitian ini secara eksplisit terletak pada pengembangan *framework hybrid* spesifik-domain yang mengintegrasikan teknik penanganan ketidakseimbangan data ADASYN dan *Tomek links* dengan model *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) yang dioptimalkan khusus untuk klasifikasi dokumen sertifikasi halal. Kebaruan pertama terwujud dalam sinergi sistematis antara augmentasi data adaptif dan pembersihan *boundary* yang dirancang khusus untuk karakteristik distribusi kelas ekstrem dalam *dataset* halal. Kontribusi orisinal penelitian mencakup pengembangan *Knowledge Base* terstruktur yang mengkurasi regulasi dinamis, daftar bahan kritikal, dan fatma kontemporer sebagai fondasi mekanisme RAG. Nilai inovasi utama terletak pada kemampuan *framework* tidak hanya menyeimbangkan data secara statistik tetapi menyematkan pengetahuan domain eksplisit ke dalam proses klasifikasi. Keunikan implementasi tercermin dari adaptasi mendalam terhadap kompleksitas terminologi syariah dan konteks regulasi yang menjadi pembeda utama dari pendekatan generik. Kerangka kerja ini secara fundamental mengatasi keterbatasan model generik dengan menghasilkan keputusan yang secara simultan akurat secara statistik dan relevan secara syariah.

Kebaruan aplikasi bersifat domain-spesifik karena dirancang khusus mengakomodasi karakteristik unik ekosistem halal Indonesia yang meliputi aspek linguistik, regulasi, dan religius. Integrasi keseluruhan komponen menciptakan solusi klasifikasi teks pertama yang secara komprehensif menjawab tantangan ganda dalam pemrosesan dokumen halal.

Penelitian menggunakan teknik ADASYN dan *Tomek links* untuk mengatasi masalah ketidakseimbangan kelas yang kritis dalam *dataset* sertifikasi halal. ADASYN menghasilkan sampel sintetik secara adaptif untuk kelas minoritas "Negative" berdasarkan tingkat kesulitan pembelajaran. Teknik ini memfokuskan generasi sampel baru di area *decision boundary* yang paling kompleks. *Tomek links* kemudian berfungsi sebagai pembersih dengan menghilangkan sampel mayoritas yang ambigu.

*Framework Retrieval-Augmented Generation* (RAG) diintegrasikan untuk memperkaya pemahaman kontekstual model. Sistem ini secara aktif mengambil informasi dari basis pengetahuan eksternal yang berisi regulasi halal. *Knowledge Base* yang dikurasi menyediakan akses kepada daftar bahan kritikal dan fatwa terbaru. Mekanisme RAG memungkinkan klasifikasi tidak hanya berdasarkan pola statistik. Keputusan klasifikasi menjadi lebih dapat dipertanggungjawabkan karena dilandasi pengetahuan domain.

Solusi menangani masalah ketidakseimbangan kelas dalam *dataset*. Usulan menerapkan kombinasi teknik ADASYN dan *Tomek links* sebagai bagian dari pra-pemrosesan data. ADASYN dengan parameter *sampling\_strategy='Not majority'*, *n\_neighbors=3*, dan *random\_state=42*, secara otomatis menghasilkan sampel sintetik untuk kelas minoritas. Algoritma ini menghitung kepadatan distribusi setiap sampel minoritas untuk menentukan jumlah sampel baru yang perlu dibuat. Kemudian, *Tomek links* dengan *n\_neighbors=1* dijalankan untuk membersihkan data dengan menghapus sampel mayoritas yang berada di ambang batas keputusan. Pendekatan *hybrid* ini bertujuan meningkatkan kinerja model klasifikasi dengan menyeimbangkan distribusi kelas.

## 1.6 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan, baik secara teoritis maupun praktis. Manfaat-manfaat adalah sebagai berikut:

### Manfaat Teoritis

#### 1. Kontribusi pada Bidang Ilmu Teknik Informatika/Kecerdasan Buatan

Penelitian ini memberikan kontribusi kepada pengembangan ilmu dalam bidang *text mining* dan *machine learning*, khususnya dalam menangani masalah ketidakseimbangan kelas (*Class ImBalance*) pada data teks. Penelitian ini memajukan pemahaman tentang efektivitas pendekatan *hybrid ADASYN* dan *Tomek links* dalam konteks domain spesifik yang memiliki karakteristik linguistik dan semantik yang unik.

#### 2. Pengembangan Metode Representasi Fitur

Penelitian ini mengusulkan dan menguji metodologi baru untuk mengoptimalkan representasi fitur teks dengan mengintegrasikan *domain-specific Knowledge* (seperti leksikon halal) ke dalam model *machine learning* modern. Hal ini dapat menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya yang berfokus pada *domain-adapted text representation* untuk bidang-bidang spesifik lainnya (seperti hukum, medis, atau keuangan).

#### 3. Kajian tentang *Overfitting* dan Generalisasi

Penelitian ini memberikan wawasan empiris mengenai risiko *overfitting* pada data minoritas pasca teknik *Resampling* dan bagaimana strategi pembersihan data (seperti *Tomek links*) dapat memitigasi risiko tersebut, sehingga memperkuat fondasi teori dalam pembangunan model yang *robust*.

### Manfaat Praktis

#### 1. Bagi Lembaga Sertifikasi Halal dan Otoritas Terkait

Hasil penelitian ini dapat diimplementasikan untuk mengembangkan sistem otomatis yang membantu proses audit dan verifikasi dokumen sertifikasi halal. Sistem ini dapat meningkatkan efisiensi, akurasi, dan konsistensi dalam mengidentifikasi potensi pelanggaran, sehingga memperkuat ekosistem jaminan produk halal di Indonesia.

## 2. Bagi Pelaku Usaha (UMKM hingga Perusahaan Besar)

Sistem verifikasi yang lebih cepat dan akurat, proses sertifikasi dapat berlangsung lebih efisien. Hal ini dapat mengurangi waktu dan biaya yang dikeluarkan oleh pelaku usaha, sekaligus memberikan kepastian yang lebih besar terhadap status halal dari produk mereka dan bahan baku yang mereka gunakan.

## 3. Bagi Konsumen

Penelitian ini pada akhirnya bertujuan untuk meningkatkan tingkat perlindungan dan kepercayaan konsumen muslim terhadap produk yang mereka konsumsi. Dengan sistem verifikasi yang lebih andal, konsumen dapat memiliki keyakinan yang lebih tinggi terhadap kehalalan sebuah produk.

## 4. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini menyediakan *dataset* khusus (jika dibangun), *framework*, dan baseline metodologi yang dapat digunakan untuk penelitian lanjutan. Temuan dan hasil eksperimen dalam penelitian ini dapat menjadi referensi bagi peneliti lain yang ingin mengeksplorasi klasifikasi teks pada domain dengan tantangan serupa.

### **1.7 Pembatasan (Ruang Lingkup) Masalah**

Pembatasan ditetapkan untuk menjaga fokus penelitian pada ruang lingkup jelas dan terukur sehingga hasil diperoleh terarah dan sesuai dengan tujuan penelitian. Penelitian terdapat beberapa pembatasan ditetapkan untuk memperjelas ruang lingkup dan batasan fokus penelitian yaitu sebagai berikut:

#### 1. Pengelolaan Data

Penelitian ini membatasi ruang lingkungannya hanya pada pengelolaan data tekstual. Kajian berfokus secara khusus pada dokumen sertifikasi halal dalam bentuk teks. Data non-tekstual tidak termasuk dalam cakupan penelitian ini. Berbagai format seperti gambar, audio, atau video tidak dianalisis dalam studi ini. Penelitian mengabaikan aspek non-tekstual dari proses sertifikasi halal. Fokus utama tetap pada analisis dan pemrosesan konten teks secara mendalam.

#### 2. Ketidakseimbangan Data

Penelitian ini mengatasi ketidakseimbangan data dalam klasifikasi dokumen halal dengan teknik *Resampling*. Tim menerapkan metode ADASYN untuk menangani masalah kelas minoritas. Penelitian menggunakan teknik *Tomek links* guna membersihkan sampel ambigu. Kajian ini tidak mengembangkan metode *Resampling* yang baru sama sekali. Penelitian hanya memanfaatkan dan mengombinasikan metode yang telah ada. Kombinasi teknik ini bertujuan meningkatkan akurasi prediksi model klasifikasi.

### 3. Evaluasi Kinerja

Evaluasi model akan dilakukan berdasarkan metrik evaluasi seperti *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F1-score*. Penelitian tidak mencakup pengembangan metrik evaluasi baru tetapi hanya menggunakan metrik telah teruji dalam penelitian sebelumnya.

### 4. Bahasa dan Konteks

Data digunakan dalam penelitian hanya mencakup dokumen sertifikasi halal berbahasa Indonesia. Dokumen dalam bahasa asing atau konteks internasional tidak termasuk dalam cakupan penelitian.

## 1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian disusun untuk memberikan gambaran terstruktur dan sistematis dengan pelaksanaan penelitian. Adapun sistematika penulisan laporan penelitian merupakan sebagai berikut:

### Bab I: Pendahuluan

Bab memaparkan latar belakang penelitian, identifikasi masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, kebaruan penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penulisan. Penjelasan dalam bab memberikan landasan ilmiah mengenai pentingnya penelitian dilakukan dan arah pencapaian diharapkan. Selain itu, bab menjelaskan kontribusi penelitian terhadap pengembangan ilmu pengetahuan serta batasan-batasan diterapkan dalam studi. Uraian disajikan secara sistematis untuk memandu pembaca dalam memahami keseluruhan kerangka

penelitian. Bab berfungsi sebagai fondasi konseptual mendasari pelaksanaan penelitian secara menyeluruh.

#### Bab II: Tinjauan Pustaka

Bab mengkaji berbagai literatur dan teori pendukung menjadi dasar penelitian. Bab menjelaskan konsep sertifikasi halal beserta mekanisme penerapannya. Penelitian menerapkan teknik pengelolaan data modern berbasis *machine learning* untuk mengatasi masalah ketidakseimbangan data. Metode pengolahan data tekstual seperti *Text Cleaning* dan *string matching* digunakan untuk memastikan akurasi hasil analisis. Temuan penelitian terdahulu relevan turut dibahas sebagai bahan perbandingan dan pengembangan dalam studi.

#### Bab III: Metodologi Penelitian

Penelitian mengembangkan sebuah kerangka kerja komprehensif untuk menganalisis proses sertifikasi halal. Penelitian menerapkan pendekatan *machine learning* berbasis data dalam menyelesaikan permasalahan klasifikasi produk halal. Penelitian memperoleh *dataset* dari Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal (BPJPH) dan sumber terpercaya lainnya. Proses pra-pemrosesan data melibatkan teknik *Text Cleaning* secara menyeluruh untuk menghilangkan *noise* dan inkonsistensi. Algoritma ADASYN dan *Tomek links* bekerja secara efektif dalam menyeimbangkan distribusi kelas. Penelitian membandingkan empat model klasifikasi berbeda secara sistematis. *Logistic Regression* menganalisis hubungan linier antara fitur-fitur produk dengan status kehalalannya. *Naïve Bayes Classifier* menghitung probabilitas kemunculan setiap kategori berdasarkan distribusi frekuensi. Evaluasi kinerja menggunakan metrik *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F1-score*.

#### Bab IV: Hasil dan Pembahasan

Bab menyajikan hasil penelitian dan pembahasan secara komprehensif. Penelitian menghasilkan data telah melalui proses pengelolaan secara sistematis. Penelitian menguji empat model pembelajaran mesin dengan *dataset* produk halal untuk klasifikasi status kehalalan. Setiap model menunjukkan tingkat akurasi berbeda dalam melakukan klasifikasi. Pembahasan menganalisis kelebihan dan kelemahan

setiap model secara mendalam berdasarkan parameter evaluasi. Penelitian membandingkan temuan penelitian dengan hasil studi-studi terdahulu relevan. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan kinerja sistem klasifikasi sebesar 20% dibandingkan metode konvensional. Bab memberikan kontribusi signifikan bagi pengembangan sistem sertifikasi halal lebih akurat dan efisien.

#### Bab V: Kesimpulan dan Saran

Bab menyimpulkan seluruh temuan penelitian secara komprehensif. Penelitian telah mencapai semua tujuan ditetapkan dengan hasil memuaskan. Temuan utama memberikan implikasi praktis bagi industri halal. Penelitian mengidentifikasi beberapa keterbatasan studi dalam implementasinya. Penelitian merekomendasikan tiga arahan pengembangan untuk studi mendatang. Penggunaan *dataset* lebih besar dapat meningkatkan validitas hasil secara signifikan. Integrasi metode lain mampu memperkaya analisis pada penelitian lanjutan. Saran implementasi ditujukan kepada regulator dan pelaku industri sebagai acuan kebijakan.

#### Daftar Pustaka

Bagian mencantumkan seluruh sumber referensi penelitian secara lengkap. Daftar pustaka memuat berbagai jenis sumber seperti buku, jurnal, dan artikel. Daftar Pustaka menyertakan dokumen-dokumen pendukung relevan. Setiap referensi ditulis sesuai format ilmiah secara konsisten. Pencantuman sumber mengikuti pedoman penulisan berlaku. Sistematika penulisan mempermudah proses verifikasi oleh pembaca. Format penulisan mencakup semua unsur bibliografi secara lengkap. Daftar referensi menjadi dasar akademik kuat untuk penelitian.

#### Lampiran

Bagian lampiran memuat data mentah penelitian dalam format aslinya. Penelitian menyertakan seluruh hasil pengujian model secara lengkap. Kode program dilampirkan dalam bentuk file terpisah dengan dokumentasi jelas. Dokumen pendukung meliputi surat izin penelitian dan form consent sebagai lampiran. Data statistik disajikan dalam bentuk tabel dan grafik secara rinci.