

BAB I PENDAHULUAN

I.1 *State of The Art*

Penilaian kelayakan kredit merupakan komponen krusial dalam manajemen risiko pada lembaga keuangan, termasuk koperasi simpan pinjam dan pembiayaan syariah. Dalam upaya meningkatkan akurasi dan efektivitas penilaian risiko kredit, berbagai teknik *machine learning*, khususnya *ensemble learning*, telah banyak diterapkan. Salah satu penelitian yang relevan dan menjadi acuan utama dalam konteks ini adalah penelitian oleh Li & Chen (2020), yang melakukan evaluasi komparatif terhadap beberapa algoritma *ensemble learning* dalam konteks *credit scoring*.

Penelitian Li & Chen (2020) mengevaluasi kinerja beberapa algoritma *ensemble*, termasuk *Random Forest*, *AdaBoost*, *XGBoost*, *LightGBM*, dan *Stacking*, serta membandingkannya dengan lima model pembandingan, yaitu *Logistic Regression*, *Decision Tree*, *Neural Network*, *Naïve Bayes*, dan *Support Vector Machine*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *ensemble learning*, khususnya *Random Forest* dan *XGBoost*, memberikan performa yang lebih baik dibandingkan model tunggal dalam berbagai metrik evaluasi seperti akurasi (ACC), *area under the curve* (AUC), *Kolmogorov–Smirnov statistic* (KS), dan *Brier score* (BS). *Random Forest* menjadi algoritma yang paling unggul dalam hampir semua metrik, sementara *XGBoost* dan *LightGBM* juga menunjukkan kinerja yang kompetitif.

Salah satu pendekatan yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah *ensemble stacking* dengan penggabungan *Random Forest* dan *LightGBM*. Namun, hasil evaluasi menunjukkan bahwa performa model *stacking* ini tidak lebih baik dibandingkan dengan model *Random Forest* saja. Hal ini mengindikasikan bahwa penggabungan model melalui *stacking* tidak selalu menghasilkan peningkatan performa, terutama jika tidak ada sinergi yang kuat antara algoritma yang digunakan. Kelemahan ini membuka peluang untuk eksplorasi metode *ensemble* lainnya yang lebih adaptif dan efektif dalam menggabungkan kekuatan algoritma berbeda.

Namun, penelitian ini juga mengidentifikasi beberapa tantangan dalam penerapan *ensemble learning*. Salah satu kelemahan yang dicatat adalah bahwa algoritma seperti *AdaBoost* tidak selalu unggul dibandingkan dengan model lain, terutama dalam hal kestabilan dan kecepatan komputasi. Selain itu, penelitian ini belum sepenuhnya menangani masalah ketidakseimbangan data secara komprehensif. Ketidakseimbangan data merupakan masalah umum dalam penilaian kredit, di mana jumlah peminjam yang gagal bayar biasanya lebih sedikit dibandingkan yang tidak. Dalam konteks penelitian ini, meskipun metode *ensemble* memberikan akurasi yang lebih tinggi, penanganan yang lebih spesifik terhadap ketidakseimbangan data, seperti melalui teknik SMOTE (*Synthetic Minority Oversampling Technique*), dapat lebih meningkatkan kemampuan model dalam mendeteksi peminjam yang berisiko tinggi.

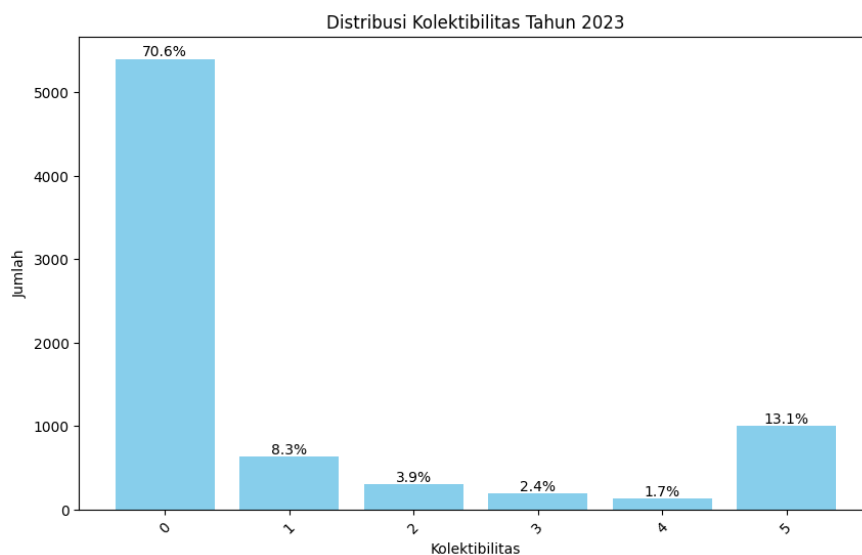
Untuk mengatasi kelemahan ini, penelitian saya berkontribusi dengan menerapkan metode *ensemble learning* berbasis *Voting* yang menggabungkan *Random Forest* dan *XGBoost*, serta mengintegrasikan SMOTE untuk menangani masalah ketidakseimbangan data. Metode *Voting* dipilih karena mampu mengagregasi hasil prediksi dari model-model yang terlibat, menghasilkan klasifikasi yang lebih stabil dan akurat tanpa memerlukan meta-estimator tambahan. Dengan penambahan SMOTE, data minoritas yang berisiko tinggi menjadi lebih terwakili dalam proses *training*, meningkatkan sensitivitas model dalam mendeteksi peminjam yang berpotensi gagal bayar.

Penelitian ini tidak hanya mengadopsi keunggulan dua algoritma terbaik yang telah teruji pada penelitian sebelumnya tetapi juga menawarkan solusi yang lebih praktis dan efisien untuk meningkatkan klasifikasi kelayakan kredit. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan akurasi, keandalan, dan relevansi sistem penilaian kredit di koperasi simpan pinjam dan lembaga pembiayaan syariah.

I.2 Latar Belakang

Kredit semakin erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari umat manusia. Penilaian risiko kredit, dengan fokus pada meminimalkan kerugian serta

mengurangi pemborosan sumber daya sosial dan meningkatkan efisiensi disposisi modal, memiliki peran yang signifikan dan bermanfaat dalam pengembangan sektor keuangan dan perbankan, seperti halnya pada koperasi yang menyediakan kredit kepada nasabah (Yu dkk., 2022). Koperasi adalah organisasi yang dibentuk untuk mendukung masyarakat dan anggotanya dalam hal keuangan, seperti masalah keuangan terkait simpan pinjam dana (Permana dkk., 2020). Istilah lain dari simpan pinjam dana pada koperasi yaitu pinjaman kredit, pinjaman yang disalurkan oleh bank atau lembaga keuangan kepada masyarakat atau anggotanya, yang harus dilunasi dalam periode waktu tertentu, bisa dengan bunga atau tanpa bunga (Anand dkk., 2022). Banyak masyarakat Indonesia yang mengajukan pinjaman kredit, dan angka kredit macet dalam peminjaman dana masih tergolong tinggi (Permana dkk., 2020). Menurut laporan Kementerian Koperasi dan UKM, sebanyak 421 ribu usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) mengalami masalah kredit macet, dengan total nilai kredit bermasalah mencapai Rp 22,9 triliun (Nasution & Noor, 2023). Hal ini juga dapat terlihat pada Gambar I.1 yang merupakan data distribusi Kol pada tahun 2023 pada Koperasi.



Gambar I.1 Distribusi Kol 2023 pada Koperasi

Dari Gambar I.1 tersebut kol-0 (lancar) mencapai 70.6%, kol-1 (dalam perawatan khusus) mencapai 8.3%, kol-2 (kurang lancar) mencapai 3.9%, kol-3 (kurang lancar), kol-4 (diragukan) mencapai 1.7%, dan kol-5 (*stuck*) mencapai 13.1%. Dari

data tersebut dapat terlihat, bahwasannya untuk sebuah Lembaga simpan pinjam dikategorikan sebagai Lembaga yang sehat berdasarkan tingkat NPL maksimum 5% (Khatik, 2021). Namun, tingginya persentase kredit macet yang mencapai 13.1% menunjukkan adanya kendala signifikan dalam proses penilaian kredit yang memengaruhi stabilitas operasional koperasi. Dalam pemberian kredit perlu dilakukan analisa secara detail sehingga dapat ditentukan apakah pemberian kredit tersebut layak atau tidak (Maulana & Subchan, 2021). Akan tetapi, kendala yang dialami saat ini adalah tidak akuratnya hasil pengambilan keputusan yang mengakibatkan meningkatnya kredit bermasalah dan kurang cepatnya hasil analisis kredit yang dilakukan (Maulana & Subchan, 2021). Maka dari itu, diperlukan penilaian kredit dengan teknik komputasi menggunakan metode *machine learning*.

Tantangan dalam proses penilaian kredit saat ini mencakup keterbatasan dalam kualitas data, ketidakseimbangan antara jumlah data anggota yang layak dan tidak layak, serta ketergantungan pada penilaian dan pengalaman petugas yang sering kali subjektif. Tingginya tingkat kredit macet tidak hanya memengaruhi stabilitas keuangan koperasi, tetapi juga berdampak langsung pada operasional lembaga tersebut. Semakin banyak kredit yang macet, semakin berat beban operasional koperasi, yang dapat memaksa mereka untuk melakukan pengurangan karyawan akibat ketidakseimbangan antara pemasukan dan beban biaya operasional. Selain itu, penyaluran pinjaman baru kepada anggota yang membutuhkan pun akan terhambat, sehingga tujuan koperasi untuk membantu masyarakat, terutama mereka yang kurang mampu, menjadi sulit tercapai. Hal ini menunjukkan urgensi penerapan sistem yang lebih akurat dan efisien dalam penilaian kelayakan kredit, agar risiko kredit macet dapat diminimalkan dan operasional koperasi dapat terus berjalan dengan lancar.

Penelitian ini bertujuan untuk menilai kelayakan kredit pada anggota koperasi simpan pinjam dan pembiayaan syariah dengan menggunakan algoritma *Random Forest*, algoritma *XGBoost*, serta metode *ensemble learning* berbasis *Voting* yang menggabungkan kedua algoritma tersebut. Teknik *Voting* ini diharapkan dapat mengurangi subjektivitas dan meningkatkan akurasi penilaian kredit melalui

pendekatan berbasis data, yang lebih objektif dan dapat diandalkan (Mushtaq dkk., 2022). *XGBoost* adalah algoritma berbasis *boosting* yang memiliki kemampuan konvergensi serta generalisasi yang sangat baik, sehingga mampu menangani data yang tidak seimbang serta mengidentifikasi fitur-fitur terpenting dari dataset yang digunakan (Siringoringo dkk., 2022). Algoritma ini dikenal karena kinerja akurasi yang tinggi, bahkan mencapai 97,37% dalam beberapa kasus (Wu dkk., 2020). Selain itu, *Random Forest* dipilih karena keunggulannya dalam efisiensi waktu pelatihan, serta kemampuannya dalam mengklasifikasi data dengan akurasi tinggi pada kumpulan data yang besar (Bature dkk., 2023).

Penelitian ini menggunakan dua indikator utama dalam menilai kelayakan kredit, yaitu eligibilitas dan kolektibilitas. Kolektibilitas merupakan klasifikasi pinjaman berdasarkan kondisi pembayaran pokok atau bunga oleh nasabah, serta potensi pengembalian dana investasi (Tandi & Tandil, 2022). Sementara itu, eligibilitas merujuk pada kelayakan nasabah dalam menerima kredit berdasarkan kriteria tertentu (Firmansah & Uce, 2023). Dataset yang akan digunakan dalam penelitian ini mencakup data kredit dari anggota koperasi simpan pinjam dan lembaga pembiayaan syariah, yang akan dianalisis menggunakan metode komputasi berbasis *machine learning* untuk menghasilkan klasifikasi yang lebih akurat dalam menentukan kelayakan kredit.

Model yang diusulkan penelitian ini adalah *ensemble learning* menggunakan teknik *Voting* pada algoritma *Random Forest* dan *XGBoost* dalam penilaian kelayakan kredit koperasi simpan pinjam dan pembayaran syariah. Selain itu, menerapkan proses *feature engineering* untuk mengekstrak fitur dari data asli serta menerapkan metode SMOTE dalam menangani *imbalance* dataset. Hasil dari penelitian ini berupa aplikasi berbasis web yang dapat membantu koperasi dalam melakukan penilaian kelayakan kredit, berdasarkan performa model *Random Forest*, *XGBoost*, dan *ensemble learning* berbasis *Voting*. Dengan implementasi model ini, diharapkan dapat meminimalkan risiko kredit macet yang terjadi pada koperasi simpan pinjam dan pembiayaan syariah.

I.3 Perumusan Masalah

Penilaian kelayakan kredit merupakan proses krusial bagi koperasi simpan pinjam dan lembaga pembiayaan syariah dalam menjaga stabilitas keuangan dan mengurangi risiko kredit macet. Metode tradisional yang digunakan dalam penilaian kredit sering kali kurang akurat dalam mengidentifikasi calon anggota dengan risiko tinggi, yang berdampak negatif pada operasional koperasi. Di tengah meningkatnya kebutuhan akan keputusan yang lebih cepat dan akurat, muncul kebutuhan akan solusi berbasis teknologi yang dapat mengatasi keterbatasan ini. *Machine learning*, khususnya metode *ensemble learning*, dapat menawarkan solusi yang lebih akurat dan efisien dengan menggabungkan berbagai model. Penelitian ini berfokus pada penerapan *ensemble learning* berbasis *Voting* yang menggabungkan algoritma *Random Forest* dan *XGBoost* untuk menilai kelayakan kredit koperasi. Dengan menggunakan kombinasi kedua algoritma ini, diharapkan dapat memberikan hasil klasifikasi yang lebih akurat, yang mempertimbangkan indikator eligibilitas dan kolektibilitas, sehingga membantu koperasi dalam mengurangi risiko kredit macet dan meningkatkan efisiensi pengambilan keputusan kredit.

I.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini melakukan analisis dan desain penilaian kredit menggunakan metode *ensemble learning* terdapat tujuan yang diharapkan. Tujuan penelitian yaitu:

1. Mengevaluasi sistem penilaian kredit yang diterapkan pada koperasi simpan pinjam dan pembiayaan syariah.
2. Merancang sistem penilaian kredit koperasi simpan pinjam dan pembiayaan syariah menggunakan metode *ensemble learning* berbasis *Voting*.
3. Menerapkan sistem penilaian kredit koperasi simpan pinjam dan pembiayaan syariah menggunakan metode *ensemble learning* berbasis *Voting*.

I.5 Pertanyaan Penelitian

Penelitian ini mencakup pertanyaan penelitian berdasarkan tujuan penelitian yang dibuat sebagai berikut:

1. Bagaimana kelemahan dan kekuatan sistem penilaian kredit yang saat ini diterapkan di koperasi simpan pinjam dan pembiayaan syariah, khususnya dalam hal akurasi dan efisiensi pengambilan keputusan kredit?
2. Bagaimana rancangan algoritma *ensemble learning* berbasis *Voting* dengan kombinasi *Random Forest* dan *XGBoost* dapat mengatasi kekurangan sistem penilaian kredit saat ini dan meningkatkan klasifikasi kelayakan kredit?
3. Bagaimana penerapan algoritma *ensemble learning* berbasis *Voting* dalam sistem penilaian kredit koperasi simpan pinjam dan pembiayaan syariah memengaruhi ketepatan keputusan kredit dan mengurangi risiko kredit macet?

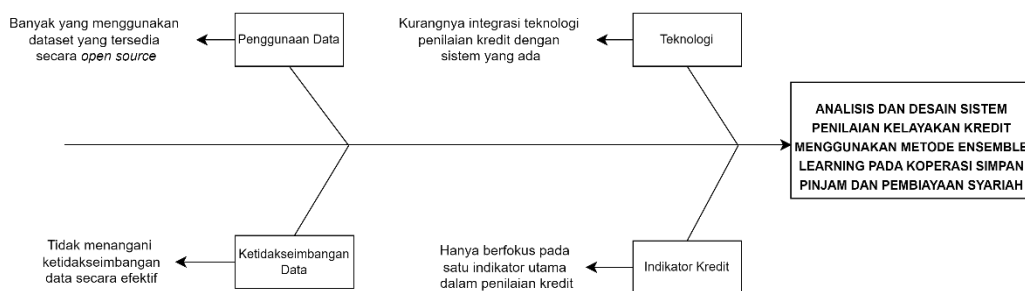
I.6 Lingkup Penelitian

Penelitian ini berfokus pada penilaian kelayakan kredit anggota Koperasi Simpan Pinjam dan Pembiayaan Syariah (KSPPS) di Bogor dan Brebes, dengan menggunakan indikator eligibilitas dan kolektibilitas untuk mengidentifikasi risiko kredit macet. Proses penelitian dilakukan dalam dua tahap utama, yaitu pengumpulan data yang berlangsung dari November 2023 hingga Februari 2024, dan implementasi sistem dilakukan dari Maret 2024 hingga Juni 2024. Penelitian ini menggunakan metode *ensemble learning* berbasis *Voting* yang menggabungkan algoritma *Random Forest* dan *XGBoost*, di mana data yang digunakan berasal dari periode 2017 hingga 2024. Fokus penelitian terletak pada penggunaan *feature engineering* seperti *normalization*, *imputation*, dan *encoding* untuk meningkatkan kualitas data, serta penerapan algoritma *machine learning* untuk meningkatkan akurasi penilaian kredit. Model yang dikembangkan diimplementasikan dalam aplikasi berbasis web yang diintegrasikan menggunakan *framework* Flask untuk API dan Laravel untuk pengembangan *website*. Lingkup ini bertujuan untuk mengatasi keterbatasan dalam metode penilaian kredit yang ada, sehingga diharapkan dapat membantu koperasi dalam meningkatkan akurasi dan efisiensi

pengambilan keputusan kredit, dengan harapan mengurangi risiko kredit macet yang selama ini menjadi kendala operasional koperasi.

I.7 Kesenjangan Penelitian

Gap analysis adalah alata tau proses yang digunakan untuk mengidentifikasi celah-celah dan perbedaan yang ada antara situasi saat ini dan tujuan atau target yang diinginkan (Gooi dkk., 2020). Tujuannya untuk mengidentifikasi aspek-aspek penelitian dan area yang memerlukan investigasi lebih lanjut. *Fishbone diagram gap analysis* dapat dilihat pada Gambar I.2.



Gambar I.2 *Fishbone Diagram Gap Analysis*

Gambar I.2 menggambarkan bahwa terdapat empat komponen yang menjadi penghambat di penelitian ini. Pertama, terkait dengan penggunaan data, banyak penelitian terdahulu yang menggunakan dataset yang tersedia secara *open source*. Namun, dataset tersebut sering kali tidak relevan jika diterapkan pada konteks lokal, seperti koperasi di Indonesia, yang memiliki karakteristik nasabah berbeda. Keterbatasan ini menciptakan kesenjangan karena hasil prediksi model *ensemble learning* bisa tidak akurat jika data yang digunakan tidak mencerminkan kondisi nyata.

Kedua, dalam aspek teknologi, kurangnya integrasi antara teknologi penilaian kredit dengan sistem yang sudah ada di lembaga keuangan menjadi hambatan yang signifikan. Banyak penelitian hanya berfokus pada pengembangan model penilaian kredit tanpa mempertimbangkan bagaimana model tersebut dapat diintegrasikan ke dalam sistem manajemen lembaga keuangan yang ada. Hal ini menciptakan kesenjangan dalam hal implementasi praktis di lapangan.

Ketiga, penelitian sebelumnya juga kurang menangani masalah ketidakseimbangan data secara efektif. Dataset yang digunakan sering kali memiliki distribusi yang tidak seimbang antara nasabah yang layak kredit dan yang tidak layak kredit. Ketidakseimbangan ini mengakibatkan bias dalam model, yang lebih cenderung memprediksi nasabah layak kredit dan mengabaikan kelompok lain, sehingga mengurangi keakuratan hasil. Penanganan masalah ini menjadi area yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini.

Terakhir, dalam hal indikator penilaian kredit, banyak penelitian sebelumnya hanya berfokus pada satu indikator utama, yaitu eligibilitas. Hal ini menimbulkan kesenjangan karena eligibilitas saja tidak cukup untuk menggambarkan kelayakan kredit secara komprehensif. Penelitian ini mengatasi kesenjangan tersebut dengan menggabungkan dua indikator utama, yaitu eligibilitas dan kolektibilitas. Penggunaan kedua indikator ini memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang kemampuan dan kecenderungan nasabah dalam memenuhi kewajiban kreditnya. Dengan mengidentifikasi kesenjangan-kesenjangan ini, penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi dalam mengembangkan sistem penilaian kelayakan kredit yang lebih relevan dan akurat, khususnya di lingkungan Koperasi Simpan Pinjam dan Koperasi Pembiayaan Syariah, melalui penerapan metode *ensemble learning* yang lebih efektif.

1.8 Batasan Penelitian

Batasan penelitian digunakan untuk memfokuskan penelitian agar tujuan penelitian dapat tercapai. Batasan penelitian yang digunakan yaitu:

1. Penelitian ini berfokus pada analisis metode *ensemble learning* berbasis *Voting* pada algoritma *Random Forest* dan *XGBoost*.
2. Pada *preprocessing* dilakukan proses *feature engineering* menggunakan *normalization*, *imputation* dan *encoder*.
3. Penelitian ini menggunakan metode *machine learning* dari algoritma *Random Forest* dan *XGBoost* dalam mengklasifikasikan penilaian kelayakan kredit ditunjukkan pada Koperasi Simpan Pinjam dan Pembiayaan Syariah.
4. Penelitian ini melakukan *ensemble learning* menggunakan teknik *Voting*.

5. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Koperasi Simpan Pinjam dan Pembiayaan Syariah, mencakup periode dari tahun 2017 hingga tahun 2024.
6. Indikator yang digunakan dataset yaitu eligibilitas dan kolektibilitas.
7. Pembuatan *modelling* menggunakan bahasa pemrograman *Python* dengan *tools google collab*.
8. Pembuatan *API* menggunakan *framework Flask*.
9. Pembuatan *website* menggunakan *framework Laravel*.

I.9 Rasionalisasi Penelitian

Penelitian ini didasari atas tingginya tingkat kredit macet di koperasi simpan pinjam dan pembiayaan syariah, yang mana pada tahun 2023, kategori kredit macet Kol 5 mencapai 13,1%, jauh melebihi batas NPL maksimum sebesar 5%. Kondisi ini berdampak serius pada stabilitas operasional koperasi, termasuk meningkatnya beban operasional, pengurangan kemampuan penyaluran kredit baru, hingga potensi pengurangan karyawan akibat ketidakseimbangan antara pemasukan dan biaya operasional. Selain itu, masalah kredit macet juga menghambat tujuan utama koperasi untuk membantu anggota yang kurang mampu dalam mengakses pembiayaan. Dalam konteks ini, penelitian ini penting karena menawarkan solusi yang lebih efektif untuk menilai kelayakan kredit menggunakan metode *ensemble learning* berbasis *Voting*, yang menggabungkan algoritma *Random Forest* dan *XGBoost*. Penerapan algoritma ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi prediksi risiko kredit dan memberikan parameter yang lebih komprehensif dalam proses penilaian kelayakan kredit. Dengan mempertimbangkan indikator eligibilitas dan kolektibilitas, penelitian ini dirancang untuk memperbaiki kelemahan metode penilaian tradisional dan memberikan alat yang mampu memproses data secara lebih cepat dan akurat. Hasil penelitian berupa aplikasi website diharapkan dapat mempermudah koperasi dalam memitigasi risiko kredit macet melalui pengambilan keputusan kredit yang lebih efektif dan berbasis data. Selain itu, dengan meningkatkan kualitas pengelolaan kredit, sistem yang diusulkan juga diharapkan dapat berkontribusi pada peningkatan stabilitas keuangan koperasi dalam jangka

panjang, sehingga mendukung keberlanjutan operasional koperasi dan tujuan sosialnya dalam membantu masyarakat kurang mampu.

I.10 Signifikansi Penelitian

Penelitian ini memberikan kontribusi yang penting, baik secara teoretis maupun praktis dalam konteks penilaian kelayakan kredit pada koperasi simpan pinjam dan pembiayaan syariah. Secara teoretis, penelitian ini memperkaya literatur dengan mengembangkan model penilaian kredit berbasis ensemble learning, khususnya melalui kombinasi algoritma *Random Forest* dan *XGBoost* dengan teknik *Voting* yang dioptimalkan menggunakan SMOTE untuk menangani ketidakseimbangan data. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan akurasi klasifikasi risiko kredit dibandingkan metode tradisional, tetapi juga mengatasi keterbatasan penelitian terdahulu yang sering menggunakan dataset *open source* kurang relevan dengan kondisi di Indonesia. Penggunaan data eligibilitas dan kolektibilitas memberikan perspektif baru dalam mengevaluasi calon peminjam, menjadikan model lebih sesuai untuk koperasi di Indonesia yang memiliki karakteristik unik dibandingkan lembaga keuangan lainnya.

Secara praktis, penelitian ini menawarkan solusi konkret dalam meningkatkan proses penilaian kredit di koperasi melalui pengembangan sistem berbasis web yang mendukung pengambilan keputusan kredit secara lebih objektif, cepat, dan akurat. Model ini mengurangi ketergantungan pada penilaian subjektif petugas dan komite kredit, sehingga membantu mengurangi risiko kredit macet dan meningkatkan stabilitas keuangan koperasi. Dengan menggabungkan data yang lebih komprehensif, sistem ini mendukung koperasi dalam melakukan evaluasi yang lebih menyeluruh terhadap calon peminjam, sehingga dapat memberikan kredit yang lebih tepat sasaran. Selain itu, penelitian ini mendorong adopsi teknologi *machine learning* dalam proses bisnis koperasi, menawarkan pendekatan modern bagi lembaga keuangan non-bank dalam meningkatkan efisiensi operasional dan mencapai tujuan sosial ekonomi mereka. Kontribusi ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pengembangan sistem penilaian kredit yang lebih adaptif dan sesuai dengan kebutuhan masa depan lembaga keuangan.

I.11 Pertimbangan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini, terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan secara matang agar tujuan penelitian dapat tercapai dengan optimal. Pertama, ketersediaan dan kualitas dataset menjadi elemen kunci. Penelitian ini memanfaatkan data dari dua koperasi simpan pinjam dan pembiayaan syariah yang berlokasi di Bogor dan Brebes, dengan rentang waktu data dari 2017 hingga 2024. Oleh karena itu, proses pengumpulan dan konfirmasi data dengan pihak koperasi memerlukan waktu sekitar 4 bulan. Selama proses ini, penting untuk memastikan bahwa dataset yang diterima lengkap, serta memperhatikan keseimbangan data, mengingat dataset kredit biasanya bersifat tidak seimbang, di mana jumlah anggota yang lancar lebih banyak dibandingkan dengan yang macet. Upaya *preprocessing* seperti *imputation*, *normalization*, dan *encoding* perlu disiapkan dengan baik untuk memastikan kualitas data sebelum masuk ke tahap pemodelan.

Selanjutnya, pemilihan algoritma juga menjadi pertimbangan utama dalam pengolahan data. Algoritma *Random Forest* dan *XGBoost* yang akan digunakan dalam penelitian ini memiliki performa yang kuat, namun memerlukan sumber daya komputasi yang cukup tinggi, terutama jika diterapkan pada dataset besar. Oleh karena itu, pemanfaatan platform komputasi seperti *Google Colab* yang memungkinkan penggunaan CPU secara efisien sangat diperlukan. Selain itu, pemodelan ensemble berbasis *Voting* juga memerlukan uji coba parameter yang optimal untuk menghasilkan model terbaik.

Pengembangan sistem juga perlu diperhatikan, di mana hasil akhir dari penelitian ini berupa aplikasi *website* yang memerlukan integrasi API menggunakan Flask serta pengembangan menggunakan *framework* Laravel. Kesiapan teknis dalam pengembangan aplikasi, termasuk pengujian integrasi antara model *machine learning* dan antarmuka pengguna, menjadi elemen penting agar sistem berjalan dengan baik. Penelitian ini perlu memastikan bahwa sistem yang dihasilkan tidak hanya berfungsi dengan baik di tahap pengembangan, tetapi juga relevan dan dapat diimplementasikan dengan baik oleh koperasi dalam skala yang lebih luas.

I.12 Peran Peneliti

Dalam penelitian ini, peran dan tanggung jawab peneliti serta pihak-pihak terkait dijelaskan menggunakan kerangka RACI (*Responsible, Accountable, Consulted, Informed*). Tabel I.1 berikut menunjukkan siapa yang bertanggung jawab, memiliki otoritas akhir, perlu diajak berkonsultasi, dan perlu diinformasikan dalam setiap tugas.

Tabel I.1 Kerangka RACI Peran peneliti

Tugas	Aktor		
	Peneliti	Koperasi	Pembimbing
Pengumpulan dataset	R, A	R, I	C, I
<i>Preprocessing</i> data	R, A		C
Pemilihan algoritma	R, A		C, I
Pengembangan model	R, A		C
Pengujian model	R, A	I	C, I
Pengembangan website	R, A		C
Pengujian website	R, A	I	C, I
Pelaporan dan dokumentasi	R, A	I	C, I

Penjelasan RACI:

- R (*Responsible*): Orang yang bertanggung jawab langsung atas pelaksanaan tugas.
- A (*Accountable*): Orang yang bertanggung jawab akhir atas keberhasilan tugas dan memiliki wewenang dalam pengambilan keputusan.
- C (*Consulted*): Orang yang perlu dikonsultasikan sebelum tugas atau keputusan dibuat.
- I (*Informed*): Orang yang perlu diberi tahu tentang kemajuan atau hasil dari tugas.

I.13 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan memberikan informasi kerangka penulisan penelitian yang terdiri dari enam bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini, berisikan penjelasan dari *state of art* dilanjutkan dengan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, lingkup dan kesenjangan penelitian, signifikansi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan informasi tinjauan pustaka yang dijadikan referensi, kerangka pemikiran, hipotesis penelitian dan ruang lingkup penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Pembahasan dalam bab metode penelitian mengenai karakteristik penelitian, model konseptual, bias penelitian, populasi dan sampel, pengumpulan data, teknik analisis data dan pengujian hipotesis, uji keabsahan data.

BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN

Bab ini berfokus pada analisis dan perancangan yang diterapkan dalam penelitian, dan disesuaikan dengan metode data mining CRISP-DM.

BAB V ANALISA HASIL PENELITIAN

Bab ini mencakup hasil penelitian serta pembahasan terkait analisis penilaian kredit yang telah dilakukan.

BAB VI PENUTUP

Pada bab terakhir, dijelaskan metode interpretasi, jawaban atas pertanyaan penelitian, kesimpulan, kritik, saran, dan rekomendasi yang didasarkan pada hasil analisis dan pembahasan dari bab-bab sebelumnya.