BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Perkembangan teknologi informasi telah mendorong transformasi digital di berbagai sektor, termasuk koperasi, melalui pemanfaatan teknologi dalam mendukung kegiatan operasional (Vial, 2019; Kraus et al., 2021). Transformasi tersebut menghasilkan berbagai data operasional, seperti data keanggotaan, simpanan, dan pinjaman anggota yang terus bertambah seiring meningkatnya aktivitas koperasi. Data yang tersedia tidak hanya berfungsi sebagai arsip administrasi, tetapi juga berpotensi dimanfaatkan sebagai dasar pengambilan keputusan yang lebih efektif dalam mendukung pengelolaan usaha koperasi..

Koperasi sebagai salah satu pilar ekonomi kerakyatan di Indonesia turut merasakan dampak dari arus transformasi digital ini. Digitalisasi pada koperasi membawa perubahan signifikan, mulai dari pengelolaan keuangan berbasis sistem informasi, pencatatan transaksi secara elektronik, hingga pelayanan anggota yang semakin terintegrasi. Andriani dan Setiawan (2022) menyebutkan bahwa koperasi yang telah menerapkan digitalisasi operasional mengalami peningkatan kualitas layanan sekaligus menghasilkan rekam jejak data yang jauh lebih lengkap dan terstruktur dibandingkan dengan sistem manual. Kondisi ini menjadikan volume data yang dikelola koperasi semakin besar dan beragam dari waktu ke waktu, mencakup data identitas anggota, riwayat transaksi simpanan, hingga catatan historis pinjaman yang terus bertambah seiring pertumbuhan jumlah anggota. Di antara berbagai jenis data tersebut, data pinjaman menjadi salah satu data yang

memiliki peran penting karena berkaitan langsung dengan kualitas pinjaman dan pengelolaan risiko kredit pada koperasi.

Di antara berbagai unit usaha yang dijalankan koperasi, Unit Simpan Pinjam (USP) merupakan salah satu unit yang memiliki peran penting dalam kegiatan usaha koperasi karena secara langsung berkaitan dengan penghimpunan simpanan dan penyaluran pinjaman kepada anggota. Kegiatan tersebut menghasilkan data pinjaman yang memuat informasi mengenai simpanan, plafon pinjaman, baki debet, jangka waktu pinjaman, total angsuran, total tunggakan, dan status kolektabilitas. Data tersebut tidak hanya digunakan sebagai catatan administrasi, tetapi juga dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi karakteristik pinjaman dan kondisi kolektabilitas anggota. Oleh karena itu, USP dipilih sebagai objek penelitian karena aktivitasnya secara langsung berkaitan dengan data pinjaman dan pengelolaan kualitas pinjaman anggota.

Salah satu permasalahan yang dihadapi Unit Simpan Pinjam (USP) koperasi adalah kredit bermasalah, yaitu kondisi ketika anggota tidak mampu memenuhi kewajiban pembayaran angsuran sesuai dengan jadwal yang telah disepakati. Kredit bermasalah dapat mengganggu kesehatan keuangan koperasi, mengurangi kemampuan penyaluran pinjaman kepada anggota, serta memengaruhi keberlangsungan operasional koperasi apabila tidak segera ditangani (Wibowo & Nugroho, 2022)..

Meskipun berbagai upaya penanganan pinjaman bermasalah telah dilakukan, koperasi masih menghadapi tantangan dalam mengelola data pinjaman

yang terus bertambah seiring meningkatnya jumlah anggota dan aktivitas pinjaman. Identifikasi karakteristik pinjaman anggota serta penentuan status kolektabilitas secara manual menjadi kurang efektif karena memerlukan waktu yang lama dan berpotensi menghasilkan keputusan yang kurang konsisten. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pemanfaatan pendekatan Sains Data untuk mengolah data pinjaman menjadi informasi yang dapat mendukung pengambilan keputusan secara lebih objektif dan efisien.

Kondisi tersebut secara nyata dapat diamati pada Koperasi Konsumen Bank BJB (ZIEBAR) Kota Bandung, yang merupakan koperasi pegawai yang beranggotakan karyawan di lingkungan PT Bank Pembangunan Daerah Jawa Barat dan Banten Tbk. Dalam kurun waktu 2021 hingga 2025, koperasi ini mengalami pertumbuhan jumlah anggota yang cukup signifikan, sebagaimana tercermin dalam tabel 1.1 data perkembangan berikut ini.

Tabel 1. 1 Perkembangan Jumlah Anggota Koperasi Konsumen Bank BJB (ZIEBAR) Kota Bandung Tahun 2021–2025

Tahun Buku	Anggota Biasa (Orang)	Anggota Terafiliasi (Orang)	Total Anggota (Orang)	Pertumbuhan (%)
2021	2.205	743	2.948	-
2022	2.476	446	2.922	(-1%)
2023	2.494	493	2.987	(+2%)
2024	2.465	458	2.923	(-2%)
2025	2.291	394	2.685	(-8%)

Berdasarkan data pada Tabel 1.1 di atas, jumlah anggota Koperasi (ZIEBAR) mengalami fluktuasi yang cukup dinamis sepanjang periode 2021 hingga 2025. Setelah sempat menunjukkan tren positif pada tahun 2023 dengan total anggota mencapai 2.987 orang, jumlah anggota kembali mengalami penurunan pada tahun 2024 sebesar 2% menjadi 2.923 orang, dan mengalami penurunan yang lebih tajam pada tahun 2025 sebesar 8% menjadi 2.685 orang. Penurunan ini dapat dipicu oleh berbagai faktor, antara lain anggota yang memasuki masa pensiun, pengunduran diri, maupun kondisi pembayaran pinjaman yang bermasalah sehingga berimplikasi pada penurunan keaktifan anggota.

Berdasarkan klasifikasi keanggotaannya, Koperasi Konsumen Bank BJB (ZIEBAR) membedakan anggota menjadi anggota biasa dan anggota terafiliasi. Anggota biasa merupakan anggota yang terdaftar secara langsung sebagai anggota koperasi sesuai dengan ketentuan keanggotaan yang berlaku. Sementara itu, anggota terafiliasi merupakan anggota yang memiliki hubungan afiliasi dengan Bank BJB atau memenuhi persyaratan keanggotaan sebagaimana diatur dalam ketentuan koperasi. Berdasarkan Tabel 1.1, jumlah anggota biasa lebih banyak dibandingkan anggota terafiliasi pada setiap tahun, sehingga mayoritas data pinjaman yang dianalisis dalam penelitian ini berasal dari anggota biasa.

Berdasarkan data internal Koperasi Konsumen Bank BJB ZIEBAR, tingkat *Non-Performing Loan* (NPL) sebesar 2,98% menunjukkan bahwa kualitas kredit koperasi masih berada pada kategori sehat. Namun, masih terdapat anggota dengan status kolektabilitas selain lancar sehingga diperlukan pemanfaatan teknik *data mining* untuk mengelompokkan karakteristik pinjaman anggota dan

mengklasifikasikan status kolektabilitas sebagai pendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan risiko kredit.

Dalam penelitian ini, pengelolaan data pinjaman dilakukan melalui dua tahapan analisis, yaitu klasterisasi dan klasifikasi. Klasterisasi menggunakan algoritma *K-Means* untuk mengelompokkan anggota berdasarkan kemiripan karakteristik data pinjaman sehingga diperoleh kelompok anggota dengan karakteristik yang serupa. Selanjutnya, klasifikasi menggunakan algoritma *Random Forest* untuk menentukan status kolektabilitas anggota berdasarkan karakteristik data pinjaman sehingga dapat mendukung proses identifikasi risiko kredit secara lebih sistematis.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa data pinjaman anggota yang telah tersimpan dalam sistem informasi koperasi masih memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber informasi dalam mendukung pengambilan keputusan. Salah satu pendekatan dalam bidang Sains Data yang dapat digunakan adalah *data mining.*

Data mining adalah proses menemukan pola, korelasi, anomali, dan wawasan yang bernilai dari kumpulan data berukuran besar melalui kombinasi metode statistik, kecerdasan buatan, dan algoritma komputasi (Han et al., 2022). Dalam konteks pengelolaan pinjaman koperasi, *data mining* dapat digunakan untuk mengelompokkan anggota berdasarkan kesamaan karakteristik pinjaman, memprediksi risiko kredit bermasalah, serta mengklasifikasikan status kolektabilitas secara otomatis. Penerapan *data mining* mampu mengubah data

pinjaman yang semula bersifat pasif menjadi informasi aktif yang dapat langsung digunakan sebagai dasar kebijakan pembinaan anggota maupun keputusan penyaluran kredit (Kusrini & Luthfi, 2021).

Karakteristik pinjaman setiap anggota koperasi berbeda-beda sehingga diperlukan proses segmentasi berdasarkan kemiripan karakteristik pinjaman. Melalui segmentasi tersebut, koperasi dapat memperoleh gambaran mengenai kelompok anggota yang memiliki karakteristik serupa sebagai dasar dalam pengelolaan dan pemantauan pinjaman.

Salah satu algoritma *data mining* yang sangat relevan untuk keperluan segmentasi anggota adalah *K-Means Clustering*. Algoritma ini bekerja dengan cara mengelompokkan data ke dalam sejumlah klaster berdasarkan kemiripan karakteristik antardata, sehingga setiap anggota dalam satu klaster memiliki kesamaan pola yang lebih tinggi dibandingkan dengan anggota di klaster lain (Ikotun et al., 2023). Dalam penelitian ini, pengelompokkan anggota dilakukan menggunakan algoritma *K-Means* berdasarkan variabel simpanan, plafon pinjaman, baki debet, jangka waktu pinjaman, total angsuran, dan total tunggakan. Hasil pengelompokan tersebut memberikan informasi mengenai karakteristik setiap kelompok anggota sehingga dapat mendukung pengelolaan pinjaman secara lebih efektif.

Selain memahami karakteristik kelompok anggota, koperasi juga perlu memperhatikan kualitas pinjaman melalui status kolektabilitas. Status kolektabilitas menggambarkan tingkat kelancaran anggota dalam memenuhi

kewajiban pembayaran pinjaman dan dikelompokkan ke dalam lima kategori, yaitu Lancar, Dalam Perhatian Khusus (DPK), Kurang Lancar, Diragukan, dan Macet. Informasi tersebut menjadi salah satu indikator penting dalam menilai risiko kredit yang dimiliki setiap anggota. Kondisi tersebut dapat meningkatkan *Non-Performing Loan* (NPL) apabila tidak dilakukan pemantauan secara tepat. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang mampu membantu koperasi mengidentifikasi status kolektabilitas anggota berdasarkan karakteristik pinjaman yang dimiliki

Random Forest merupakan metode *ensemble learning* yang membangun sejumlah besar pohon keputusan secara acak dan menggabungkan hasilnya untuk menghasilkan prediksi yang lebih akurat dan stabil (Breiman, 2001; Biau & Scornet, 2016). Keunggulan utama algoritma ini adalah kemampuannya menangani data dengan dimensi tinggi, ketahanannya terhadap *overfitting*, serta kemampuannya mengidentifikasi variabel-variabel yang paling berpengaruh terhadap hasil klasifikasi (Belgiu & Drăguţ, 2016). Dalam konteks kredit koperasi, *Random Forest* dapat dilatih menggunakan data historis pinjaman untuk mengklasifikasikan apakah status kolektabilitas suatu pinjaman termasuk dalam kategori lancar, kurang lancar, diragukan, atau macet.

Relevansi penerapan algoritma *K-Means* dan *Random Forest* dalam pengelolaan data pinjaman telah dibuktikan oleh sejumlah penelitian terdahulu. Yahya et al. (2026) menerapkan algoritma *K-Means* untuk melakukan segmentasi data pinjaman anggota koperasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma tersebut mampu menghasilkan beberapa klaster anggota berdasarkan kemiripan

karakteristik pinjaman, sehingga setiap klaster memiliki karakteristik yang berbeda dan dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan prioritas pengelolaan serta pemantauan pinjaman anggota. Illah et al. (2025) juga menerapkan *algoritma K-Means* untuk mengelompokkan data kredit berdasarkan pola pembayaran nasabah. Hasil klasterisasi menghasilkan kelompok-kelompok nasabah dengan karakteristik perilaku pembayaran yang berbeda, sehingga memudahkan identifikasi tingkat risiko pada masing-masing kelompok.

Pada penelitian yang menggunakan pendekatan klasifikasi, Zailani dan Hanun (2020) menerapkan algoritma *Random Forest* untuk mengklasifikasikan kelayakan kredit pada koperasi dan memperoleh tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan beberapa algoritma klasifikasi lainnya. Penelitian Fitri et al. (2025) juga menunjukkan bahwa *Random Forest* mampu mengklasifikasikan status kredit nasabah berdasarkan variabel demografis dan finansial dengan tingkat presisi yang baik dalam membedakan kredit lancar dan kredit bermasalah. Selain itu, Nurmalitasari et al. (2025) membuktikan bahwa *Random Forest* efektif dalam mengidentifikasi risiko kredit bermasalah sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pendukung pengelolaan risiko kredit pada lembaga keuangan.

Berdasarkan hasil penelitian-penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa algoritma *K-Means* efektif menghasilkan segmentasi anggota berdasarkan karakteristik data pinjaman, sedangkan algoritma *Random Forest* efektif menghasilkan model klasifikasi dengan tingkat performa yang baik. Hasil dari kedua algoritma tersebut menunjukkan bahwa pendekatan data mining mampu

menghasilkan informasi yang bermanfaat untuk mendukung pemantauan pinjaman serta pengambilan keputusan pada lembaga keuangan maupun koperasi.

Meskipun berbagai penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa algoritma *K-Means* maupun *Random Forest* memiliki kinerja yang baik dalam pengelolaan data pinjaman, masih terdapat beberapa keterbatasan yang perlu dikembangkan lebih lanjut. Penelitian yang dilakukan oleh Yahya et al. (2026) dan Illah et al. (2025), algoritma *K-Means* telah terbukti efektif dalam menghasilkan segmentasi anggota berdasarkan karakteristik pinjaman. Sementara itu, penelitian Zailani dan Hanun (2020), Fitri et al. (2025), serta Nurmalitasari et al. (2025) menunjukkan bahwa algoritma *Random Forest* memiliki kinerja yang baik dalam mengklasifikasikan status kredit dan mengidentifikasi risiko kredit bermasalah. Namun, penelitian-penelitian tersebut masih menerapkan algoritma *K-Means* dan *Random Forest* secara terpisah sehingga belum memanfaatkan hasil klasterisasi sebagai informasi tambahan dalam proses klasifikasi. Oleh karena itu, penelitian ini mengintegrasikan algoritma *K-Means* dan *Random Forest* dalam satu alur analisis untuk menghasilkan segmentasi anggota sekaligus klasifikasi status kolektabilitas pada data pinjaman anggota koperasi.

Penelitian terdahulu umumnya menerapkan *K-Means* untuk segmentasi atau *Random Forest* untuk klasifikasi secara terpisah. Penelitian ini menyusun kedua algoritma dalam satu alur analisis: *K-Means* digunakan untuk membentuk kelompok berdasarkan karakteristik pinjaman, sedangkan *Random Forest* digunakan untuk mengklasifikasikan status kolektabilitas. Kontribusi label klaster

sebagai fitur tambahan perlu dinilai melalui perbandingan model dengan dan tanpa fitur tersebut agar manfaat integrasi dapat dibuktikan secara empiris.

Berdasarkan kesenjangan penelitian tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan berupa integrasi algoritma *K-Means* dan *Random Forest* dalam satu alur analisis. *K-Means* digunakan untuk menghasilkan klaster anggota berdasarkan karakteristik data pinjaman, sedangkan hasil klasterisasi dimanfaatkan sebagai fitur tambahan dalam proses klasifikasi status kolektabilitas menggunakan *Random Forest*. Pendekatan ini diharapkan dapat menghasilkan informasi yang lebih komprehensif untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan pinjaman koperasi.

Penelitian terdahulu umumnya menerapkan *K-Means* untuk segmentasi atau *Random Forest* untuk klasifikasi secara terpisah. Penelitian ini menyusun kedua algoritma dalam satu alur analisis: *K-Means* digunakan untuk membentuk kelompok berdasarkan karakteristik pinjaman, sedangkan *Random Forest* digunakan untuk mengklasifikasikan status kolektabilitas. Kontribusi label klaster sebagai fitur tambahan perlu dinilai melalui perbandingan model dengan dan tanpa fitur tersebut agar manfaat integrasi dapat dibuktikan secara empiris.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini diarahkan untuk menghasilkan segmentasi anggota, mengevaluasi klasifikasi status kolektabilitas, dan menilai keterbatasan model pada data yang sangat tidak seimbang. Hasil analisis diposisikan sebagai informasi pendukung bagi koperasi dan tidak dimaksudkan sebagai dasar tunggal dalam keputusan operasional. Berdasarkan

pertimbangan tersebut, penelitian ini berjudul "Klasterisasi Data Pinjaman dan Klasifikasi Kolektabilitas Anggota pada Koperasi ZIEBAR dengan *K-Means* dan *Random Forest*".

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang menjadi fokus dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana kondisi pemanfaatan data pinjaman anggota pada Unit Simpan Pinjam Koperasi Konsumen Bank BJB (ZIEBAR) Kota Bandung?
2. Bagaimana penerapan algoritma *K-Means* dalam mengelompokkan anggota berdasarkan karakteristik data pinjaman?
3. Bagaimana penerapan algoritma *Random Forest* dalam mengklasifikasikan status kolektabilitas pinjaman anggota?
4. Bagaimana hasil klasterisasi anggota dan klasifikasi status kolektabilitas dapat mendukung pengambilan keputusan pada Unit Simpan Pinjam Koperasi Konsumen Bank BJB (ZIEBAR) Kota Bandung?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk menerapkan pendekatan sains data dalam menganalisis dan mengolah data pinjaman anggota pada Unit Simpan Pinjam Koperasi Konsumen Bank BJB (ZIEBAR) Kota Bandung melalui integrasi algoritma *K-Means* dan *Random Forest*. Dengan memanfaatkan algoritma *K-Means*, penelitian ini diarahkan untuk menghasilkan segmentasi anggota

berdasarkan kemiripan karakteristik pinjaman, sedangkan algoritma *Random Forest* diterapkan untuk mengklasifikasikan status kolektabilitas pinjaman secara otomatis dan berbasis data. Hasil dari kedua pendekatan tersebut diharapkan dapat memberikan informasi analitis yang terstruktur guna mendukung pengambilan keputusan manajemen koperasi dalam pemantauan, pengelolaan, dan mitigasi risiko kredit anggota secara lebih sistematis dan tepat sasaran.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kondisi pemanfaatan data pinjaman anggota pada Unit Simpan Pinjam Koperasi Konsumen Bank BJB (ZIEBAR) Kota Bandung.
2. Mengelompokkan anggota koperasi berdasarkan karakteristik pinjaman menggunakan algoritma *K-Means* dan menentukan jumlah klaster optimal.
3. Mengklasifikasikan status kolektabilitas pinjaman anggota menggunakan algoritma *Random Forest* dan mengevaluasi performa model yang dihasilkan.
4. Menganalisis manfaat hasil klasterisasi anggota dan klasifikasi status kolektabilitas pinjaman yang dihasilkan dari penerapan algoritma *K-Means* dan *Random Forest*.

IKOPIN University

1.4 Kegunaan Penelitian

1.4.1 Kegunaan Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini diharapkan memberikan kegunaan sebagai berikut:

1. Memberikan bukti empiris penerapan pendekatan sains data, khususnya teknik *Clustering* dalam domain lembaga keuangan berbasis keanggotaan, melalui penerapan algoritma *K-Means* untuk menghasilkan segmentasi anggota koperasi berdasarkan karakteristik data pinjaman yang bersifat numerik, serta menunjukkan relevansi metode penentuan klaster optimal (*Elbow Method, Silhouette Score, dan Davies-Bouldin Index*) dalam konteks data pinjaman koperasi.
2. Memberikan kontribusi pada pengembangan pendekatan *ensemble learning*, khususnya dalam menunjukkan bahwa hasil klasterisasi *K-Means* dapat diintegrasikan sebagai fitur tambahan dalam proses klasifikasi status kolektabilitas menggunakan algoritma *Random Forest*, yang dievaluasi menggunakan metrik *Confusion Matrix, presisi, Recall, F1-Score.*
3. Menjadi referensi metodologis bagi peneliti selanjutnya dalam merancang alur analisis yang mengintegrasikan pendekatan unsupervised dan supervised learning secara berkesinambungan, serta dapat dikembangkan dengan membandingkan algoritma lain seperti DBSCAN, K-Medoids, XGBoost, atau *Support Vector Machine* pada objek penelitian yang berbeda.

1.4.2 Kegunaan Praktis

Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kegunaan bagi Koperasi Konsumen Bank BJB (ZIEBAR) Kota Bandung untuk memberikan manfaat praktis berupa informasi analitis yang terstruktur mengenai karakteristik kelompok anggota berdasarkan profil pinjamannya. Melalui segmentasi yang dihasilkan oleh algoritma *K-Means*, pengelola koperasi dapat memperoleh gambaran distribusi anggota secara lebih sistematis, sehingga pemantauan pinjaman dapat dilakukan secara lebih terarah sesuai dengan karakteristik masing-masing kelompok.

Sementara itu, hasil klasifikasi menggunakan *Random Forest* memberikan gambaran kemampuan model dalam membedakan status kolektabilitas pada data yang tersedia. Hasil penelitian tidak dimaksudkan sebagai dasar tunggal pengambilan keputusan operasional, melainkan sebagai informasi tambahan yang tetap memerlukan verifikasi dokumen, pertimbangan petugas, dan kebijakan koperasi.

IKOPIN University