

SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW: PERAN KONSEP MATEMATIKA DISKRIT DALAM PENGEMBANGAN MODEL CREDIT SCORING PEMBIAYAAN PADA LEMBAGA KEUANGAN SYARIAH NON-BANK

Nawal Ika Susanti¹, Ribut Suprpto²
Universitas KH. Mukhtar Syafaat Blokagung Banyuwangi^{1,2}
nawalika@uimsya.ac.id¹, ributsuprpto@gmail.com²

Abstract

This study examines the integration of discrete mathematics into financing scoring systems for non-bank Islamic financial institutions (NBIFIs). A Systematic Literature Review was selected to consolidate evidence on mathematical structures, decision-support methods, predictive algorithms, and sharia governance, with reporting guided by PRISMA 2020. Searches in Google Scholar, Scopus, Garuda, Semantic Scholar, and PMC for publications from 2020 to 2026 identified 487 records; 89 remained after deduplication and title-abstract screening, 34 full texts were assessed, and 20 articles were included. Machine-learning and credit-scoring studies dominated the evidence base (35%), followed by studies on NBIFIs and Islamic non-bank finance (25%), PRISMA-based reviews (15%), discrete mathematics and decision modelling (15%), and DSS/MCDM applications (10%). The findings show that finite sets, logical rules, decision trees, graph structures, and ranking matrices are relevant to financing assessment, but explicit discrete-mathematics applications remain rare. Major gaps concern limited NBIFI-specific datasets, weak operationalisation of maqashid al-shariah, insufficient fairness testing, and scarce external validation. The review proposes a four-layer model linking input data, discrete-mathematical structures, hybrid scoring algorithms, and explainable decisions under sharia governance. Practically, NBIFIs should develop auditable scoring rules, involve Sharia Supervisory Boards in model validation, and provide assistance pathways for applicants below the eligibility threshold.

Keywords: *Credit Scoring, Discrete Mathematics, Non-Bank Islamic Financial Institutions, PRISMA, Systematic Literature Review*

Abstrak

Penelitian ini menganalisis integrasi matematika diskrit dalam sistem scoring pembiayaan Lembaga Keuangan Syariah Non-Bank (LKSNNB). Systematic Literature Review dipilih untuk menyatukan bukti yang masih terfragmentasi mengenai struktur matematika, sistem pendukung keputusan, algoritma prediktif, dan tata kelola syariah, dengan pelaporan mengikuti PRISMA 2020. Penelusuran pada Google Scholar, Scopus, Garuda, Semantic Scholar, dan PMC untuk publikasi 2020-2026 menghasilkan 487 rekaman; 89 artikel tersisa setelah deduplikasi dan screening judul-abstrak, 34 full-text dinilai, dan 20 artikel diinklusi. Studi machine learning dan credit scoring mendominasi (35%), diikuti kajian LKSNNB/IKNNB syariah (25%), SLR berbasis PRISMA (15%), matematika diskrit dan pemodelan keputusan (15%), serta DSS/MCDM (10%). Hasil kajian menunjukkan bahwa himpunan berhingga, aturan logis, decision tree, struktur graf, dan matriks perangkangan relevan untuk penilaian pembiayaan, tetapi penerapan matematika diskrit secara eksplisit masih terbatas. Kesenjangan utama meliputi keterbatasan data khusus LKSNNB, lemahnya operasionalisasi maqashid syariah, minimnya pengujian keadilan algoritmik, dan kurangnya validasi eksternal. Kajian ini mengusulkan model empat lapisan yang menghubungkan data input, struktur matematika diskrit, algoritma scoring hibrida, dan keputusan yang dapat dijelaskan di bawah tata kelola

syariah. Secara praktis, LKSNNB perlu membangun aturan scoring yang dapat diaudit, melibatkan Dewan Pengawas Syariah dalam validasi model, dan menyediakan jalur pendampingan bagi pemohon di bawah ambang kelayakan.

Kata Kunci: *Credit Scoring, Matematika Diskrit, Lembaga Keuangan Syariah Non-Bank, PRISMA, Systematic Literature Review*

A. PENDAHULUAN

Lembaga Keuangan Syariah Non-Bank (LKSNNB) merupakan bagian penting dari ekosistem keuangan Islam karena menjangkau kebutuhan pembiayaan mikro, perlindungan risiko, jasa gadai, dan pembiayaan usaha yang tidak selalu terlayani oleh perbankan. Dalam statistik Otoritas Jasa Keuangan, aset IKNB syariah pada kelompok perasuransian, penjaminan, dana pensiun, perusahaan pembiayaan, modal ventura, dan lembaga keuangan mikro mencapai Rp188,04 triliun pada Desember 2025, meningkat dari Rp170,24 triliun pada 2024, dengan pangsa 4,62% terhadap aset IKNB nasional (Otoritas Jasa Keuangan [OJK], 2026). Pertumbuhan tersebut memperkuat urgensi tersedianya sistem seleksi pembiayaan yang objektif, cepat, transparan, dan tetap selaras dengan prinsip syariah.

Sistem scoring pembiayaan dibutuhkan untuk mengurangi ketergantungan pada intuisi analis, menjaga konsistensi penerapan kriteria, dan menekan risiko pembiayaan bermasalah. Di LKSNNB, penilaian tidak cukup hanya mengukur capacity, capital, collateral, condition, dan character, tetapi juga perlu memeriksa kepatuhan usaha, kesesuaian akad, dampak sosial, dan kemampuan pembiayaan dalam menghadirkan kemaslahatan. Temuan Lestari dan Pebruary (2025) menunjukkan bahwa karakteristik pembiayaan seperti jumlah plafon, jangka waktu, dan jumlah jasa berhubungan dengan kolektibilitas, sedangkan Supriadi et al. (2025) menekankan bahwa innovative credit scoring dapat memperluas akses pembiayaan melalui data nontradisional, tetapi harus dikendalikan dari bias dan penyalahgunaan data.

Matematika diskrit menawarkan struktur formal untuk mengorganisasi keputusan yang tersusun atas alternatif, kategori, kondisi benar-salah, hubungan antarvariabel, dan kombinasi kriteria. Teori himpunan dapat digunakan untuk segmentasi calon penerima pembiayaan; logika proposisi dan aljabar Boolean untuk membentuk aturan kelayakan; teori graf untuk memetakan relasi nasabah, usaha, pemasok, dan riwayat transaksi; sedangkan kombinatorika dan relasi berhingga membantu pembobotan serta eksplorasi konfigurasi kriteria (Munir, 2020). Namun, AHP, SAW, TOPSIS, decision tree, dan machine learning tidak identik dengan matematika diskrit. Metode-metode tersebut lebih tepat dipahami sebagai teknik pengambilan keputusan dan prediksi yang menggunakan elemen diskrit seperti himpunan alternatif berhingga, aturan logis, pohon keputusan, kelas kategori, dan matriks perbandingan.

Literatur mengenai credit scoring syariah masih terfragmentasi. Sebagian studi membahas machine learning, sebagian lain mengkaji sistem pendukung keputusan,

sementara kajian LKSNB lebih banyak berfokus pada peran kelembagaan, literasi, atau risiko pembiayaan. Fragmentasi ini menyebabkan belum jelasnya tingkat integrasi matematika diskrit, metode yang dominan, dan celah yang harus diprioritaskan. Systematic Literature Review (SLR) dengan PRISMA 2020 digunakan karena menyediakan proses pencarian, seleksi, penilaian, dan sintesis yang transparan serta dapat direplikasi, sehingga lebih tepat daripada tinjauan naratif untuk memetakan bukti lintas bidang (Page et al., 2021). Kontribusi teoritis kajian ini adalah membedakan integrasi matematika diskrit yang eksplisit dari penggunaan struktur diskrit secara operasional, sekaligus menyusun model scoring yang menghubungkan akurasi algoritmik dengan maqashid syariah.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini diarahkan oleh tiga pertanyaan penelitian berikut.

- RQ1. Bagaimana perkembangan dan bentuk penerapan matematika diskrit dalam sistem scoring pembiayaan syariah, khususnya pada konteks LKSNB?
- RQ2. Metode matematika, DSS, MCDM, dan algoritma prediktif apa yang paling dominan digunakan dalam literatur?
- RQ3. Apa kesenjangan penelitian dan peluang pengembangan model scoring LKSNB yang selaras dengan maqashid syariah, transparansi, dan keadilan algoritmik?

B. LANDASAN TEORI

1. Matematika Diskrit dan Struktur Keputusan

Matematika diskrit mempelajari objek yang terpisah atau dapat dihitung, seperti proposisi, himpunan, relasi, fungsi, graf, pohon, dan struktur kombinatorial. Dalam sistem scoring, teori himpunan memungkinkan pembentukan kelompok pemohon berdasarkan irisan kriteria, misalnya pemohon dengan usaha halal, arus kas stabil, dan riwayat akad baik. Prinsip inklusi-eksklusi membantu menghitung anggota pada beberapa kategori yang saling tumpang tindih, sebagaimana ditunjukkan Lestari et al. (2024) dalam konteks ekonomi Islam.

Logika proposisi dan aljabar Boolean mendukung pembentukan rule-based scoring. Aturan seperti 'usaha halal DAN arus kas memadai DAN tidak memiliki tunggakan berat' dapat ditulis sebagai konjungsi logis dan diproses secara konsisten. Teori graf memberi representasi yang lebih kaya ketika risiko tidak hanya berasal dari atribut individu, tetapi juga dari hubungan pemohon dengan pemasok, pelanggan, kelompok usaha, atau jaringan transaksi. Pohon keputusan merupakan struktur graf khusus yang memecah keputusan ke dalam simpul dan cabang, sehingga hasilnya relatif mudah dijelaskan kepada analis, nasabah, dan auditor.

2. Sistem Scoring Pembiayaan dalam Perspektif Syariah

Credit scoring merupakan proses mengubah karakteristik pemohon menjadi skor atau kelas risiko untuk mendukung persetujuan, penolakan, penetapan batas

pembiayaan, dan kebutuhan mitigasi. Studi Dastile et al. (2020) menunjukkan bahwa perkembangan credit scoring bergerak dari model statistik menuju machine learning, tetapi menghadapi masalah ketidakseimbangan data dan rendahnya explainability. Pada konteks syariah, skor perlu mencakup dimensi 5C+S: lima dimensi kelayakan konvensional ditambah sharia compliance, antara lain kehalalan usaha, kesesuaian tujuan penggunaan dana, kelayakan akad, dan tidak adanya unsur riba, gharar berlebihan, atau aktivitas yang dilarang.

Kebutuhan transparansi semakin penting ketika model yang digunakan kompleks. Bussmann et al. (2021), Bucker et al. (2022), Dastile dan Çelik (2021), serta Nallakaruppan et al. (2024) memperlihatkan bahwa SHAP, LIME, partial dependence plot, dan model intrinsik interpretable dapat digunakan untuk menjelaskan kontribusi variabel terhadap skor. Dalam keuangan syariah, explainability tidak hanya menjadi kebutuhan kepatuhan, tetapi juga bagian dari amanah, keterbukaan akad, dan hak pemohon untuk memahami alasan keputusan.

3. LKSNB dan Karakteristik Data Pembiayaan

LKSNB meliputi berbagai lembaga dengan karakteristik produk dan tata kelola yang berbeda, seperti perusahaan pembiayaan syariah, pegadaian syariah, asuransi syariah, lembaga keuangan mikro, serta KSPPS/BMT dalam ekosistem koperasi. Islam dan Ulinnuha (2024) menekankan bahwa keragaman bentuk kelembagaan menimbulkan perbedaan pada jenis akad, profil nasabah, skala pembiayaan, dan kualitas data. Ahmad et al. (2022), Putri et al. (2024), dan Rahmat et al. (2024) mengidentifikasi persoalan berulang berupa keterbatasan teknologi, kapasitas SDM, literasi keuangan, regulasi, dan ketersediaan data historis.

Kondisi tersebut membuat model perbankan tidak dapat dipindahkan secara langsung ke LKSNB. Data LKSNB sering bersifat kecil, kategorikal, tidak seimbang, dan memiliki banyak informasi kualitatif. Oleh karena itu, sistem scoring perlu menggabungkan aturan pakar, metode MCDM, dan model prediktif yang sesuai dengan ukuran data. Kumar et al. (2021) menunjukkan bahwa digital credit scoring pada pembiayaan rural memerlukan alternative data dan desain yang adaptif terhadap keterbatasan infrastruktur.

4. Maqashid Syariah, Keadilan, dan Explainable AI

Maqashid syariah memberikan orientasi bahwa keputusan pembiayaan seharusnya menjaga agama, jiwa, akal, keturunan, dan harta, serta mendorong keadilan dan kemaslahatan (Auda, 2008). Dalam scoring, orientasi ini dapat diterjemahkan menjadi kriteria perlindungan harta, keberlanjutan usaha halal, kemampuan memenuhi kebutuhan dasar, tidak adanya eksploitasi, dan peluang pemberdayaan. Nilai maqashid tidak boleh dipakai sebagai label normatif semata,

melainkan perlu dioperasionalkan melalui indikator, bobot, aturan, dan mekanisme audit Dewan Pengawas Syariah (DPS).

Responsible AI mensyaratkan fairness, privacy, accountability, human oversight, dan mekanisme keberatan. Jammalamadaka dan Itapu (2023) menegaskan bahwa credit scoring otomatis berisiko mengulang diskriminasi historis bila data dan model tidak diuji. Fritz-Morgenthal et al. (2022) dan Hadji Misheva et al. (2021) menambahkan bahwa bentuk penjelasan perlu disesuaikan dengan audiens: pengembang membutuhkan detail teknis, regulator dan DPS membutuhkan jejak audit, sedangkan pemohon membutuhkan alasan yang ringkas dan dapat ditindaklanjuti.

C. METODE PENELITIAN

1. Desain dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan SLR dengan pelaporan PRISMA 2020. Unit analisis adalah artikel ilmiah yang membahas credit scoring, financing scoring, DSS/MCDM, machine learning, struktur matematika diskrit, atau tata kelola keputusan dalam keuangan syariah dan microfinance. Tiga buku digunakan untuk memperkuat definisi matematika diskrit, IKNB syariah, dan matematika ekonomi, tetapi tidak dihitung sebagai artikel inklusi PRISMA.

2. Strategi Pencarian Literatur

Penelusuran terakhir dilakukan pada 27 Juni 2026 melalui Google Scholar, Scopus, Garuda Kemdikti, Semantic Scholar, dan PMC. Sintaks utama yang digunakan adalah:

("discrete mathematics" OR "matematika diskrit" OR "graph theory" OR "Boolean logic" OR combinatorics) AND ("credit scoring" OR "financing scoring" OR "decision support system") AND ("Islamic finance" OR "Islamic microfinance" OR "LKSNB" OR "BMT" OR "KSPPS")

Sintaks disesuaikan dengan fitur masing-masing basis data. Pencarian dibatasi pada tahun 2020-2026, bahasa Indonesia atau Inggris, dan dokumen yang tersedia dalam full-text atau memiliki metadata yang cukup untuk diverifikasi. Data hasil pencarian dikonsolidasikan dalam matriks screening menggunakan Microsoft Excel; deduplikasi dilakukan secara semi-manual berdasarkan DOI, judul, penulis pertama, dan tahun. Spreadsheet yang sama digunakan untuk merekam keputusan inklusi-eksklusi, ekstraksi variabel, dan audit konsistensi sitasi.

3. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Aspek	Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Tahun	Publikasi 2020-2026	Terbit sebelum 2020

Bahasa	Bahasa Indonesia atau Inggris	Bahasa lain tanpa terjemahan metadata
Jenis dokumen	Artikel jurnal/prosiding ilmiah dengan metode jelas	Editorial, berita, skripsi/tesis, materi promosi
Relevansi	Scoring, DSS/MCDM, matematika diskrit, AI/XAI, atau LKSNB syariah	Tidak terkait keputusan pembiayaan atau keuangan syariah
Akses dan identitas	Full-text/metadata terverifikasi, DOI atau URL stabil	Duplikat, abstrak tanpa informasi metode, identitas tidak dapat diverifikasi
Kualitas minimum	Tujuan, metode, data/fokus, dan temuan dapat diekstraksi	Skor appraisal kurang dari 3 dari 5 kriteria

4. Seleksi Studi dan Diagram PRISMA

Pencarian awal menghasilkan 487 rekaman. Setelah deduplikasi dan screening judul-abstrak, 89 artikel dipertahankan; 34 artikel dinilai dalam bentuk full-text, dan 20 artikel memenuhi seluruh kriteria. Sebanyak 14 artikel full-text dikeluarkan terutama karena objek tidak relevan dengan pembiayaan, metodologi tidak memadai, atau tidak menyediakan hubungan yang dapat diekstraksi antara struktur keputusan dan konteks syariah.

Tabel 2. Ringkasan Tahap PRISMA

Tahap	Proses	Jumlah
Identification	Rekaman dari lima basis data	487
Screening	Setelah deduplikasi dan screening judul-abstrak	89
Eligibility	Full-text dinilai berdasarkan kriteria	34
Inclusion	Artikel dianalisis dan disintesis	20

Sintesis dilakukan secara naratif dan tematik. Artikel dikelompokkan ke dalam machine learning/XAI, DSS/MCDM, kajian LKSNB, studi kuantitatif, matematika diskrit terapan, dan responsible AI. Kategori tersebut tidak dimaksudkan untuk menyamakan seluruh algoritma dengan matematika diskrit, tetapi untuk menilai apakah suatu studi menggunakan konsep formal secara eksplisit atau memanfaatkan struktur diskrit secara operasional.

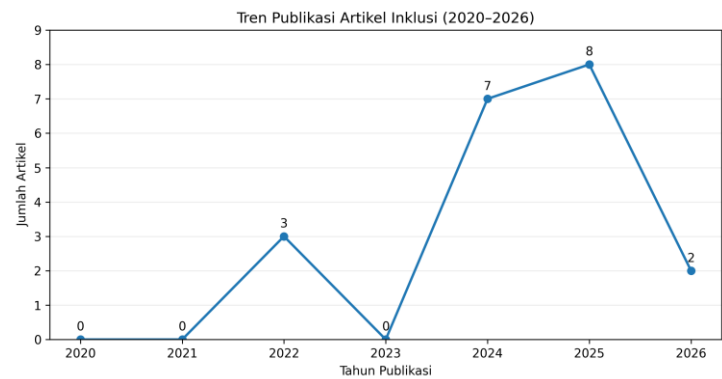
D. HASIL PENELITIAN

1. Hasil Penelitian

a. Karakteristik Umum Artikel Inklusi

Dua puluh artikel yang diinklusi berasal dari 16 publikasi nasional (80%) dan 4 publikasi internasional (20%). Artikel paling banyak terbit pada 2025 sebanyak delapan artikel, diikuti 2024 sebanyak tujuh artikel, 2022 sebanyak tiga artikel, dan 2026 sebanyak dua artikel. Kenaikan pada 2024-2025 beriringan dengan intensifikasi digitalisasi pembiayaan, penggunaan alternative data, dan perhatian terhadap

explainability. Publikasi 2026 lebih sedikit karena pencarian dilakukan pada pertengahan tahun.



Gambar 3. Tren Publikasi Artikel Inklusi Tahun 2020-2026

Tabel 3 memperlihatkan karakteristik artikel, metode, fokus variabel, dan temuan utama. Artikel internasional terutama memperkuat tema XAI, auditabilitas, dan responsible AI, sedangkan artikel nasional lebih dominan pada konteks LKSNB, KSPPS/BMT, DSS, serta implementasi scoring di Indonesia.

Tabel 3. Karakteristik 20 Artikel yang Dianalisis

Penulis/Tahun	Negara	Desain/Metode	Fokus/Variabel	Temuan Utama
Siregar et al. (2025)	Indonesia	Machine learning classification	Data nasabah microfinance; kelayakan/default	ML mendukung konsistensi prediksi kelayakan, tetapi memerlukan validasi pada data LKSNB yang lebih luas.
Supriadi et al. (2025)	Indonesia	Innovative credit scoring	Risiko, alternative data, loan origination	ICS memperluas basis informasi, tetapi membutuhkan kontrol kualitas data, inklusivitas, dan governance.
Nallakaruppan et al. (2024)	India	XAI: RF/DT/SVM + SHAP/LIME/PDP	Credit evaluation; alasan keputusan	XAI mengurangi sifat black box dan menjelaskan faktor pendorong keputusan pembiayaan.
Sari, R. et al. (2024)	Indonesia	Naive Bayes	Karakteristik pemohon; kelas kelayakan	Klasifikasi probabilistik menyederhanakan

Penulis/Tahun	Negara	Desain/Metode	Fokus/Variabel	Temuan Utama
				penentuan kelas risiko dan keputusan awal.
Okui (2024)	Jepang	Pemodelan graf untuk keputusan	Relasi antarindikator dan alternatif	Teori graf memetakan hubungan kompleks; aplikasinya pada scoring LKSNB masih bersifat analogis.
Supriyanto et al. (2025)	Indonesia	Perbandingan machine learning	Akurasi prediksi kelayakan kredit	Kinerja model dipengaruhi karakteristik data, pemilihan fitur, dan prosedur validasi.
Irwan et al. (2025)	Indonesia	Explainable Boosting Machine	Risiko microfinance; interpretabilitas	Model interpretable menyeimbangkan daya prediksi dan keterlacakan alasan keputusan.
Abdullah et al. (2022)	Malaysia	Kajian konseptual DSS	DSS dalam keuangan Islam	DSS meningkatkan konsistensi, tetapi harus tunduk pada governance dan audit syariah.
Suwardi et al. (2026)	Indonesia	SLR berbasis PRISMA	Audit syariah, governance, ESG	PRISMA membantu sintesis yang transparan; governance syariah perlu diintegrasikan dalam sistem keputusan.
Putri et al. (2024)	Indonesia	Kajian deskriptif	Peluang dan kendala LKSNB	Literasi, teknologi, data, dan regulasi menjadi kendala implementasi pembiayaan LKSNB.
Iskandar et al. (2024)	Indonesia	SAW-based DSS	Bobot kriteria; ranking alternatif	SAW menyediakan perangkingan terstruktur pada

Penulis/Tahun	Negara	Desain/Metode	Fokus/Variabel	Temuan Utama
				alternatif dan kriteria berhingga.
Fauziah et al. (2025)	Indonesia	SLR-PRISMA	Literasi keuangan syariah dan keputusan	Literasi berhubungan dengan keputusan menggunakan produk; metode SLR memperjelas konsistensi bukti.
Rahmat et al. (2024)	Indonesia	Kajian literatur	Peran IKNB syariah	IKNB syariah mendukung inklusi; kualitas seleksi pembiayaan menjadi faktor penting.
Lestari & Pebruary (2025)	Indonesia	Kuantitatif	Kolektibilitas KSPPS/BMT	Plafon, jangka waktu, dan jasa berhubungan dengan kolektibilitas pembiayaan.
Wahyudi et al. (2022)	Indonesia	TOPSIS dan SAW	Kelayakan nasabah; ranking	MCDM meningkatkan objektivitas, tetapi bobot dan ambang harus dikalibrasi.
Mukit et al. (2026)	Internasional	ML dan blockchain	Default Islamic microfinance; data transaksi	Arsitektur adaptif menawarkan scoring berbasis data, tetapi membutuhkan validasi lokal dan governance syariah.
Sari, M. I. et al. (2025)	Indonesia	Kuantitatif makro	Lembaga syariah dan pertumbuhan	Intermediasi lembaga syariah berkaitan dengan aktivitas ekonomi regional.
Lestari, P. et al. (2024)	Indonesia	Teori himpunan	Union, irisan, inklusi-eksklusi	Operasi himpunan mendukung segmentasi kriteria tumpang tindih dan merupakan

Penulis/Tahun	Negara	Desain/Metode	Fokus/Variabel	Temuan Utama
				aplikasi matdis eksplisit.
Nugraha et al. (2025)	Indonesia	SLR	Literasi syariah dan perilaku keuangan	Literasi berkaitan dengan penggunaan produk dan relevan bagi desain pendampingan dalam scoring.
Ahmad et al. (2022)	Indonesia	Studi literatur	Isu umum LKSNB	Risiko, pemahaman akad, regulasi, dan kapasitas kelembagaan merupakan isu berulang.

b. Jawaban RQ1: Perkembangan dan Bentuk Integrasi Matematika Diskrit

Hasil sintesis terhadap 20 artikel menunjukkan bahwa perkembangan integrasi matematika diskrit dalam sistem scoring pembiayaan syariah masih berada pada tahap awal menuju konsolidasi. Tiga artikel atau 15% dari artikel inklusi berada pada rumpun matematika diskrit dan pemodelan keputusan, tetapi hanya satu artikel atau 5% yang menyebut dan menerapkan konsep formal matematika diskrit secara langsung dalam konteks ekonomi Islam. Proporsi tersebut menegaskan bahwa literatur belum membentuk tradisi riset yang secara eksplisit menurunkan model scoring LKSNB dari teori himpunan, logika, graf, atau kombinatorika. Meskipun demikian, sebagian besar artikel menggunakan objek, variabel, dan ruang keputusan yang bersifat diskrit, sehingga terdapat fondasi yang cukup kuat untuk dikembangkan menjadi model yang lebih formal.

Secara temporal, perkembangan penelitian tampak meningkat pada 2024-2025, yaitu periode ketika 15 dari 20 artikel inklusi diterbitkan. Lonjakan tersebut berkaitan dengan semakin kuatnya pembahasan digitalisasi pembiayaan, pemanfaatan alternative data, klasifikasi risiko, dan kebutuhan explainability. Akan tetapi, peningkatan kuantitas publikasi belum diikuti oleh penguatan terminologi matematika diskrit sebagai kerangka teoritis. Literatur lebih sering menggunakan istilah machine learning, credit scoring, DSS, atau MCDM, sedangkan struktur diskrit yang mendasari pembentukan kelas risiko, alternatif keputusan, relasi antarvariabel, dan aturan keputusan tidak selalu dijelaskan. Temuan ini memperlihatkan bahwa perkembangan bidang bersifat aplikatif dan teknologi-sentris, tetapi masih memerlukan penguatan konseptual.

Bentuk integrasi yang paling eksplisit ditemukan pada penggunaan teori himpunan melalui operasi union, irisan, dan prinsip inklusi-eksklusi. Lestari et al. (2024) menunjukkan bahwa konsep tersebut dapat digunakan untuk membaca kriteria ekonomi Islam yang saling beririsan. Dalam scoring pembiayaan, prinsip yang sama dapat memetakan calon nasabah ke dalam himpunan layak, perlu verifikasi, perlu pendampingan, atau tidak layak, tanpa mengabaikan kemungkinan satu nasabah memenuhi beberapa kategori sekaligus. Nilai tambah teori himpunan bukan hanya pada segmentasi, tetapi juga pada kemampuan menelusuri alasan keanggotaan suatu nasabah pada kategori tertentu. Bagi LKSNB, mekanisme ini relevan karena keputusan sering dibangun dari data kategorikal dan kriteria yang tidak sepenuhnya saling bebas.

Integrasi berikutnya muncul melalui teori graf dan struktur pohon. Okui (2024) memperlihatkan kemampuan graf dalam memetakan hubungan kompleks antarindikator, meskipun objek penelitiannya bukan LKSNB sehingga pemanfaatannya dalam artikel ini bersifat analogis. Pada sistem scoring, simpul dapat merepresentasikan nasabah, variabel, akad, atau kejadian pembayaran, sedangkan sisi merepresentasikan hubungan, ketergantungan, atau jalur pengaruh. Decision tree dalam studi klasifikasi juga dapat dipahami sebagai struktur graf berarah yang menampilkan urutan keputusan dari akar menuju kelas akhir. Namun, literatur inklusi belum banyak menguji graph-based scoring secara langsung pada data BMT atau KSPPS, sehingga peluang penelitian pada relasi sosial, rantai usaha, dan pola transaksi nasabah masih terbuka.

Logika proposisi dan aljabar Boolean hadir terutama dalam bentuk aturan if-then, persyaratan wajib, dan keputusan biner. Abdullah et al. (2022) menekankan bahwa DSS pada keuangan Islam harus memiliki aturan yang konsisten, transparan, dan dapat diaudit. Dalam konteks LKSNB, variabel seperti kehalalan usaha, kesesuaian akad, kelengkapan dokumen, dan batas kemampuan membayar dapat diformulasikan sebagai proposisi yang harus dipenuhi sebelum proses perangkingan dilakukan. Dengan demikian, aturan syariah berfungsi sebagai constraint, bukan sekadar bobot tambahan. Literatur yang ada telah memberi dasar konseptual bagi penggunaan rule-based system, tetapi belum banyak menyajikan pembuktian konsistensi aturan, penanganan konflik antaturan, atau mekanisme perubahan aturan ketika fatwa dan kebijakan internal diperbarui.

Pada kelompok DSS dan MCDM, struktur diskrit tampak melalui himpunan alternatif berhingga, daftar kriteria, matriks keputusan, bobot, dan urutan peringkat. Iskandar et al. (2024) menggunakan SAW untuk mengagregasi nilai alternatif, sedangkan Wahyudi et al. (2022) membandingkan SAW dan TOPSIS dalam menentukan kelayakan nasabah. Metode tersebut tidak identik dengan matematika diskrit, tetapi operasinya berlangsung pada ruang keputusan diskrit dan dapat diperkuat dengan konsep relasi, fungsi, serta kombinatorika. Kekuatan pendekatan ini

adalah transparansi perhitungan dan kemudahan audit, terutama bagi LKSNB dengan jumlah data historis terbatas. Kelemahannya terletak pada sensitivitas terhadap bobot, normalisasi, dan ambang keputusan yang sering ditentukan secara subjektif.

Pada kelompok machine learning, matematika diskrit hadir melalui pembentukan label default/nondefault, kelas risiko, pemilihan fitur kategorikal, pohon keputusan, dan aturan klasifikasi. Sari et al. (2024) menggunakan Naive Bayes untuk menghasilkan kelas kelayakan, Siregar et al. (2025) membahas prediksi credit scoring pada Islamic microfinance, sedangkan Irwan et al. (2025) dan Nallakaruppan et al. (2024) menekankan pentingnya model yang dapat dijelaskan. Temuan SLR ini perlu dibaca secara hati-hati: machine learning bukan secara otomatis matematika diskrit, tetapi memanfaatkan representasi dan keluaran diskrit yang dapat dianalisis dengan konsep matematika diskrit. Ketajaman integrasi baru tercapai ketika struktur kategori, relasi, aturan, dan jalur keputusan dijelaskan secara formal, bukan hanya ketika sebuah algoritma menghasilkan akurasi tinggi.

Berdasarkan keseluruhan bukti, perkembangan integrasi dapat dikelompokkan ke dalam tiga tingkat kematangan. Tingkat pertama adalah integrasi eksplisit, ketika teori himpunan, graf, atau logika menjadi dasar model. Tingkat kedua adalah integrasi operasional, ketika struktur diskrit digunakan dalam DSS, MCDM, atau klasifikasi tanpa dinyatakan sebagai kerangka utama. Tingkat ketiga adalah integrasi hibrida, yaitu penggabungan representasi diskrit, aturan syariah, algoritma prediktif, explainability, dan tata kelola keputusan. Literatur yang ditelaah masih didominasi tingkat kedua, sementara tingkat pertama sangat terbatas dan tingkat ketiga baru muncul sebagai arah konseptual. Oleh karena itu, jawaban RQ1 adalah bahwa penerapan matematika diskrit telah berkembang dalam bentuk segmentasi, aturan, graf/pohon, pembobotan, dan klasifikasi, tetapi belum terkonsolidasi menjadi model scoring LKSNB yang formal, tervalidasi, dan berorientasi maqashid syariah.

c. Jawaban RQ2: Metode yang Dominan

Distribusi artikel menunjukkan bahwa machine learning dan credit scoring merupakan kelompok paling dominan, yaitu tujuh artikel atau 35% dari keseluruhan artikel inklusi. Kelompok kajian LKSNB/IKNB syariah mencapai 25%, SLR berbasis PRISMA 15%, matematika diskrit dan pemodelan keputusan 15%, sedangkan DSS/MCDM 10%. Dominasi tersebut menunjukkan pergeseran fokus penelitian dari penilaian manual menuju klasifikasi, prediksi, dan perbandingan berbasis data. Namun, dominan secara frekuensi tidak dapat langsung dimaknai sebagai paling efektif, karena artikel menggunakan objek, ukuran sampel, indikator kinerja, dan konteks lembaga yang berbeda. SLR ini karena itu membedakan antara metode yang paling sering diteliti dan metode yang paling sesuai untuk kebutuhan LKSNB.

Dalam kelompok machine learning, metode yang muncul mencakup Naive Bayes, decision tree, ensemble, boosting, serta perbandingan beberapa algoritma

klasifikasi. Sari et al. (2024) memperlihatkan penggunaan Naive Bayes untuk mengelompokkan kelayakan, sedangkan Siregar et al. (2025) dan Supriyanto et al. (2025) menekankan prediksi berbasis data historis. Irwan et al. (2025) menggunakan Explainable Boosting Machine untuk menjaga transparansi penilaian risiko. Keunggulan kelompok ini adalah kemampuannya menangkap pola nonlinier dan interaksi variabel, tetapi kualitas hasil sangat bergantung pada kecukupan data, ketepatan label, penanganan class imbalance, dan validasi. Dengan demikian, ML menjadi metode dominan dalam literatur, tetapi penerapannya pada LKSNB tidak dapat dilepaskan dari kesiapan data dan kapasitas pengelolaan model.

Pada rumpun MCDM, SAW dan TOPSIS merupakan metode yang paling jelas terlihat. Iskandar et al. (2024) menunjukkan bahwa SAW dapat menggabungkan skor pada sejumlah kriteria, sedangkan Wahyudi et al. (2022) memperlihatkan penggunaan TOPSIS dan SAW untuk menentukan kedekatan alternatif terhadap solusi ideal. AHP tidak selalu menjadi metode utama dalam artikel inklusi, tetapi secara konseptual relevan untuk memperoleh bobot melalui perbandingan berpasangan sebelum nilai diproses dengan SAW atau TOPSIS. Kelebihan MCDM adalah struktur perhitungan yang relatif sederhana, mudah dikomunikasikan kepada analis dan DPS, serta cocok bagi lembaga dengan data historis terbatas. Kelemahannya adalah potensi subjektivitas pada bobot, skala, normalisasi, dan ambang kelayakan.

DSS berbasis aturan merupakan rumpun yang secara frekuensi lebih kecil, tetapi memiliki posisi strategis dalam konteks syariah. Abdullah et al. (2022) menempatkan DSS sebagai sarana menjaga konsistensi dan auditabilitas keputusan keuangan Islam. Rule-based DSS memungkinkan syarat yang bersifat wajib, seperti kehalalan usaha dan kesesuaian akad, diuji sebelum skor finansial diagregasi. Metode ini mudah dijelaskan dan dapat menyediakan jejak alasan keputusan, tetapi cenderung kaku apabila aturan terlalu banyak atau saling bertentangan. Oleh karena itu, efektivitas DSS tidak hanya bergantung pada perangkat lunak, tetapi juga pada tata kelola perubahan aturan, dokumentasi sumber norma, serta mekanisme override yang terkontrol.

Explainable AI dan responsible AI muncul sebagai pendekatan lintas metode yang semakin penting. Nallakaruppan et al. (2024), Dastile dan Çelik (2021), Bussmann et al. (2021), serta Irwan et al. (2025) menunjukkan bahwa model prediktif perlu disertai penjelasan atas faktor yang mendorong keputusan. Teknik seperti feature importance, SHAP, LIME, partial dependence, atau model interpretable tidak menggantikan algoritma scoring, tetapi membentuk lapisan penjelasan dan audit. Dalam LKSNB, kebutuhan ini lebih kuat karena keputusan harus dapat dipahami oleh analis, DPS, manajemen risiko, dan nasabah. Temuan SLR mengindikasikan bahwa kualitas metode seharusnya dinilai dari kombinasi akurasi, stabilitas, keadilan, dan keterjelasan, bukan dari akurasi semata.

Perbandingan antarartikel tidak mendukung penetapan satu algoritma sebagai pemenang universal. Sebagian penelitian melaporkan akurasi atau performa klasifikasi, sedangkan artikel lain menilai objektivitas perangkingan, transparansi, pengaruh variabel, atau kontribusi kelembagaan. Heterogenitas desain tersebut tidak memungkinkan meta-analisis kuantitatif atau penggabungan effect size. Selain itu, beberapa studi menggunakan data perbankan umum, microfinance, atau dataset kredit non-syariah, sehingga hasilnya belum tentu dapat ditransfer langsung ke BMT, KSPPS, pegadaian syariah, atau lembaga pembiayaan syariah. Ketajaman jawaban RQ2 dengan demikian terletak pada pemetaan fungsi metode, bukan sekadar urutan akurasi.

Pemilihan metode perlu disesuaikan dengan tingkat kematangan data dan tata kelola lembaga. Pada LKSNB yang baru memulai digitalisasi, scorecard dan rule-based DSS lebih realistis karena transparan dan tidak membutuhkan dataset besar. Ketika jumlah alternatif dan kriteria meningkat, AHP-SAW atau AHP-TOPSIS dapat digunakan untuk menghasilkan bobot dan perangkingan yang lebih konsisten. Setelah tersedia data historis yang cukup dan berkualitas, model ML interpretable dapat digunakan untuk mempelajari pola risiko, sedangkan XAI dan fairness testing menjadi lapisan wajib. Tahapan ini menunjukkan bahwa evolusi metode seharusnya bersifat kumulatif, bukan mengganti seluruh proses lama dengan black-box model secara langsung.

Berdasarkan frekuensi dan fungsi, jawaban RQ2 adalah bahwa rumpun machine learning/credit scoring paling dominan dalam literatur, sedangkan SAW-TOPSIS menjadi metode MCDM yang paling operasional dan rule-based DSS menjadi metode yang paling dekat dengan kebutuhan audit syariah. Namun, metode yang paling prospektif untuk LKSNB adalah arsitektur hibrida: aturan syariah sebagai constraint awal, MCDM untuk pembobotan dan perangkingan, ML interpretable untuk prediksi, serta XAI, fairness testing, dan human-in-the-loop untuk pengawasan. Arsitektur tersebut lebih sesuai daripada ketergantungan pada satu algoritma karena dapat mengakomodasi keterbatasan data, kebutuhan transparansi, dan karakter keputusan pembiayaan syariah yang multidimensional.

d. Jawaban RQ3: Research Gap dan Peluang Penelitian

Kesenjangan pertama adalah keterbatasan dataset yang benar-benar merepresentasikan LKSNB. Banyak model dalam literatur dibangun menggunakan data bank, kredit umum, P2P lending, atau microfinance tanpa pemisahan yang jelas antara lembaga konvensional dan syariah. Padahal, BMT dan KSPPS melayani segmen mikro dengan pola pendapatan, dokumentasi, jenis akad, dan dinamika pembayaran yang berbeda. Akibatnya, akurasi yang baik pada dataset umum belum menjamin validitas eksternal pada LKSNB. Penelitian berikutnya perlu membangun dataset anonim multiinstitusi yang memuat karakteristik nasabah, akad, arus kas,

kolektibilitas, pendampingan, dan hasil pembiayaan dalam periode yang cukup panjang.

Kesenjangan kedua berkaitan dengan kualitas label dan struktur data. Label layak/tidak layak atau default/nondefault sering dianggap objektif, padahal dapat dipengaruhi oleh kebijakan penagihan, restrukturisasi, perubahan kondisi ekonomi, dan kualitas pencatatan lembaga. Data LKSNB juga berpotensi tidak seimbang karena jumlah pembiayaan lancar biasanya lebih besar daripada pembiayaan bermasalah. Jika kondisi ini tidak ditangani, model dapat mencapai akurasi tinggi tetapi gagal mengenali kasus berisiko. Penelitian perlu melaporkan definisi target, missing data, class imbalance, potensi leakage, dan prosedur cleaning secara transparan, serta membandingkan precision, recall, F1-score, AUC, kalibrasi, dan biaya kesalahan keputusan.

Kesenjangan ketiga adalah belum operasionalnya maqashid syariah dalam variabel scoring. Literatur umumnya menambahkan aspek syariah sebagai pemeriksaan kehalalan usaha atau kesesuaian akad, tetapi belum banyak merumuskan indikator perlindungan harta, pencegahan mudarat, keberlanjutan usaha, pemberdayaan, dan kemaslahatan. Pendekatan demikian berisiko menjadikan syariah hanya sebagai label tambahan setelah model konvensional selesai dibangun. Penelitian masa depan perlu mengembangkan konstruk 5C+S atau model tujuan-majemuk yang menempatkan kepatuhan syariah sebagai constraint, sekaligus menilai manfaat pembiayaan bagi nasabah dan lembaga. Indikator tersebut harus disusun bersama ahli matematika, keuangan syariah, praktisi pembiayaan, dan DPS.

Kesenjangan keempat adalah minimnya pengujian fairness. Atribut sensitif dapat memengaruhi keputusan secara langsung atau melalui proxy seperti lokasi, pekerjaan informal, jenis usaha, kepemilikan perangkat digital, dan pola transaksi. Jammalamadaka dan Itapu (2023) menegaskan bahwa model yang akurat belum tentu adil. Dalam konteks LKSNB, bias dapat bertentangan dengan prinsip 'adalah dan tujuan inklusi keuangan. Studi lanjutan perlu membandingkan tingkat persetujuan, false positive, false negative, dan kualitas penjelasan antarsegmen, serta menguji apakah penggunaan variabel tertentu menghasilkan diskriminasi yang tidak dapat dibenarkan. Fairness juga perlu dibaca secara substantif agar koreksi statistik tidak justru menghilangkan informasi risiko yang relevan.

Kesenjangan kelima terletak pada explainability dan komunikasi keputusan. Sejumlah studi telah menggunakan XAI atau model interpretable, tetapi penjelasan sering berhenti pada feature importance dan belum diterjemahkan menjadi alasan yang dapat ditindaklanjuti. Nasabah membutuhkan penjelasan sederhana mengenai faktor utama penurunan skor dan langkah perbaikan, sedangkan analis dan DPS membutuhkan rincian aturan, versi model, bobot, dan bukti audit. Penelitian berikutnya perlu menguji audience-dependent explanation, yaitu penjelasan yang berbeda untuk nasabah, analis, manajemen, regulator, dan DPS. Kualitas penjelasan

sebaiknya dinilai melalui pemahaman pengguna, konsistensi, stabilitas, dan kemampuannya mendukung koreksi keputusan.

Kesenjangan keenam adalah lemahnya validasi eksternal, validasi temporal, dan monitoring setelah implementasi. Banyak studi berhenti pada pembagian training-testing dalam satu dataset. Pola risiko dapat berubah karena kondisi ekonomi, kebijakan, musim usaha, perubahan akad, dan pergeseran profil nasabah, sehingga concept drift perlu dipantau. Penelitian masa depan harus menguji model pada periode dan lembaga yang berbeda, membandingkan performa sebelum dan sesudah perubahan lingkungan, serta menetapkan ambang retraining. Selain itu, perlu dilakukan back-testing terhadap NPF, tingkat persetujuan, waktu proses, dan kasus override agar model tidak hanya baik di laboratorium tetapi juga stabil dalam operasional.

Kesenjangan ketujuh berkaitan dengan tata kelola dan pembagian tanggung jawab. Literatur teknis sering berfokus pada algoritma, sedangkan kajian syariah berfokus pada norma, sehingga proses penerjemahan norma menjadi variabel dan aturan belum terdokumentasi dengan baik. Model scoring LKSNB membutuhkan governance yang menetapkan pemilik data, validator model, otoritas perubahan aturan, peran DPS, mekanisme human override, perlindungan data, dan prosedur keluhan nasabah. Penelitian dapat menggunakan design science research, participatory modeling, atau studi kasus multiinstitusi untuk menguji bagaimana keputusan algoritmik berinteraksi dengan penilaian manusia. Dengan demikian, keberhasilan model dinilai sebagai keberhasilan sistem sosio-teknis, bukan hanya keberhasilan algoritma.

Berdasarkan tujuh kesenjangan tersebut, peluang penelitian paling strategis adalah validasi empiris model hibrida empat lapisan menggunakan data riil BMT/KSPPS. Studi dapat membandingkan scorecard manual, MCDM, ML interpretable, dan model hibrida pada indikator akurasi, kalibrasi, fairness, NPF, waktu keputusan, tingkat akses pembiayaan, serta kepuasan nasabah. Penelitian juga perlu menguji keluaran selain approve/reject, misalnya pembiayaan bersyarat, penyesuaian akad, plafon bertahap, atau program pendampingan bagi nasabah yang belum memenuhi ambang. Dengan demikian, jawaban RQ3 tidak hanya berupa daftar kekurangan, tetapi sebuah agenda riset yang menghubungkan formalitas matematika diskrit, kualitas data, maqashid syariah, tata kelola algoritma, dan dampak nyata pembiayaan.

2. Pembahasan

a. Interpretasi Temuan dan Kontribusi Teoretis

Temuan SLR memperlihatkan adanya kesenjangan antara istilah 'matematika diskrit' dan praktik algoritmik dalam scoring. Banyak studi menggunakan kelas risiko, pilihan berhingga, aturan, pohon keputusan, dan matriks, tetapi tidak menjelaskan

konsep himpunan, relasi, graf, atau logika yang mendasarinya. Kesenjangan terminologis ini penting karena dapat menghasilkan klaim yang terlalu luas, seolah-olah setiap metode komputasi otomatis merupakan penerapan matematika diskrit. Sintesis penelitian ini menunjukkan bahwa hubungan keduanya harus dijelaskan melalui objek yang dimodelkan, operasi yang dilakukan, dan bentuk keputusan yang dihasilkan. Dengan cara tersebut, kontribusi matematika diskrit dapat ditunjukkan secara terukur dan tidak berhenti pada penggunaan label konseptual.

Berdasarkan tingkat kematangan, literatur dapat ditempatkan pada kontinum dari representasi diskrit, pemrosesan algoritmik, hingga tata kelola keputusan. Representasi diskrit mencakup kategori nasabah, status akad, kelas kolektibilitas, dan himpunan kriteria. Pemrosesan algoritmik mencakup SAW, TOPSIS, Naive Bayes, decision tree, dan boosting. Tata kelola keputusan mencakup penjelasan, audit, fairness, serta keterlibatan DPS dan analisis. Mayoritas artikel kuat pada lapisan pemrosesan, tetapi belum menghubungkan seluruh lapisan secara utuh. Karena itu, peluang teoretis utama adalah membangun model yang menjelaskan transformasi data mentah menjadi kategori, kategori menjadi skor, dan skor menjadi keputusan yang dapat dipertanggungjawabkan.

Pemisahan antara lapisan representasi dan lapisan algoritma memberi implikasi metodologis yang penting. Teori himpunan, logika, relasi, graf, dan kombinatorika sebaiknya digunakan untuk mendefinisikan ruang keputusan dan constraint, sedangkan MCDM atau ML digunakan untuk mengagregasi, mengurutkan, atau memprediksi. Pemisahan ini memungkinkan peneliti menguji konsistensi aturan sebelum mengukur performa algoritma. Sebagai contoh, kriteria kehalalan usaha dapat ditempatkan sebagai syarat logis yang wajib, sementara kemampuan membayar dan stabilitas usaha dapat diproses sebagai variabel berjenjang. Model menjadi lebih transparan karena setiap tahap memiliki fungsi, asumsi, dan bukti validasi yang berbeda.

Kontribusi teoretis lain adalah penempatan maqashid syariah sebagai bagian dari desain keputusan, bukan dekorasi normatif. Dalam scoring konvensional, tujuan utama sering dipersempit pada prediksi default atau maksimalisasi return. Pada LKSNB, tujuan keputusan juga mencakup perlindungan harta, pencegahan mudarat, keberlanjutan usaha, keadilan, dan perluasan akses yang bertanggung jawab. Oleh sebab itu, scoring syariah lebih tepat dipahami sebagai masalah multi-objective dan constrained decision. Perspektif ini membuka ruang penggunaan optimasi kombinatorial, Pareto ranking, atau aturan prioritas yang dapat menyeimbangkan risiko lembaga dengan kemaslahatan nasabah, tanpa mengabaikan kelayakan finansial.

b. Implikasi Praktis bagi Regulator, DPS, dan Pengembang Fintech Syariah

Bagi regulator, hasil SLR mendukung pendekatan governance berbasis risiko, bukan kewajiban menggunakan satu algoritma tertentu. Standar minimum dapat

mencakup dokumentasi sumber data, definisi target, kualitas data, metode validasi, pengujian diskriminasi, explainability, keamanan, monitoring, dan prosedur penghentian model. Regulator juga perlu membedakan model untuk screening awal, perangkingan, penetapan plafon, dan keputusan akhir karena tingkat dampaknya berbeda. Semakin besar dampak model terhadap hak nasabah, semakin tinggi kebutuhan validasi independen dan penjelasan. Kerangka seperti ini mendorong inovasi tanpa mengurangi akuntabilitas.

Bagi DPS, keterlibatan perlu dimulai sejak fase perumusan masalah. DPS tidak cukup hanya memeriksa nama produk atau menyetujui model setelah selesai, tetapi perlu menilai definisi variabel syariah, sumber norma, struktur constraint, dan konsekuensi keputusan. Setiap aturan syariah harus dapat ditelusuri kepada fatwa, kebijakan lembaga, atau pertimbangan yang terdokumentasi. DPS juga perlu menilai apakah model menghasilkan perlakuan yang adil dan apakah penolakan pembiayaan telah mempertimbangkan alternatif akad atau pendampingan. Dengan peran *ex ante* dan evaluasi berkala, audit syariah dapat berfungsi sebagai kontrol model, bukan formalitas administratif.

Bagi LKSNB dan pengembang fintech syariah, strategi implementasi sebaiknya bertahap sesuai kematangan data. Tahap pertama adalah standardisasi data dan scorecard yang dapat diaudit. Tahap kedua menambahkan rule-based DSS untuk syarat wajib dan MCDM untuk perangkingan. Tahap ketiga menggunakan ML interpretable ketika dataset historis telah cukup, kemudian menambahkan XAI, fairness testing, dan monitoring drift. Pendekatan bertahap mengurangi risiko penggunaan model black box pada data yang belum stabil. Selain itu, human-in-the-loop harus dipertahankan agar analis dapat menangani kasus khusus, dengan setiap override dicatat dan dievaluasi.

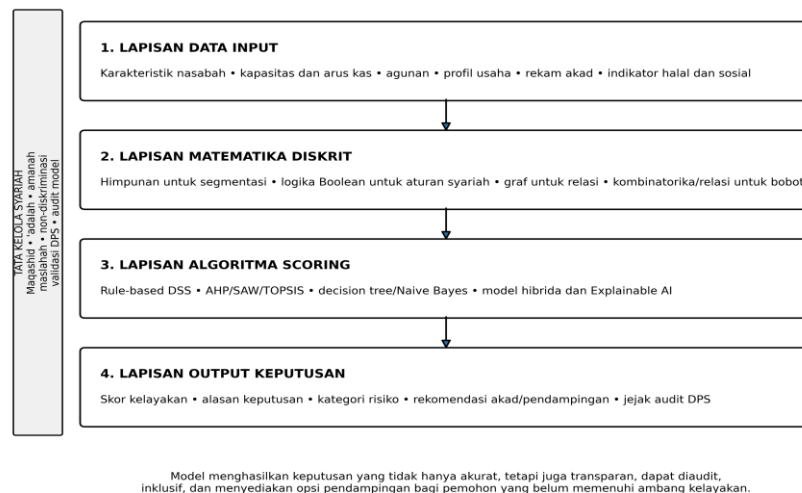
Implikasi praktis juga menyentuh perlindungan dan pemberdayaan nasabah. Sistem scoring yang hanya menghasilkan penolakan dapat memperkuat eksklusi, khususnya bagi pelaku usaha mikro dengan dokumen terbatas. Model syariah seharusnya menghasilkan alasan keputusan dan jalur perbaikan, misalnya melengkapi dokumen, menurunkan plafon, memilih akad alternatif, mengikuti pendampingan, atau membangun rekam transaksi lebih dahulu. Dengan demikian, explainability bukan hanya alat audit, tetapi instrumen edukasi. Keberhasilan sistem perlu diukur melalui NPF dan efisiensi, sekaligus melalui akses yang bertanggung jawab, kualitas layanan, dan kemampuan nasabah memperbaiki kelayakannya.

c. Model Konseptual Empat Lapisan

Model konseptual empat lapisan yang diusulkan dimulai dari lapisan data input. Lapisan ini tidak hanya memuat data finansial dan 5C, tetapi juga karakteristik usaha, rekam jejak akad, tujuan pembiayaan, indikator kepatuhan syariah, dan data pendampingan. Prinsip data minimization perlu diterapkan agar lembaga hanya mengumpulkan data yang relevan dan dapat dipertanggungjawabkan. Setiap variabel

harus memiliki definisi operasional, sumber, periode pembaruan, dan penanggung jawab kualitas. Tanpa fondasi data yang jelas, algoritma yang kompleks hanya akan memperbesar kesalahan pencatatan dan bias historis.

Lapisan matematika diskrit mengubah data menjadi struktur keputusan yang eksplisit. Teori himpunan digunakan untuk segmentasi dan penanganan kriteria tumpang tindih; logika Boolean untuk syarat wajib dan larangan; relasi serta graf untuk memetakan keterhubungan variabel, transaksi, dan pihak; sedangkan kombinatorika digunakan untuk menilai konfigurasi kriteria atau alternatif. Pada lapisan ini, maqashid syariah dapat diterjemahkan menjadi constraint dan tujuan. Dengan demikian, sebelum model menghasilkan skor, lembaga telah memiliki peta formal mengenai kondisi yang diperbolehkan, kondisi yang memerlukan pemeriksaan, dan kondisi yang tidak dapat diteruskan.



Gambar 2. Model Konseptual Integrasi Matematika Diskrit dalam Scoring Pembiayaan LKSNB

Lapisan algoritma dan output harus dirancang sebagai satu kesatuan dengan mekanisme pengawasan. Rule-based DSS dapat memproses syarat wajib, MCDM mengagregasi kriteria, dan ML interpretable mempelajari pola risiko. Output tidak dibatasi pada approve/reject, tetapi mencakup skor, kelas risiko, faktor utama, rekomendasi akad, plafon, syarat tambahan, atau kebutuhan pendampingan. Setiap keputusan perlu memiliki confidence, versi model, dan jejak perubahan. Analisis tetap memiliki kewenangan untuk meninjau kasus, tetapi alasan override harus dicatat agar dapat digunakan untuk memperbaiki aturan dan model.

Validasi model empat lapisan perlu dilakukan pada tiga tingkat. Pertama, validasi matematis untuk konsistensi definisi, aturan, bobot, dan relasi. Kedua, validasi prediktif untuk mengukur diskriminasi, kalibrasi, stabilitas, dan fairness. Ketiga, validasi syariah-operasional untuk menilai kejelasan alasan, kesesuaian akad, dampak terhadap nasabah, serta kemampuan sistem mendukung audit DPS. Uji

lapangan multi-LKSNB diperlukan karena heterogenitas lembaga, produk, dan nasabah sangat tinggi. Sampai bukti tersebut tersedia, model harus dipahami sebagai kerangka penelitian dan desain, bukan algoritma siap pakai untuk keputusan otomatis.

E. KESIMPULAN

RQ1 dijawab dengan temuan bahwa integrasi matematika diskrit pada scoring pembiayaan syariah berkembang terutama secara operasional, bukan eksplisit. Rumpun matematika diskrit dan pemodelan keputusan mencakup 15% artikel, tetapi hanya 5% yang menerapkan konsep formal matematika diskrit secara langsung. Artikel lainnya lebih banyak menggunakan struktur diskrit berupa himpunan alternatif, kelas kategori, aturan logis, pohon keputusan, atau matriks secara operasional. Hal ini menunjukkan potensi kuat, tetapi bukti implementasi formal khusus LKSNB masih awal.

RQ2 menunjukkan bahwa machine learning dan credit scoring mendominasi 35% artikel, diikuti kajian LKSNB/IKNB syariah 25%, SLR berbasis PRISMA 15%, matematika diskrit dan pemodelan keputusan 15%, serta DSS/MCDM 10%. Tidak ada satu metode yang universal; pilihan harus mempertimbangkan ukuran dan kualitas data, kebutuhan interpretasi, kapasitas teknologi, dan tingkat risiko lembaga. Model hibrida yang memadukan aturan syariah, MCDM, dan ML interpretable merupakan arah yang paling rasional.

RQ3 menghasilkan kesenjangan berupa keterbatasan dataset LKSNB, belum operasionalnya maqashid syariah, minimnya fairness testing, lemahnya external validation, dan belum terintegrasinya penjelasan keputusan dengan audit DPS serta pendampingan nasabah. Penelitian selanjutnya perlu menggunakan data riil multi-LKSNB, menguji model secara temporal dan eksternal, membandingkan dampak terhadap NPF dan inklusi, serta melibatkan DPS, analisis pembiayaan, pengembang sistem, dan nasabah.

Keterbatasan studi ini terletak pada cakupan lima basis data, periode 2020-2026, keterbatasan akses full-text pada sebagian sumber, dan heterogenitas desain artikel yang tidak memungkinkan meta-analisis kuantitatif. Fokus pada LKSNB Indonesia juga membatasi generalisasi lintas negara. Oleh karena itu, model empat lapisan yang diusulkan harus dipandang sebagai kerangka konseptual yang memerlukan validasi empiris, bukan sebagai algoritma siap pakai.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, O., Shaharuddin, A., Wahid, M. A., & Harun, M. S. (2022). The potentials and challenges of decision support system for Islamic banking and finance. *European Journal of Islamic Finance*, 9(3), 21-29.
<https://doi.org/10.13135/2421-2172/6901>

- Ahmad, F., et al. (2022). Studi literature: General issue lembaga keuangan non-bank syariah di Indonesia. *El-Mal: Jurnal Kajian Ekonomi dan Bisnis Islam*, 3(5). <https://doi.org/10.47467/elmal.v3i5.1056>
- Auda, J. (2008). *Maqasid al-Shariah as philosophy of Islamic law: A systems approach*. International Institute of Islamic Thought.
- Bücker, M., Szepannek, G., Gosiewska, A., & Biecek, P. (2022). Transparency, auditability, and explainability of machine learning models in credit scoring. *Journal of the Operational Research Society*, 73(1), 70-90. <https://doi.org/10.1080/01605682.2021.1922098>
- Bussmann, N., Giudici, P., Marinelli, D., & Papenbrock, J. (2021). Explainable machine learning in credit risk management. *Computational Economics*, 57, 203-216. <https://doi.org/10.1007/s10614-020-10042-0>
- Dastile, X., & Çelik, T. (2021). Making deep learning-based predictions for credit scoring explainable. *IEEE Access*, 9, 50426-50440. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3068854>
- Dastile, X., Çelik, T., & Potsane, M. (2020). Statistical and machine learning models in credit scoring: A systematic literature survey. *Applied Soft Computing*, 91, 106263. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106263>
- Fauziah, R., et al. (2025). Systematic literature review dengan metode PRISMA: Dampak literasi keuangan syariah terhadap keputusan menggunakan produk perbankan syariah. *JIM: Jurnal Ilmiah Mahasiswa*, 7(2). <https://doi.org/10.47466/jim.v7i2.13377>
- Fritz-Morgenthal, S., Hein, B., & Papenbrock, J. (2022). Financial risk management and explainable, trustworthy, responsible AI. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 5, 779799. <https://doi.org/10.3389/frai.2022.779799>
- Gramespacher, T., & Posth, J.-A. (2021). Employing explainable AI to optimize the return target function of a loan portfolio. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4, 693022. <https://doi.org/10.3389/frai.2021.693022>
- Hadji Misheva, B., Jaggi, D., Posth, J.-A., Gramespacher, T., & Osterrieder, J. (2021). Audience-dependent explanations for AI-based risk management tools: A survey. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4, 794996. <https://doi.org/10.3389/frai.2021.794996>
- Irwan, M., et al. (2025). Explainable boosting machine for transparent risk assessment in microfinance. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 17(3), 312-322. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v17i3.3214.312-322>
- Iskandar, A., et al. (2024). Decision support system for recommendation sharia banking investment products using Simple Additive Weighting (SAW). *bit-Tech: Jurnal Teknologi Informasi*, 7(2), 505-514. <https://doi.org/10.32877/bt.v7i2.1872>
- Islam, A. M. S., & Ulinnuha, A. (2024). Perbankan dan industri keuangan nonbank (IKNB) syariah. *Bumi Aksara*.

- Jammalamadaka, K. R., & Itapu, S. (2023). Responsible AI in automated credit scoring systems. *AI and Ethics*, 3(2), 485-495. <https://doi.org/10.1007/s43681-022-00175-3>
- Kumar, A., Sharma, S., & Mahdavi, M. (2021). Machine learning technologies for digital credit scoring in rural finance: A literature review. *Risks*, 9(11), 192. <https://doi.org/10.3390/risks9110192>
- Lestari, P., et al. (2024). Pendekatan operasi union sets melalui prinsip inklusi-eksklusi dalam matematika diskrit pada konteks ekonomi Islam. *Journal of Islamic Economics and Business Research*, 8(2). <https://doi.org/10.30737/jiebr.v8i2.5322>
- Lestari, W., & Pebruary, S. (2025). Analisis determinan kolektibilitas pembiayaan pada KSPPS BMT Amanah Nusa Jepara. *Jurnal Tabarru': Islamic Banking and Finance*, 8(1), 1-14. [https://doi.org/10.25299/jtb.2025.vol8\(1\).20828](https://doi.org/10.25299/jtb.2025.vol8(1).20828)
- Mukit, M. M. H., Hasan, F., Choudhury, T., Al Fadli, A., & Fadul, A. (2026). Machine learning and artificial intelligence powered credit scoring models for Islamic microfinance institutions: A blockchain approach. *Risks*, 14(1), 12. <https://doi.org/10.3390/risks14010012>
- Munir, R. (2020). Matematika diskrit (Revisi ke-7). Informatika.
- Nallakaruppan, M. K., Balusamy, B., Shri, M. L., Malathi, V., & Bhattacharyya, S. (2024). An explainable AI framework for credit evaluation and analysis. *Applied Soft Computing*, 153, 111307. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2024.111307>
- Nugraha, A., et al. (2025). A systematic literature review on the relationship between Islamic financial literacy and banking behavior. *Kunuz: Journal of Islamic Banking and Finance*, 5(2). <https://doi.org/10.30984/kunuz.v5i2.1647>
- Otoritas Jasa Keuangan. (2026). Snapshot perbankan syariah Indonesia: Desember 2025.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hrobjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Putri, N. A., et al. (2024). Tantangan dan peluang pembiayaan syariah non-bank dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. *JURIMEA*, 4(2), 50-68. <https://doi.org/10.55606/jurimea.v4i2.872>
- Rahmat, M., et al. (2024). Peran industri keuangan non-bank berbasis syariah dalam mendukung pertumbuhan ekonomi. *Jurnal Akuntansi Ekonomi dan Manajemen*, 1(4). <https://doi.org/10.61722/jaem.v1i4.3319>

- Sari, M. I., et al. (2025). Analysis bank syariah dan non-bank syariah terhadap pertumbuhan ekonomi. *RIGGS*, 4(4), 3331-3340. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.4102>
- Sari, R., et al. (2024). Advanced credit scoring with Naive Bayes algorithm. *E-KOMTEK*, 8(2). <https://doi.org/10.37339/e-komtek.v8i2.2160>
- Siregar, K. H., Ruslan, D., Faried, A. I., & Sembiring, R. (2025). Implementation of machine learning algorithm for credit scoring prediction in Islamic microfinance. *Journal of Intelligent Systems and Information Technology*, 2(2), 88-98. <https://doi.org/10.61971/jisit.v2i2.156>
- Supriadi, I., Maghfiroh, R. U., & Abadi, R. (2025). Implementing innovative credit scoring (ICS) for credit risk assessment and loan origination. *The International Journal of Financial Systems*, 3(1), 99-112. <https://doi.org/10.61459/ijfs.v3i1.36>
- Supriyanto, A., et al. (2025). Analisis perbandingan machine learning untuk prediksi kelayakan kredit. *IT-Explore*, 4(1), 82-92. <https://doi.org/10.24246/itexplore.v4i1.2025.pp82-92>
- Suwardi, D., et al. (2026). Integration of syariah audit and syariah governance in supporting ESG compliance: A systematic literature review. *Owner: Riset dan Jurnal Akuntansi*, 10(2), 972-985. <https://doi.org/10.33395/owner.v10i2.3213>
- Wahyudi, I., et al. (2022). Decision support system for determining customer feasibility to grant credit using comparisons of TOPSIS and SAW method. *Jurnal Teknik Informatika*, 3(5), 1231-1238. <https://doi.org/10.20884/1.jutif.2022.3.5.369>