

TESIS
PENGEMBANGAN INNOVATIVE CREDIT SCORING
DALAM PENDANAAN PADA RURAL BANK DI
INDONESIA
STUDI KASUS: PT. BPR DANAGUNG YOGYAKARTA



TEDY ALAMSYAH
23916043

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PENGEMBANGAN INNOVATIVE CREDIT SCORING
DALAM PENDANAAN PADA RURAL BANK DI
INDONESIA
STUDI KASUS: PT. BPR DANAGUNG YOGYAKARTA

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik (M.T)
pada Program Studi Magister Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

TESIS

Disusun Oleh

Nama: Tedy Alamsyah

NIM: 23916043

Yogyakarta, 16 September 2025
Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PENGEMBANGAN INNOVATIVE CREDIT SCORING DALAM PENDANAAN PADA RURAL BANK DI INDONESIA STUDI KASUS: PT. BPR DANAGUNG YOGYAKARTA

ISLAM

TESIS

Disusun Oleh:

Nama: Tedy Alamsyah

NIM: 23916043

Tesis Telah Diuji dan Dinilai Oleh Panitia Penguji Program Studi Teknik Industri
Program Magister Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Pada Tanggal

Tim Penguji

Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng.

Ketua

Ir. Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN.Eng., APEC.Eng

Anggota Penguji 1

Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng. Sc

Anggota Penguji 2

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Magister

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

PRODI TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM MAGISTER

Ir. Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN.Eng., APEC.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PENGEMBANGAN INNOVATIVE CREDIT SCORING DALAM PENDANAAN PADA RURAL BANK DI INDONESIA STUDI KASUS: PT. BPR DANAGUNG YOGYAKARTA

ISLAM

TESIS

Disusun Oleh:
Nama: Tedy Alamsyah
NIM: 23916043

Tesis Telah Diuji dan Dinilai Oleh Panitia Penguji Program Studi Teknik Industri
Program Magister Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Pada Tanggal 1 Oktober 2025

Tim Penguji

Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng.

Ketua

Ir. Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN.Eng., APEC.Eng

Anggota Penguji 1

Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng. Sc

Anggota Penguji 2

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Magister
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

PRODI TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM MAGISTER

Ir. Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN.Eng., APEC.Eng.

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya menyatakan bahwa isi dalam tesis ini sepenuhnya asli, dengan pengecualian ringkasan dan kutipan, yang masing-masing memiliki catatan sumber. Apabila dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya berkenan ijazah yang telah saya terima untuk diserahkan kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 16 September 2025



Tedy Alamsyah

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan tesis yang berjudul ***“Pengembangan Innovative Credit Scoring dalam Pendanaan pada Rural Bank di Indonesia: Studi Kasus PT. BPR Danagung Yogyakarta”***.

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Magister Teknik Industri. Penelitian ini lahir dari tantangan yang dihadapi Bank Perekonomian Rakyat (BPR) dalam meningkatkan inklusi keuangan masyarakat, khususnya terkait sistem penilaian kelayakan kredit. Melalui inovasi dalam *credit scoring*, diharapkan BPR mampu memperkuat perannya dalam mendukung pembiayaan sektor produktif, memperluas akses masyarakat kecil terhadap layanan keuangan, serta berkontribusi pada pembangunan ekonomi yang berkelanjutan dengan tetap menerapkan prinsip kehati-hatian.

Dalam proses penyusunan tesis ini, penulis banyak memperoleh dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas kesempatan yang diberikan.
2. Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng. yang telah memberikan bimbingan
3. Seluruh dosen dan staf akademik Program Magister Teknik Industri yang telah memberikan ilmu dan dukungan selama masa studi.
4. Stakeholder PT. BPR Danagung Yogyakarta
5. Keluarga tercinta
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah banyak membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan penelitian ini. Besar harapan saya, semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi dunia akademik, praktisi perbankan, khususnya Bank Perekonomian Rakyat, serta masyarakat luas dalam pengembangan sistem pembiayaan yang lebih inklusif dan berkeadilan.

DAFTAR ISI

TESIS	II
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	III
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	IV
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	V
KATA PENGANTAR	VI
DAFTAR ISI.....	VI
DAFTAR TABEL.....	IX
DAFTAR GAMBAR	X
ABSTRAK.....	XI
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah:	4
1.3. Tujuan:.....	4
1.4. Manfaat:.....	5
BAB II.....	6
KAJIAN PUSTAKA.....	6
2.1. Kajian Teoritis	6
2.1.1. <i>Mobile Banking</i>	6
2.1.2. Kepuasan dan Loyalitas Nasabah	7
2.1.3. Kualitas Produk dan Layanan Aplikasi.....	8
2.1.4. Uji Beda	9
2.1.5. <i>Paired Sample T-test</i>	10
2.1.6. <i>Wilcoxon Signed Rank Test</i>	10
2.1.7. <i>Monte Carlo</i>	11
2.1.8 Defuzzifikasi	11
2.1.9 Regresi Berganda	12
2.2. Kajian Empiris.....	12
BAB III	20
METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1. Objek Penelitian dan Subjek Penelitian.....	20
3.2. Ruang Lingkup Penelitian	20
3.3. Populasi dan Sampel.....	20
3.4. Variabel dan Definisi dan Operasional.....	21

3.5.	Instrumen Penelitian.....	22
3.6.	Kerangka Penelitian.....	23
3.7.	Prosedur Penelitian.....	35
3.8.	Proses Pengembangan Aplikasi DanagungGO.....	36
BAB IV		37
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		37
4.1.	Pengumpulan Data.....	37
4.1.1.	Profil PT. BPR Danagung Yogyakarta	37
4.1.2.	Visi dan Misi PT. BPR Danagung Yogyakarta.....	37
4.1.3.	Struktur Organisasi PT. BPR Danagung Yogyakarta	38
4.1.4.	Data Nasabah PT. BPR Danagung Yogyakarta	38
4.1.5.	Deskripsi subjek penelitian	39
4.1.6.	Uji Asumsi	40
4.1.7.	Defuzzyfikasi	45
BAB V.....		54
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		54
5.1.	Uji Wilcoxon	54
5.2.	Monte Carlo Simulation	55
5.3.	Analisis Fuzzy (Defuzzifikasi Harapan vs Persepsi).....	55
5.4.	Indeks Kepuasan Nasabah (Customer Satisfaction Index – CSI).....	56
5.5.	Analisis Regresi Linear Berganda	56
5.6.	Model Forecasting.....	57
BAB VI		59
KESIMPULAN DAN SARAN.....		59
6.1.	Kesimpulan.....	59
6.2.	Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA		62

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 State of The Art.....	17
Tabel 4. 1 Komponen dan Arti Uji non-parametrik Wilcoxon Signed-Rank Test	41
Tabel 4. 2 Variabel Sesudah dan Sebelum.....	43
Tabel 4. 3 Variabel Harapan	45
Tabel 4. 4 Variabel Persepsi	45
Tabel 4. 5 Jawaban Variabel Fuzzy Harapan dan Persepsi.....	45
Tabel 4. 6 Proses, Kegagalan, Kepuasan Sistem Pengajuan Kredit.....	46
Tabel 4. 7 Tingkat Kesalahan Input dan Kemudahan Proses Pengajuan Kredit...	46
Tabel 4. 8 Kategori Defuzzifikasi Harapan.....	46
Tabel 4. 9 Kategori Defuzzifikasi Persepsi.....	47
Tabel 4. 10 GAP dan Rank Defuzzifikasi.....	47
Tabel 4. 11 Variabel Uji.....	51
Tabel 5. 1 Interpretasi Nilai r	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	23
Gambar 3. 2 Prosedur Penelitian.....	35
Gambar 3. 3 Alur Pengembangan Aplikasi DanagungGO	36
Gambar 4. 1 Profil PT. BPR Danagung Yogyakarta	38
Gambar 4. 2 Uji Normalitas	40
Gambar 4. 3 Uji non-parametrik Wilcoxon Signed-Rank Test	41
Gambar 4. 4 Test Statistic Sesudah dan Sebelum	42
Gambar 4. 5 Hasil uji Wilcoxon Signed Ranks Test dengan dilengkapi Simulasi Monte Carlo	44

ABSTRAK

Bank Perekonomian Rakyat (BPR) berperan penting dalam mendukung inklusi keuangan masyarakat kecil dan UMKM. Namun, perkembangan fintech dan digitalisasi menuntut adanya inovasi dalam sistem penilaian kelayakan kredit. Penelitian ini bertujuan mengembangkan *innovative credit scoring* berbasis aplikasi DanagungGO pada PT. BPR Danagung Yogyakarta untuk meningkatkan efektivitas penyaluran kredit, kepuasan nasabah, serta efisiensi proses bisnis. Metode penelitian meliputi Wilcoxon Signed-Rank Test untuk menguji perbedaan kualitas layanan sebelum dan sesudah implementasi aplikasi, Monte Carlo Simulation untuk validasi probabilistik, serta defuzzifikasi untuk membandingkan harapan dan persepsi nasabah. Selain itu, dilakukan analisis regresi linear berganda untuk mengidentifikasi faktor yang memengaruhi pengajuan dan realisasi kredit dan forecasting untuk peramalan. Data diperoleh dari 211 responden nasabah aktif DanagungGO dengan periode observasi tiga tahun terakhir. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan pada lima indikator utama layanan: kecepatan, kegagalan, kepuasan, kesalahan input, dan kemudahan proses. Nilai Customer Satisfaction Index (CSI) sebesar 87,23% menunjukkan kategori *Very Satisfied*. Analisis defuzzifikasi memperlihatkan persepsi nasabah melebihi harapan, khususnya pada kemudahan proses. Analisis regresi menghasilkan $R^2 = 0,640$, dengan variabel *jangkauan* terbukti signifikan terhadap pengajuan kredit, sementara variabel lain tidak signifikan. Meskipun pengajuan kredit tinggi, realisasi kredit hanya mencapai sekitar 10%, sehingga diperlukan strategi konversi yang lebih efektif. Temuan ini menegaskan bahwa aplikasi DanagungGO mampu meningkatkan kepuasan nasabah dan efisiensi layanan, namun masih perlu penyempurnaan dalam aspek realisasi kredit. Kontribusi penelitian ini adalah menawarkan model *innovative credit scoring* yang adaptif terhadap karakteristik lokal, sekaligus memberikan rekomendasi strategis bagi BPR dalam menghadapi persaingan dengan fintech dan memperkuat perannya sebagai pilar inklusi keuangan serta memperluas akses pembiayaan bagi segmen di Indonesia.

Kata Kunci: Innovative Credit Scoring, Bank Perekonomian Rakyat, UMKM, kepuasan nasabah, digitalisasi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Perkembangan proses bisnis era 4.0 ini sudah dipengaruhi dengan adanya pemanfaatan teknologi yang berbasis *internet of things* dan adanya interaksi yang saling berhubungan antar *device*. Hadirnya perkembangan digitalisasi berdampak adanya *disruption* terhadap semua lini bisnis yang ada di dunia. Dua faktor di atas mempengaruhi perkembangan teknologi dengan proses digitalisasi di setiap proses bisnis dan perubahan perilaku masyarakat mengharuskan setiap entitas bisnis harus melakukan adaptasi dalam proses bisnisnya. Sektor keuangan global di era teknologi sudah memanfaatkan teknologi dalam setiap proses bisnisnya. Ketentuan dari Basel II memaksa bank mengestimasi kemungkinan kesalahan nasabahnya saat ini dengan model menggunakan *blackbox* yang tidak mudah dijelaskan atau diinterpretasikan. (Lextrait & Lextrait, 2021)

Financial technology dalam servisnya menyediakan teknologi untuk meningkatkan *authenticity security* dan *risk management* serta mengurangi proses yang berulang. (Javaid et al., 2022) mengatakan bahwa penggunaan *financial technology* adalah solusi inovasi yang menawarkan finansial inklusi bagi *micro, small* dan *medium enterprise* yang merupakan *backbone* ekonomi (Gupta et al., 2022). Hadirnya *fintech* dalam bentuk *peer to peer lending* perlu direspon dengan adaptasi khususnya bagi bank konvensional termasuk BPR dalam proses bisnisnya. Berdasarkan jurnal (Tang et al., 2024) berpendapat bahwasannya beberapa bank kecil mempunyai kelemahan dalam merespon perkembangan *fintech*. Kesimpulan data empiris menunjukkan bahwa *improvement* atau perkembangan bank yang menggunakan inovasi seperti *fintech* secara signifikan akan mengurangi risiko yang akan timbul. (Cengming, 2022)

BPR hadir secara masif di Indonesia sejak tahun 1988 saat adanya kebijakan pakto tahun 1988. Fungsi dan perannya saat itu adalah sebagai

lembaga perbankan yang ditugaskan dalam memberikan pendanaan kepada sektor *unbankable* dan memberantas rentenir yang melakukan kegiatan secara konvensional. Sesuai Undang-Undangnya industri BPR diatur dalam Undang-Undang No.7 Tahun 1992, Undang-Undang No.10 Tahun 1998 dan terakhir diatur oleh Undang-Undang No. 4 Tahun 2023 tentang Pengembangan Penguatan Sektor Keuangan dimana BPR diberikan ruang lingkup kegiatan yang lebih luas atau sama dengan fungsi dan perannya seperti Bank Umum termasuk pemanfaatan teknologi informasi.

Fungsi peran BPR adalah sebagai Lembaga *intermediary* yang saat ini telah juga mengalami *disruption* oleh *fintech* (*financial technology*) yang berbentuk *peer to peer lending* (pinjaman online). BPR perlu melakukan *intermediary* dengan mengedepankan prinsip kehati-hatian dan perlindungan konsumen sehingga BPR bisa menjadi pilihan utama di tengah maraknya *peer to peer lending* (pinjaman online) di era digital dengan suku bunga kredit yang lebih kompetitif dan prinsip kehati-hatian dalam proses pemberiannya. Proses bisnis di perbankan khususnya BPR menerapkan GRC (*Governance Risk Compliance*), *Governance* meliputi prinsip TARIF (*Transparency, Accountability, Responsibility, Independency, dan Fairness*). *Risk* meliputi Risiko Kredit, Risiko Operasional, Risiko Kepatuhan, Risiko Likuiditas, Risiko Reputasi, Risiko Strategik. *Compliance* meliputi Kepatuhan terhadap Undang-Undang, regulator diantaranya Peraturan Otoritas Jasa Keuangan (POJK), Peraturan Lembaga Penjamin Simpanan (PLPS), Peraturan Bank Indonesia (PBI), Peraturan Kementerian Keuangan (Permenkeu), dan Peraturan Pemerintah lainnya. Undang-Undang No. 4 tahun 2023 tentang P2SK Pasal 13 A yang berbunyi “Dalam menjalankan kegiatan usaha sebagaimana dimaksud dalam Pasal 13, BPR dapat memanfaatkan teknologi informasi”, terjadi perubahan nomenklatur yang sebelumnya Bank Perkreditan Rakyat yang diatur dengan Undang-Undang sebelumnya yaitu Undang-Undang No 7 tahun 1992 dan yaitu Undang-Undang No 10 tahun 1998 menjadi Bank Perekonomian Rakyat. Saat ini industri BPR masih berfokus pada kegiatan usaha *funding* dan *lending* dalam pengembangan

bisnisnya. Fungsi *intermediary* khususnya selain penghimpunan dana baik dalam bentuk deposito dan tabungan juga melakukan kemudahan proses pemberian kredit atau pendanaan kepada sektor ultra mikro, kecil, dan menengah sesuai dengan Undang-Undang No. 4 tahun 2023 P2SK pasal 249 mengatur mengenai kewajiban memberikan kemudahan akses pembiayaan kepada UMKM oleh seluruh bank dan/atau Lembaga Keuangan Non-Bank dengan menerapkan prinsip kehati-hatian dan manajemen risiko yang akan diatur lebih lanjut oleh otoritas sektor keuangan.

Pada penelitian sebelumnya (Liao et al., 2022) menyatakan bahwasannya tantangan yang signifikan dalam model kredit scoring adalah adanya bias dalam data percobaan model. Ketika sebagian besar model risiko kredit dibangun hanya dengan menggunakan data pemohon yang telah mendapatkan pendanaan, pengambilan sampel non acak seperti itu sebagian besar dipengaruhi oleh pembuat kebijakan kredit dan riwayat pinjaman sebelumnya menimbulkan bias pengambilan sampel pada model. Dengan demikian, mengubah prediksi mengenai gagal bayar pinjaman ketika menyaring permohonan dari calon peminjam. Penambahan data baru yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan merupakan label semu dari historis permohonan pinjaman yang telah ditolak untuk mengurangi bias pengambilan sampel. Hasilnya menunjukkan implikasi praktis mengenai bagaimana proses pengembangan model analisa di masa depan harus diikuti.

Oleh karena itu berdasarkan permasalahan diatas maka dilakukan penelitian tentang pengajuan kredit menggunakan *E-Form* dan digital scoring Aplikasi DanagungGo yang merupakan salah satu produk digital BPR di Yogyakarta Indonesia. Aplikasi DanagungGo yang melakukan proses bisnis akuisisi secara *digital*, analisa dengan model scoring ini dilengkapi *userface* yang berbeda, yang dijadikan sebagai alat pengembangan bisnis secara digital dan dapat melakukan proses bisnis seperti *financial technology* untuk plafond kredit ultra mikro sampai dengan Rp.20.000.000,00 baik yang menggunakan jaminan (*collateral*) atau tanpa menggunakan jaminan (*collateral*).

Aplikasi DanagungGo dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam proses pengajuan kredit. Aplikasi ini berbentuk *E-Form* dan *digital* scoring untuk memudahkan para nasabah melakukan pengajuan kredit secara mandiri dan mitigasi risiko dengan penggunaan *userface* yang berbeda masing-masing *stakeholder*-nya baik unit admin kredit, nasabah, dan AO verifikator. Selain itu dengan aplikasi DanagungGo dapat melihat perkembangan *Inovative Credit Scoring* dalam pendanaan pada *Rural Bank* dan meneliti proses bisnis dari tahap perencanaan, pelaksanaan, monitoring, evaluasi dan dapat memberikan rekomendasi untuk pengembangan selanjutnya.

1.2.Rumusan Masalah:

Berdasarkan latar belakang berkaitan dengan pengembangan aplikasi DanagungGO di BPR Danagung Daerah Istimewa Yogyakarta, maka berikut merupakan rumusan masalah:

1. Bagaimana perancangan dan pengembangan aplikasi DanagungGO dapat meningkatkan efisiensi proses akuisisi nasabah pada BPR Danagung?
2. Bagaimana kualitas sistem dan layanan digital DanagungGO berpengaruh terhadap tingkat kepuasan serta pengalaman pengguna ?
3. Faktor-faktor teknis apa yang paling berpengaruh terhadap peningkatan jumlah nasabah melalui penerapan sistem aplikasi DanagungGO?

1.3.Tujuan:

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, maka didapatkan tujuan dilakukan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui Aplikasi DanagungGO dalam memberikan kemudahan untuk menarik nasabah baru.
2. Untuk mengetahui kualitas layanan aplikasi DanagungGO dalam mempengaruhi kepuasan pelanggan.

3. Untuk mengetahui Faktor yang mempengaruhi Aplikasi DanagungGO terhadap kenaikan nasabah.

1.4. Manfaat:

Manfaat dilakukan penelitian sebagai berikut:

1. Sebagai bahan masukan BPR Danagung Daerah Istimewa Yogyakarta, dalam pengelolaan Aplikasi DanagungGO yang efisien dalam mengurangi biaya operasional BPR Danagung Daerah Istimewa Yogyakarta dan penentuan kebijakan dalam pengembangan Aplikasi DanagungGO.
2. Sebagai bahan pertimbangan pengembangan Aplikasi DanagungGO dalam upaya memberikan kemudahan bagi nasabah baru BPR Danagung Daerah Istimewa Yogyakarta dalam proses pengajuan kredit yang efektif dan efisien.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Kajian Teoritis

2.1.1. *Mobile Banking*

Mobile Banking atau yang sering disebut *m-Banking* merupakan sebuah fasilitas atau layanan teknologi pada perbankan yang dapat memudahkan dalam bertransaksi melalui *digital* atau aplikasi yang sudah terinstal pada *smartphone*. *Mobile banking* berfungsi sebagai saluran komunikasi antara proses internal perbankan, bank dan perusahaan, serta bankir dan klien. Saat ini *mobile banking* semakin sederhana berkat berkembangnya aplikasi *mobile* untuk perangkat *mobile*. Konsumen kini dapat menyelesaikan pembelian bantuan prabayar, memeriksa saldo, melakukan *transfer*, dan bahkan melihat laporan bank mereka secara *online*. Layanan ini disediakan oleh beberapa bank dan organisasi keuangan lainnya. Berita dan informasi, pertukaran, usaha, layanan dukungan, dan akses data akun adalah jenis layanan keuangan portabel berikut ini. Hingga saat ini, selain menawarkan pembaruan dan dukungan administratif, banyak bank dan lembaga keuangan telah memanfaatkan kedua Pesan dan aplikasi untuk memperingatkan klien mereka tentang kemungkinan penipuan atau untuk memberi tahu mereka tentang upaya pencatatan mereka. (Ramesh et al., n.d.) Adanya sistem *m-Banking* semua layanan dapat dilakukan secara mandiri, hanya dengan menggunakan *smarthphone* nasabah dapat melakukan transaksi kapanpun dan dimana saja, hal ini dapat menghemat waktu dan biaya. Adanya perkembangan teknologi ini dapat memberikan efek positif terhadap perkembangan jaman yang memberikan kemudahan dalam berkomunikasi, berbisnis maupun bertransaksi secara *online* melalui *smartphone*. Layanan *m-Banking* ini selain sebagai layanan bertransaksi juga dapat dalam mengecek saldo, *transfer* antar *bank*, melakukan pembayaran *online*, pembelian barang, dan lain-lain.

Manfaat menggunakan teknologi *m-Banking*:

1. Nasabah dapat diberikan kemudahan dalam melakukan transaksi seperti melakukan cek saldo, transfer antar rekening, pembayaran tagihan *online* tanpa mendatangi lokasi pembayaran secara langsung.
2. Memberikan bentuk keamanan kepada nasabah dengan tidak perlu membawa uang tunai dalam jumlah banyak.
3. Nasabah akan diberikan laporan aktivitas keuangan yang dilakukan baik dari pemasukan maupun laporan pengeluaran.
4. Nasabah dapat melakukan kapanpun dan dimanapun dalam melakukan transaksi sehingga dapat menghemat waktu dan biaya yang dikeluarkan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi adanya *m-Banking*:

1. Kemudahan dalam menggunakan layanan (*ease of use*), aplikasi *m-Banking* dalam pengoperasiaannya memberikan kemudahan karena didalamnya sudah saling terintegrasi satu dengan lainnya dan aplikasi *m-Banking* memberikan tampilan yang menarik yang memudahkan dalam penggunaannya dalam mengakses dimana saja dan kapan saja.
2. Manfaat yang dirasakan pengguna (*perceived usefulness*), aplikasi ini dapat memberikan manfaat bagi nasabah dengan mendorong efisiensi waktu dan memberikan kepercayaan nasabah terhadap keandalan sistem yang mampu melakukan transaksi atau melakukan pembayaran tagihan kapan saja.
3. Keamanan penggunaan aplikasi (*security*), aplikasi ini menjaga keamanan data dan privasi nasabah yang sebelumnya melalui transaksi melalui ATM.

2.1.2. Kepuasan dan Loyalitas Nasabah

Kepuasan merupakan merupakan suatu ungkapan perasaan senang maupun kecewa terhadap suatu produk atau layanan dengan membandingkan perilaku kinerja keduanya baik antara produk persepsi terhadap kinerja hasil yang diharapkan. (Kotler, 2005) Apabila suatu kinerja tidak sesuai dengan

harapan maka konsumen merasa kecewa, sedangkan apabila suatu kinerja melebihi dari persepsi konsumen, maka konsumen akan merasa puas. Dengan adanya kinerja yang dapat memberikan kepuasan konsumen maka konsumen akan merekomendasikan atau memberikan referensi untuk menggunakan produk tersebut.

Aspek dari kepuasan konsumen dapat diukur melalui beberapa hal meliputi pelayanan yang tanggap, transaksi yang cepat dan handal, keberadaan pelayanan, jasa yang digunakan menggunakan kepuasan yang menyeluruh dengan dipengaruhi kualitas layanan terhadap kepuasan dan loyalitas pelanggan. (Shrestha, 2021)

Loyalitas atau kesetiaan adalah komitmen yang dipegang teguh untuk terus membeli atau berlangganan suatu produk atau layanan tertentu di masa depan, bahkan ketika menghadapi faktor eksternal termasuk kampanye pemasaran yang mungkin mempengaruhi perubahan perilaku. Pada penelitian (Kotler dan Keller, 2007) menyatakan bahwasannya kepuasan dan loyalitas nasabah saling berhubungan satu sama lain, karena nasabah yang memiliki tingkat kepuasan yang tinggi akan memiliki dampak yang besar terhadap loyalitas yang diberikan, sehingga perlu memberikan suatu bentuk kepuasan nasabah dengan memberikan produk dan layanan yang berkualitas, pemberian suku bunga yang kompetitif, serta dengan pemberian jaminan untuk kemudahan dalam melakukan transaksi dan nasabah dapat bertahan dalam jangka panjang.

2.1.3. Kualitas Produk dan Layanan Aplikasi

Kualitas produk merupakan kapasitas suatu barang, jasa, atau kombinasi keduanya untuk memenuhi permintaan pelanggan dan kebutuhan industri dan pengguna yang penting. Salah satu elemen terpenting dalam menentukan kepuasan pelanggan, yang pada akhirnya menentukan tujuan pembelian kembali, adalah kualitas produk. Menurut (Bhowmick & Seetharaman, 2023) mengatakan bahwasannya kualitas produk merupakan suatu yang ditonjolkan kepada konsumen untuk memberikan nilai tambah dari produk yang berkualitas sesuai dengan harga yang ditawarkan. Dalam

hal ini kualitas produk digunakan sebagai salah satu indikator yang menunjang kemampuan untuk memuaskan pelanggan berdasarkan produk yang ditawarkan.

Pengaruh signifikan dimensi kualitas layanan pelanggan yaitu kepatuhan, jaminan, keandalan, bukti nyata, empati, dan daya tanggap, terhadap kepuasan pelanggan di industri perbankan, menegaskan bahwa model tersebut secara efektif menjelaskan hubungan positif antara kualitas layanan dan kepuasan pelanggan. (Al Thuwaini et al., 2022)

Faktor-faktor dalam kualitas layanan dalam menentukan kepuasan konsumen sebagai berikut:

1. Keandalan (*Reliability*)
2. Daya Tanggap (*Responsiveness*)
3. Jaminan (*Assurance*)
4. Empati (*Emphaty*)
5. Bukti Fisik (*Tangibles*)

Kualitas produk dan kualitas layanan saling berkaitan karena dapat menjaga kestabilan suatu produk dalam menyediakan produk yang berkualitas, sehingga dapat meningkatkan profitabilitas perusahaan, kepuasan nasabah, dan meningkatkan citra perusahaan dalam melayani nasabah.

2.1.4. Uji Beda

Berdasarkan hasil uji normalitas data, maka dapat dipilih teknik uji beda yang terbaik. Parametrik *Paired Sample T-Test* merupakan metode uji alternatif yang digunakan jika hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data berdistribusi teratur.

Namun ditentukan dari hasil uji kenormalan data yang ditemukan strategi pengujian alternatif adalah dengan menggunakan uji *non-parametrik*, seperti *Wilcoxon Signed Rank Test*, jika distribusinya tidak normal. Uji beda digunakan dalam mengevaluasi sebelum dilakukan perlakuan dan sesudah dilakukan perlakuan dengan pengamatan yang berbeda, dalam uji ini diperoleh sampel dependen atau pengukuran

berulang, merupakan salah satu alat statistik yang banyak digunakan untuk menentukan perbedaan statistik antara keduanya pengukuran, dua kondisi, dua titik waktu, dll. (Kim et al., 2018).

2.1.5. Paired Sample T-test

Paired sample t-test digunakan untuk mengevaluasi variasi antara dua sampel yang cocok. Sampel berpasangan adalah sampel yang partisipannya sama tetapi mendapatkan dua perlakuan berbeda dalam skenario sebelum dan sesudah proses, selain itu pengujian ini dilakukan untuk menunjukkan perbedaan nilai rata-rata antara sebelum dan sesudah tes. Dalam penelitian ini, uji-t sampel berpasangan dilakukan untuk menguji hipotesis nol, yaitu, tidak ada perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata keseluruhan pra-tes dan pasca-tes. (Abdullah et al., 2019)

Metode *Paired sample t-test* ini digunakan apabila data sampel berdistribusi normal. Dalam suatu pengambilan keputusan uji ini untuk menerima atau menolak H_0 pada uji *paired sampel t-test* adalah sebagai berikut:

Jika probabilitas (Asymp.Sig) $< 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Jika probabilitas (Asymp.Sig) $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

2.1.6. Wilcoxon Signed Rank Test

Wilcoxon signed rank test adalah uji non-parametrik yang digunakan dalam analisis data berpasangan di mana terdapat dua perlakuan berbeda, metode ini berupaya untuk menentukan dampak-dampak suatu peristiwa yang terjadi pada populasi tertentu ketika tidak tercapainya normalitas. (Onifade & Olanrewaju, 2020)

Metode *Wilcoxon signed rank test* ini digunakan apabila data berdistribusi tidak normal. Dasar pengambilan keputusan untuk menerima atau menolak H_0 pada uji wilcoxon signed rank test adalah sebagai berikut:

Jika probabilitas (Asymp.Sig) $< 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Jika probabilitas (Asymp.Sig) $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan aplikasi terhadap profitabilitas perbankan dengan cara membandingkan rasio profitabilitas sebelum perbaikan aplikasi dengan rasio profitabilitas setelah perbaikan aplikasi DanagungGO.

2.1.7. Monte Carlo

Monte Carlo adalah teknik untuk mengatasi masalah yang menggunakan pembangkitan bilangan acak. Pada tahun 1940-an diperkenalkan *Monte Carlo*, sebuah metode untuk merumuskan kembali solusi masalah yang sudah ada menjadi sampel acak yang kemudian diulangi dengan mengambil n sampel. Untuk menyelesaikan permasalahan dapat menggunakan metode Monte Carlo pada komputer dengan menghasilkan bilangan acak.

Pendekatan ini melibatkan mencari tahu distribusi probabilitas dari variabel yang diselidiki dan kemudian mengambil sampel acak dari distribusi tersebut untuk mengumpulkan data (Onifade & Olanrewaju, 2020). Ini adalah semacam distribusi sampling dari proses acak. Urutan realitas yang dibuat-buat dapat berkembang ketika pergerakan setiap variabel acak dijelaskan secara berkala menggunakan rangkaian bilangan bulat acak (Tersine, 1994). Dengan menghasilkan nilai real acak antara ≥ 0 dan < 1 , metode *Monte Carlo* menciptakan bilangan acak, yang kemudian digunakan untuk membangun distribusi sampel baru yang genap dari sebaran target potensial yang sedang dipelajari. Setiap kali perhitungan lembar kerja dilakukan, satu nomor acak baru dikembalikan (Barbu & Zhu, 2002).

2.1.8 Defuzzifikasi

Proses mengubah keluaran yang bersifat fuzzy (tidak presisi, berupa himpunan fuzzy) menjadi nilai tegas (crisp) yang spesifik dan dapat diukur, yang berfungsi sebagai aksi dalam sebuah sistem. Ini adalah langkah terakhir dalam sistem logika fuzzy, dan tujuannya untuk menghasilkan hasil

yang dapat ditindaklanjuti dari keputusan yang telah diekspresikan dalam bentuk fuzzy set.

2.1.9 Regresi Berganda

Teknik statistik yang menganalisis hubungan antara satu variabel dependen dengan dua atau lebih variabel independen secara bersamaan untuk memprediksi nilai variabel dependen tersebut. Tujuan utamanya adalah untuk memahami seberapa besar pengaruh masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen dan bagaimana kombinasi variabel tersebut dapat memprediksi hasil.

Luaran dari regresi berganda yaitu hasil uji pengaruh dan analisis hubungan antar variabel serta model peramalan atau forecasting.

2.2. Kajian Empiris

Kajian empiris merupakan salah satu jenis analisis yang dijadikan sebagai tolak ukur antara penelitian yang ada dengan penelitian yang telah lalu serta sebagai sumber acuan pembahasan penelitian. Publikasi internasional yang berhubungan dengan gagasan inovasi credit scoring dan memiliki rentang waktu antara tahun 2018 hingga 2024 dimasukkan dalam penyelidikan empiris ini. Berikut merupakan kajian empirisnya:

1. *Imparative Role of Integrating Digitalization in the firm a technology perspective* (Bisht et al., 2022). Jurnal ini membahas tentang Penerapan GRC dalam industri perbankan termasuk BPR dalam sebuah industri di era 4.0 bisa dilakukan secara terintegrasi dengan pemanfaatan teknologi khususnya dalam hal proses pemberian kredit atau pendanaan kepada sektor mikro, kecil dan menengah. Hasil yang diperoleh menunjukkan data empiris yang dimiliki *risk assessment, fraud detection, online transaction* adalah *critical* didalam industri 4.0.
2. *Leveraging Financial dir inclusive credit scoring admids global uncertainty* (Imteaj & Amini, 2022). Jurnal nama penulis Jurnal ini

membahas tentang stabilitas ekonomi terguncang dan tingkat pengangguran semakin tinggi akibat dampak Covid-19, penetapan skor kredit dengan memprediksi kondisi keuangan konsumen menjadi semakin penting, karena ketidakpastian itulah juga dapat berpengaruh terhadap tingkat pengajuan kredit. Kredit scoring keterlambatan pembayaran dapat dikaitkan dengan faktor-faktor seperti kemampuan finansial, kecenderungan materialistis, perilaku pembelian impulsif, keinginan sosial dan sikap terhadap hutang. Hasil analisa ini memberikan bukti bahwa kredit scoring menawarkan solusi yang layak untuk meningkatkan inklusi keuangan bagi segmen nasabah yang rentan di tengah ketidakpastian global.

3. *Lending activity efficiency. A comparison between fintech firms and the banking sector* (Onorato et al., 2024). Jurnal ini membahas tentang proses pendanaan lebih efisien jika melihat perbandingan antara Perusahaan *fintech peer to peer lending* dan perbankan. Fenomena hadirnya *fintech* tidak diragukan lagi dalam meningkatkan morfologi global financial system termasuk level kompetisi khususnya sektor tertentu termasuk pendanaan. Dalam penelitian tersebut ditemukan efisiensi level untuk bank dibandingkan fintech. Hasil analisa ini menunjukkan bahwasannya banyak dari permasalahan ini berkaitan dengan kebutuhan untuk menjamin perlindungan yang memadai bagi nasabah. Memang benar masuknya perusahaan-perusahaan fintech saat ini tampak kurang efisien dibandingkan dengan bank, akan menyebabkan penurunan efisiensi sistem secara keseluruhan atau kehadiran pemain baru dalam sektor pendanaan. Sektor ini akan membawa bank ke tingkat efisiensi yang lebih besar sebagai akibat dari peningkatan produksi mereka.
4. *Does loan growth impact on bank risk.* (Wu et al., 2022). Jurnal ini membahas tentang perkembangan bank membuka peluang untuk memobilisasi modal usaha untuk perorangan dan entitas badan hukum dengan meningkatnya pertumbuhan kredit yang besar atau lebih besar

dapat membawa risiko bagi bank. Pertumbuhan yang kuat dalam aktivitas pinjaman bank menurunkan kualitas kredit dan meningkatkan risiko kredit. Namun jika pertumbuhan pinjaman dan metode manajemen risiko yang efektif membantu bank untuk berkembang lebih berkelanjutan. Risiko kredit bermasalah atau likuiditas terkendali dengan baik meskipun tingkat pertumbuhan kredit tinggi. Dengan kata lain, seberapa besar pertumbuhan pinjaman tidak sepenting bagaimana risiko yang dikelola bank. Dari hasil penelitian memberikan beberapa implikasi kebijakan bagi bank untuk meningkatkan kinerja penyaluran kredit serta mengurangi risiko bank.

5. *A recent review on optimisation methods applied to credit scoring models.* (Kamimura et al., 2023). Jurnal ini membahas Credit Scoring Model. Analisa menunjukkan bahwa credit scoring biasanya dirumuskan menggunakan analisis keuangan, pembelajaran mesin, teknik statistik, riset operasional dan algoritma data mining. Tujuannya adalah untuk mendemonstrasikan penerapan metode optimalisasi, maka permasalahan hukum dan etika harus sesuai dan lebih baik pada kredit skoring. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini peningkatan kajian yang difokuskan pada perusahaan mikro dan kecil untuk penjualan secara angsuran dan kredit komersial melalui penyempurnaan atau metode kredit skoring.
6. *Market Risk Analysis with Value at Risk Models using Machine Learning in BIST-30 Banking Index* (Demirdöğen, 2024). Dalam penelitian ini, diversifikasi portofolio dibangun dengan menggunakan simulasi *Monte Carlo* dari saham empat bank besar yang mendominasi Indeks Perbankan (AKBNK, GARAN, ISCTR, YKBNK), dan dianalisis dengan tiga *Value at Risk* yang berbeda (VaR) metode (historis, simulasi *Monte Carlo*, dan parametrik). Data pasar saham harian selama 5 tahun digunakan untuk menghitung hasil VaR 10 hari. Perbedaan yang signifikan terlihat antara nilai VaR yang dihitung, yaitu tujuan utama jurnal ini, dan nilai VaR sebenarnya. Temuan

menunjukkan bahwa hasilnya lebih optimis daripada data aktual dan tidak memperkirakan lebih dari itu 30%. Alasan perbedaan yang lebih besar dari perkiraan ini mungkin disebabkan oleh rendahnya harga saham bank dalam dua tahun terakhir dan pergerakan harga saham yang cepat pasar selama 4 periode terakhir, tidak bergantung pada saham.

7. *Enhancing Digital Access And Inclusion For Smes In The Financial Services Industry Through Cybersecurity GRC: A pathway to safer digital ecosystems* (Adedamola Oluokun et al., 2024). Dalam penelitian ini, menganalisis kondisi akses digital saat ini bagi UKM, menyoroti manfaat signifikan dari digital transformasi, termasuk efisiensi operasional, peningkatan pengalaman pelanggan, dan hal-hal baru peluang pasar. Tujuan utama jurnal ini yaitu mengidentifikasi hambatan utama terhadap akses digital, seperti keamanan siber risiko, tantangan kepatuhan terhadap peraturan, kendala keuangan, dan kurangnya keahlian digital. Selain itu untuk meningkatkan akses digital bagi UKM, termasuk program pemerintah, kolaborasi industri, kesadaran dan upaya pelatihan keamanan siber, dan solusi fintech.
8. *Prediction of Loan Behaviour with Machine Learning Models for Secure Banking* (Anand et al., 2022). Dalam penelitian ini prediksi gagal bayar pinjaman mempunyai dampak yang besar terhadap pendapatan, ini adalah salah satu faktor paling berpengaruh terhadap skor kredit yaitu bank dan organisasi keuangan lainnya. Tujuan penelitian ini yaitu untuk memperkirakan apakah pemohon pinjaman akan gagal membayar pembayarannya atau tidak, dalam mendeteksi klien bermasalah di antara sejumlah besar pemohon pinjaman, sehingga menghasilkan dasar yang lebih efektif untuk persetujuan kredit pinjaman.
9. *Unveiling endogeneity between competition and efficiency in Chinese banks: a two-stage network DEA and regression analysis* (Tan et al., 2021). Penelitian ini menyoroti efisiensi produktif perbankan di Tiongkok dengan pendekatan *two-stage network DEA* (produksi dan

intermediasi). Analisis regresi tahap kedua menggunakan model terintegrasi *Multi-Layer Perceptron/Hidden Markov* untuk mengungkap endogenitas antara persaingan perbankan, variabel kontekstual, dan efisiensi. Hasil menunjukkan bahwa persaingan dan kekuatan pasar berkontribusi positif terhadap efisiensi, sementara risiko kredit pada bank lokal yang lebih tua justru menurunkan produktivitas. Selain itu, struktur persaingan yang sempurna di tingkat provinsi serta menurunnya kekuatan pasar bank lokal terbukti mendukung sistem perbankan yang sehat. Konsentrasi kredit pada beberapa bank juga meningkatkan produktivitas industri perbankan secara keseluruhan.

10. *Analyzing Performance of Banks in India: A Robust Regression Analysis Approach* (Ali et al., 2022). Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh faktor-faktor determinan terhadap kinerja perbankan sektor publik di India dengan menggunakan metode *robust regression* untuk meminimalisasi bias akibat *outliers*. Hasil menunjukkan bahwa regulasi Basel I berdampak positif terhadap profitabilitas bank, sedangkan Basel II dan Basel III berdampak negatif signifikan. Variabel risiko kredit berpengaruh negatif terhadap ROA dan NIM, sementara modal bank, produktivitas tenaga kerja, dan diversifikasi pendapatan berpengaruh positif. Likuiditas berhubungan negatif dengan kinerja, menandakan bahwa bank lebih menguntungkan dengan tingkat penyaluran kredit yang lebih tinggi. Inflasi memiliki pengaruh beragam, sedangkan pertumbuhan GDP tidak signifikan. Temuan ini menegaskan pentingnya modal yang kuat, pengelolaan risiko kredit, dan strategi diversifikasi untuk meningkatkan kinerja bank di India.

Tabel 2. 1 *State of The Art*

No	Judul (Tahun)	Credit Scoring	Uji Beda	Metode		Tools
				Fuzzy Logic	Monte Carlo	Penilaian Kualitas Kelayakan Kredit
1	<i>Imparative Role of Integrating Digitalization in the firm a technology perspective</i> (Bisht et al., 2022)	V				
2	<i>Leveraging Financial dir inclusive credit scoring admids global uncertainty</i> (Imteaj & Amini, 2022)	V				
3	<i>Lending activity efficiency. A comparison between fintech firms and the banking sector.</i> (Onorato et al., 2024)	V				
4	<i>Does loan growth impact on bank risk.</i> (Wu et al., 2022)	V				
5	<i>A recent review on optimisation methods applied to credit scoring models.</i> (Kamimura et al., 2023)	V				

No	Judul (Tahun)	Credit Scoring	Uji Beda	Metode		Tools
				Fuzzy Logic	Monte Carlo	Penilaian Kualitas Kelayakan Kredit
6	<i>Market Risk Analysis with Value at Risk Models using Machine Learning in BIST-30 Banking Index (Demirdögen, 2024)</i>				V	
7	<i>Enhancing digital access and inclusion for SMEs in the financial services industry through cybersecurity GRC: A pathway to safer digital ecosystems (Adedamola Oluokun et al., 2024)</i>	V				
8	<i>Prediction of Loan Behaviour with Machine Learning Models for Secure Banking (Anand et al., 2022)</i>	V				
9	<i>Unveiling endogeneity between competition and efficiency in Chinese banks: a two-stage network DEA</i>		V			

No	Judul (Tahun)	Metode				Tools
		<i>Credit Scoring</i>	Uji Beda	<i>Fuzzy Logic</i>	<i>Monte Carlo</i>	<i>Penilaian Kualitas Kelayakan Kredit</i>
	<i>and regression analysis (Tan et al., 2021).</i>					
10	<i>Analyzing Performance of Banks in India: A Robust Regression Analysis Approach (Ali et al., 2022).</i>		V			
11	Penelitian Ini	V	V	V	V	V

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Objek Penelitian dan Subjek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah pengembangan sistem aplikasi perbankan DanagungGO yang berlokasi di BPR Danagung Daerah Istimewa Yogyakarta. Subjek Penelitian ini adalah pemilik dan staff karyawan BPR Danagung Daerah Istimewa Yogyakarta khususnya pada departemen pengembangan aplikasi DanagungGO untuk mengetahui jumlah tingkat pengguna nasabah baru, biaya pengembangan aplikasi dan permasalahan yang terjadi pada aplikasi DanagungGO.

3.2. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini terbatas dengan mengembangkan model *credit scoring* inovatif di rural bank (BPR) Indonesia, yang lebih akurat dalam menilai kelayakan kredit nasabah di barik dari sektor ultra mikro maupun jangkauan luas. Penelitian ini juga menjadi salah satu pengembangan inovatif berdasarkan keilmuan teknik industri dengan metode *uji beda* untuk membandingkan model inovatif dengan metode konvensional, serta *simulasi Monte Carlo* untuk memprediksi risiko gagal bayar dalam berbagai kondisi ekonomi.

3.3. Populasi dan Sampel

Populasi dan sampel dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Populasi penelitian dalam penelitian ini yaitu seluruh nasabah rural bank (BPR) di Indonesia terutama nasabah PT. BPR Danagung Yogyakarta, khususnya yang berada di wilayah pedesaan dan memiliki karakteristik ekonomi menengah ke bawah. Populasi ini mencakup nasabah yang memiliki usaha kecil dan menengah atau nasabah dengan pendapatan tidak tetap, yang secara umum menjadi target utama layanan pendanaan ultra mikro dari BPR.

2. Sampel akan diambil dengan metode *sampling purposive*, yang memilih nasabah BPR di daerah tertentu yang merepresentasikan karakteristik ekonomi pedesaan di Indonesia. Sampel ini dapat mencakup sejumlah nasabah dari wilayah dengan tingkat ekonomi menengah ke bawah yaitu Yogyakarta, yang memiliki data historis kredit lengkap, serta variabel-variabel yang diperlukan dalam penelitian.

3.4. Variabel dan Definisi dan Operasional

Variabel dan definisi dan operasional dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Variabel Independen

Variabel independen dalam penelitian ini yaitu berkaitan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi dari hasil pengembangan inovatif credit scoring dalam pendanaan pada rural bank di Indonesia yang mencakup skor kredit, profil nasabah, perilaku keuangan, dan karakteristik wilayah nasabah.

Uji Beda menggunakan pendekatan analisis statistik, didalam uji beda digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan di antara kelompok-kelompok yang dilakukan pengujian.

Variabel-variabel yang digunakan sebagai berikut:

- a. Waktu tunggu: Waktu yang dibutuhkan pengguna untuk menyelesaikan proses pengajuan kredit.
- b. Tingkat konversi: Persentase pengguna yang berhasil menyelesaikan proses pengajuan kredit.
- c. Kepuasan pengguna: Tingkat kepuasan pengguna terhadap aplikasi.
- d. Tingkat kesalahan: Persentase pengajuan kredit yang ditolak karena kesalahan input data.
- e. Kemudahan pengguna: Tingkat kemudahan pengguna dalam mengajukan kredit menggunakan sistem.

2. Variabel Dependen

Variabel dependen dalam penelitian ini yaitu berdasarkan tingkat pengembalian kredit yang dilakukan nasabah sesuai waktunya yang menunjukkan credit scoring berjalan secara efektif dan mengurangi tingkat risiko gagal bayar.

3. Definisi Operasional

- 1) Credit Scoring: Metode untuk mengembangkan model penilaian kredit yang inovatif dan lebih sesuai untuk nasabah di daerah pedesaan, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti profil risiko, perilaku keuangan, dan karakteristik demografis. Model ini diharapkan mampu memprediksi kelayakan kredit nasabah lebih akurat dibanding metode konvensional.
- 2) Uji Beda: Metode *Uji beda* digunakan untuk membandingkan model *credit scoring* yang dikembangkan dengan model konvensional yang saat ini digunakan di BPR. Selain itu uji beda untuk mengetahui apakah model inovatif memberikan hasil yang lebih baik dalam memprediksi kelayakan kredit dan mengurangi risiko gagal bayar.
- 3) *Monte Carlo Simulation*: Simulasi Monte Carlo digunakan untuk mengurangi permasalahan yang terjadi terhadap pengembangan aplikasi DanagungGO, sehingga tidak terjadi error maupun trouble saat aplikasi digunakan oleh nasabah saat pengajuan kredit di BPR Danagung Daerah Istimewa Yogyakarta.

3.5. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian digunakan untuk metode penyelesaian dari permasalahan yang ada didalam penelitian dan sebagai tujuan penelitian, instrumen dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Wawancara

Wawancara merupakan suatu yang digunakan untuk memperoleh data dari berbagai sumber, dalam memperoleh data wawancara kepada narasumber

ditanyakan secara langsung maupun tidak langsung berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Dalam hal penelitian ini narasumber yang ditujukan kepada staff bagian pengembangan aplikasi DanagungGO, staff bagian marketing dan pemasaran. Wawancara digunakan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada aplikasi DanagungGO.

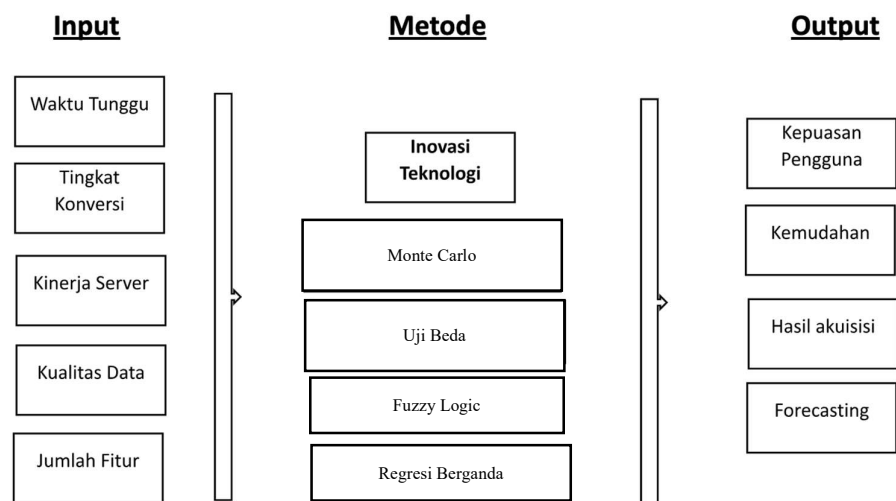
2. Kuesioner

Kuesioner digunakan untuk pengumpulan data dengan adanya beberapa pertanyaan berkaitan dengan pengumpulan informasi, analisis responden, dan pandangan dari berbagai macam responden. Dalam penelitian ini kuesioner berisi pertanyaan kuantitatif berkaitan dengan respon nasabah dalam evaluasi permasalahan yang terjadi pada aplikasi DanagungGO.

3. Studi Literatur

Studi literatur digunakan sebagai data pelengkap dalam penelitian. Didalam penelitian ini menggunakan data melalui studi literatur baik dari buku, jurnal, dan sumber-sumber lainnya, dengan menggunakan *time series* studi literatur 2 tahun terakhir dari tahun 2022-2024 diperoleh dari berbagai sumber yang berkaitan dengan penelitian ini.

3.6. Kerangka Penelitian



Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian

Berikut merupakan penjelasan singkat berdasarkan kerangka penelitian:

Input

1. Waktu tunggu yang dibutuhkan nasabah untuk menyelesaikan proses pengajuan kredit merujuk pada durasi waktu dari saat nasabah mengajukan permohonan kredit hingga keputusan akhir diberikan oleh pihak pemberi pinjaman (misalnya bank atau lembaga keuangan). Proses ini mencakup beberapa tahap, seperti:
 - 1) Pengajuan permohonan kredit – Nasabah mengisi formulir pengajuan kredit dan menyerahkan dokumen yang diperlukan dengan menggunakan aplikasi DanagungGO.
 - 2) Verifikasi data – Pihak bank BPR Danagung dalam pemberi pinjaman akan memverifikasi informasi yang diberikan oleh nasabah, termasuk riwayat kredit, dokumen identitas, dan kemampuan finansial dengan menggunakan aplikasi DanagungGO.
 - 3) Penilaian kredit nasabah – Lembaga keuangan melakukan penilaian risiko untuk menentukan kelayakan kredit nasabah dengan melihat riwayat kredit nasabah.
 - 4) Persetujuan atau penolakan – Berdasarkan penilaian, pihak pemberi pinjaman akan menyetujui atau menolak permohonan kredit tersebut.Lamanya waktu tunggu ini bisa bervariasi tergantung pada jenis kredit yang diajukan, kelengkapan dokumen, serta kebijakan lembaga pemberi pinjaman. Biasanya, waktu tunggu bisa berkisar dari beberapa jam hingga beberapa hari atau bahkan minggu.
2. Tingkat Konversi presentase nasabah yang berhasil menyelesaikan proses pengajuan kredit di BPR Danagung merujuk pada persentase dari total nasabah yang mengajukan kredit dan berhasil mendapatkan persetujuan kredit.

Tingkat konversi ini bisa dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kelayakan nasabah, kebijakan kredit yang berlaku, jenis kredit yang diajukan, dan proses verifikasi lembaga pemberi pinjaman.

3. Kinerja Server adalah ukuran seberapa efisien dan efektif server pada aplikasi DanagungGO beroperasi dalam menjalankan tugas-tugas yang ditugaskan kepadanya, seperti menangani permintaan pengguna, menjalankan aplikasi, atau menyimpan dan mengelola data. Kinerja server sangat penting dalam memastikan pengalaman pengguna yang optimal dan operasi bisnis yang lancar.

Beberapa faktor yang menentukan kinerja server meliputi:

- 1) Kecepatan Prosesor (CPU): Menentukan seberapa cepat server dapat memproses permintaan dan menjalankan program. Server dengan CPU yang lebih cepat atau memiliki lebih banyak inti (cores) dapat menangani lebih banyak tugas secara bersamaan.
- 2) RAM (Memori): Menentukan jumlah data yang dapat diakses dengan cepat oleh server. Server dengan lebih banyak RAM dapat menangani lebih banyak aplikasi dan pengguna secara bersamaan tanpa mengalami penurunan kinerja.
- 3) I/O (Input/Output) Performance: Kinerja dalam membaca dan menulis data dari penyimpanan seperti hard drive atau SSD. Server dengan penyimpanan SSD biasanya memiliki waktu akses yang lebih cepat dibandingkan dengan HDD tradisional.
- 4) Throughput Jaringan (Network Bandwidth): Kecepatan transfer data antara server dan perangkat pengguna, atau antara server dan server lain. Jaringan yang lambat bisa menyebabkan latensi tinggi dan penurunan kinerja.
- 5) Waktu Respons (Response Time): Waktu yang dibutuhkan server untuk merespon permintaan pengguna. Kinerja server yang baik akan memiliki waktu respons yang cepat.
- 6) Uptime: Mengukur seberapa lama server tetap beroperasi tanpa mengalami gangguan atau downtime. Kinerja server yang baik berarti server memiliki uptime yang tinggi.
- 7) Skalabilitas: Kemampuan server untuk menangani peningkatan jumlah pengguna atau permintaan tanpa penurunan kinerja. Server

yang mudah diskalakan secara vertikal (menambah sumber daya) atau horizontal (menambah server baru) memiliki kinerja yang lebih andal. Pengelolaan Beban (Load Balancing): Proses mendistribusikan permintaan di antara beberapa server untuk mencegah satu server terlalu terbebani.

Menjaga kinerja server yang baik memerlukan pemantauan dan pemeliharaan secara berkala, termasuk pembaruan perangkat keras dan perangkat lunak, pengelolaan sumber daya, serta deteksi dan perbaikan masalah yang mungkin muncul.

4. Kualitas Data Kualitas data merujuk pada tingkat keakuratan, kelengkapan, konsistensi, dan relevansi data yang digunakan dalam suatu sistem atau analisis. Data berkualitas tinggi sangat penting untuk memastikan bahwa keputusan yang didasarkan pada data tersebut tepat dan andal. Kualitas data yang buruk dapat mengakibatkan kesalahan dalam analisis, pengambilan keputusan yang salah, dan penurunan efisiensi bisnis.

Berikut adalah dimensi utama dari kualitas data:

- 1) Akurasi (Accuracy): Data harus merefleksikan keadaan atau nilai yang sebenarnya. Data yang akurat tidak memiliki kesalahan, baik dalam hal angka, deskripsi, maupun representasi fakta.
- 2) Kelengkapan (Completeness): Data harus lengkap, tanpa informasi yang hilang atau tidak terekam. Misalnya, jika data pelanggan memerlukan alamat, nomor telepon, dan email, semua komponen ini harus tersedia.
- 3) Konsistensi (Consistency): Data harus konsisten di seluruh sistem dan sumber. Misalnya, informasi harga suatu produk di berbagai sistem atau platform harus sama. Jika data berubah di satu tempat, perubahan tersebut harus tercermin di semua tempat.

- 4) Relevansi (Relevance): Data harus relevan dengan tujuan atau kebutuhan pengguna. Data yang tidak relevan atau usang bisa mengganggu analisis atau proses pengambilan keputusan.
- 5) Ketepatan Waktu (Timeliness): Data harus up-to-date dan tersedia ketika diperlukan. Data yang sudah kadaluwarsa atau terlambat dapat mengurangi nilainya dalam pengambilan keputusan yang cepat.
- 6) Validitas (Validity): Data harus sesuai dengan aturan atau standar tertentu. Misalnya, alamat email harus dalam format yang benar, dan tanggal harus mengikuti format yang telah ditetapkan.
- 7) Keunikan (Uniqueness): Data tidak boleh memiliki duplikasi yang tidak perlu. Duplikasi data dapat menyebabkan kebingungan atau ketidakakuratan dalam analisis.
- 8) Keamanan (Security): Data harus dilindungi dari akses yang tidak sah dan harus memenuhi standar keamanan data, terutama jika data tersebut bersifat sensitif atau pribadi.

Mengelola kualitas data dengan baik sangat penting untuk analisis data yang akurat, pengambilan keputusan yang lebih baik, dan kelancaran operasional sistem yang bergantung pada data. Upaya untuk meningkatkan kualitas data biasanya melibatkan pembersihan data (data cleansing), audit, dan validasi berkala.

5. Jumlah Fitur Jumlah fitur merujuk pada banyaknya fungsi atau kemampuan spesifik yang ditawarkan oleh suatu produk, aplikasi, atau sistem. Fitur-fitur ini biasanya dirancang untuk memenuhi kebutuhan pengguna dan menyelesaikan berbagai masalah atau tugas.

Contoh dalam aplikasi teknologi:

- 1) Aplikasi e-commerce: Fitur seperti pencarian produk, filter kategori, keranjang belanja, pembayaran online, pelacakan pesanan, dan ulasan pengguna.
- 2) Aplikasi media sosial: Fitur seperti profil pengguna, berbagi status, komentar, pesan pribadi, video, dan foto.

- 3) Aplikasi keuangan: Fitur transfer dana, pembayaran tagihan, manajemen anggaran, riwayat transaksi, dan keamanan dua faktor.

Jumlah fitur yang ditampilkan bisa bervariasi tergantung pada kompleksitas dan tujuan aplikasi atau sistem yang dikembangkan. Lebih banyak fitur tidak selalu berarti lebih baik, karena penting juga menjaga kesederhanaan dan kemudahan penggunaan.

Metode

1. Inovasi Teknologi Inovasi teknologi adalah proses penciptaan, pengembangan, dan penerapan solusi baru atau perbaikan signifikan pada teknologi yang sudah ada, dengan tujuan meningkatkan efisiensi, kinerja, atau nilai tambah. Inovasi ini mencakup pengembangan produk, layanan, atau proses baru yang memanfaatkan teknologi untuk menciptakan perubahan yang positif, baik dalam skala kecil (misalnya, perbaikan perangkat lunak) maupun besar (misalnya, revolusi teknologi seperti internet atau kecerdasan buatan).

Inovasi teknologi dapat terjadi dalam berbagai bidang, seperti:

- 1) Perangkat Keras (Hardware): Contoh inovasi pada produk fisik, seperti pengembangan chip komputer lebih cepat, ponsel pintar, atau perangkat IoT.
- 2) Perangkat Lunak (Software): Inovasi dalam algoritma, aplikasi, platform digital, dan pengembangan AI serta machine learning.
- 3) Proses dan Metodologi: Inovasi dalam cara suatu hal dilakukan, misalnya otomatisasi produksi, penggunaan data besar (big data), atau teknologi blockchain.
- 4) Layanan Digital: Inovasi pada platform berbasis teknologi, seperti fintech, e-commerce, telemedicine, dan layanan berbasis cloud.

Inovasi teknologi mendorong kemajuan di banyak sektor, mulai dari bisnis, kesehatan, pendidikan, hingga transportasi, yang secara keseluruhan meningkatkan produktivitas dan kualitas hidup masyarakat.

2. Pengembangan sistem baru menggunakan metode uji beda sistem lama dan sistem baru (Uji statistik *Wilcoxon Signed Rank Test*) untuk mengetahui pengaruh penggunaan aplikasi terhadap profitabilitas perbankan dengan cara membandingkan rasio profitabilitas sebelum perbaikan aplikasi dengan rasio profitabilitas setelah perbaikan aplikasi DanagungGO.
3. Simulasi Monte Carlo digunakan untuk mengurangi permasalahan yang terjadi terhadap pengembangan aplikasi DanagungGO, sehingga tidak terjadi error maupun trouble saat aplikasi digunakan oleh nasabah saat pengajuan kredit di BPR Danagung Daerah Istimewa Yogyakarta.
4. Fuzzy digunakan untuk mengetahui kualitas layanan aplikasi yang berujung pada kepuasan pelanggan saat pengajuan kredit di BPR Danagung melalui Aplikasi DanagungGo.
5. Regresi Berganda digunakan untuk mengetahui faktor apakah yang mempengaruhi kenaikan nasabah pada Aplikasi DanagungGo selama kurun waktu tiga tahun terakhir.

Output

1. Kepuasan pengguna: Tingkat kepuasan nasabah terhadap aplikasi. kemudahan pengguna seberapa mudah aplikasi tersebut dioperasikan dan dipahami oleh pengguna, bermanfaat bagi pengguna, aplikasi berjalan baik tanpa kendala atau bug, tampilan dan pengalaman menggunakan aplikasi terasa menyenangkan dan membantu, serta kecepatan respon aplikasi pada tindakan pengguna atau melakukan fungsi tertentu.
2. Kemudahan penggunaan (user-friendly) adalah salah satu aspek penting dalam menentukan tingkat kepuasan pengguna terhadap aplikasi DanagungGO, yang berarti aplikasi tersebut mudah digunakan

oleh semua pengguna, baik mereka yang sudah terbiasa dengan teknologi maupun yang kurang terbiasa.

Berikut merupakan output memberikan kemudahan bagi nasabah dari sebuah aplikasi lebih mudah digunakan:

- 1) Navigasi yang Intuitif: Pengguna dapat dengan cepat menemukan apa yang mereka cari tanpa perlu banyak berpikir atau menghabiskan waktu. Menu dan fitur harus terorganisir dengan baik sehingga pengguna tahu langkah apa yang harus diambil untuk mencapai tujuan tertentu.
- 2) Antarmuka yang Sederhana dan Menarik: Tampilan aplikasi harus sederhana, tidak membingungkan, dan menyenangkan secara visual. Penggunaan warna, ikon, dan teks harus selaras dan mudah dipahami oleh pengguna.
- 3) Proses yang Efisien dan Cepat: Aplikasi yang user-friendly meminimalisir jumlah langkah yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proses. Misalnya, proses transfer uang atau pembayaran tagihan dalam aplikasi perbankan harus dapat dilakukan dengan beberapa klik saja.
- 4) Responsif di Berbagai Perangkat: Aplikasi yang mudah digunakan juga responsif, artinya dapat diakses dan berfungsi dengan baik di berbagai perangkat, seperti smartphone, tablet, atau komputer. Tampilan dan performa harus konsisten di semua platform.
- 5) Panduan dan Bantuan yang Jelas: Aplikasi yang user-friendly memberikan petunjuk atau tutorial yang jelas bagi pengguna baru, serta menyediakan bantuan (FAQ, chatbot, layanan pelanggan) yang mudah diakses jika pengguna mengalami kesulitan.
- 6) Minim Kesalahan: Aplikasi harus dirancang untuk meminimalisir kesalahan pengguna. Jika ada kesalahan yang terjadi, aplikasi harus memberikan feedback yang jelas tentang apa yang salah dan bagaimana memperbaikinya.

- 7) Dengan memperhatikan faktor-faktor di atas, sebuah aplikasi dapat memberikan pengalaman yang positif kepada pengguna, sehingga meningkatkan kepuasan mereka. Pengguna akan merasa lebih nyaman dan puas menggunakan aplikasi yang intuitif, cepat, dan efisien dalam mendukung kebutuhan mereka.
3. Akuisisi terhadap output dari pengembangan nasabah kredit dalam bentuk aplikasi Danagung GO dapat diartikan sebagai hasil yang diperoleh dari upaya perusahaan atau lembaga keuangan dalam memanfaatkan aplikasi digital untuk mengelola, mengembangkan, dan memperluas basis nasabah kreditnya. Output ini mencakup berbagai aspek yang berhubungan dengan peningkatan layanan, efektivitas, dan pengelolaan nasabah kredit. Beberapa hasil akuisisi yang dapat dihasilkan dari pengembangan aplikasi untuk nasabah kredit meliputi:
 - 1) Peningkatan Jumlah Nasabah Kredit, Aplikasi yang mempermudah akses nasabah untuk mengajukan dan mengelola pinjaman akan membantu memperluas basis nasabah. Nasabah dapat dengan mudah mendaftar, memeriksa kelayakan kredit, dan mengajukan pinjaman melalui aplikasi, sehingga meningkatkan jumlah nasabah yang terlibat.
 - 2) Pengelolaan Data dan Analisis yang Lebih Baik, Aplikasi kredit memungkinkan lembaga keuangan mengumpulkan dan mengelola data nasabah secara lebih efisien. Data ini meliputi riwayat transaksi, perilaku pinjaman, pola pembayaran, hingga skor kredit nasabah. Dengan teknologi data analytics, lembaga dapat lebih mudah menganalisis tren, mengevaluasi risiko, dan membuat keputusan yang lebih tepat dalam memberikan kredit.
 - 3) Peningkatan Loyalitas Nasabah dengan aplikasi yang user-friendly dan memberikan kemudahan, nasabah akan lebih puas dengan layanan yang mereka terima, yang pada gilirannya dapat meningkatkan loyalitas. Fitur-fitur seperti pemberitahuan pembayaran, kemudahan akses riwayat kredit, serta fleksibilitas

dalam mengatur pembayaran akan menjaga nasabah tetap terhubung dengan layanan kredit yang disediakan.

- 4) Efisiensi Operasional, penggunaan aplikasi untuk manajemen kredit dapat mengurangi kebutuhan interaksi manual dengan nasabah, seperti kunjungan ke kantor cabang atau proses pengisian formulir fisik. Hal ini tidak hanya mempercepat proses persetujuan kredit, tetapi juga mengurangi biaya operasional. Dengan proses yang lebih otomatis dan terintegrasi, tim kredit dapat fokus pada pengambilan keputusan strategis daripada menangani tugas administratif.
- 5) Pengurangan Risiko Kredit, Aplikasi yang dikembangkan dengan sistem manajemen risiko yang baik dapat membantu lembaga keuangan dalam menilai kelayakan kredit nasabah secara lebih akurat. Algoritma dalam aplikasi dapat digunakan untuk menilai risiko berdasarkan berbagai faktor, seperti riwayat pembayaran, rasio utang terhadap penghasilan, dan perilaku pinjaman lainnya. Ini membantu lembaga keuangan mengurangi risiko kredit macet (Yanenkova et al., 2021).
- 6) Diversifikasi Produk Kredit, aplikasi dapat digunakan untuk menawarkan berbagai jenis produk kredit kepada nasabah berdasarkan profil mereka. Dengan kemampuan personalisasi yang lebih baik, nasabah dapat menerima rekomendasi produk kredit yang sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan finansial mereka. Misalnya, kredit tanpa agunan, kredit usaha mikro, atau pinjaman pribadi berbunga rendah.
- 7) Peningkatan Keamanan dan Transparans aplikasi kredit yang aman dan terenkripsi memberikan kepercayaan lebih kepada nasabah. Fitur seperti autentikasi dua faktor, pemberitahuan keamanan, dan akses transparan terhadap informasi kredit mereka meningkatkan kepercayaan nasabah dalam bertransaksi. Hal ini juga

memungkinkan nasabah untuk memantau dan memahami status kredit mereka secara real-time.

- 8) Penurunan Tingkat Kredit Bermasalah (Non-Performing Loans/NPL) dengan proses pengelolaan yang lebih baik dan pemantauan yang real-time melalui aplikasi, lembaga keuangan dapat lebih cepat menindaklanjuti nasabah yang mulai menunjukkan tanda-tanda kesulitan membayar kredit. Fitur seperti pengingat pembayaran otomatis, opsi pembayaran fleksibel, atau restrukturisasi pinjaman bisa ditawarkan melalui aplikasi, yang berpotensi menurunkan tingkat kredit bermasalah.
- 9) Peluang untuk Cross-Selling dan Up-Selling, aplikasi yang dikembangkan dengan baik juga bisa dimanfaatkan untuk menawarkan produk tambahan kepada nasabah kredit yang sudah ada, seperti produk asuransi, tabungan, atau investasi. Dengan memanfaatkan data nasabah yang dikumpulkan melalui aplikasi, lembaga keuangan dapat memberikan penawaran yang lebih relevan dan personal.
- 10) Penguatan Brand dan Keunggulan Kompetitif, pengembangan aplikasi kredit yang modern dan inovatif juga memberikan penguatan terhadap brand perusahaan. Lembaga keuangan yang mampu memberikan layanan digital yang efisien dan aman akan lebih dipercaya oleh nasabah, sehingga meningkatkan reputasi dan keunggulan kompetitif di pasar.

Secara keseluruhan, hasil akuisisi dari pengembangan nasabah kredit dalam bentuk aplikasi mencakup peningkatan efisiensi, perluasan pasar, pengelolaan risiko yang lebih baik, dan peningkatan loyalitas nasabah, yang semuanya memberikan dampak positif pada kinerja keuangan dan pertumbuhan bisnis lembaga keuangan tersebut.

4. Forecasting atau peramalan adalah proses menggunakan data historis untuk membuat prediksi atau estimasi tentang peristiwa di masa yang akan datang. Dalam konteks bisnis bank BPR Danagung, forecasting

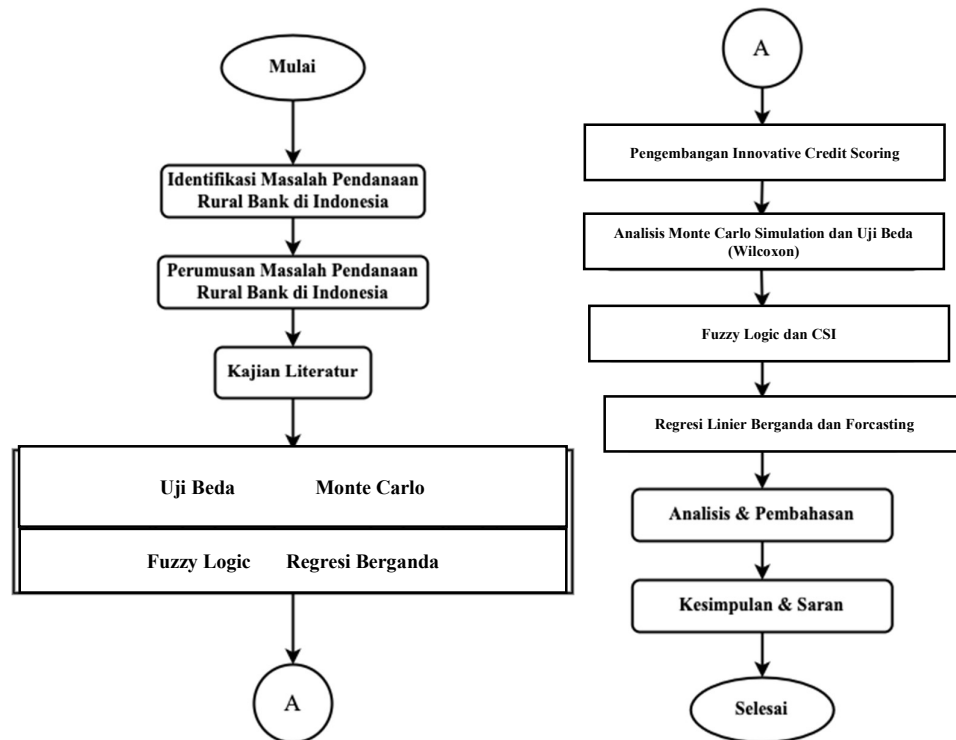
digunakan untuk berbagai tujuan seperti meramalkan permintaan kredit, pendapatan, pengeluaran, dan kinerja operasional lainnya.

Dalam forecasting yang dilakukan bank BPR Danagung memperoleh output:

- 1) Perencanaan Inventaris: Forecasting membantu perusahaan dalam menentukan jumlah stok yang tepat, menghindari overstocking atau stockout, sehingga mengurangi biaya inventaris.
- 2) Perencanaan Produksi: Dengan memperkirakan permintaan, perusahaan dapat menyesuaikan kapasitas produksi mereka untuk memenuhi kebutuhan pasar secara efisien.
- 3) Penganggaran dan Perencanaan Keuangan: Forecasting pendapatan dan pengeluaran memungkinkan perusahaan membuat anggaran yang realistis dan mengelola sumber daya secara lebih efektif.
- 4) Manajemen Risiko: Forecasting juga membantu dalam mengidentifikasi risiko potensial, seperti fluktuasi permintaan, sehingga perusahaan dapat mempersiapkan langkah mitigasi.
- 5) Peningkatan Layanan Pelanggan: Dengan peramalan yang akurat, perusahaan dapat memastikan bahwa mereka memiliki produk atau layanan yang cukup untuk memenuhi kebutuhan pelanggan, sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan.

3.7. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian digunakan sebagai jalannya penelitian ini dilakukan, berikut merupakan prosedur penelitian:

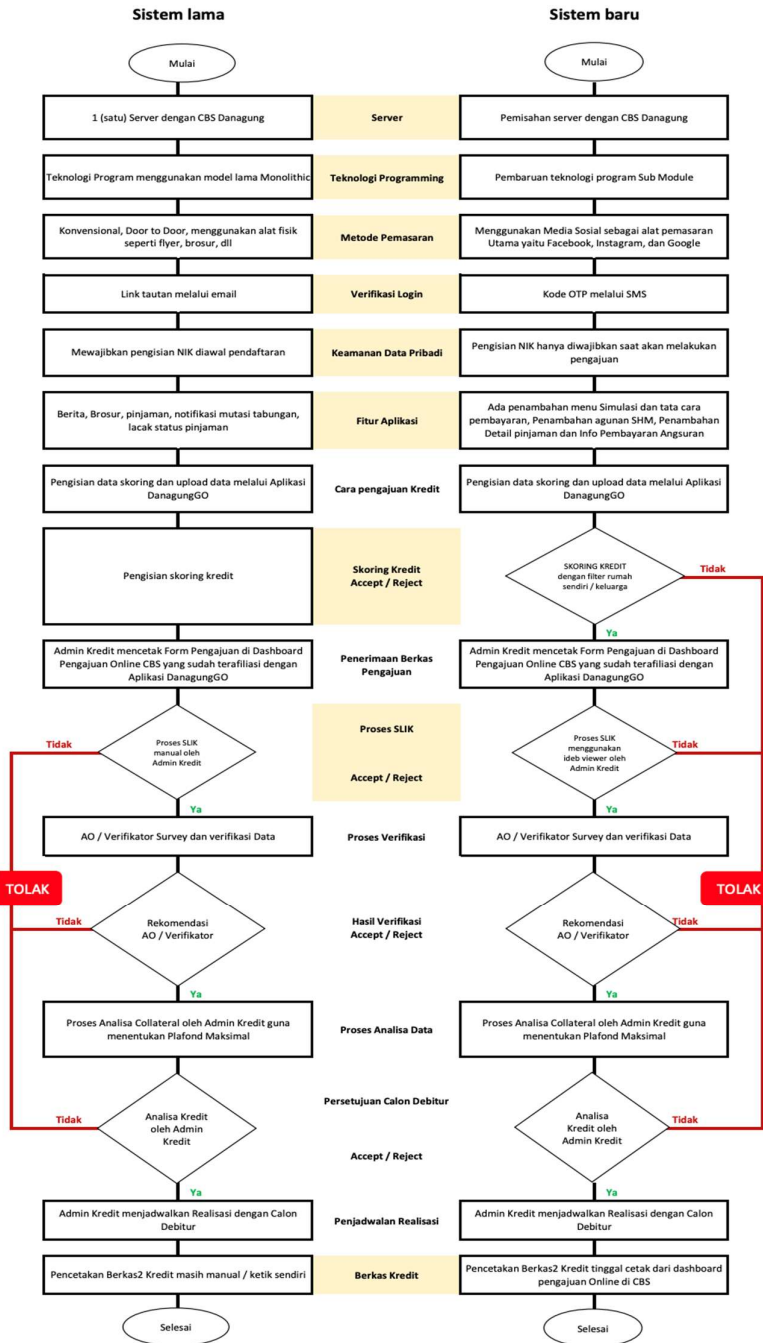


Monte Carlo, Fuzzy Logic, Regresi Berganda, Forecasting, Fuzzy Logic, Regresi Berganda, Forecasting

Gambar 3. 2 Prosedur Penelitian

3.8. Proses Pengembangan Aplikasi DanagungGO

Proses pengembangan aplikasi dengan perbandingan flow sistem lama dengan flow sistem baru:



Gambar 3. 3 Alur Pengembangan Aplikasi DanagungGO

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

4.1.1. Profil PT. BPR Danagung Yogyakarta

PT. Bank Perekonomian Rakyat Danagung diawali dari didirikannya BPR Danagung Ramulti pada tahun 1991 oleh Rachmad Ali di Yogyakarta. Kemudian pada tahun 1995 mendirikan BPR Danagung Bakti. Dan pada tahun 2004 mendirikan BPR Danagung Abadi. Seiring berkembangnya waktu dan semakin bertambah besarnya ketiga BPR tersebut, pada tahun 2023 BPR Danagung Group melakukan aksi korporasi penggabungan dimana BPR Danagung Bakti dan BPR Danagung Abadi bergabung kedalam BPR Danagung Ramulti. Kemudian berubah nama menjadi PT Bank Perekonomian Rakyat Danagung pada 18 Desember 2023 Berdasarkan keputusan KEMENKUMHAM No AHU-0079052.AH.01.02.TAHUN 2023. Dengan penggabungan ketiga BPR tersebut semakin memperluas cakupan bisnis bank, inovasi produk dan layanan nasabah lebih optimal. Komitmen kami untuk selalu memberikan yang terbaik untuk para stakeholder dengan penerapan tata kelola perusahaan yang baik. PT. Bank Perekonomian Rakyat Danagung berkantor pusat di Jalan Solo Km. 11, Purwomartani, Kec. Kalasan Kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Telp/Fax: 0274 – 496187, Email: infocare@bankdanagung.id.

4.1.2. Visi dan Misi PT. BPR Danagung Yogyakarta

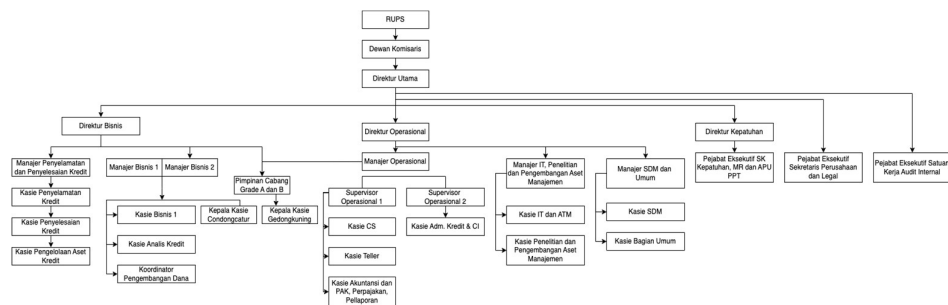
Visi dan misi PT. BPR Danagung Yogyakarta yaitu:

1. Visi: Menjadi bank yang tumbuh dan sehat berkembang, besar dan modern, produktif dan efisien serta menjadi tumpuan dan kepercayaan stakeholder.
2. Misi:
 - a. Membangun kemitraan dan hubungan jangka panjang dengan nasabah

- b. Mewujudkan pelaksanaan tata kelola yang baik agar dapat memberikan nilai tambah kepada stakeholder
- c. Beradaptasi terhadap dinamika perkembangan perubahan bisnis dan regulasi
- d. Pemenuhan kompetensi SDM yang profesional dan berintegritas.

4.1.3. Struktur Organisasi PT. BPR Danagung Yogyakarta

Profil PT. BPR Danagung Yogyakarta yaitu:



Gambar 4. 1 Profil PT. BPR Danagung Yogyakarta

4.1.4. Data Nasabah PT. BPR Danagung Yogyakarta

Data penelitian ini adalah nasabah PT. BPR Danagung Yogyakarta yang menggunakan layanan aplikasi DanagungGo. Karakteristik data dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Jumlah Responden

Penelitian ini melibatkan 211 responden yang merupakan nasabah existing (nasabah aktif) DanagungGo di PT BPR Danagung. Responden dipilih berdasarkan kriteria nasabah yang pernah melakukan pengajuan kredit dalam periode penelitian.

b. Periode Data

Data yang digunakan mencakup 36 bulan terakhir (tiga tahun). Fokus data meliputi jumlah pengajuan kredit dan jumlah realisasi kredit dalam kurun waktu tersebut.

c. Ruang Lingkup

Nasabah berasal dari berbagai segmen, antara lain pelaku UMKM, pekerja sektor pendidikan, pariwisata, serta rumah tangga. Data mencakup pengajuan dan realisasi kredit yang berhasil dicairkan pada periode data.

Penelitian ini dapat menggambarkan kondisi riil terkait perbandingan antara pengajuan kredit dan realisasi kredit BPR, serta menjadi dasar analisis untuk mengembangkan model *innovative credit scoring* yang lebih sesuai dengan karakteristik nasabah BPR.

4.1.5. Deskripsi subjek penelitian

Subjek penelitian ini adalah nasabah PT. BPR Danagung Yogyakarta yang melakukan pengajuan kredit maupun yang telah realisasi kredit. Nasabah yang menjadi subjek penelitian dipilih berdasarkan data pengajuan kredit melalui aplikasi DanagungGo serta data historis pencairan kredit yang tercatat dalam kurun waktu tiga tahun terakhir.

Karakteristik nasabah PT. BPR Danagung Yogyakarta sebagian besar berasal dari sektor UMKM, pendidikan, dan jasa, sesuai dengan potensi ekonomi lokal di wilayah Yogyakarta yang didominasi oleh kegiatan mahasiswa, usaha kecil menengah, serta pariwisata. Selain itu, terdapat pula nasabah dari kalangan rumah tangga yang menggunakan fasilitas kredit untuk kebutuhan konsumtif maupun produktif.

Dengan demikian, subjek penelitian ini mewakili profil nasabah BPR pada umumnya, yaitu masyarakat dengan akses terbatas pada layanan perbankan konvensional, namun memiliki potensi ekonomi yang dapat didukung melalui pembiayaan mikro dan inovasi sistem *credit scoring*.

4.1.6. Uji Asumsi

4.1.6.1. Uji Normalitas

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
cepat_sebelum	.292	210	.000	.749	210	.000
cepat_sesudah	.382	210	.000	.650	210	.000
gagal_sebelum	.245	210	.000	.820	210	.000
gagal_sesudah	.392	210	.000	.643	210	.000
puas_sebelum	.327	210	.000	.743	210	.000
puas_sesudah	.396	210	.000	.658	210	.000
kesalahan_sebelum	.328	210	.000	.728	210	.000
kesalahan_sesudah	.386	210	.000	.638	210	.000
proses_sebelum	.349	210	.000	.713	210	.000
proses_sesudah	.453	210	.000	.536	210	.000

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 4. 2 Uji Normalitas

Berdasarkan hasil uji normalitas menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk, seluruh variabel dalam penelitian ini menunjukkan nilai signifikansi < 0.05 . Hal ini menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, untuk menguji perbedaan persepsi responden sebelum dan sesudah penerapan sistem *Innovative Credit Scoring*, digunakan metode uji non-parametrik Wilcoxon Signed-Rank Test. Selain itu, digunakan pendekatan Monte Carlo Simulation untuk memperkuat validitas hasil analisis.

4.1.6.2. Uji non-parametrik Wilcoxon Signed-Rank Test

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
cepat_sesudah – cepat_sebelum	Negative Ranks	46 ^a	50.28	2313.00
	Positive Ranks	80 ^b	71.10	5688.00
	Ties	84 ^c		
	Total	210		
gagal_sesudah – gagal_sebelum	Negative Ranks	23 ^d	43.50	1000.50
	Positive Ranks	98 ^e	65.11	6380.50
	Ties	89 ^f		
	Total	210		
puas_sesudah – puas_sebelum	Negative Ranks	30 ^g	39.80	1194.00
	Positive Ranks	68 ^h	53.78	3657.00
	Ties	112 ⁱ		
	Total	210		
kesalahan_sesudah – kesalahan_sebelum	Negative Ranks	27 ^j	41.94	1132.50
	Positive Ranks	66 ^k	49.07	3238.50
	Ties	117 ^l		
	Total	210		
proses_sesudah – proses_sebelum	Negative Ranks	20 ^m	35.78	715.50
	Positive Ranks	69 ⁿ	47.67	3289.50
	Ties	121 ^o		
	Total	210		

Gambar 4. 3 Uji non-parametrik Wilcoxon Signed-Rank Test

Tabel 4. 1 Komponen dan Arti *Uji non-parametrik Wilcoxon Signed-Rank Test*

Komponen	Arti
Negative Ranks	Jumlah responden yang menilai sesudah < sebelum
Positive Ranks	Jumlah responden yang menilai sesudah > sebelum
Ties	Tidak ada perubahan antara sebelum dan sesudah
Mean Rank	Rata-rata urutan nilai perubahan
Sum of Ranks	Jumlah peringkat perubahan dari responden

1. Cepat_Sesudah – Cepat_Sebelum
 - a. Positive Ranks: 80 > Negative Ranks: 46
 - b. Banyak responden menilai proses kredit menjadi lebih cepat setelah sistem diterapkan.
 - c. Ties (84): Netral.
 - d. Artinya: Ada perbaikan persepsi terkait kecepatan sistem.
2. Gagal_Sesudah – Gagal_Sebelum
 - a. Positive Ranks: 98 vs Negative Ranks: 23
 - b. Sebagian besar rresaran

- c. ponden menilai tingkat kegagalan pengajuan kredit menurun (karena skor gagal semakin rendah).
 - d. Artinya: Sistem baru meningkatkan peluang keberhasilan pengajuan kredit.
3. Puas_Sesudah – Puas_Sebelum
- a. Positive Ranks: 68 > Negative Ranks: 30
 - b. Banyak responden merasa lebih puas dengan sistem sesudah diterapkan.
 - c. Namun cukup banyak ties (112), artinya sebagian tidak merasakan perbedaan signifikan.
 - d. Ini menunjukkan peningkatan kepuasan, meskipun sebagian tetap netral.
4. Kesalahan_Sesudah – Kesalahan_Sebelum
- a. Positive Ranks: 66 > Negative Ranks: 27
 - b. Responden menilai jumlah kesalahan input berkurang.
 - c. Ini memperlihatkan adanya peningkatan akurasi dan sistem input.
5. Proses_Sesudah – Proses_Sebelum
- a. Positive Ranks: 69 vs Negative Ranks: 20
 - b. Persepsi terhadap kemudahan proses meningkat.
 - c. Banyak Ties (121), artinya masih banyak yang menilai tidak ada perubahan drastis.
 - d. Tetap menunjukkan tren positif terhadap kemudahan sistem.

Test Statistics ^a					
	cepat_sesudah - cepat_sebelum	gagal_sesudah - gagal_sebelum	puas_sesudah - puas_sebelum	kesalahan_sesudah - kesalahan_sebelum	proses_sesudah - proses_sebelum
Z	-4.365 ^b	-7.297 ^b	-4.538 ^b	-4.195 ^b	-5.427 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test
b. Based on negative ranks.

Gambar 4. 4 Test Statistic Sesudah dan Sebelum

Tabel 4. 2 Variabel Sesudah dan Sebelum

Variabel	Z Value	Asymp. Sig. (2-tailed)	Keputusan
cepat_sesudah - cepat_sebelum	-4.365	0	Signifikan
gagal_sesudah - gagal_sebelum	-7.297	0	Signifikan
puas_sesudah - puas_sebelum	-4.538	0	Signifikan
kesalahan_sesudah - kesalahan_sebelum	-4.195	0	Signifikan
proses_sesudah - proses_sebelum	-5.427	0	Signifikan

Dalam pengujian wicoxon didapatkan analisis bahwasanya semua nilai Asymp. Sig. (2-tailed) = 0.000 < 0.05, menunjukkan bahwa seluruh perbedaan antara sebelum dan sesudah signifikan secara statistik. Nilai Z negatif menunjukkan bahwa mayoritas perubahan mengarah ke peningkatan persepsi positif (karena data dianalisis berdasarkan negative ranks). Uji ini dilakukan non-parametrik karena kemungkinan data tidak berdistribusi normal.

Hasil uji Wilcoxon Signed-Rank Test menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara persepsi nasabah sebelum dan sesudah penerapan sistem inovatif dalam pengajuan kredit. Seluruh variabel memiliki nilai signifikansi 0.000 ($p < 0.05$), yang menandakan perubahan signifikan secara statistik. Pada variabel memperoleh nilai negatif menunjukkan penurunan persepsi kecepatan, kegagalan, kepuasan, tingkat kesalahan dan proses pada sistem yang bermakna setelah sistem baru diberlakukan. Dengan demikian, penerapan sistem inovatif ini terbukti berdampak positif terhadap kualitas dan efisiensi proses kredit di bank rural. Terdapat perubahan yang signifikan antara kondisi sebelum dan sesudah

sistem kredit inovatif diterapkan pada semua indikator: kecepatan, tingkat kegagalan, kepuasan, kesalahan, dan proses. Sistem yang diterapkan menunjukkan hasil positif dan berdampak nyata dalam persepsi nasabah. Hal ini didukung oleh kombinasi antara tabel Ranks (analisis arah perubahan) dan Z-Test (signifikansi statistik).

Berdasarkan Hipotesis hipotesis bahwa "Terdapat perbedaan yang signifikan antara persepsi nasabah atau performa sistem sebelum dan sesudah penerapan *innovative credit scoring* pada rural bank di Indonesia ", maka hipotesis alternatif (H1 diterima) dan H0 ditolak.

4.1.6.3. Hasil uji Wilcoxon Signed Ranks Test dengan simulasi Monte Carlo

Test Statistics ^{a,c}							
		cepat_sesudah - cepat_sebelum	gagal_sesudah - gagal_sebelum	puas_sesudah - puas_sebelum	kesalahan_sesudah - kesalahan_sebelum	proses_sesudah - proses_sebelum	
Z		-4.365 ^b	-7.297 ^b	-4.538 ^b	-4.195 ^b	-5.427 ^b	
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000	.000	
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.	.000	.000	.000	.000	.000	
	99% Confidence Interval	Lower Bound	.000	.000	.000	.000	.000
		Upper Bound	.000	.000	.000	.000	.000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.	.000	.000	.000	.000	.000	
	99% Confidence Interval	Lower Bound	.000	.000	.000	.000	.000
		Upper Bound	.000	.000	.000	.000	.000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

Gambar 4. 5 Hasil uji *Wilcoxon Signed Ranks Test* dengan dilengkapi Simulasi *Monte Carlo*

Hasil uji Wilcoxon Signed Ranks Test yang dilengkapi dengan simulasi Monte Carlo menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kondisi sebelum dan sesudah penerapan sistem scoring inovatif pada kelima variabel utama (kecepatan, kegagalan, kepuasan, kesalahan, dan proses). Seluruh nilai signifikansi berada pada level 0.000 yang menandakan bahwa hipotesis nol ditolak dan mendukung hipotesis alternatif (H1). Hal ini dapat digunakan untuk mendukung argumen bahwa model credit scoring dengan sistem baru yang akan dikembangkan dapat berjalan responsif, akurat, dan efisien dibandingkan sistem sebelumnya dengan menunjukkan sistem baru dapat diterapkan dalam credit scoring memberikan dampak signifikan terhadap kualitas layanan dan penilaian risiko kredit, serta dapat digunakan sebagai pendekatan berbasis data

mining dan psikometri untuk dikembangkan lebih lanjut yang berkaitan dengan Rural Bank di Indonesia.

4.1.7. Defuzzyfikasi

Tabel 4. 3 Variabel Harapan

Variabel	Harapan				
	1	2	3	4	5
Proses Pengajuan Kredit	6	11	22	63	108
Tingkat Kegagalan Pengajuan Kredit	5	22	33	61	89
Kepuasan Sistem Pengajuan Kredit	6	11	32	44	117
Tingkat Kesalahan Input Pengajuan Kredit	10	11	28	42	119
Kemudahan Proses Pengajuan Kredit	5	15	24	41	125

Tabel 4. 4 Variabel Persepsi

Variabel	Persepsi				
	1	2	3	4	5
Proses Pengajuan Kredit	1	2	8	65	134
Tingkat Kegagalan Pengajuan Kredit	1	2	10	59	138
Kepuasan Sistem Pengajuan Kredit	0	3	13	56	138
Tingkat Kesalahan Input Pengajuan Kredit	3	4	15	49	139
Kemudahan Proses Pengajuan Kredit	1	1	8	39	161

Tabel 4. 5 Jawaban Variabel Fuzzy Harapan dan Persepsi

Jawaban Variabel	Range Fuzzy Number Harapan		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Sangat Tidak Setuju	1	1	2
Tidak Setuju	1	2	3
Netral	2	3	4
Setuju	3	4	5
Sangat Setuju	4	5	5
Jawaban Variabel	Range Fuzzy Number Persepsi		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Sangat Tidak Setuju	1	1	2
Tidak Setuju	1	2	3
Netral	2	3	4
Setuju	3	4	5
Sangat Setuju	4	5	5

Tabel 4. 6 Proses, Kegagalan, Kepuasan Sistem Pengajuan Kredit

Proses Pengajuan Kredit			Tingkat Kegagalan Pengajuan Kredit			Kepuasan Sistem Pengajuan Kredit		
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
6	6	12	5	5	10	6	6	12
11	22	33	22	44	66	11	22	33
44	66	88	66	99	132	64	96	128
189	252	315	183	244	305	132	176	220
432	540	540	356	445	445	468	585	585
3.25	4.22	4.70	3.01	3.99	4.56	3.24	4.21	4.66
1	1	2	1	1	2	0	0	0
2	4	6	2	4	6	3	6	9
16	24	32	20	30	40	26	39	52
195	260	325	177	236	295	168	224	280
536	670	670	552	690	690	552	690	690
3.57	4.57	4.93	3.58	4.58	4.92	3.57	4.57	4.91

Tabel 4. 7 Tingkat Kesalahan Input dan Kemudahan Proses Pengajuan Kredit

Tingkat Kesalahan Input Pengajuan Kredit			Kemudahan Proses Pengajuan Kredit		
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
6	6	12	5	5	10
11	22	33	15	30	45
56	84	112	48	72	96
126	168	210	123	164	205
476	595	595	500	625	625
3.21	4.17	4.58	3.29	4.27	4.67
3	3	6	1	1	2
4	8	12	1	2	3
30	45	60	16	24	32
147	196	245	117	156	195
556	695	695	644	805	805
3.52	4.51	4.85	3.71	4.70	4.94

Tabel 4. 8 Kategori Defuzzifikasi Harapan

Kategori	Harapan				
	a	b	c	defuzzifikasi	Rank
Proses Pengajuan Kredit	3.25	4.22	4.70	4.06	2
Tingkat Kegagalan Pengajuan Kredit	3.01	3.99	4.56	3.85	5

Kategori	Harapan				
	a	b	c	defuzzifikasi	Rank
Kepuasan Sistem Pengajuan Kredit	3.24	4.21	4.66	4.04	3
Tingkat Kesalahan Input Pengajuan Kredit	3.21	4.17	4.58	3.99	4
Kemudahan Proses Pengajuan Kredit	3.29	4.27	4.67	4.08	1

Tabel 4. 9 Kategori Defuzzifikasi Persepsi

Kategori	Persepsi				
	a	b	c	defuzzifikasi	Rank
Proses Pengajuan Kredit	3.57	4.57	4.93	4.36	3
Tingkat Kegagalan Pengajuan Kredit	3.58	4.58	4.92	4.36	2
Kepuasan Sistem Pengajuan Kredit	3.57	4.57	4.91	4.35	4
Tingkat Kesalahan Input Pengajuan Kredit	3.52	4.51	4.85	4.29	5
Kemudahan Proses Pengajuan Kredit	3.71	4.70	4.94	4.45	1

Tabel 4. 10 GAP dan Rank Defuzzifikasi

Kategori	Harapan	Persepsi	GAP	Rank
Proses Pengajuan Kredit	4.06	4.36	0.30	5
Tingkat Kegagalan Pengajuan Kredit	3.85	4.36	0.51	1
Kepuasan Sistem Pengajuan Kredit	4.04	4.35	0.31	3
Tingkat Kesalahan Input Pengajuan Kredit	3.99	4.29	0.31	4
Kemudahan Proses Pengajuan Kredit	4.08	4.45	0.37	2
Total	20.01	21.81		

WF	WS
20.27%	88.31%
19.25%	83.91%
20.18%	87.73%
19.93%	85.55%
20.37%	90.66%
WT	436.16%
CSI	87.23%

No	Index Value	Remark
1	81%-100%	Very satisfied
2	66%-80,99%	Satisfied
3	51%-65,99%	Quite satisfied
4	35%-50,99%	Less satisfied
5	0%-34,99%	Not satisfied

(Source: Fitriana *et al.*, 2014)**Very Satisfied**

Nilai CSI Total = 87.23%

Berdasarkan kriteria Fitriana et al. (2014), nilai 87,23% masuk kategori “Very Satisfied”(81%–100%). Dalam hal ini dapat dikategorikan secara keseluruhan nasabah sangat puas terhadap kualitas layanan proses pengajuan kredit.

Weighted Score (WS) per Kategori

- a. Kemudahan Proses Pengajuan Kredit sebesar 90,66% (Very Satisfied, skor tertinggi).
- b. Proses Pengajuan Kredit sebesar 88,31% (Very Satisfied).
- c. Kepuasan Sistem Pengajuan Kredit sebesar 92,21% (Very Satisfied).
- d. Tingkat Kesalahan Input sebesar 90,44% (Very Satisfied).
- e. Tingkat Kegagalan Pengajuan Kredit sebesar 87,39% (Very Satisfied, namun nilai terendah).

Analisis GAP (Harapan – Persepsi)

- a. GAP terbesar: Tingkat Kegagalan Pengajuan Kredit (0,59) berdasarkan nilai tersebut maka harapan pelanggan jauh lebih tinggi dibandingkan persepsi yang dirasakan.
- b. GAP terkecil: Tingkat Proses Pengajuan Kredit (0,30) berdasarkan nilai tersebut maka layanan ini relatif paling sesuai antara harapan dan persepsi

Berdasarkan hasil pengukuran Customer Satisfaction Index (CSI) sebesar 87,23%, kualitas layanan pengajuan kredit di BPR dapat dikategorikan sangat memuaskan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang diterapkan sudah efektif dalam memberikan kemudahan prosedur dan langkah pengajuan, sehingga mampu meningkatkan kepuasan nasabah. Meskipun demikian, masih terdapat ruang perbaikan terutama pada aspek tingkat kegagalan pengajuan kredit, yang menjadi variabel dengan gap tertinggi. Oleh karena itu, fokus peningkatan kualitas layanan sebaiknya diarahkan pada penguatan sistem verifikasi awal, digitalisasi alur pengajuan, serta edukasi nasabah terkait kelengkapan dokumen administrasi. Upaya tersebut penting agar risiko kegagalan dapat diminimalkan dan pengalaman layanan nasabah menjadi lebih konsisten serta berkelanjutan.

Potensi dan Pengembangan Strategi dengan Pengajuan Kredit Melalui Aplikasi DanagungGo

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.800302
R Square	0.640484
Adjusted R Square	0.580564
Standard Error	131.2506
Observations	36

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	5	920689.8	184138	10.68909	5.76E-06
Residual	30	516801.7	17226.72		
Total	35	1437492			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	34.58187	40.97567	0.843961	0.405371	-49.1016	118.2654	-49.1016	118.2654
Jangkauan	0.017764	0.00737	2.41035	0.022274	0.002713	0.032815	0.002713	0.032815
Impresi	-0.0016	0.001124	-1.42458	0.1646	-0.0039	0.000694	-0.0039	0.000694
Frekuensi	-28.0185	31.53638	-0.88845	0.381366	-92.4244	36.38734	-92.4244	36.38734
Jumlah yang dibelanjakan (IDR)	-3E-05	0.000114	-0.2649	0.792898	-0.00026	0.000203	-0.00026	0.000203
Klik Tautan	0.178898	0.200467	0.892409	0.379276	-0.23051	0.588306	-0.23051	0.588306

Signifikan ($p < 0,05$) H0 ditolakTidak signifikan ($p > 0,05$)Tidak signifikan ($p > 0,05$)

Evaluasi kinerja dengan realisasi DanagungGo

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.799342
R Square	0.638947
Adjusted R Square	0.578772
Standard Error	12.55854
Observations	36

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	5	8373.243	1674.649	10.61807	6.12E-06
Residual	30	4731.507	157.7169		
Total	35	13104.75			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	6.313379	3.920702	1.610268	0.117813	-1.69376	14.32052	-1.69376	14.32052
Jangkauan	0.000421	0.000705	0.596793	0.555123	-0.00102	0.001861	-0.00102	0.001861
Impresi	2.54E-05	0.000108	0.236441	0.814698	-0.00019	0.000245	-0.00019	0.000245
Frekuensi	-5.01155	3.017516	-1.66082	0.107167	-11.1741	1.151042	-11.1741	1.151042
Jumlah yang dibelanjakan (IDR)	2.31E-05	1.09E-05	2.106826	0.043602	7.07E-07	4.54E-05	7.07E-07	4.54E-05
Klik Tautan	-0.00878	0.019181	-0.45772	0.650452	-0.04795	0.030394	-0.04795	0.030394

Berdasarkan hasil analisis regresi linear berganda dengan 2 tabel diatas dengan variabel Y Realisasi kredit dan Pengajuan Kredit Adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 11 Variabel Uji

Variabel X	Y (Pengajuan Kredit)	Y (Realisasi Kredit)
Jangkauan	Signifikan (positif) – $p = 0,022$	Tidak signifikan ($p = 0,555$)
Impresi	Tidak signifikan ($p = 0,164$)	Tidak signifikan ($p = 0,815$)
Frekuensi	Tidak signifikan ($p = 0,382$)	Tidak signifikan ($p = 0,108$)
Jumlah dibelanjakan	Tidak signifikan ($p = 0,793$)	Signifikan (positif) – $p = 0,043$
Klik Tautan	Tidak signifikan ($p = 0,379$)	Tidak signifikan ($p = 0,650$)

Setelah diperbandingkan antara model dengan variabel dependen Pengajuan Kredit dan model dengan variabel dependen Realisasi Kredit, hasil analisis menunjukkan bahwa signifikansi masih lebih kuat pada Pengajuan Kredit. Hal ini dikarenakan realisasi kredit hanya terserap sekitar 10% dalam kurun waktu tiga tahun terakhir menggunakan aplikasi DanagungGo.

Pada variabel pengajuan kredit, diperoleh nilai R-Square sebesar 0,640 (64%). Hal ini menunjukkan bahwa sebesar 64% variasi variabel dependen dapat dijelaskan oleh variabel independen yang digunakan dalam model, sementara sisanya sebesar 36% dijelaskan oleh faktor lain di luar model. Dengan demikian, model regresi yang digunakan tergolong cukup baik dalam menjelaskan hubungan antarvariabel.

Hasil uji ANOVA menunjukkan nilai F sebesar 10.689 dengan signifikansi 0,000 ($p < 0,05$). Hal ini membuktikan bahwa secara simultan variabel independen (jangkauan, impresi, frekuensi, jumlah yang dibelanjakan, dan klik tautan) berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen. Dengan kata lain, model regresi yang dibentuk layak digunakan untuk analisis lebih lanjut.

Namun, hasil uji t (parsial) menunjukkan bahwa hanya variabel jangkauan yang berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen dengan nilai p sebesar 0,02 ($< 0,05$). Artinya, semakin tinggi jangkauan, semakin besar pula pengaruh terhadap peningkatan variabel dependen. Variabel lain, yaitu impresi, frekuensi, jumlah yang dibelanjakan, dan klik tautan memiliki nilai p lebih besar dari 0,05 sehingga tidak berpengaruh signifikan secara parsial terhadap variabel dependen.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari lima variabel independen yang diuji, hanya “jangkauan” yang berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen. Sementara variabel lain seperti impresi, frekuensi, jumlah yang dibelanjakan, dan klik tautan tidak memberikan pengaruh signifikan secara parsial. Dari temuan ini, terdapat beberapa implikasi manajerial yang dapat ditarik:

1. Optimalisasi Jangkauan (Fokus Utama)

Karena jangkauan terbukti signifikan, maka strategi utama yang harus dilakukan adalah meningkatkan luas dan kualitas jangkauan audiens. Hal ini dapat dilakukan melalui pemanfaatan digital/ sosial media yang lebih efektif (iklan berbayar, kolaborasi influencer, atau optimasi SEO/SEM). Perluasan segmen target juga penting, tidak hanya fokus pada pelanggan lama, tetapi juga calon pelanggan baru yang potensial.

2. Evaluasi Variabel Tidak Signifikan

- a. Impresi: meskipun jumlah impresi tinggi, hal ini belum tentu menghasilkan dampak nyata. Perusahaan perlu mengevaluasi relevansi konten agar impresi lebih berkualitas.
- b. Frekuensi: paparan berulang ternyata tidak berdampak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa terlalu sering menampilkan pesan justru tidak selalu efektif, bahkan bisa menimbulkan kejenuhan.
- c. Jumlah yang dibelanjakan: nilai transaksi tidak otomatis meningkatkan outcome yang diharapkan. Ini menandakan perlunya strategi value proposition, misalnya promo
- d. Klik tautan: banyaknya klik tidak menjamin hasil signifikan. Perlu ditinjau kembali kualitas page dan pengalaman pengguna setelah klik.

3. Strategi Perbaikan Menyeluruh

Meski tidak signifikan secara statistik, variabel-variabel lain tetap relevan dalam konteks praktis. Oleh karena itu, manajemen sebaiknya tidak mengabaikan variabel tersebut, melainkan melakukan perbaikan kualitas secara keseluruhan. Fokus pada peningkatan *customer journey*: mulai dari awareness (jangkauan), consideration (impresi dan klik), hingga conversion (jumlah pembelian).

4. Prioritas Pengelolaan Anggaran

Dengan hasil ini, alokasi anggaran pemasaran sebaiknya lebih banyak difokuskan pada aktivitas yang mampu meningkatkan jangkauan. Namun, sebagian anggaran tetap dialokasikan untuk menjaga kualitas faktor lain (seperti impresi dan klik) agar strategi tetap seimbang.

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa model dengan variabel dependen *Pengajuan Kredit* lebih signifikan dibandingkan model *Realisasi Kredit*. Hal ini mengindikasikan bahwa potensi pengajuan kredit melalui aplikasi DanagungGo cukup tinggi dan dipengaruhi oleh faktor tertentu yaitu “jangkauan”, namun tingkat realisasi kredit masih sangat rendah. Tercatat diperoleh dari data sekitar 10% dari pengajuan yang benar-benar terserap menjadi realisasi kredit baru dalam kurun waktu tiga tahun terakhir. Kondisi ini menegaskan adanya kesenjangan antara potensi pengajuan dengan realisasi penyaluran kredit, sehingga diperlukan strategi lebih lanjut untuk meningkatkan efektivitas konversi pengajuan menjadi realisasi kredit.

Dari hasil tersebut perusahaan perlu menempatkan jangkauan sebagai pilar utama strategi pemasaran, karena terbukti signifikan dalam memengaruhi hasil. Sementara itu, variabel lain dapat dijadikan faktor pendukung yang perlu perbaikan kualitas, bukan sekadar peningkatan kuantitas. Dengan strategi ini, efektivitas pemasaran akan lebih optimal dan berfokus pada aspek yang benar-benar memberikan dampak nyata.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Uji Wilcoxon

Uji Wilcoxon Signed-Rank Test menunjukkan seluruh indikator layanan mengalami peningkatan signifikan.

1. Kecepatan Proses Kredit

Sebagian besar responden menilai proses lebih cepat setelah sistem diterapkan. Hal ini membuktikan efektivitas digitalisasi kredit dalam mengurangi waktu proses. Hasil ini konsisten dengan penelitian Nugroho et al. (2021) yang menegaskan bahwa adopsi *credit scoring system* berbasis data mining dapat memangkas durasi proses persetujuan kredit.

2. Tingkat Kegagalan Pengajuan Kredit

Mayoritas responden menyatakan kegagalan menurun. Hal ini menunjukkan sistem baru lebih akurat dalam menyaring calon nasabah yang layak, sekaligus menurunkan risiko kredit bermasalah. Secara teoritis, temuan ini mendukung konsep *predictive analytics* dalam manajemen risiko (Thomas, 2009).

3. Kepuasan Nasabah

Terdapat peningkatan signifikan meskipun dengan banyak *ties*. Artinya, sebagian nasabah merasakan perubahan positif, sementara sebagian lainnya netral. Hal ini dapat dipahami karena kepuasan merupakan persepsi multidimensi, dipengaruhi faktor layanan, kecepatan, maupun kejelasan informasi (Parasuraman et al., 1988 – SERVQUAL).

4. Kesalahan Input

Responden menilai sistem baru mengurangi kesalahan input. Artinya, penerapan *digital verification* dan *automated form filling* membantu meningkatkan akurasi data. Hal ini penting karena kesalahan input sering menjadi penyebab penolakan kredit di tahap akhir.

5. Kemudahan Proses

Indikator ini menunjukkan tren positif dengan nilai signifikan ($p < 0,05$). Banyak nasabah menilai alur menjadi lebih sederhana dan tidak berbelit. Kondisi ini mencerminkan prinsip *customer-centric service* yang menekankan kemudahan sebagai kunci kepuasan nasabah.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem inovatif berhasil meningkatkan kualitas layanan secara menyeluruh, baik dari sisi efisiensi, akurasi, maupun kepuasan nasabah.

5.2. Monte Carlo Simulation

Monte Carlo Simulation memperkuat hasil Wilcoxon dengan memastikan bahwa hasil signifikan tetap konsisten dalam skenario probabilistik. Keunggulan metode ini adalah kemampuannya mengatasi ketidaknormalan data.

Validasi ini penting karena dalam riset perbankan, data nasabah sering kali tidak mengikuti distribusi normal. Dengan hasil yang tetap konsisten ($p < 0,05$), maka dapat dipastikan bahwa sistem *Innovative Credit Scoring* benar-benar memberikan dampak nyata.

5.3. Analisis Fuzzy (Defuzzifikasi Harapan vs Persepsi)

Analisis defuzzifikasi menunjukkan bahwa nilai persepsi nasabah lebih tinggi daripada harapan awal pada sebagian besar variabel.

- a. Kemudahan Proses memiliki skor tertinggi (4,45) pada persepsi, melebihi harapan (4,08). Ini menandakan sistem melebihi ekspektasi.
- b. Tingkat Kegagalan menunjukkan gap terbesar (0,51), menandakan bahwa harapan nasabah agar pengajuan tidak gagal masih lebih tinggi dibanding kenyataan.
- c. Proses Pengajuan Kredit memiliki gap terkecil (0,30), berarti sistem sudah cukup mampu memenuhi harapan dalam aspek pengajuan kredit.

Temuan ini penting karena gap yang besar menandakan adanya potensi ketidakpuasan di masa depan bila tidak ditangani. Dalam konteks

manajemen kualitas (Juran, 1992), *closing the gap* menjadi prioritas utama agar kepuasan jangka panjang tetap terjaga.

5.4. Indeks Kepuasan Nasabah (Customer Satisfaction Index – CSI)

Nilai CSI total sebesar 87,23% mengindikasikan kategori *Very Satisfied*. Hal ini menunjukkan bahwasannya nasabah secara umum merasa sangat puas terhadap layanan BPR Danagung.

- a. Skor tertinggi terdapat pada Kemudahan Proses (90,66%),
- b. Sedangkan skor terendah pada Tingkat Kegagalan (83,91%).

Meski seluruh variabel berada di tingkat “sangat puas”, faktor kegagalan kredit tetap menjadi titik kritis. Nasabah menaruh ekspektasi tinggi terhadap peluang keberhasilan pengajuan kredit. Oleh karena itu, saran usulan kepada manajemen yang berfokus mengurangi tingkat kegagalan dengan langkah-langkah berikut:

1. Sistem verifikasi lebih awal untuk menyaring dokumen tidak lengkap.
2. Digitalisasi end-to-end process untuk meminimalkan human error.
3. Edukasi nasabah terkait syarat kredit agar tidak terjadi salah pemahaman.

5.5. Analisis Regresi Linear Berganda

Analisis regresi menghasilkan $R^2 = 0,640$, yang berarti model mampu menjelaskan 64,00% variasi variabel dependen.

- a. Uji ANOVA menunjukkan model signifikan ($F = 10.689$; $p < 0,05$).
- b. Secara parsial, hanya variabel jangkauan yang signifikan ($p = 0,022$).

Artinya, semakin luas jangkauan informasi (misalnya melalui media digital, brosur, atau sosialisasi), semakin besar pula pengaruh terhadap keberhasilan sistem. Variabel lain seperti impresi, frekuensi, jumlah belanja, dan klik tautan tidak signifikan, yang menandakan bahwa kuantitas interaksi saja tidak cukup.

Implikasi manajerial dari hasil ini adalah:

1. Optimalisasi jangkauan sebagai strategi utama. BPR dapat memanfaatkan media sosial, kampanye digital, dan kolaborasi dengan komunitas lokal.
2. Evaluasi kualitas konten, karena impresi yang tinggi tanpa relevansi tidak berdampak pada hasil.

3. Pengelolaan frekuensi dan klik, agar tidak menimbulkan kejenuhan nasabah.

5.6. Model Forecasting

Analisis yang memiliki variabel bebas lebih dari satu disebut analisis regresi linier berganda. Teknik regresi linier berganda digunakan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh signifikan dua atau lebih variabel bebas ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$) terhadap variabel terikat (Y). Model regresi linier berganda untuk populasi dapat ditunjukkan pada persamaan (1).

Berdasarkan hasil analisis regresi linier berganda diperoleh model peramalan sebagai berikut :

$$Y = 34,58 + 0,017 X_1 - 0,0016 X_2 - 28,0185 X_3 - 0,00003 X_4 + 0,1788 X_5$$

Keterangan :

X_1 = Jangkauan

X_2 = Impresi

X_3 = Frekuensi

X_4 = Jumlah yang dibelanjakan

X_5 = Klik Tautan

Sedangkan arti harga r akan dikonsultasikan dengan tabel interpretasi nilai r sebagai berikut :

Tabel 5. 1 Interpretasi Nilai r

Nilai r	Interpretasi
0,80 – 1,000	Sangat Kuat
0,60 – 0,799	Kuat
0,40 – 0,599	Cukup Kuat
0,20 – 0,399	Rendah
0,00 – 0,199	Sangat Rendah

(Sugiyono, 1995)

Model regresi linier berganda menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,64. Hal ini menunjukkan bahwa sebesar 64% variasi variabel dependen dapat dijelaskan oleh variabel-variabel independen yang dimasukkan ke dalam model, sedangkan sisanya sebesar 36% dijelaskan oleh faktor lain di luar model penelitian. Model yang dihasilkan dari regresi

linier berganda memiliki nilai R^2 sebesar 0,64, yang termasuk kategori kuat. Dengan demikian, model regresi yang digunakan penulis memiliki kemampuan prediktif yang kuat dalam menjelaskan hubungan antara variabel independen dan variabel dependen. Oleh karena itu hal ini menegaskan bahwa variabel yang digunakan relevan, valid, dan cukup representatif untuk menggambarkan fenomena yang diteliti.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di atas didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil uji Wilcoxon Signed-Rank Test memperlihatkan adanya perbedaan signifikan ($p < 0,05$) pada lima indikator layanan: kecepatan, tingkat kegagalan, kepuasan, kesalahan input, dan kemudahan proses. Nilai *Customer Satisfaction Index (CSI)* sebesar 87,23% termasuk kategori *Very Satisfied*, yang menunjukkan bahwa nasabah secara umum merasa sangat puas terhadap layanan kredit berbasis aplikasi. Dengan demikian, aplikasi DanagungGO mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kenyamanan layanan, sehingga berdampak langsung terhadap peningkatan kepuasan nasabah.
2. Hasil analisis fuzzy logic menunjukkan bahwa persepsi nasabah terhadap kemudahan proses (nilai 4,45) lebih tinggi daripada harapan awal (nilai 4,08). Hal ini membuktikan bahwa aplikasi mampu menyederhanakan alur pengajuan, mempercepat verifikasi, serta mengurangi hambatan administratif. Fitur digitalisasi E-Form dan *automated verification* terbukti meningkatkan aksesibilitas dan pengalaman pengguna, sehingga aplikasi menjadi sarana efektif untuk menarik nasabah baru.
3. Berdasarkan hasil regresi linear berganda, hanya variabel jangkauan yang terbukti signifikan ($p = 0,017$) dengan kontribusi model sebesar $R^2 = 0,640$. Hal ini menandakan bahwa semakin luas jangkauan informasi, promosi, dan distribusi aplikasi DanagungGO, semakin besar pula peluang peningkatan jumlah nasabah. Sementara itu, variabel impresi, frekuensi, jumlah belanja, dan klik tautan tidak signifikan secara statistik, meskipun tetap relevan dalam mendukung strategi pemasaran secara praktis.

6.2. Saran

Berdasarkan penelitian diatas diperoleh saran sebagai berikut:

1. Menjaga tingkat kepuasan pengguna dalam pengembangan aplikasi DanagungGo selanjutnya
2. Analisis Fuzzy logic menunjukkan bahwa nilai persepsi nasabah lebih tinggi daripada harapan awal pada sebagian besar variabel. Sehingga saran kedepan untuk pengembangan aplikasi perlu mempertimbangkan variabel dengan prioritas sebagai berikut :
 - Tingkat kegagalan pengajuan kredit
 - Kemudahan proses pengajuan kredit
 - Kepuasan sistem pengajuan kredit
3. Optimalisasi Jangkauan Pasar
 Mengingat jangkauan terbukti signifikan terhadap pengajuan kredit, perusahaan perlu menempatkan variabel ini sebagai pilar utama strategi pemasaran. Perluasan akses dapat dilakukan melalui media sosial di *platform* Meta dan non Meta, kerja sama dengan komunitas lokal, serta pada segmen masyarakat yang belum terlayani (*unbankable bank*). Yang berpengaruh terhadap strategi konversi dari pengajuan ke realisasi kredit sebesar 10% dalam tiga tahun terakhir.

Saran untuk Penelitian Selanjutnya:

1. Identifikasi Faktor Penolakan Kredit
 Penelitian berikutnya dapat fokus dengan memperdalam analisis mengenai faktor-faktor yang menyebabkan banyaknya kredit ditolak, baik dari sisi internal misalnya skor kredit rendah, agunan, atau ketidaklengkapan dokumen, maupun faktor eksternal seperti ketidakstabilan usaha pemohon atau kondisi sektor ekonomi.
2. Evaluasi Variabel Sosial dan Perilaku Nasabah Untuk memperkaya model analisis, penelitian mendatang dapat menambahkan variabel lain seperti tingkat literasi keuangan masyarakat, perilaku konsumsi, dan kepercayaan

masyarakat terhadap lembaga keuangan lokal. Hal ini akan menjadikan *innovative credit scoring* lebih inklusif dan sesuai dengan konteks sosial-ekonomi calon nasabah.

6.3 Rekomendasi

Innovative Credit Scoring yang berbasis *Science, Technology, Engineering, Math* (STEM) dengan pengembangan selanjutnya dapat di implementasikan di seluruh BPR di Indonesia merespon Undang-Undang No. 4 Tahun 2023 P2SK Pasal 249 bahwa Kemudahan akses pembiayaan Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah wajib dilakukan oleh seluruh Bank dan atau lembaga keuangan non-Bank dengan menerapkan prinsip kehati-hatian dan manajemen risiko.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. Y., Hussin, S., & Ismail, K. (2019). Implementation of Flipped Classroom Model and Its Effectiveness on English Speaking Performance. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 14(09), 130. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i09.10348>
- Adedamola Oluokun, Courage Idemudia, & Toluwalase Vanessa Iyelolu. (2024). Enhancing digital access and inclusion for SMEs in the financial services industry through Cybersecurity GRC: A pathway to safer digital ecosystems. *Computer Science & IT Research Journal*, 5(7), 1576–1604. <https://doi.org/10.51594/csitrj.v5i7.1277>
- Ali, M. A., Pervez, A., Bansal, R., & Khan, M. A. (2022). Analyzing Performance of Banks in India: A Robust Regression Analysis Approach. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2022(1). <https://doi.org/10.1155/2022/8103510>
- Anand, M., Velu, A., & Whig, P. (2022). Prediction of Loan Behaviour with Machine Learning Models for Secure Banking. *Journal of Computer Science and Engineering (JCSE)*, 3(1), 1–13. <https://doi.org/10.36596/jcse.v3i1.237>
- Bhowmick, A., & Seetharaman, A. (2023). Impact of product quality on customer satisfaction: A Systematic Literature Review. *Proceedings of the 2023 7th International Conference on Virtual and Augmented Reality Simulations*, 93–99. <https://doi.org/10.1145/3603421.3603434>
- Bisht, D., Singh, R., Gehlot, A., Akram, S. V., Singh, A., Montero, E. C., Priyadarshi, N., & Twala, B. (2022). Imperative Role of Integrating Digitalization in the Firms Finance: A Technological Perspective. *Electronics*, 11(19), 3252. <https://doi.org/10.3390/electronics11193252>
- Demirdöğen, Y. (2024). Market Risk Analysis with Value at Risk Models using Machine Learning in BIST-30 Banking Index. *Adam Akademi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(1), 63–89. <https://doi.org/10.31679/adamakademi.1387201>

- Gupta, U., Agarwal, B., & Nautiyal, N. (2022). Financial Technology Adoption – A Case of Indian MSMEs. *Finance: Theory and Practice*, 26(6), 192–211. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2022-26-6-192-211>
- Imteaj, A., & Amini, M. H. (2022). Leveraging asynchronous federated learning to predict customers financial distress. *Intelligent Systems with Applications*, 14, 200064. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2022.200064>
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Suman, R., & Khan, S. (2022). A review of Blockchain Technology applications for financial services. *BenchCouncil Transactions on Benchmarks, Standards and Evaluations*, 2(3), 100073. <https://doi.org/10.1016/j.tbench.2022.100073>
- Kamimura, E. S., Pinto, A. R. F., & Nagano, M. S. (2023). A recent review on optimisation methods applied to credit scoring models. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 28(56), 352–371. <https://doi.org/10.1108/JEFAS-09-2021-0193>
- Kim, H., Park, C., & Wang, M. (2018). *Paired t-test based on robustified statistics*. <https://www.researchgate.net/publication/329024164>
- Lamichhane, P. (2018). Service Quality on Customer Satisfaction in Nepalese Commercial Banks. *Management Dynamics*, 21(1), 97–106. <https://doi.org/10.3126/md.v21i1.27052>
- Lextrait, B., & Lextrait, B. (2021). *EconomiX Scaling up SME's credit scoring scope with LightGBM*. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4256020>
- Liao, J., Wang, W., Xue, J., Lei, A., Han, X., & Lu, K. (2022). Combating Sampling Bias: A Self-Training Method in Credit Risk Models. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 36(11), 12566–12572. <https://doi.org/10.1609/aaai.v36i11.21528>
- Onifade, O. C., & Olanrewaju, S. O. (2020). Investigating Performances of Some Statistical Tests for Heteroscedasticity Assumption in Generalized Linear Model: A Monte Carlo Simulations Study. *Open Journal of Statistics*, 10(03), 453–493. <https://doi.org/10.4236/ojs.2020.103029>

- Onorato, G., Pampurini, F., & Quaranta, A. G. (2024). Lending activity efficiency. A comparison between fintech firms and the banking sector. *Research in International Business and Finance*, 68, 102185. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2023.102185>
- Ramesh, D. K., Professor, A., & Advisor HARIHARAN, R. A. (n.d.). *STUDY ON AWARENESS IN MOBILE BANKING APPLICATION SERVICE*. <https://www.researchgate.net/publication/377750775>
- Shrestha, P. M. (2021). Impact of Service Quality on Customer Satisfaction and Loyalty. *Management Dynamics*, 24(2), 71–80. <https://doi.org/10.3126/md.v24i2.50041>
- Tan, Y., Wanke, P., Antunes, J., & Emrouznejad, A. (2021). Unveiling endogeneity between competition and efficiency in Chinese banks: a two-stage network DEA and regression analysis. *Annals of Operations Research*, 306(1–2), 131–171. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04104-1>
- Tang, M., Hu, Y., Corbet, S., Hou, Y. (Greg), & Oxley, L. (2024). Fintech, bank diversification and liquidity: Evidence from China. *Research in International Business and Finance*, 67, 102082. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2023.102082>
- Wu, S.-W., Nguyen, M.-T., & Nguyen, P.-H. (2022). Does loan growth impact on bank risk? *Heliyon*, 8(8), e10319. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10319>
- Yanenkova, I., Nehoda, Y., Drobyazko, S., Zavorodnii, A., & Berezovska, L. (2021). Modeling of Bank Credit Risk Management Using the Cost Risk Model. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(5), 211. <https://doi.org/10.3390/jrfm14050211>