PENGKLASTERAN DAN PREDIKSI KUALITAS LITERASI MEMBACA DI KALIMANTAN BARAT MENGGUNAKAN *FUZZY C-MEANS* DAN *FUZZY TIME SERIES*-CHEN

AVIFA SALSABILA
H1011221016

SKRIPSI

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

PENGKLASTERAN DAN PREDIKSI KUALITAS LITERASI MEMBACA DI KALIMANTAN BARAT MENGGUNAKAN *FUZZY C-MEANS* DAN *FUZZY TIME SERIES*-CHEN

AVIFA SALSABILA
H1011221016

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika pada Program Studi Matematika

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Pengklasteran dan Prediksi Kualitas Literasi Membaca di Kalimantan Barat Menggunakan *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Time Series*-Chen
Nama Mahasiswa	: Avifa Salsabila
NIM	: H1011221016
Jurusan/Program Studi	: Matematika/Matematika
Tanggal Lulus	: 12 Maret 2026
SK Pembimbing	: No. 3551/UN22.8/TD.06/2025/9 Oktober 2025
SK Penguji	: No. 866/DST/UN22.8/DT.00.09/2026/4 Maret 2026

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Nilamsari Kusumastuti, S.Si., M.Sc.	Dr. Bayu Prihandono, S.Si., M.Sc.
NIP 198105102005012003	NIP 197911152005011003

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Fransiskus Fran, S.Si., M.Si.	Meliana Pasaribu, S.Pd., M.Sc.
NIP 198804152019031014	NIP 198710192019032006

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Dr. Nilamsari Kusumastuti, S.Si., M.Sc.	Dr. Bayu Prihandono, S.Si., M.Sc.
NIP 198105102005012003	NIP 197911152005011003

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Avifa Salsabila
NIM	: H1011221016
Program Studi/ Jurusan	: Matematika/ Matematika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 22 Januari 2026



Avifa Salsabila
NIM H1011221016

Pengklasteran dan Prediksi Kualitas Literasi Membaca di Kalimantan Barat Menggunakan *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Time Series*-Chen

Abstrak

Literasi membaca adalah kemampuan untuk memahami, menggunakan, mengevaluasi, dan merefleksikan teks untuk memperoleh informasi secara kritis. Kualitas sumber daya manusia di Indonesia sangat dipengaruhi dari tingkat literasi membaca masyarakatnya. Berdasarkan hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2022, tingkat literasi membaca Indonesia berada di peringkat ke−68 dari 80 negara. Sedangkan Kalimantan Barat termasuk tiga provinsi dengan aktivitas membaca terendah di Indonesia. Penilaian literasi membaca didasari oleh lima indikator yang menggambarkan kompetensi pemahaman dan pengolahan informasi berbasis teks. Oleh karena itu, diperlukan upaya pembinaan literasi membaca terutama pada daerah dengan capaian literasi membaca rendah. Penelitian ini bertujuan melakukan pengklasteran kabupaten/kota di Kalimantan Barat menggunakan *Fuzzy C-Means* (FCM) dan prediksi menggunakan *Fuzzy Time Series*-Chen (FTS-Chen) guna memberikan gambaran kepada pemangku kebijakan dalam perumusan strategi peningkatan literasi secara terfokus tepat sasaran. Metode FCM dimulai dengan membangkitkan bilangan *random* sebagai matriks keanggotaan awal, menghitung pusat klaster, memperbarui derajat keanggotaan hingga mencapai kondisi konvergen. Kemudian FTS-Chen dilakukan dengan menentukan interval, melakukan fuzzifikasi, membentuk *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG), kemudian defuzzifikasi untuk menghasilkan nilai prediksi numerik. Hasil FCM menunjukkan terbentuk tiga klaster, yaitu tinggi, sedang, dan rendah pada periode 2023−2025. Pontianak dan Singkawang konsisten berada pada klaster tinggi, Mempawah, Sambas, Ketapang, dan Sanggau pada klaster sedang, serta Melawi, Kayong Utara, dan Bengkayang pada klaster rendah. Beberapa daerah mengalami transisi klaster, seperti Kubu Raya. Hasil prediksi menunjukkan kecenderungan stabil pada masing-masing klaster.

Kata kunci: literasi, rapor pendidikan, pengklasteran, prediksi, logika *fuzzy*

Clustering And Forecasting of Reading Literacy Quality in West Kalimantan Using Fuzzy C-Means and Chen's Fuzzy Time Series

Abstract

Reading literacy is the ability to understand, use, evaluate, and reflect on text to obtain information critically. The level of literacy among the population plays a significant role in determining the quality of human resources in Indonesia. According to the Programme for International Student Assessment (PISA) in 2022, Indonesia's reading literacy ranks 68th out of 80 countries. Meanwhile, West Kalimantan is one of the three provinces with the lowest reading activity in Indonesia. There are five indicators of competence in understanding and processing text-based information in the reading literacy assessment. Therefore, efforts are needed to foster reading literacy, especially in areas with low reading literacy achievements. This study aims to cluster districts/cities in West Kalimantan using Fuzzy C-Means (FCM) and to forecast using Fuzzy Time Series-Chen (FTS-Chen) to provide policymakers with an overview for formulating strategies to improve literacy in a focused, targeted manner. The FCM method begins by generating random numbers as the initial membership matrix, then calculates the cluster centres, and subsequently updates the membership degrees until convergence. Then, FTS-Chen was performed by determining the interval, fuzzifying, forming Fuzzy Logic Relationship (FLR) and Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG), and then defuzzifying to produce numerical prediction values. The FCM results showed the formation of three clusters, namely high, medium, and low in the 2023–2025 period. Pontianak and Singkawang were consistently in the high cluster, Mempawah, Sambas, Ketapang, and Sanggau in the medium cluster, and Melawi, Kayong Utara, and Bengkayang in the low cluster. Some areas experienced cluster transitions, such as Kubu Raya. The forecasting results showed a stable tendency in each cluster.

Keywords: literacy, education report card, clustering, prediction, fuzzy logic

PRAKATA

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, berkat, taufik, dan hidayah-Nya penulis dapat menyusun skripsi dengan judul "Pengklasteran dan Prediksi Kualitas Literasi Membaca Kabupaten/Kota di Kalimantan Barat Menggunakan *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Time Series*-Chen" sebagai syarat untuk menyandang gelar Sarjana Matematika (S.Mat.) pada Program Studi Matematika Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak. Penulis memahami bahwa terdapat beberapa pihak yang telah membantu selama proses penyusunan skripsi ini. Berdasarkan hal tersebut, penulis berterima kasih kepada:

1. Kedua orang tua beserta keluarga yang senantiasa memberikan dukungan emosional, moral, spiritual, dan finansial, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan baik;
2. Ibu Dr. Nilamsari Kusumastuti, S.Si., M.Sc. dan Bapak Dr. Bayu Prihandono, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang senantiasa membimbing dan memberikan arahan dalam penulisan, pengetahuan, dan saran serta motivasi kepada penulis;
3. Bapak Fransiskus Fran, S.Si., M.Si. dan Ibu Meliana Pasaribu, S.Pd., M.Sc. selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan masukan dan saran kepada penulis;
4. Seluruh dosen Jurusan Matematika dan teman-teman yang tidak dapat penulis sampaikan satu persatu, sehingga skripsi yang disusun dapat diselesaikan dengan baik.

Semoga skripsi ini memberikan dampak positif dan manfaat bagi kita semua. Demikian pengantar yang dapat penulis sampaikan, atas perhatian pembaca, penulis mengucapkan terima kasih.

Pontianak, 24 September 2025

Avifa Salsabila

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
Abstrak iv
Abstract v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
DAFTAR SIMBOL xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Batasan Masalah 5
1.5 Tinjauan Pustaka 5
1.6 Metodologi Penelitian 6
BAB II LANDASAN TEORI 11
2.1 Literasi 11
2.2 Logika *Fuzzy* 12
2.3 Himpunan *Fuzzy* 12
2.4 *Fuzzy Clustering* 13
2.5 *Fuzzy C-Means* 14
2.6 *Fuzzy Time Series* 17
2.7 *Fuzzy Time Series* Model Chen 18
BAB III ANALISIS *FUZZY C-MEANS* 22
3.1 Deskripsi Data 22

3.2 Pengklasteran Menggunakan *Fuzzy C-Means* 23
3.2.1 Tabel Skor Literasi 24
3.2.2 Penentuan Nilai Parameter Awal 26
3.2.3 Pembentukan Matriks $\boldsymbol{U1}$ 26
3.2.4 Perhitungan Pusat Klaster 27
3.2.5 Perhitungan Jarak Euclidean 30
3.2.6 Pembentukan Matriks $\boldsymbol{U}$ Baru 32
3.2.7 Periksa Kondisi Berhenti 34
3.3 Analisis Hasil Pengklasteran Menggunakan *Fuzzy C-Means* 37
BAB IV ANALISIS PREDIKSI KONDISI LITERASI TAHUN 2026 MENGGUNAKAN *FUZZY TIME SERIES (CHEN)* 42
4.1 Pembentukan Himpunan Semesta ($\boldsymbol{Sn}$) 42
4.2 Pembentukan Interval 45
4.3 Fuzzifikasi 48
4.4 Penentuan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) 51
4.5 Penentuan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG) 55
4.6 Prediksi 57
4.7 Defuzzifikasi 59
4.8 Uji Keakuratan Hasil Prediksi 66
BAB V PENUTUP 68
DAFTAR PUSTAKA 70
LAMPIRAN 72

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data kabupaten/kota di Kalimantan Barat 23
Tabel 3. 2 Indikator Penilaian Kualitas Literasi 24
Tabel 3. 3 Skor literasi 14 kabupaten/kota pada tahun 2024 24
Tabel 3. 4 Hasil pusat klaster pada klaster ke$-k$ dan indikator ke$-j$ 30
Tabel 3. 5 Hasil perhitungan jarak Euclidean antara $\mu_k{}'(y_i)$ dengan $\mu_k(y_i)$ 34
Tabel 3. 6 Hasil akhir *Fuzzy C-Means* tahun 2023 37
Tabel 3. 7 Hasil akhir *Fuzzy C-Means* tahun 2024 38
Tabel 3. 8 Hasil akhir *Fuzzy C-Means* tahun 2025 39
Tabel 4. 1 Interval dan nilai tengah dari S_1 46
Tabel 4. 2 Interval dan nilai tengah dari S_2 46
Tabel 4. 3 Interval dan nilai tengah dari S_3 47
Tabel 4. 4 Interval dan nilai tengah dari S_4 47
Tabel 4. 5 Interval dan nilai tengah dari S_5 48
Tabel 4. 6 Hasil Fuzzifikasi untuk x_1 49
Tabel 4. 7 Hasil fuzzifikasi untuk x_2 49
Tabel 4. 8 Hasil fuzzifikasi untuk x_3 50
Tabel 4. 9 Hasil fuzzifikasi untuk x_4 50
Tabel 4. 10 Hasil fuzzifikasi untuk x_5 51
Tabel 4. 11 Hasil FLR untuk x_1 52
Tabel 4. 12 Hasil FLR untuk x_2 52
Tabel 4. 13 Hasil FLR untuk x_3 53
Tabel 4. 14 Hasil FLR untuk x_4 54
Tabel 4. 15 Hasil FLR untuk x_5 54
Tabel 4. 16 Hasil FLRG untuk x_1 55
Tabel 4. 17 Hasil FLRG untuk x_2 56
Tabel 4. 18 Hasil FLRG untuk x_3 56
Tabel 4. 19 Hasil FLRG untuk x_4 57
Tabel 4. 20 Hasil FLRG untuk x_5 57
Tabel 4. 21 Hasil prediksi skor literasi di Kalimantan Barat tahun 2026 63

Tabel 4. 22 Hasil akhir prediksi kategori literasi tahun 2026..... 64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Diagram alur metode Fuzzy C-Means 9
Gambar 1. 2 Diagram alur *Fuzzy Time Series* metode Chen 10
Gambar 3. 1 Diagram perbandingan skor literasi 14 kabupaten/kota 22
Gambar 4. 1 Trajektori derajat keanggotaan enam daerah teratas kategori tinggi 65
Gambar 4.2 Trajektori derajat keanggotaan enam daerah teratas kategori rendah 66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Permohonan Data ke Balai Bahasa Provinsi Kalimantan Barat 72
Lampiran 2 Data skor literasi kabupaten/kota di Kalimantan Barat tahun 2023 73
Lampiran 3 Data skor literasi kabupaten/kota di Kalimantan Barat tahun 2024 74
Lampiran 4 Data skor literasi kabupaten/kota di Kalimantan Barat tahun 2025 75
Lampiran 5 Hasil perhitungan kuadrat dari derajat keanggotaan awal. 76
Lampiran 6 Hasil perkalian antara derajat keanggotaan dan skor literasi pada masing-masing klaster 77
Lampiran 7 Syntax python hasil pengklasteran menggunakan *Fuzzy C-Means*. 79
Lampiran 6 Hasil F*uzzy Logic Relation* untuk masing-masing indikator 87

DAFTAR SIMBOL

c	:	Jumlah klaster
w	:	Pangkat fuzzifikasi
ξ	:	Galat terkecil yang diharapkan
P_0	:	Fungsi objektif awal
t	:	Indeks iterasi, $t = 1,2, \dots, n$
U	:	Matriks partisi atau keanggotaan awal berukuran $m \times n$
x_j	:	Indikator ke-j, $j = 1, 2, \dots, n$
y_i	:	Data ke-i, $i = 1, 2, \dots, m$
$V_k(x_j)$	:	Pusat klaster ke-k pada indikator ke-j
$\mu_k(y_i)$	:	Derajat keanggotaan y_i pada *klaster* ke-k
$[U]_{ij}$	:	Entri-entri dari matriks partisi awal, $i = 1,2, \dots, m; j = 1,2, \dots, n$
$y_i(x_j)$	:	Skor literasi data ke-i pada indikator ke-j
U_t	:	Matriks partisi atau keanggotaan untuk iterasi ke-t
d_{ik}	:	Jarak Euclidean antara data ke-i dengan pusat klaster ke-k
S_n	:	Himpunan semesta untuk setiap indikator
Q_k	:	Kuartil ke-k, $k = 1,2,3$
IQR	:	*Interquartile range* yang digunakan untuk menenentukan batas himpunan semesta
A_k	:	Himpunan *fuzzy* untuk klaster ke-k, $k = 1,2,3$
Δ_j	:	Panjang interval untuk setiap indikator ke-j
$u_k^{(j)}$	:	Interval ke-k pada indikator ke-j,
$m_k^{(j)}$	:	Nilai tengah dari interval ke-k pada indikator ke-j
$F(t)$	:	Nilai prediksi pada waktu t

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan kualitas sumber daya manusia di Indonesia sangat bergantung pada tingkat literasi masyarakatnya. Literasi tidak hanya mencakup kemampuan membaca dan menulis, tetapi juga meliputi keterampilan memahami, menganalisis, dan memanfaatkan informasi dalam kehidupan sehari-hari (Dermawan dkk., 2023). Kemampuan literasi membaca merupakan salah satu keterampilan yang penting di abad 21 (Hafizha & Rakhmania, 2024). Kondisi literasi di Indonesia dapat dilihat melalui hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA).

Programme for International Student Assessment (PISA) telah menguji pengetahuan peserta dalam bidang literasi membaca, literasi numerasi, dan literasi sains. Pengujian literasi membaca dilakukan untuk mengukur kemampuan siswa dalam memahami, menelaah, mengevaluasi, dan merefleksikan isi dari suatu teks. Hasil pengujian tersebut diolah dengan metode *Item Response Theory* (IRT), yaitu metode untuk menilai kemampuan berdasarkan jawaban pada soal yang memiliki tingkat kesulitan berbeda-beda. Jadi, bukan hanya sekadar menghitung banyaknya soal yang benar, tetapi juga memperhatikan tingkat kesulitan soal (Robitzsch, 2022). Skor yang diperoleh Indonesia dalam literasi membaca yaitu 359. Skor tersebut sangat jauh jika dibandingkan dengan Singapura yang berada di peringkat pertama dengan skor 543 (OECD, 2023). Kesenjangan ini menunjukkan bahwa upaya peningkatan literasi di Indonesia masih menghadapi tantangan yang besar. Dalam hal ini, penguatan literasi di Sekolah Dasar (SD) menjadi sangat penting sebagai pondasi untuk mendukung pendidikan ke jenjang berikutnya (Nugraha & Juniayanti, 2024).

Menurut Pratiwi & Purnomo (2025), hasil pemetaan tingkat aktivitas literasi membaca Indonesia sangat memprihatinkan, satu di antaranya yaitu provinsi Kalimantan Barat. Hal ini didukung dari hasil Indeks Aktivitas Literasi Membaca 34 Provinsi yang dikeluarkan oleh Kemendikbud pada tahun 2019 bahwa

Kalimantan Barat menempati posisi ketiga terendah pada aktivitas membaca di Indonesia (Pusat Penelitian Kebijakan Pendidikan dan Kebudayaan, 2019). Kemudian penelitian yang dilakukan Fatmawati & Afryaningsih (2023) menyatakan bahwa kemampuan literasi anak sekolah dasar di Kalimantan Barat kurang dari 45% siswa sekolah dasar dapat memahami makna dari isi bacaan, bahkan terdapat 20% siswa kurang lancar dalam membaca. Oleh karena itu, orang tua dengan dukungan pemerintah memiliki peran besar untuk mendorong peningkatan literasi anak.

Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Barat pada tahun 2025 menyatakan bahwa literasi menjadi salah satu indikator utama dalam penentuan kemajuan provinsi Kalimantan Barat. Rendahnya minat baca masyarakat juga menjadi tantangan tersendiri, meskipun infrastruktur pendidikan di beberapa wilayah sudah cukup memadai. Berbagai program literasi yang telah berjalan di Kalimantan Barat, seperti digitalisasi perpustakaan dan pojok baca di *Car Free Day* Kota Pontianak telah menunjukkan adanya komitmen kuat dari Balai Bahasa Provinsi Kalimantan Barat maupun instansi lainnya yang menangani hal terkait untuk terus berinovasi dalam meningkatkan literasi masyarakat. Sayangnya, peningkatan tersebut belum merata di seluruh kabupaten/kota di Kalimantan Barat.

Skor literasi membaca masing-masing kabupaten/kota di Kalimantan Barat berdasarkan Rapor Pendidikan memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Berdasarkan Rapor Pendidikan, terdapat lima indikator sebagai dasar pengukuran kemampuan literasi, yaitu kompetensi membaca teks informasi, kompetensi membaca teks sastra, kompetensi mengakses dan menemukan isi teks, kompetensi menginterpretasi dan memahami isi teks, dan kompetensi mengevaluasi dan merefleksikan isi teks. Berdasarkan hasil rata-rata skor literasi dari kelima indikator tersebut diperoleh bahwa kota Pontianak berada di atas 60, tetapi terdapat beberapa daerah yang masih berada di bawah 50. Hal ini perlu tindak lanjut dari pemerintah agar adanya pemerataan terkait sasaran program maupun fasilitas pendukung literasi membaca. Untuk mengetahui daerah mana saja yang menjadi sasaran tersebut, perlu adanya pengklasteran kemampuan literasi kabupaten/kota di Kalimantan Barat.

Pengklasteran merupakan suatu proses untuk melakukan pengelompokkan suatu objek berdasarkan kemiripan (*similarity*) atau kedekatan (*proximity*) (Abdy, 2015; Apsari dkk., 2020). Hasil pengklasteran berupa pengelompokan objek ke dalam beberapa klaster berdasarkan tingkat kemiripannya. Objek-objek dalam klaster yang sama memiliki karakteristik yang mirip, sedangkan objek pada klaster yang berbeda memiliki perbedaan. Dalam pengklasteran konvensional (*hard clustering*), setiap objek hanya dimasukkan ke dalam satu klaster saja. Namun, pendekatan tersebut kurang tepat untuk objek-objek yang subjektif seperti menentukan kualitas literasi. Berdasarkan data dari Rapor Pendidikan bukan berupa nilai yang memiliki keterangan tinggi maupun rendah, sehingga skor setiap kabupaten/kota memiliki kemungkinan menjadi bagian lebih dari satu klaster dengan tingkat keanggotaan yang berbeda-beda. Oleh karena itu, skor yang diperoleh tidak bisa langsung disimpulkan sebagai nilai tertinggi maupun terendah antardaerah. Salah satu metode pengklasteran yang dapat diterapkan dalam proses pengambilan keputusan tersebut yaitu menggunakan *fuzzy clustering* (Apsari dkk., 2020; Nayak & Bhoi, 2024).

Fuzzy clustering merupakan suatu teknik untuk menentukan klaster optimal dalam suatu ruang vektor yang didasarkan pada bentuk normal *Euclidian* untuk jarak antar vektor (Ngii dkk., 2023). *Fuzzy clustering* sangat berguna bagi pemodelan *fuzzy* terutama dalam aturan-aturan *fuzzy*. Dalam penelitian ini, karena akan menggunakan model pengelompokan, algoritma yang dapat digunakan yaitu *Fuzzy C-Means* (Nayak & Bhoi, 2024; Rahakbauw dkk., 2017).

Fuzzy C-Means merupakan suatu teknik pengklasteran dengan keberadaan tiap-tiap titik data dalam suatu pengklasteran ditentukan oleh derajat keanggotaan (Ngii dkk., 2023). Konsep dari *Fuzzy C-Means* pertama kali yaitu menentukan pusat klaster, yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap klaster. Pada kondisi awal, pusat klaster masih belum akurat. Dengan cara memperbaiki pusat klaster dan derajat keanggotaan tiap-tiap titik data secara berulang, maka akan dapat dilihat bahwa pusat klaster akan bergerak menuju lokasi yang tepat (Nurdiyanti & Yunianti, 2023). *Output* dari *Fuzzy C-Means* yaitu deretan pusat klaster dan beberapa derajat keanggotaan untuk tiap-tiap titik data. Informasi tersebutlah dapat

digunakan untuk menentukan klasterisasi kemampuan literasi kabupaten/kota berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan (Aisyah dkk., 2024; Kusumadewi & Purnomo, 2010).

Setelah mengetahui hasil pengklasteran dari masing-masing daerah, tentunya pemerintah harus mengantisipasi kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi di masa mendatang, apakah suatu daerah memiliki tingkat literasi yang terus menaik atau bahkan menurun. Untuk mengetahui hal tersebut, perlu adanya prediksi terkait skor literasi pada tahun 2026, sehingga dari hasil prediksi tersebut dapat diprediksi kembali pengklasteran masing-masing daerah. Metode prediksi yang tepat pada permasalahan ini adalah *fuzzy time series* metode Chen. *Fuzzy time series* metode Chen mampu menganalisis data dalam beberapa periode waktu (Nababan & Alexander, 2020; Rahmadani dkk., 2024), yang akan membantu prediktor mengantisipasi kemungkinan-kemungkinan terjadinya peningkatan atau penurunan kualitas literasi di Kalimantan Barat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, permasalahan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana menentukan pengklasteran kualitas literasi membaca kabupaten/kota di Kalimantan Barat berdasarkan Rapor Pendidikan menggunakan metode *Fuzzy C-Means*.
2. Bagaimana menentukan prediksi skor dan kualitas literasi membaca kabupaten/kota di Kalimantan Barat menggunakan metode *Fuzzy Time Series* metode Chen.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ditentukan, tujuan penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Membentuk klaster terkait skor literasi membaca setiap kabupaten/kota di Kalimantan Barat menggunakan *Fuzzy C-Means.*
2. Memprediksi skor literasi membaca kabupaten/kota di Kalimantan Barat pada tahun 2026 menggunakan *Fuzzy Time Series* metode Chen.

3. Melakukan interpretasi hasil analisis *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Time Series* metode Chen sebagai dasar penentuan kebijakan terkait literasi membaca kabupaten/kota di Kalimantan Barat.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini di antaranya sebagai berikut.

1. Data dan kriteria yang digunakan berdasarkan Data Rapor Pendidikan pada tahun 2023, 2024, dan 2025 yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah.
2. Data yang digunakan yaitu skor literasi membaca berdasarkan jenis satuan pendidikan pada Sekolah Dasar Umum 14 kabupaten/kota di Kalimantan Barat.
3. Hasil prediksi skor literasi membaca tahun 2026 hanya digunakan sebagai gambaran umum (*forecasting overview*) untuk mendukung pengambilan kebijakan dalam peningkatan kualitas literasi membaca bagi pemerintah.

1.5 Tinjauan Pustaka

Rahakbauw dkk. (2017) membahas terkait implementasi metode *Fuzzy C-Means* (FCM) pengklasteran dalam penentuan beasiswa di perguruan tinggi. Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini meliputi semester, Indeks Prestasi Kumulatif (IPK), penghasilan total orang tua, jumlah tanggungan, dan alat transportasi yang digunakan oleh mahasiswa. Alternatif pada penelitian ini yaitu 14 mahasiswa yang dijadikan sampel sebagai calon penerima beasiswa. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode FCM, diperoleh bahwa 9 mahasiswa direkomendasikan layak untuk menerima beasiswa. Hasil pengelompokan yang dilakukan dengan metode FCM ini memiliki tingkat kesesuaian sebesar 50% terhadap data aktual penerima beasiswa, sehingga metode FCM dapat dipertimbangkan dalam penentuan kelayakan penerimaan beasiswa.

Satrio (2021) membahas tentang implementasi metode *Fuzzy C-Means* (FCM) dalam klasterisasi kabupaten/kota di Pulau Sulawesi berdasarkan kinerja pembangunan ekonomi daerah. Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) per kapita, pertumbuhan

ekonomi, kontribusi sektor tersier terhadap perekonomian, tingkat kemiskinan, angka harapan hidup, dan rata-rata lama sekolah. Alternatif yang dianalisis adalah 81 kabupaten/kota di Pulau Sulawesi berdasarkan data tahun 2018 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat ketimpangan pembangunan ekonomi di Sulawesi, hal ini disebabkan karena adanya pembangunan lebih terpusat di wilayah tertentu, terutama di Sulawesi Selatan, sehingga perlunya evaluasi dan strategi pemerataan pembangunan ekonomi antardaerah.

Nababan & Alexander (2020) pada penelitiannya membahas implementasi metode *Fuzzy Time Series* (FTS) dengan model algoritma Chen untuk memprediksi harga emas yang sangat fluktuatif akibat pengaruh permintaan konsumsi, ketidakpastian pasar, suku bunga rendah, serta nilai tukar dolar Amerika. Penelitian menggunakan 1.096 data harian harga emas periode 2015–2017 yang diperoleh dari situs harga-emas.org. Melalui tahapan penentuan interval berbasis rata-rata, fuzzifikasi, pembentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR), pengelompokan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG), hingga defuzzifikasi, diperoleh hasil bahwa metode FTS model Chen mampu menghasilkan prediksi dengan selisih rata-rata tidak lebih dari Rp2.850 dibanding data aktual. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model Chen cukup akurat dalam memprediksi harga emas jangka pendek dan layak digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan investasi, karena keakuratan prediksi sangat dipengaruhi oleh ketepatan penentuan interval *fuzzy* dan jumlah data historis yang mencerminkan pola pergerakan harga

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur, yaitu mempelajari berbagai literatur yang bersumber dari buku ilmiah, artikel jurnal, dan penelusuran internet yang berhubungan dengan pengklasteran dan prediksi data *time series* dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Time Series* metode Chen. Selanjutnya data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data riil, yaitu skor literasi kabupaten/kota di Kalimantan Barat yang diperoleh dari Rapor Pendidikan pada tahun 2023 – 2025.

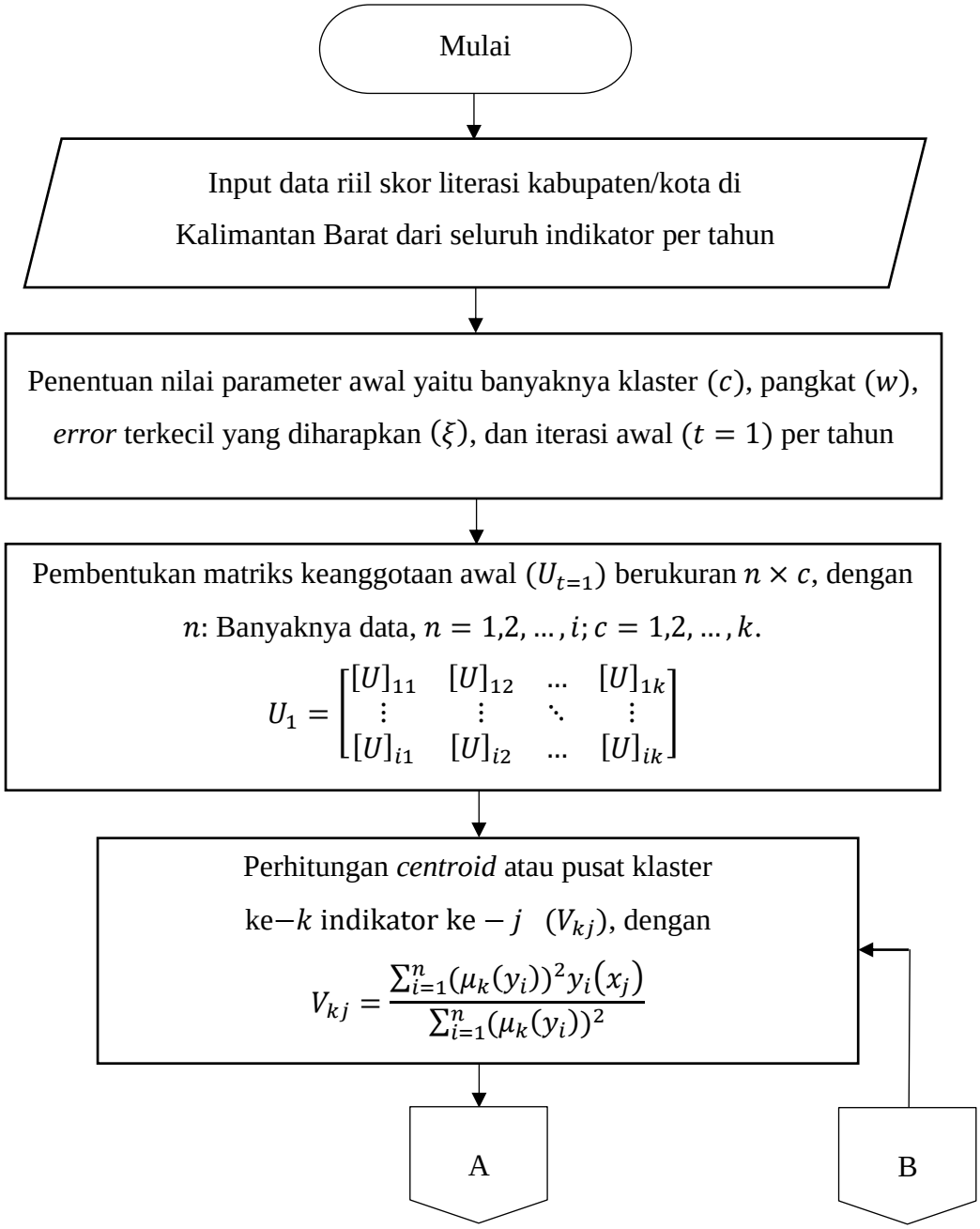
Data tersebut mencakup lima indikator penilaian kompetensi literasi yang menjadi dasar analisis pengklasteran dan prediksi. Seluruh skor yang diperoleh dari Rapor Pendidikan digunakan tanpa adanya modifikasi, dan hanya melalui proses pra-penelitian seperti pemeriksaan kelengkapan data dan pemilihan data.

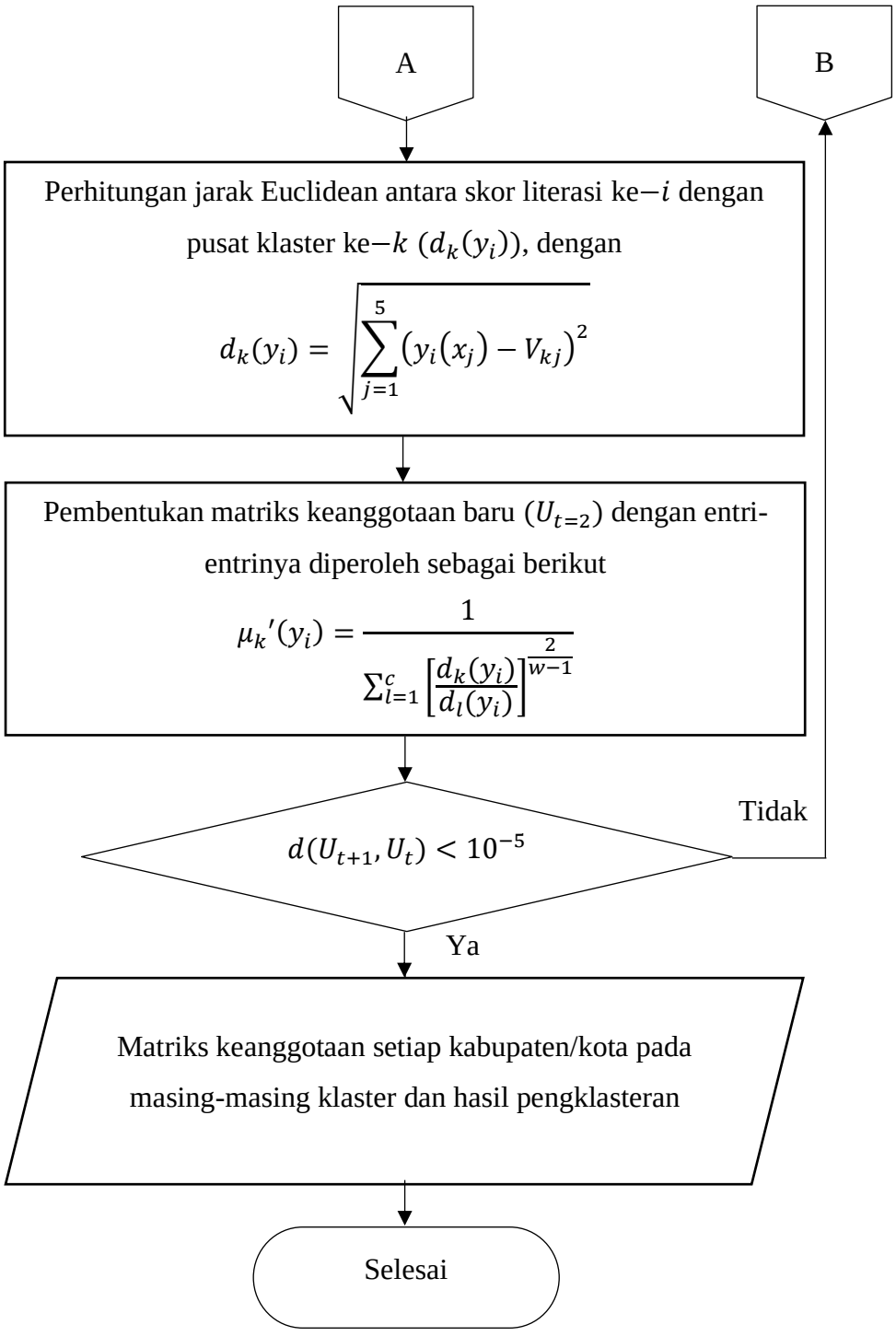
Langkah-langkah penelitian dilakukan terdiri atas dua tahapan, yaitu pengklasteran kualitas literasi menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan prediksi skor literasi pada tahun 2026 menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen. Tahapan pertama dimulai dengan menentukan indikator yang digunakan untuk mengklaster kualitas literasi, diantaranya yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Data skor literasi dari Rapor Pendidikan kemudian dianalisis dengan menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* untuk membentuk pusat klaster dan menentukan derajat keanggotaan dengan cara membangkitkan bilangan *random* masing-masing kabupaten/kota dalam masing-masing klaster yang dianalisis per tahun. Hasil pengklasteran per tahun ini memberikan gambaran awal mengenai posisi relatif setiap daerah berdasarkan kualitas literasinya.

Tahap selanjutnya yaitu melakukan prediksi skor literasi untuk tahun 2026 menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen. Tahap ini diawali dengan menentukan himpunan semesta (S_n) untuk setiap indikator dengan menggunakan rataan kuartil. Setelah itu dilakukan pembentukan interval *fuzzy* yang terdiri atas tiga kategori linguistik yaitu tinggi (A_1), sedang (A_2), dan rendah (A_3). Berdasarkan interval tersebut, seluruh nilai literasi pada tahun 2023–2025 defuzzifikasi ke dalam kategori *fuzzy*.

Nilai *fuzzy* yang diperoleh akan digunakan untuk membentuk *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dengan memperhatikan perubahan nilai pada setiap daerah dari tahun ke tahun. Seluruh FLR yang memiliki *antecedent* sama akann dikelompokkan menjadi *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG), sehingga dapat diketahui kecenderungan perubahan kategori *fuzzy* yang terjadi. Berdasarkan hasil FLRG, dilakukan proses prediksi menggunakan aturan Chen dengan memanfaatkan nilai tengah (m) masing-masing interval *fuzzy* untuk memperoleh prediksi skor literasi tahun 2026.

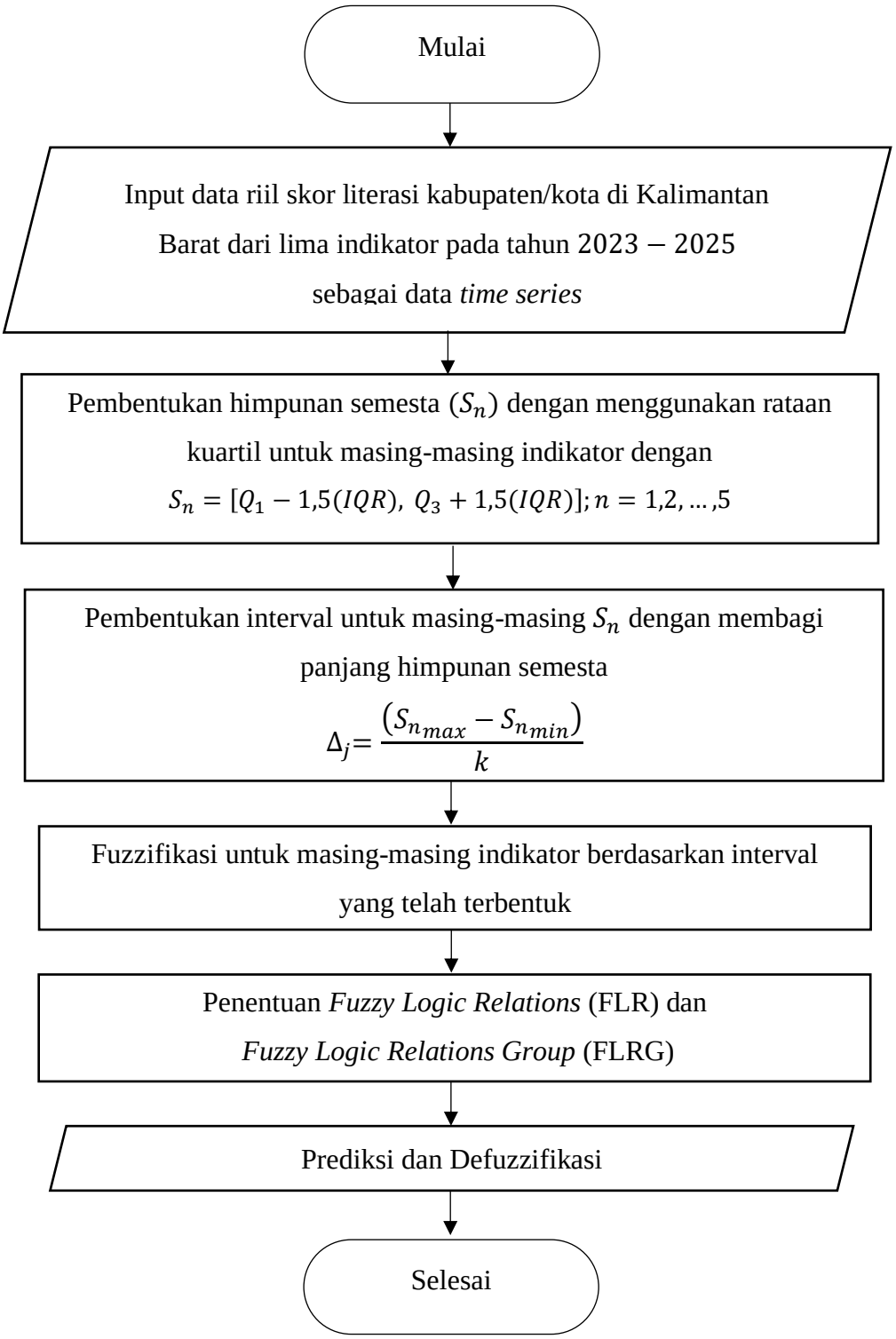
Hasil prediksi yang diperoleh kemudian diklasterkan kembali dengan menggunakan *Fuzzy C-Means*, sehingga hasil klaster yang diperoleh akan disusun dan dibandingkan dengan skor tahun sebelumnya untuk melihat kecenderungan peningkatan, penurunan, atau kestabilan kualitas literasi di Kalimantan Barat pada masing-masing kabupaten/kota yang dapat dijadikan acuan bagi pemerintah untuk pengambilan kebijakan. Adapun diagram alur terkait seluruh proses pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. 1.





Gambar 1. 1 Diagram alir metode *Fuzzy C-Means*

Selanjutnya untuk diagram alur dari *Fuzzy Time Series* metode Chen sebaagi berikut.



Gambar 1. 2 Diagram alir *Fuzzy Time Series* metode Chen