

MODEL SKORING ADAPTIF KINERJA UMKM BERBASIS KPI MENGUNAKAN QUANTILE CLIPPING DAN DATA-DRIVEN WEIGHTING (KPI-BASED ADAPTIVE SCORING MODEL OF MSME PERFORMANCE USING QUANTILE CLIPPING AND DATA-DRIVEN WEIGHTING)

Abdul Halim¹⁾, Nurul Chafid²⁾, Mochammad Darip³⁾

^{1, 2, 3)} Ilmu Komputer, Universitas Bina Bangsa

Jl. Raya Serang – Jakarta, KM. 03 No. 1B, Pakupatan, Kota Serang, Banten

e-mail: a.halimkom@gmail.com^{1*)}, chafid09@gmail.com²⁾, darif.uniba@gmail.com³⁾

ABSTRAK

Monitoring kinerja Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan tantangan bagi pemerintah daerah karena jumlah pelaku usaha yang besar, heterogenitas skala usaha, serta variasi indikator finansial yang sering mengandung nilai ekstrem. Kondisi tersebut menyebabkan evaluasi berbasis Key Performance Indicators (KPI) menjadi rentan bias apabila menggunakan normalisasi dan pembobotan konvensional. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model skoring adaptif kinerja UMKM berbasis KPI yang robust terhadap outlier dan lebih objektif dalam pembobotan indikator. Metode yang diusulkan mengintegrasikan quantile clipping pada persentil P5–P95 untuk menstabilkan distribusi KPI, dilanjutkan normalisasi min–max ke rentang 0–100. Metode ini dipilih karena kemampuannya dalam menangani distribusi data yang heterogen dan mengandung outlier, dengan menggunakan data sekunder UMKM Kota Serang yang dikumpulkan melalui proses dokumentasi dan pengolahan data finansial untuk menghasilkan evaluasi kinerja yang lebih objektif. Selanjutnya, bobot KPI ditentukan secara data-driven menggunakan standar deviasi (adaptive weighting) untuk merepresentasikan kontribusi indikator berdasarkan variasi aktual data. Eksperimen dilakukan pada dataset 1000 UMKM Kota Serang menggunakan tiga KPI utama, yaitu ROI, Profit Margin, dan Growth Rate. Hasil menunjukkan bahwa bobot adaptif yang diperoleh adalah ROI 0,308, Profit Margin 0,353, dan Growth Rate 0,339. Perbandingan ranking antara fixed weighting dan adaptive weighting menghasilkan korelasi Spearman 0,9879, serta terjadi perubahan 2 entitas pada Top-10. Temuan ini menunjukkan bahwa metode adaptif mempertahankan stabilitas ranking sekaligus meningkatkan objektivitas evaluasi. Model yang diusulkan efisien secara komputasi dan berpotensi diterapkan pada sistem monitoring kinerja berbasis multi-indikator.

Kata Kunci: UMKM, KPI, quantile clipping, adaptive weighting, data-driven scoring, robust normalization.

ABSTRACT

Monitoring the performance of Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) poses a challenge for local governments due to the large number of business actors, the heterogeneity of business scales, and the variability of financial indicators that often contain extreme values. These conditions make Key Performance Indicators (KPI)-based evaluations prone to bias when conventional normalization and weighting approaches are applied. This study aims to develop an adaptive KPI-based scoring model for MSME performance that is robust to outliers and more objective in determining indicator weights. The proposed method integrates quantile clipping at the P5–P95 percentiles to stabilize the KPI distribution, followed by min–max normalization to a range of 0–100. This method is selected for its ability to handle heterogeneous data distributions with outliers, utilizing secondary MSME data from Serang City collected through documentation and financial data processing to produce a more objective performance evaluation. Furthermore, KPI weights are determined in a data-driven manner using standard deviation (adaptive weighting) to represent each indicator's contribution based on actual data variability. Experiments were conducted on a dataset of 1,000 MSMEs in Serang City using three main KPIs: Return on Investment (ROI), Profit Margin, and Growth Rate. The results indicate that the resulting adaptive weights are 0.308 for ROI, 0.353 for Profit Margin, and 0.339 for Growth Rate. A comparison between fixed weighting and adaptive weighting rankings yields a Spearman correlation of 0.9879, with two entities changing positions within the Top 10. These findings indicate that the adaptive method maintains ranking stability while enhancing evaluation objectivity. The proposed model is computationally efficient and has the potential to be applied in multi-indicator-based performance monitoring systems.

Keywords: MSMEs, KPI, quantile clipping, adaptive weighting, data-driven scoring, robust normalization.

I. PENDAHULUAN

UMKM merupakan sektor strategis dalam mendukung perekonomian daerah, khususnya dalam penyerapan tenaga kerja dan penguatan ekonomi masyarakat. Kota Serang sebagai ibu kota Provinsi Banten memiliki jumlah pelaku UMKM sekitar 10,321 [1], jumlah ini relatif cukup tinggi dan tersebar di berbagai kecamatan dengan ragam sektor usaha seperti makanan, minuman, fashion, pertanian, perdagangan, jasa, kerajinan, dan teknologi [2]. Tingginya jumlah pelaku UMKM tersebut di satu sisi menjadi potensi ekonomi, namun di sisi lain menimbulkan tantangan baru bagi pemerintah daerah dalam melakukan monitoring kinerja UMKM secara berkala dan objektif [3].

Dalam praktiknya, pemerintah kota sering menghadapi kesulitan dalam menentukan prioritas pembinaan, evaluasi program, serta penyaluran bantuan atau subsidi secara tepat sasaran [4]. Hal ini terjadi karena monitoring UMKM masih banyak dilakukan secara manual, parsial, dan tidak berbasis indikator kinerja yang terukur [5]. Akibatnya, evaluasi terhadap efektivitas bantuan pemerintah juga menjadi lemah, misalnya ketika bantuan diberikan tanpa pemetaan kinerja dan kebutuhan UMKM secara jelas. Kondisi ini berpotensi menimbulkan ketidaktepatan sasaran program, rendahnya efisiensi alokasi sumber daya, serta sulitnya mengukur dampak intervensi pemerintah terhadap peningkatan kinerja UMKM.

Salah satu pendekatan yang umum digunakan dalam evaluasi kinerja adalah *Key Performance Indicators* (KPI) [6], karena mampu menerjemahkan kondisi keuangan menjadi ukuran yang lebih terstruktur [7]. Dalam lingkup UMKM, indikator seperti *Return on Investment* (ROI), *Profit Margin*, dan *Growth Rate* dapat digunakan untuk merepresentasikan dimensi efisiensi modal, profitabilitas, dan pertumbuhan usaha [8]. Namun demikian, penerapan KPI pada UMKM memiliki tantangan dalam metodologisnya, hal ini karena data keuangan UMKM umumnya memiliki variasi yang sangat lebar antar sektor, perbedaan skala usaha yang ekstrem, serta keberadaan *outlier* yang

dapat menyebabkan hasil evaluasi menjadi bias. Jika nilai KPI diolah secara langsung tanpa penanganan *outlier* dan tanpa mekanisme normalisasi yang tepat, maka skor *agregat* yang dihasilkan dapat menyesatkan, terutama ketika digunakan sebagai dasar penentuan prioritas bantuan atau pembinaan.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan KPI berbasis *dashboard* mampu membantu organisasi dalam memonitoring performa secara lebih terstruktur [9]. Beberapa studi mengembangkan *dashboard* untuk visualisasi indikator kinerja agar informasi lebih mudah dipahami oleh pengambil keputusan [10]. Studi lain juga mengusulkan model skoring berbasis KPI untuk mengelompokkan unit usaha ke dalam kategori kinerja tertentu. Di sisi lain, pendekatan *data mining* dan analitik data semakin banyak digunakan untuk membantu pemerintah dan institusi dalam melakukan klasifikasi, pemetaan, dan perankingan objek berbasis data yang besar dan heterogen. Namun, sebagian besar penelitian evaluasi UMKM masih menggunakan pendekatan skoring dengan pembobotan tetap, sehingga kurang adaptif terhadap karakteristik data UMKM yang dinamis. Selain itu, tidak semua penelitian menekankan aspek *robust preprocessing* (penanganan *outlier*) sehingga hasil pemeringkatan dapat berubah drastis akibat nilai ekstrem pada sebagian kecil UMKM. Akibatnya, masih terdapat kesenjangan metodologis dalam pengembangan model skoring yang mampu mengintegrasikan penanganan *outlier* secara *robust* sekaligus pembobotan yang adaptif berbasis karakteristik data aktual.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengusulkan model skoring adaptif kinerja berbasis KPI yang dirancang khusus untuk menghadapi karakteristik data UMKM yang heterogen dan rentan bias akibat nilai ekstrem. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penerapan *quantile clipping* sebagai normalisasi *robust* untuk mereduksi dominasi *outlier*, serta *data-driven weighting* untuk menghasilkan bobot KPI yang diturunkan dari struktur penyebaran data, bukan dari asumsi subjektif. Dengan demikian,

skor *agregat* yang dihasilkan tidak hanya berfungsi sebagai indikator deskriptif, tetapi juga dapat digunakan sebagai mesin pemeringkatan (*ranking engine*) untuk mengidentifikasi UMKM prioritas pembinaan, UMKM yang memerlukan intervensi segera, serta sektor usaha yang memerlukan perhatian strategis. Selain itu, model ini bersifat generik dan dapat diimplementasikan ke domain lain yang memiliki kebutuhan serupa, seperti pemetaan kinerja koperasi, evaluasi efektivitas program bantuan sosial berbasis indikator, pemeringkatan kinerja sekolah berdasarkan indikator mutu, atau seleksi prioritas penerima program hibah berbasis data. Dengan cakupan tersebut, penelitian ini tidak hanya memberikan pemetaan kinerja di UMKM Kota Serang saja, tetapi juga menawarkan kerangka evaluasi berbasis data yang dapat direplikasi pada berbagai lingkup pengambilan keputusan di tingkat daerah.

II. STUDI PUSTAKA

Penelitian mengenai evaluasi kinerja organisasi maupun unit usaha berbasis indikator telah menunjukkan pentingnya pengukuran kinerja yang lebih terstruktur untuk mendorong efektivitas kebijakan, pengambilan keputusan, dan alokasi sumber daya. Penggunaan *Key Performance Indicators* (KPI) dalam valuasi kinerja UMKM tidak hanya memberikan kerangka ukur yang terstandarisasi, tetapi juga memberi arah yang lebih objektif terhadap kebijakan dan pengambilan keputusan. OECD menunjukkan bahwa *framework* indikator kinerja merupakan alat penting dalam mengukur efektivitas intervensi kebijakan UMKM dan menilai apakah dukungan pemerintah memberi dampak nyata terhadap perkembangan usaha yang berkelanjutan [11]. Di tingkat regional, strategi evaluasi performa yang berbasis KPI juga dikembangkan sebagai alat ukur struktural dalam menilai kemajuan sektor usaha kecil dan menengah secara *agregat* [12]. Penelitian-penelitian ini menegaskan bahwa pengukuran performa berbasis KPI dapat menjadi dasar bagi model pemeringkatan atau *scoring* kinerja yang lebih kuat dalam mendukung kebijakan pemerintah dibanding pendekatan deskriptif konvensional.

Dashboard sebagai *decision support system* (DSS) semakin berkembang dalam beberapa tahun terakhir, khususnya untuk memvisualisasikan indikator kinerja secara *real time* dan mendukung

pengambilan keputusan berbasis data. Studi terapan memperlihatkan bahwa *dashboard* tidak hanya menyederhanakan penyajian data, tetapi juga memfasilitasi analisis tren, anomali, dan prioritas tindakan [13]. Kajian dalam penelitian lainnya menunjukkan bahwa integrasi visual *reporting* dengan *analytics* dalam *dashboard* dapat memperkuat proses keputusan organisasi dan membantu pemangku kepentingan memahami kondisi keuangan dan operasional unit usaha secara lebih mendalam dibandingkan laporan tabular tradisional [14]. Selain itu, penelitian tentang keputusan finansial berbasis web untuk UMKM memperkuat posisi *dashboard* sebagai antarmuka penting untuk menyajikan KPI hasil olahan data mining atau evaluasi performa komputatif [15].

Dalam ranah data mining, *scoring*, dan teknik pembobotan serta *robust normalization*, beberapa studi terbaru menyoroti tantangan klasik dalam evaluasi data *heterogen* seperti UMKM, yaitu sensitivitas terhadap *outlier* dan subjektivitas bobot. Normalisasi yang tidak mempertimbangkan nilai ekstrem dapat menyebabkan skor evaluasi menjadi bias, sehingga berbagai teknik seperti *clipping* atau *winsorization* sering dipakai sebagai metode *robust* untuk mengurangi pengaruh *outlier* dalam perhitungan skor [16]. Penelitian lain menunjukkan bahwa pemilihan teknik normalisasi sangat mempengaruhi hasil evaluasi data dengan rentang yang lebar dan distribusi yang tidak simetris seperti data UMKM [17], [18]. Selain itu, tren dalam *multi-criteria scoring* mencatat peningkatan penggunaan pembobotan berbasis informasi data (*data-driven weighting*) seperti metode *entropy*, *CRITIC*, atau variasinya, untuk mengurangi bias subjektif dan menghasilkan skor yang lebih konsisten terhadap karakteristik data aktual [19]. Namun demikian, metode seperti *entropy* dan *CRITIC* umumnya memerlukan perhitungan yang lebih kompleks serta sensitif terhadap struktur distribusi data awal, sehingga dalam penelitian ini digunakan pendekatan *adaptive weighting* berbasis standar deviasi yang lebih sederhana, efisien secara komputasi, dan tetap mampu merepresentasikan variasi informasi tiap indikator secara langsung. Temuan-temuan ini menjadi landasan penting dalam merancang metode evaluasi kinerja yang tidak hanya mengandalkan nilai KPI mentah, tetapi juga memperkuat stabilitas skor melalui *robust normalization* dan *adaptive weighting* yang sensitif terhadap variasi data.

III. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis data mining untuk mengembangkan model skoring adaptif kinerja UMKM [20]. Model dirancang untuk mengatasi dua permasalahan utama dalam evaluasi kinerja UMKM oleh pemerintah daerah, yaitu ketidaktepatan pemeringkatan akibat nilai ekstrem (*outlier*), dan bias pembobotan indikator yang bersifat subjektif [21]. Metode yang diusulkan bertujuan menghasilkan skor kinerja yang stabil, adil, dan adaptif terhadap karakteristik distribusi data UMKM [22].

B. Dataset dan Variabel

Dataset terdiri dari 1000 pelaku UMKM Kota Serang yang diambil dari total 10.321 UMKM berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Serang Tahun 2022, yang mencakup berbagai sektor usaha (makanan, minuman, fashion, pertanian, perdagangan, jasa, kerajinan, dan teknologi). Variabel yang digunakan adalah variabel finansial dan variabel turunan (KPI). Untuk variabel finansial terdiri dari pendapatan, total biaya, total modal, dan pendapatan periode sebelumnya. Sedangkan untuk variabel turunan atau KPI terdiri dari *return on investment* (ROI), profit margin, dan *growth rate*. Dataset tersebut merepresentasikan kondisi riil yang digunakan sebagai dasar pemetaan kinerja untuk mendukung kebijakan monitoring dan bantuan pemerintah.

C. Tahapan Metode yang Diusulkan (Model)

Dalam merancang model skoring adaptif terdiri dari lima tahapan utama:

1. Tahap Perhitungan Dasar KPI

Tahap ini akan menghasilkan matriks nilai KPI mentah, dan untuk setiap UMKM dihitung dengan berbagai rumus persamaan berikut ini:

- Laba Bersih

$$Laba\ Bersih = \frac{Pendapatan\ Tahun\ Ini - Total\ Biaya}{Total\ Biaya} \quad (1)$$

- Return of Investment (ROI)

$$ROI(\%) = \left(\frac{Laba\ Bersih}{Total\ Modal/Investasi} \right) \times 100 \quad (2)$$

- Profit Margin (%)

$$(\%) = \left(\frac{Laba\ Bersih}{Pendapatan\ Tahun\ Ini} \right) \times 100 \quad (3)$$

- Growth Rate (%)

$$Growth\ Rate(\%) = \left(\frac{Pendapatan\ Tahun\ Ini - Pendapatan\ Tahun\ Lalu}{Pendapatan\ Tahun\ Lalu} \right) \times 100 \quad (4)$$

2. Tahap Quantile Clipping (*Robust Normalization*).

Permasalahan utama evaluasi UMKM adalah keberadaan nilai ROI atau *Growth* yang ekstrem. Untuk menghindari dominasi nilai ekstrem, maka digunakan *quantile clipping* dengan cara:

- Tentukan batas bawah dan atas (misal P5 dan P95).
 - Nilai di bawah P5 disetarakan dengan P5.
 - Nilai di atas P95 disetarakan dengan P95.
- Setelah clipping, dilakukan normalisasi min-max ke rentang 0–100 dengan persamaan sebagai berikut:

$$Skor\ Normal = \frac{X - X_{min}}{X_{maks} - X_{min}} \times 100 \quad (5)$$

Tujuan tahap ini adalah menghasilkan skor KPI yang lebih *robust* terhadap distribusi *heavy-tail*.

3. Tahap Pembobotan Adaptif (*Data-Driven Weighting*)

Berbeda dengan pembobotan tetap (misal 40-35-25), penelitian ini menggunakan pembobotan berbasis dispersi data. Bobot dihitung berdasarkan standar deviasi skor KPI yang telah dinormalisasi:

$$w_i = \frac{\sigma_i}{\sum_{j=1}^n \sigma_j} \quad (6)$$

Artinya KPI dengan variasi informasi lebih tinggi memiliki daya diskriminatif lebih kuat, dan bobot menjadi adaptif terhadap karakteristik dataset.

Pendekatan ini mengurangi bias subjektif dan membuat model responsif terhadap struktur data aktual.

4. Tahap Perhitungan Skor Total Adaptif (*Data-Driven Weighting*)

Perhitungan skor ini digunakan untuk ranking UMKM, identifikasi prioritas bantuan, dan analisis sektoral. Berikut persamaanya:

$$Skor\ Aktual = \sum w_i \times SkorKPI\ i \quad (8)$$

5. Tahap Kategorisasi dan Pemetaan Prioritas UMKM diklasifikasikan menjadi Baik (≥ 75), Sedang (55–74), dan Kurang (< 55). Selain klasifikasi, dilakukan pula untuk ranking Top-N prioritas pembinaan dan Identifikasi sektor dengan skor rata-rata terendah. Hasil dari tahapan ini diharapkan mendukung pemerintah dalam evaluasi efektivitas program, menentukan pemberian bantuan berbasis data, dan memonitoring perkembangan UMKM.

D. Validasi Model

Untuk memastikan model relevan terhadap permasalahan monitoring kebijakan, maka dilakukan:

- Perbandingan hasil pembobotan tetap dengan adaptif.
- Analisis stabilitas ranking.
- Evaluasi sensitivitas terhadap perubahan nilai ekstrem.

Validasi ini bertujuan menunjukkan bahwa metode yang diusulkan lebih stabil dibanding pendekatan konvensional.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan dataset sebanyak 1000 UKM di Kota Serang yang mencakup variabel pendapatan tahun berjalan, pendapatan tahun sebelumnya, total biaya, dan total modal/investasi. Dari variabel tersebut dihitung tiga indikator kinerja utama, yaitu *Return on Investment (ROI)*, *Profit Margin*, dan *Growth Rate*. Analisis awal menunjukkan bahwa dataset memiliki karakteristik *heterogen* dengan rentang pendapatan yang cukup lebar, sehingga rasio keuangan yang dihasilkan juga menunjukkan variasi signifikan. Khususnya pada indikator ROI, ditemukan rentang nilai yang jauh lebih besar dibandingkan indikator lainnya, yang mengindikasikan potensi distribusi *heavy-tail* dan keberadaan nilai ekstrem.

Secara deskriptif, nilai ROI memiliki rata-rata sebesar 245,63% dengan standar deviasi 18,47%, nilai minimum 217,51% dan maksimum 274,41%. Sementara itu, Profit Margin memiliki rata-rata sebesar 41,12% dengan standar deviasi 1,52%, dengan rentang nilai antara 38,89% hingga 43,54%. Adapun

Growth Rate menunjukkan rata-rata sebesar 23,67% dengan standar deviasi 1,08%, dengan nilai minimum 21,99% dan maksimum 25,33%. Perbedaan tingkat dispersi antar indikator ini menegaskan bahwa ROI memiliki variasi yang paling tinggi dibandingkan indikator lainnya, sehingga berpotensi mendominasi hasil evaluasi apabila tidak dilakukan penanganan terhadap nilai ekstrem

Bidang Usaha	Skor_KPI	ROI (%)	Profit Margin (%)	Growth Rate (%)	Cost Ratio
Minuman	44.17	274.41	42.89	22.67	0.57
Makanan	43.84	257.85	42.31	25.18	0.58
Pertanian	43.35	247.37	43.54	25.33	0.56
Kerajinan	42.69	259.4	43.27	22.34	0.57
Perdagangan	41.76	232	42.74	23.82	0.57
Teknologi	40.52	252.02	38.93	24.07	0.61
Fashion	39.52	234.5	40.95	21.99	0.59
Jasa	37.62	217.51	38.89	22.18	0.61

Gambar 1. Perhitungan Skor KPI (ROI, Profit Margin, Growth Rate, Cost Ratio)

Berdasarkan hasil perhitungan KPI pada gambar 1, ditemukan bahwa seluruh sektor memiliki nilai ROI yang sangat tinggi dengan rentang sekitar 217,51% hingga 274,41%. Sektor minuman memiliki ROI tertinggi (274,41%), sedangkan sektor jasa terendah (217,51%). Nilai ROI yang tinggi ini menjadi indikator penting bahwa data memiliki potensi distorsi. Pada data UMKM, ROI ekstrem dapat muncul karena modal yang dicatat tidak sepenuhnya mencerminkan aset riil (misalnya penggunaan aset pribadi), sehingga menghasilkan rasio laba terhadap modal yang sangat besar.

Selain ROI, nilai *Growth Rate* dan *Profit Margin* menunjukkan variasi yang lebih moderat. *Profit Margin* relatif homogen pada rentang sekitar 38,89%–43,54%, sedangkan *Growth Rate* berada pada rentang sekitar 21,99%–25,33%. Pola ini mengindikasikan bahwa ROI memiliki dispersi lebih tinggi dibanding indikator lain. Pola ini sering

disebabkan distorsi rasio keuangan UMKM akibat modal kecil dan pencatatan aset tidak lengkap [23], sehingga jika pembobotan dilakukan secara tetap (*fixed weighting*), maka hasil skoring dapat cenderung bias atau tidak proporsional.

Pada tahap pemeriksaan kualitas data, ditemukan adanya 12 UMKM (1,2%) yang termasuk *outlier* pendapatan (di atas Rp292 juta). Keberadaan *outlier* ini penting karena memperkuat kebutuhan penggunaan *robust normalization*. Tanpa mekanisme *clipping*, *outlier* ini merupakan bukti bahwa dataset mengandung nilai ekstrem yang berpotensi mendistorsi hasil normalisasi dan pemeringkatan jika menggunakan pendekatan konvensional.

Untuk mengatasi potensi distorsi akibat nilai ekstrem tersebut, penelitian ini menerapkan *quantile clipping* pada masing-masing KPI sebelum dilakukan normalisasi. Nilai setiap indikator dibatasi pada persentil ke-5 (P5) dan persentil ke-95 (P95), kemudian dilakukan penskalaan *linier* ke rentang 0–100 menggunakan *min-max normalization*. Pemilihan batas P5–P95 bertujuan untuk mengurangi pengaruh nilai ekstrem tanpa menghilangkan mayoritas distribusi data utama. Hasil perhitungan batas kuantil masing-masing indikator disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Batas Kuantil KPI

Key Performance Indicator	P5	P95
Return of Investment	0.254	7.254
Profit Margin	0.207	0.636
Growth Rate	0.043	0.425

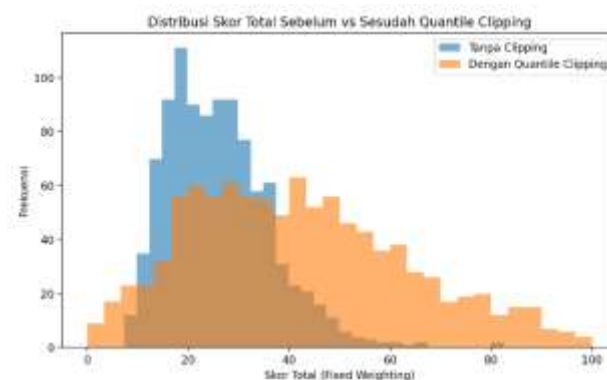
Dari tabel tersebut terlihat bahwa ROI memiliki rentang variasi jauh lebih ekstrem dibandingkan indikator lainnya. Oleh karena itu, pembatasan nilai ekstrem pada tahap ini sangat penting untuk menjaga stabilitas proses skoring.

Perbandingan distribusi skor total sebelum dan sesudah *quantile clipping* menunjukkan perubahan yang signifikan. Tanpa *clipping*, skor cenderung terkompresi pada rentang rendah dengan rata-rata sebesar 26,130 dan standar deviasi 10,299. Setelah *clipping* diterapkan, rata-rata skor meningkat menjadi 41,895 dengan standar deviasi 21,478. Perbandingan statistik tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Statistik Skor Total Sebelum dan Sesudah Clipping

Statistik	Tanpa Clipping	Clipping
Mean	26.130	41.895
Standar Deviasi	10.299	21.478
Variansi	106.064	461.290

Peningkatan penyebaran skor ini menunjukkan bahwa *clipping* berhasil mengurangi kompresi distribusi yang disebabkan oleh nilai ekstrem, sehingga skor menjadi lebih proporsional dan mampu membedakan kinerja antar UKM secara lebih jelas. Visualisasi distribusi skor sebelum dan sesudah *clipping* dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Distribusi Skor Total Sebelum dan Sesudah Quantile Clipping

Pada gambar tersebut terlihat bahwa tanpa *clipping*, skor lebih terkonsentrasi pada rentang rendah, sedangkan setelah *clipping* distribusi menjadi lebih menyebar dan mendekati skala evaluasi penuh. Pada tingkat sektoral, hasil normalisasi setelah *clipping* menunjukkan bahwa skor rata-rata sektor berada pada rentang 37,62 hingga 44,17. Urutan sektor tetap konsisten, dengan sektor Minuman sebagai sektor dengan skor tertinggi dan sektor Jasa sebagai sektor terendah. Konsistensi ini menunjukkan bahwa *quantile clipping* tidak menghilangkan informasi peringkat, tetapi berfungsi sebagai mekanisme stabilisasi skala evaluasi.

Sebagai pembanding, dilakukan skoring *baseline* menggunakan pendekatan *fixed weighting* dengan bobot ROI sebesar 40%, *Profit Margin* 35%, dan *Growth Rate* 25%. Hasil *baseline* menunjukkan rata-rata skor total sebesar 41,895. Distribusi kategori hasil *baseline* ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi Kategori Fixed Weighting

Kategori	Jumlah UKM	%
Kurang	703	70,3
Sedang	212	21,2
Baik	85	8,5

Dominasi kategori “Kurang” menunjukkan bahwa sebagian besar UKM masih memiliki kinerja yang belum optimal. Namun demikian, pendekatan *fixed weighting* memiliki keterbatasan karena bobot indikator ditentukan berdasarkan asumsi, bukan berdasarkan struktur variasi aktual data.

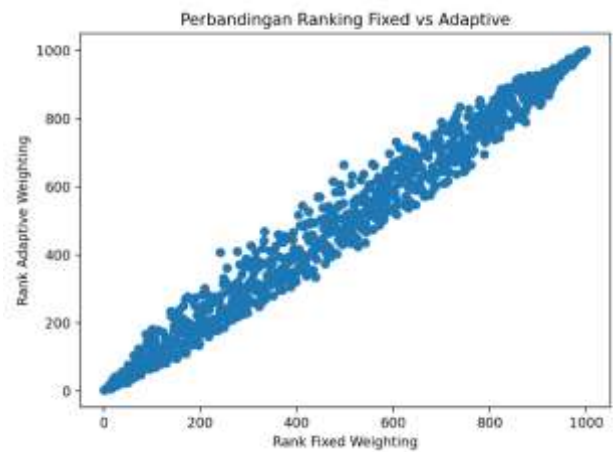
Untuk meningkatkan objektivitas pembobotan, penelitian ini mengusulkan mekanisme *data-driven adaptive weighting* berbasis standar deviasi skor KPI setelah normalisasi *clipping*. Hasil perhitungan bobot adaptif dibandingkan dengan bobot tetap disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Bobot Fixed dan Adaptive

KPI	Fixed	Adaptive
ROI	0.400	0.308
Profit Margin	0.350	0.353
Growth Rate	0.250	0.339

Terlihat bahwa ROI yang pada *baseline* diasumsikan paling dominan justru memiliki bobot lebih rendah pada pendekatan adaptif, sedangkan *Profit Margin* memiliki bobot tertinggi berdasarkan variasi aktual data. Hal ini menunjukkan bahwa pembobotan berbasis asumsi tidak sepenuhnya merepresentasikan struktur informasi dataset.

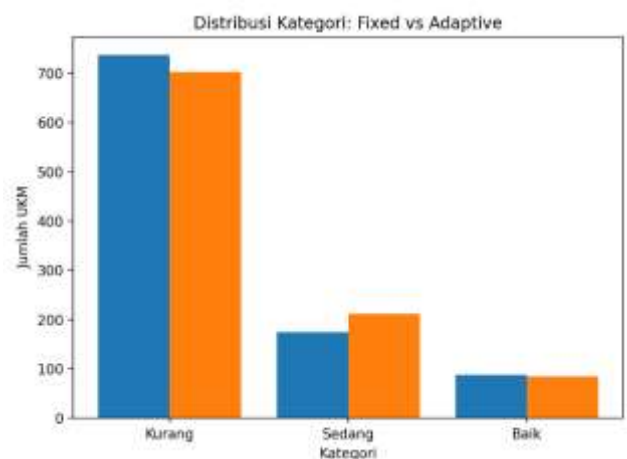
Untuk mengevaluasi dampak perubahan bobot terhadap sistem pemerinkatan, dilakukan analisis korelasi ranking menggunakan *Spearman rank correlation*. Hasil menunjukkan nilai korelasi sebesar 0,9879, yang mengindikasikan tingkat konsistensi ranking yang sangat tinggi antara metode *fixed* dan *adaptive*. Visualisasi hubungan ranking kedua metode ditunjukkan pada Gambar 3



Gambar 3. Scatter Plot Perbandingan Ranking Fixed dan Adaptive Weighting

Pada gambar tersebut terlihat bahwa titik-titik tersebar mendekati garis diagonal, yang menunjukkan bahwa *adaptive weighting* tidak mengubah struktur ranking secara drastis.

Analisis Top-10 ranking menunjukkan bahwa terdapat dua UKM yang mengalami perubahan posisi ketika menggunakan *adaptive weighting*. Hal ini menunjukkan bahwa metode adaptif melakukan *fine-tuning* terhadap prioritas evaluasi tanpa menyebabkan instabilitas sistemik. Perbandingan distribusi kategori antara kedua metode ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan Distribusi Kategori

Gambar tersebut menunjukkan bahwa *adaptive weighting* menghasilkan redistribusi yang lebih proporsional antar kategori, terutama dengan peningkatan jumlah UKM pada kategori menengah, tanpa perubahan ekstrem pada kategori tinggi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi *quantile clipping* dan *data-driven adaptive weighting* menghasilkan sistem skoring yang *robust*, objektif, dan stabil. *Quantile clipping* berperan dalam menstabilkan distribusi skor dan mengurangi distorsi akibat nilai ekstrem, sedangkan *adaptive weighting* meningkatkan *representativitas* pembobotan berdasarkan variasi aktual data. Dengan tingkat korelasi ranking yang tinggi serta perubahan prioritas yang terkontrol, model skoring adaptif yang diusulkan layak digunakan sebagai *engine* evaluasi kinerja berbasis KPI pada dataset heterogen seperti UMKM.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini mengusulkan model *skoring adaptif* berbasis KPI dengan mengintegrasikan *quantile clipping* sebagai *robust preprocessing* dan *data-driven weighting* sebagai pembobotan objektif. Hasil dari 1000 UMKM Kota Serang menunjukkan bahwa *quantile clipping* efektif menstabilkan distribusi skor dengan mengurangi pengaruh nilai ekstrem tanpa mengubah struktur peringkat, sehingga meningkatkan proporsionalitas evaluasi. Selain itu, *adaptive weighting* berbasis variasi data mampu merepresentasikan kontribusi indikator secara lebih akurat; meskipun memiliki korelasi tinggi dengan *fixed weighting* ($\rho = 0,9879$), metode ini tetap mampu melakukan penyesuaian prioritas secara terukur dan meningkatkan objektivitas tanpa mengorbankan stabilitas. Secara keseluruhan, kombinasi kedua metode menghasilkan sistem skoring yang *robust*, efisien, dan skalabel, serta berpotensi diterapkan pada berbagai sistem evaluasi berbasis multi-indikator dalam pengambilan keputusan berbasis data.

REFERENSI

- [1] N. W. Bintang and Munawaroh, "Peran Usaha Mikro, Kecil Dan Menengah (UMKM) Di Era Digitalisasi Di Kota Serang," *Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu*, vol. 3, no. 1, pp. 723–728, Jan. 2025, doi: 10.59435/gjmi.v3i1.1314.
- [2] N. W. Bintang and Munawaroh, "Peran Usaha Mikro, Kecil Dan Menengah (UMKM) Di Era Digitalisasi Di Kota Serang," vol. 3, no. 1, pp. 723–728, Jan. 2025, doi: <https://doi.org/10.59435/gjmi.v3i1.1314>.
- [3] A. Sijabat and R. Z. Ikhshan, "Pengaruh Implementasi Teknologi Informasi pada Usaha Mikro Kecil dan Menengah di Kota Serang," vol. 5, no. 1, pp. 1–6, Nov. 2024, doi: 10.34306.
- [4] **Salsa Bila Maulida Putri, Raudah S., and Maryati A.**, "Implementasi Program Pemberdayaan Usaha Menengah, Usaha Kecil dan Usaha Mikro Kecil (UMKM) Pada Dinas Koperasi Usaha Kecil Menengah

- Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Hulu Sungai Utara," *Jurnal MSDM: Manajemen Sumber Daya Manusia*, vol. 2, no. 1, 2025, [Online]. Available: <https://ejournal.stiaamuntai.ac.id/index.php/JMSDM/article/download/1026/814/1838>
- [5] P. Hidayah, Samsudin, and A. M. Harahap, "Rancang Bangun Sistem Informasi Monitoring UMKM Berbasis Mobile (Studi Kasus: Dinas Koperasi, UKM, Perindustrian dan Perdagangan Kota Medan)," vol. VII, no. 3, pp. 1286–1292, Agustus 2024.
- [6] N. Masnila, J. Febriantoko, R. Mayasari, and I. Ariyanti, "Unlocking Economic Landscape: Understanding the Dynamics of Financial Challenges, Business Traits, Financial Resources, Growth Phases, Financial Accessibility, and MSME Performance," *ATESTASI*, vol. 7, no. 1, pp. 317–339, Mar. 2024, doi: 10.57178/atestasi.v7i1.749.
- [7] E. A. Setiawan and Rahmawati, "EVALUASI KINERJA UMKM BERBASIS KEY PERFORMANCE INDICATORS (KPI): STUDI KASUS PADA CV XYZ," *Central Publisher*, vol. 2, no. 8, 2024, [Online]. Available: <http://centralpublisher.co.id/>
- [8] A. Nelson and E. Agustina, "Penerapan Key Performance Indicators dalam Meningkatkan Kinerja Karyawan," vol. 6, no. 1, pp. 66–76, Mar. 2025, doi: <http://doi.org/10.55338/jpkmn.v6i1.5518>.
- [9] F. I. Olinmah, A. C. Uzoka, C. H. Okolo, K. V. Omotayo, and O. S. Adanigbo, "Real-Time KPI Monitoring Dashboard Model for Merchant Activity Using BI Tools in Financial Applications," *JFMR*, vol. 2, no. 2, pp. 168–175, 2021, doi: 10.54660/IJFMR.2021.2.2.168-175.
- [10] Jumadi, B. Handaga, M. T. Nugroho, M. Dai, and G. Ariyanto, "Development of WebGIS-Based Monitoring System for Key Performance Indicators of Muhammadiyah Regional Board in Central Java," *Journal of Community Services and Engagement: Voice of Community*, vol. 4, no. 1, pp. 7–14, Apr. 2024.
- [11] "SME indicators, benchmarking and monitoring," OECD. Accessed: Feb. 20, 2026. [Online]. Available: <https://www.oecd.org/en/topics/sme-indicators-benchmarking-and-monitoring.html>
- [12] "SME Performance Review - Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs." Accessed: Feb. 20, 2026. [Online]. Available: https://single-market-economy.ec.europa.eu/smes/sme-strategy-and-sme-friendly-business-conditions/sme-performance-review_en
- [13] May Ėquitozia Eyeregba, Chukwunweike Mokogwu, Somto Emmanuel Ewim, and Titilayo Deborah Olorunyomi, "Integrating visual reporting, analytics, and sustainable dashboards to support decision-making and growth in small and medium enterprises (SMEs)," *Int. J. Front. Sci. Technol. Res.*, vol. 7, no. 2, pp. 090–099, Nov. 2024, doi: 10.53294/ijfstr.2024.7.2.0059.
- [14] M. Alharthi, Md. M. Islam, A. G. B. Hamida, G. Dash, and Md. W. Murad, "Determinants of E-commerce Adoption for Saudi MSMEs: Does E-commerce Adoption Impact Financial and Non-Financial Performances?," vol. 15, no. 6, pp. 83–96, 2025, doi: <https://doi.org/10.32479/ijefi.20739>.
- [15] L. Walaszczyk and S. Dingli, "Online financial calculator as a microlearning tool for entrepreneurs in

- business modelling,” *International Entrepreneurship Review*, vol. 9, no. 3, pp. 61–74, Sep. 2023, doi: 10.15678/IER.2023.0903.04.
- [16] R. A. Saleh and H. T. Jawad, “The effect of some normalization methods on neural networks and robust methods with the presence of outliers,” *International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering*, vol. 11, no. 3, May 2025, doi: 10.22399/ijcesen.1716.
- [17] S. T. Mhlanga and M. Lall, “Normalization Techniques’ Effect on Multi-Criteria Methods for Decision Making,” *Current Overview on Science and Technology Research Vol. 2*, pp. 62–77, Aug. 2022, doi: 10.9734/bpi/costr/v2/2469A.
- [18] A. Aytakin, “Comparative Analysis of the Normalization Techniques in the Context of MCDM Problems,” *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, vol. 4, no. 2, pp. 1–25, Mar. 2021, doi: 10.31181/dmame210402001a.
- [19] M. Baydaş and O. E. Elma, “An objective criteria proposal for the comparison of MCDM and weighting methods in financial performance measurement: An application in Borsa Istanbul,” *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, vol. 4, no. 2, pp. 257–279, Sep. 2021, doi: 10.31181/dmame210402257b.
- [20] E. Purnamasari and D. A. Verano, “Model Data-Driven untuk Prediksi Digitalisasi UMKM Menggunakan GMM dan XGBoost,” *Jurnal Pustaka AI (Pusat Akses Kajian Teknologi Artificial Intelligence)*, vol. 5, no. 2, pp. 204–214, Aug. 2025, doi: 10.55382/jurnalpustakaai.v5i2.984.
- [21] A. Alipok, H. Tuli, and V. Taruh, “Analisis Penilaian Kinerja UMKM Dengan Pendekatan Balanced Scorecard,” *Jambura Accounting Review*, vol. 5, no. 2, pp. 193–202, Sep. 2024, doi: 10.37905/jar.v5i2.131.
- [22] M. A. Pratiwi, “Analisis Evaluasi Kinerja UMKM Dengan Metode Balanced Scorecard (Studi Kasus Bintang Snack Millenium),” *Manajerial dan Bisnis Tanjungpinang*, vol. 4, no. 2, pp. 149–158, 2021, doi: 10.52624/manajerial.v4i2.2237.
- [23] S. M. D. Solihin 2 and R. Masihtoh3, “ANALISIS LIKUIDITAS DAN PROFITABILITAS PADA UMKM SAPUTRA SNACK PAK UCIL DI KOTA BONTANG,” *JMA: JURNAL MANAJEMEN DAN AKUNTANSI*, vol. 13, no. 2, pp. 380–390, May 2024, doi: 10.31293/jma.v13i2.7856.