

Sistem Rekomendasi Prioritas Bantuan Industri Kecil dan Menengah (IKM) Dengan Metode AHP dan MOORA

Moh. Saiful Rohman¹, Anik Vega Vitianingsih^{2*}, Anastasia Lidya Maukar³, Slamet Kacung⁴, Pamudi⁵

^{1,2,4,5} Program Studi Teknik Informatika, Universitas Dr. Soetomo, Surabaya, Jawa Timur

³ Program Studi Teknik Industri, President University, Bekasi, Jawa Barat

Email: ¹ saiful.rohmansyah1@gmail.com, ^{2*} vega@unitomo.ac.id, ³ almaukar@president.ac.id,

⁴ slamet@unitomo.ac.id, ⁵ pamudi@unitomo.ac.id

(Naskah masuk: 14 Agu 2023, direvisi: 27 Sep 2023, diterima: 3 Okt 2023)

Abstrak

Bantuan modal diperlukan untuk meningkatkan produktivitas dan mendukung pertumbuhan industri kecil dan menengah (IKM). Dinas Perindustrian dan Tenaga Kerja Kabupaten Bangkalan seringkali mengalami kesulitan untuk merekomendasikan dan memprioritaskan penerima bantuan dari IKM agro dan non-agro sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan. Permasalahan tersebut mengakibatkan terjadinya penyaluran bantuan modal yang tidak efisien. Sistem rekomendasi untuk penentuan prioritas bantuan IKM dengan menggunakan metode AHP dan MOORA. Metode AHP digunakan untuk mengatribusikan nilai bobot pada kriteria yang berbeda, sedangkan metode MOORA dimanfaatkan untuk melakukan peringkat pada setiap opsi yang ada. Parameter kriteria yang digunakan adalah jumlah produksi, tenaga kerja, omzet dan surat ijin usaha. Pengujian validasi metode MOORA mendapatkan nilai *precision* 86%, *recall* 90%, *accuracy* 80% dan *F1-score* 88% yang menunjukkan metode MOORA mampu menghasilkan rekomendasi alternatif yang terbaik. Manfaat hasil penelitian ini dapat membantu penyalur untuk merekomendasikan dan memprioritaskan penerima bantuan modal IKM sesuai dengan kriteria.

Kata Kunci: Sistem Rekomendasi, Sistem Pendukung Keputusan, Prioritas Bantuan, IKM, AHP, MOORA

Recommendation System for Priority Assistance Small and Medium Industries (SMIs) using the AHP and MOORA Methods

Abstract

Capital assistance is needed to increase productivity and support the growth of small and medium industries (SMIs). The Bangkalan Regency Industry and Manpower Office often has difficulty recommending and prioritizing beneficiaries from agro and non-agro SMIs according to predetermined criteria. These problems result in the distribution of capital assistance. A recommendation system for prioritizing SMI assistance using the AHP and MOORA methods. The AHP method is used to attribute weight values to different criteria, while the MOORA method is used to rank each option. The criteria parameters used are the amount of production, labor, turnover, and business license. The validation test of the MOORA method obtained a precision value of 86%, recall of 90%, accuracy of 80%, and F1-score of 88%, which showed that the MOORA method produced the best alternative recommendations. This research's benefits can help distributors recommend and prioritize SMI aid recipients according to the criteria.

Keywords: Recommendation System, Decision Support System, Priority Assistance, SMEs, AHP, MOORA

I. PENDAHULUAN

Inovasi teknologi diperlukan dalam pengelolaan Industri Kecil dan Menengah (IKM) seiring dengan memasuki era kemajuan teknologi digital yang begitu cepat dalam beberapa tahun terakhir. IKM adalah bisnis yang menaungi pengelolaan bahan baku pada sektor ekonomi yang memiliki skala operasi yang lebih kecil dari pada perusahaan besar multinasional dengan tujuan mendorong pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan [1]. Kabupaten Bangkalan memiliki berbagai macam IKM dari bidang agro dan non agro, sehingga perkembangan IKM berperan penting dalam pertumbuhan ekonomi masyarakat. Di setiap daerah, Dukungan IKM yang tepat termasuk akses terhadap pembiayaan dan akses pasar, dapat membantu meningkatkan daya saing dan kontribusi positif terhadap perkembangan ekonomi. Setiap tahun, jumlah IKM mengalami peningkatan, namun pertumbuhannya belum sepenuhnya merata. Dilihat dari data yang diperoleh di Dinas Perindustrian dan Tenaga Kerja Kabupaten Bangkalan, angka total IKM yang terdiri dari IKM agro dan non agro dari tahun 2018 sampai dengan tahun 2022 menunjukkan kenaikan yang signifikan. Dengan rincian kenaikan total IKM dari tahun 2018 sebesar 514 menjadi 1513 di tahun 2022, diperoleh angka kenaikan sebesar 999 [2]. Sehingga masalah berkaitan kemampuan produktivitas yang rendah, dan keterbatasan pelaku IKM dalam mengakses modal masih sering terjadi.

Berkembang pesatnya IKM di Kabupaten Bangkalan pada sektor kerajinan, pertambangan, sampai sektor kemaritiman dijadikan dasar untuk menciptakan strategi dalam mendukung perkembangan IKM dengan memberikan bantuan modal kepada para pelaku IKM, sehingga IKM di Kabupaten Bangkalan diharapkan akan berkembang dengan baik. Dalam penyaluran bantuan modal kepada IKM, Dinas Perindustrian dan Tenaga Kerja Kabupaten Bangkalan mengalami kesulitan untuk merekomendasikan dan memprioritaskan penerima bantuan yang sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan dari IKM bidang agro dan non agro. Selain itu, belum adanya aplikasi yang dapat mempermudah Dinas Perindustrian dan Tenaga Kerja Kabupaten Bangkalan dalam merkapitulasi data alternatif dari IKM bidang agro dan non agro dengan menampilkan data parameter serta mengelola penyaluran bantuan modal IKM agar menjadi efisien dan cepat.

Penelitian terkait permasalahan penyaluran bantuan modal IKM pernah dilakukan di Kabupaten Sintang pada tahun 2021 dengan metode MOORA yang digunakan untuk menentukan prioritas pengembangan IKM. Penelitian tersebut menggunakan parameter yang didapat dari enam kriteria IKM yang telah ditentukan. Setiap kriteria memiliki nilai yang selanjutnya akan dihitung dengan menggunakan metode MOORA. Berdasarkan hasil perhitungan, bantuan untuk sektor industri akan diprioritaskan berdasarkan urutan nilai tertinggi [3]. Penelitian serupa juga pernah dilakukan di Bojonegoro tahun 2019 dengan menggunakan metode *Fuzzy AHP* untuk menentukan urutan prioritas dalam pemberian bantuan pengembangan untuk industri kayu dengan menggunakan parameter yang didapatkan dari lima kriteria yang telah ditentukan [4]. Berdasarkan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa belum adanya pembahasan yang

mengenai IKM di sektor bidang agro dan non agro yang mengimplementasikan metode AHP dan MOORA. Parameter yang akan digunakan dalam perhitungan terdiri dari lima kriteria yaitu jumlah produksi, tenaga kerja, omset, nilai investasi dan surat ijin usaha. Hal ini dapat menghasilkan alternatif yang lebih baik dengan menggunakan metode dan perubahan pada parameter.

Tujuan utama dari penelitian ini untuk membuat sistem rekomendasi untuk prioritas bantuan IKM di bidang agro dan non agro menggunakan algoritma *Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis* (MOORA) dengan mengantribusikan nilai bobot *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Parameter menggunakan berdasarkan jumlah produksi, tenaga kerja, omset, nilai investasi dan surat ijin usaha Metode AHP digunakan untuk mengatribusikan nilai bobot pada kriteria yang berbeda [5]. Sedangkan metode MOORA dimanfaatkan untuk melakukan peringkat pada setiap opsi yang ada [6]. Cara kerja metode AHP digunakan karena permasalahan yang sulit dibagi menjadi beberapa kelompok sehingga terbentuklah sebuah hirarki dalam menangani permasalahan yang kompleks dan tidak terstruktur untuk menentukan nilai bobot kriteria [7]. Metode MOORA digunakan karena dapat diterapkan pada model matematika yang rumit untuk menemukan jawaban dengan cara yang sangat mudah dan dapat diandalkan [6]. Sehingga menggunakan gabungan kedua metode diharapkan dapat mengurangi tingkat kesalahan data yang diajukan dalam penyaluran bantuan untuk pengembangan IKM.

II. STUDI PUSTAKA

A. Sistem Rekomendasi

Sistem Rekomendasi adalah tindakan tertentu ketika pengguna menawarkan dan merekomendasikan membuat keputusan yang diinginkan [8]. Rekomendasi sendiri memberikan keputusan untuk memberikan dan memutuskan nilai dari rekomendasi yang diinginkan. Perangkat lunak yang berupaya mengantisipasi ketertarikan pengguna terhadap suatu barang berdasarkan informasi terkait tentang barang tersebut dikenal sebagai sistem rekomendasi. Rekomendasi item (produk atau layanan) yang paling tepat untuk pengguna tertentu (individu atau bisnis).

Pemakaian interaksi antara komponen dan pemilik [9]. menjadi sudut pandang desain, sistem yang dipersonalisasi untuk pengguna. Perancangan merupakan tahap peralihan dalam memetakan spesifikasi atau kebutuhan dari aplikasi yang akan dibangun. Secara umum, sistem pemberi rekomendasi berguna bagi pengguna yang tidak atau kurang berpengalaman dan kurang memiliki pengetahuan untuk memilih banyak alternatif dan mengevaluasi alternatif yang lebih relevan daripada yang lain.

B. Sistem Pendukung Keputusan

Pendukung keputusan (SPK) adalah suatu prosedur di mana pengambilan keputusan adalah pemilihan alternatif terbaik secara sistematis dari beberapa alternatif dan tindak lanjut (penggunaan) secara sistematis sebagai cara pemecahan masalah [5]. Pengambilan dibuat untuk mendukung

mengumpulkan informasi, pertimbangan pilihan dalam hal tindakan yang terbaik.

Sistem pendukung keputusan dengan memberikan pilihan berdasarkan informasi, desain model, dan pemrosesan data. Sistem Pendukung Keputusan menggabungkan teknologi, analisis data, dan pemahaman konteks untuk memberikan panduan yang berharga dalam mengambil keputusan yang rumit. berinteraksi dengan komputer pengambilan dan ide untuk memodelkan prosedur dan mengaktualisasikan pengambilan keputusan manajer tertentu.

C. Industri Kecil dan Menengah (IKM)

Industri kecil dan menengah (IKM) adalah bisnis yang menaungi pengelolaan bahan baku pada sektor ekonomi yang memiliki skala operasi yang lebih kecil daripada perusahaan besar multinasional dengan tujuan mendorong pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan [1]. IKM adalah kegiatan ekonomi yang dilakukan oleh individu, kelompok, atau organisasi dengan tujuan menghasilkan barang atau jasa untuk pasar komersial. Memperbaiki barang-barang industri sering kali merupakan bagian dari sektor perakitan atau assembling. Selain memproduksi barang, industri juga menciptakan jasa sebagai produk industri.

IKM memiliki potensi pada sektor industri kecil dari kerajinan, pertambangan, sampai sektor kemaritiman. Untuk membuat sektor industri menjadi kuat dan kompetitif, pertumbuhan sektor industri di era globalisasi tidak diragukan lagi menuntut rencana yang tepat dan konsisten.

Bidang industri kecil dan menengah terdiri dari dua bidang yaitu [1] :

1. IKM Bidang Agro: Bidang agro yaitu kegiatan dengan menggunakan hasil pertanian sebagai bahan baku, serta produksi alat-alat dan layanan pendukung yang diperlukan. Industri ini mengendalikan atau mengubah komoditas pertanian mentah hingga digunakan oleh pelanggan sebagai komponen dari kompleks agroindustri.
2. IKM Bidang Non Agro: Bidang Non agro adalah kegiatan dalam pemanfaatan barang produksi industri yang ada untuk dijadikan sebuah kerajinan dan semacamnya.

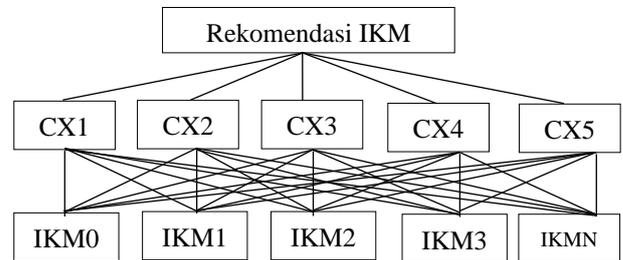
D. Analytical Hierarchy Process (AHP)

AHP dalam membentuk nilai relatif antar kriteria, yang menggunakan hirarki untuk menguraikan situasi multi-kriteria yang sulit [5]. Tantangan yang kompleks dan bersifat yang sulit dapat diselesaikan dengan AHP. Untuk membuat hirarki, masalah yang kompleks dibagi menjadi beberapa kategori [7]. Evaluasi pilihan-pilihan dengan tujuan untuk memilih yang terbaik. Kesulitan keputusan AHP kadang-kadang dapat diakibatkan oleh keputusan yang dirasakan dan dilihat yang harus segera dibuat, tetapi variasinya sangat rumit sehingga diragukan bahwa data akan dapat direkam secara kuantitatif.

Terdapat empat prinsip dasar dalam penyelesaian perhitungan metode AHP sebagai berikut [5]:

1. Dekomposisi (*Decomposition*): Penentuan nilai dekomposisi atau memecah masalah menjadi bagian-bagian komponennya, terdapat beberapa langkah-langkah dari yang pertama dalam proses metode AHP. Komponen-komponen tersebut diuraikan hingga pemecahan lebih

lanjut dan tidaknya dapat dilakukan untuk mencapai nilai yang tepat. Proses pemecahan yang dilakukan menghasilkan variabel dari permasalahan dengan menggunakan model hierarki dekomposisi yang mengacu pada Gambar 1. Variabel kriteria CX1 sampai CX5 merupakan kriteria yang mengacu pada Tabel 3. Variabel alternatif IKM0 sampai IKMN berdasarkan Tabel 4.



Gambar 1. Dekomposisi

2. Penilaian Komparasai (*Comparability Assessment*): Konsep ini mengevaluasi nilai relatif dari dua komponen pada tingkat tertentu dibandingkan dengan item di atasnya penilaian perbandingan. Karena hal ini mempengaruhi bagaimana elemen-elemen diprioritaskan, penilaian ini sangat penting bagi AHP. Proses perhitungan matriks perbandingan berpasangan (MPB) dinyatakan baik dengan cara yang paling efektif untuk menggambarkan hasil penilaian. Matriks perbandingan berpasangan (MPB) diperkenalkan oleh Saaty untuk melakukan perbandingan antar nilai dari 1 hingga 10.
3. Penentuan Prioritas: Nilai vektor bobot dari setiap matriks perbandingan berpasangan dapat digunakan untuk menentukan prioritas wilayah. Prioritas global dengan menggabungkan prioritas regional karena matriks perbandingan berpasangan ada di setiap tingkat. Proses hirarki berbeda dengan proses sintesis. Pengaturan prioritas mengacu pada urutan komponen sesuai dengan relevansi relatif mereka selama proses sintesis.
4. Konsistensi Logis: Ada dua definisi konsistensi logis. Langkah pertama adalah mengatur item terkait ke dalam kelompok berdasarkan konsistensi dan relevansi. Kedua, tergantung pada kriteria tertentu, hal ini berkaitan dengan tingkat keterkaitan antara berbagai hal.

Mengetahui tingkat konsistensi pada metode AHP sangat penting dalam menentukan pilihan yang kita inginkan dalam membuat pilihan berdasarkan faktor dengan konsistensi yang tidak sesuai. Berikut ini adalah langkah-langkah yang diambil pada tahap ini [5]:

1. Nilai bobot prioritas pertama, diikuti dengan matriks prioritas kriteria kedua dikalikan dengan setiap nilai bobot kedua lalu dibagi dengan nilai bobot prioritas kedua, dan seterusnya.
2. Jumlah nilai tiap-tiap baris kriteria untuk menghasilkan nilai tiap kolom (\sum baris)
3. Selanjutnya, untuk mendapatkan nilai lamda, hasil dari nilai penjumlahan dibagi dengan jumlah nilai prioritas terkait menggunakan persamaan (1).

$$\lambda = \frac{\sum_{baris}}{prioritas} \tag{1}$$

- Menghasilkan nilai yang disebut λ_{max} sebagai nilai bobot. Hasil sebelumnya dijumlah nilai λ dan dibagi dengan jumlah kriteria yang tersedia menggunakan persamaan (2), dimana n adalah jumlah nilai parameter kriteria.

$$\lambda_{maks} = \frac{\sum \lambda}{n} \quad (2)$$

- Penentuan nilai indeks konsisten menggunakan persamaan (3).

$$CI = \frac{(\lambda_{maks} - n)}{n - 1} \quad (3)$$

- Memastikan nilai konsistensi yang akurat dalam menentukan hasil yang dipertimbangkan saat mengambil keputusan. Perhitungan Rasio Konsistensi berdasarkan persamaan (4).

$$CR = \frac{CI}{RC} \quad (4)$$

Matriks perbandingan dilakukan dengan mendapatkan nilai RC dari Tabel 1 sebagai tolak ukur [5].

Tabel 1. Penentuan Konsistensi Acak

N	1,2	3	4	5	6	7	8	..
Rn	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	...

- Hasil perhitungan penilaian harus diperbarui jika nilainya melebihi 10%. Namun demikian, hasil perhitungan dapat dianggap konsisten jika rasio konsisten.

E. Multi-Objective Optimazation by Ratio Analysis (MOORA)

Metode MOORA dikembangkan untuk menyelesaikan masalah perhitungan matematika yang sulit dalam pencarian multikriteria [10]. Metode MOORA digunakan dalam berbagai bidang, termasuk manajemen, konstruksi, kontrak, desain jalan, dan ekonomi. Teknik ini cukup selektif dalam memilih opsi [3]. Berbagai macam masalah pengambilan keputusan yang rumit dapat diselesaikan secara efektif dengan menggunakan pendekatan optimasi multi objektif.

Pendekatan MOORA mudah dipahami dan mudah diadaptasikan dalam hal pemecahan masalah hingga proses evaluasi kriteria bobot keputusan. Karena dapat membedakan antara tujuan dan kriteria yang bersaing, seperti yang berharga (*benefit*) atau tidak menguntungkan (*cost*), metode MOORA juga memiliki tingkat selektivitas yang tinggi. Terdapat beberapa proses penentuan metode ini sebagai berikut [11]:

- Metode MOORA diawali dengan membuat matriks respon menggunakan persamaan (5), dimana nilai awal x . X_{ij} adalah nilai alternatif (j) untuk kriteria (i).

$$x = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1i} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{i1} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{jn} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mi} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

- Normalisasi: Metode Sistem rasio digunakan dalam metode MOORA. Mentransformasikan data mentah dengan satuan atau rentang yang berbeda menjadi data dengan rentang 0-1, Tujuan normalisasi adalah untuk memastikan bahwa setiap alternatif yang digunakan dalam analisis memiliki kontribusi yang konsisten yang dapat dibandingkan dengan cara yang tepat menggunakan persamaan (6).

$$X_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (6)$$

- Sebagaimana ditunjukkan dalam persamaan (7) digunakan untuk menentukan matriks normalisasi terbobot.

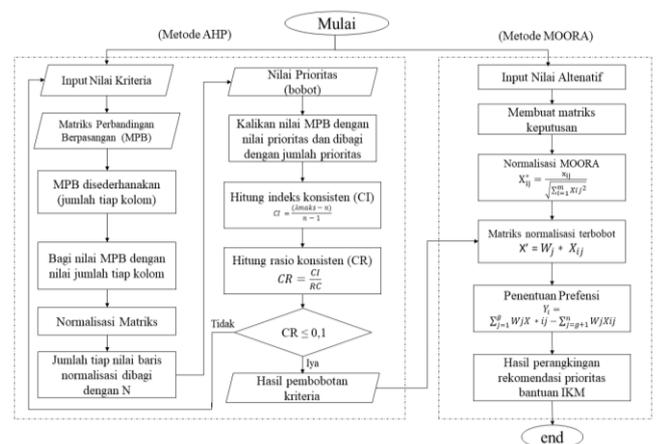
$$X' = W_j * X_{ij} \quad (7)$$

- Menentukan hasil nilai preferensi dapat ditentukan pada persamaan (8).

$$Y_i = \sum_{j=1}^g W_j X'_{ij} * ij - \sum_{j=g+1}^n W_j X'_{ij} \quad (8)$$

III. METODE

Terdapat beberapa proses dalam pembuatan sistem rekomendasi untuk prioritas bantuan industri kecil dan menengah (IKM). *Flowchart* divisualisasikan dengan bentuk bangun datar yang mempunyai arti masing-masing, serta dalam urutannya dihubungkan dengan anak panah. *Flowchart* merupakan diagram yang menggambarkan algoritma, alur kerja, atau proses sistem yang aktif [12]. Algoritma proses sistem rekomendasi untuk prioritas bantuan industri kecil dan menengah (IKM) dengan metode AHP digunakan untuk mengatribusikan nilai bobot pada kriteria yang berbeda, sedangkan metode MOORA dimanfaatkan untuk melakukan peringkat pada setiap opsi yang ada. Gambar algoritma pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Algoritma

Pada Gambar 2 proses perhitungan metode AHP terdapat beberapa tahap, dijelaskan proses awal setelah login. Admin menentukan komponen-komponen kriteria, setelah itu sistem akan melakukan proses penentuan pada matriks perbandingan berpasangan. Perhitungan selanjutnya menentukan nilai masing-masing normalisasi MPB sampai dengan menentukan nilai bobot prioritas. Hasil perhitungan penilaian harus diperbarui jika nilainya melebihi 10%. Namun demikian, hasil perhitungan dapat dianggap konsisten jika nilai melebihi 10%.

Setelah melakukan proses AHP dilanjutkan dengan melakukan perhitungan dengan metode MOORA terdapat tahapan secara singkat untuk perhitungan metode MOORA. Membuat matriks keputusan dengan menginput data alternatif dengan mengisi kelengkapan data IKM dan akan diproses sistem dari data inputan. Hasil dari proses matriks keputusan selanjutnya dilakukan normalisasi matriks. Nilai normalisasi matriks dikali dengan nilai bobot AHP yang di ambil dari perhitungan sebelumnya. Proses akhir yaitu sistem akan menampilkan hasil perbandingan rekomendasi prioritas bantuan IKM.

1. Kriteria: Data Kriteria digunakan untuk parameter dalam merekomendasikan bantuan industri kecil dan menengah (IKM) menggunakan kriteria-kriteria yang digunakan di Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Rekomendasi Bantuan

Kode	Kriteria
CX1	Jumlah Produksi
CX2	Tenaga Kerja
CX3	Omset
CX4	Investasi
CX5	Surat Ijin Usaha

2. Alternatif: Data alternatif yang digunakan untuk penentuan rekomendasi bantuan industri kecil dan menengah (IKM) menggunakan data IKM di Kabupaten Bangkalan pada Tabel 3.

Tabel 3. Alternatif IKM Kabupaten Bangkalan

Kode	Alternatif
IKM01	Eq Batik
IKM02	Lancar Jaya
IKM03	Putra Putri Snack
IKM04	Ram Konfeksi
IKM05	Sundara
IKM06	Al Faaiq
IKM07	UD. Ikhwan
IKM08	Tiga Jaya Mebel
IKM09	Cooking Tia
IKM10	Jaka Sukma

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penentuan dengan Metode AHP

Tahap pertama dari proses penentuan metode AHP adalah dengan menentukan nilai prioritas komponen dengan membuat matriks perbandingan berpasangan dari kriteria-kriteria yang sudah ditentukan berdasarkan tabel hirarki di Tabel 4.

Tabel 4. MPB Metode AHP

Kode	CX1	CX2	CX3	CX4	CX5
CX1	1	2	3	5	1
CX2	0,5	1	2	3	1
CX3	0,3333	0,5	1	3	1
CX4	0,2	0,3333	0,3333	1	1
CX5	1	1	1	1	1
Total	3,0333	4,8333	7,3333	13	5

Setelah nilai setiap kolom kriteria dihitung, nilai Tabel 5 diperoleh dengan jumlah nilai angka pada kolom yang kemudian dihitung dengan membaginya oleh total angka dalam matrik setiap kolom.

Tabel 5. Normalisasi Matriks

Kode	CX1	CX2	CX3	CX4	CX5
CX1	0,3297	0,4138	0,4091	0,3846	0,2
CX2	0,1648	0,2069	0,2727	0,2308	0,2
CX3	0,1099	0,1034	0,1364	0,2308	0,2
CX4	0,0659	0,069	0,0455	0,0769	0,2
CX5	0,3297	0,2069	0,1364	0,0769	0,2

Nilai bobot kriteria ditentukan dengan menambahkan nilai setiap kriteria dan membagi hasilnya dengan jumlah total kriteria, dimana terdapat 5 kriteria yaitu:

$$\lambda_{CX1} = \frac{0,3297+0,4138+0,4091+0,3846+0,2}{5} = 0,3474$$

$$\lambda_{CX2} = \frac{0,1648+0,2069+0,2727+0,2308+0,2}{5} = 0,215$$

$$\lambda_{CX3} = \frac{0,1099+0,1034+0,1364+0,2308+0,2}{5} = 0,1561$$

$$\lambda_{CX4} = \frac{0,0659+0,069+0,0455+0,0769+0,2}{5} = 0,0915$$

$$\lambda_{CX5} = \frac{0,3297+0,2069+0,1364+0,0769+0,2}{5} = 0,19$$

Nilai matriks kriteria pertama dikalikan dengan setiap nilai prioritas pertama lalu dibagi dengan nilai bobot prioritas pertama, diikuti dengan matriks prioritas kriteria kedua dikalikan dengan setiap nilai bobot kedua lalu dibagi dengan nilai bobot prioritas kedua, dan seterusnya.

$$\lambda_{mak_{CX1}} = \frac{[(1 \cdot 0,3474) + (2 \cdot 0,215) + (3 \cdot 0,1561) + (5 \cdot 0,0915) + (1 \cdot 0,19)]}{0,3474} = 5,4487$$

$$\lambda_{mak_{CX2}} = \frac{[(0,5 \cdot 0,3474) + (1 \cdot 0,215) + (2 \cdot 0,1561) + (3 \cdot 0,0915) + (1 \cdot 0,19)]}{0,215} = 5,4188$$

$$\lambda_{mak_{CX3}} = \frac{[(0,3333 \cdot 0,3474) + (0,5 \cdot 0,215) + (1 \cdot 0,1561) + (3 \cdot 0,0915) + (1 \cdot 0,19)]}{0,1561} = 5,4055$$

$$\lambda_{mak_{CX4}} = \frac{[(0,2 \cdot 0,3474) + (0,3333 \cdot 0,215) + (0,3333 \cdot 0,1561) + (1 \cdot 0,0915) + (1 \cdot 0,19)]}{0,0915} = 5,1897$$

$$\lambda_{mak_{CX5}} = \frac{[(1 \cdot 0,3474) + (1 \cdot 0,215) + (1 \cdot 0,1561) + (1 \cdot 0,0915) + (1 \cdot 0,19)]}{0,19} = 5,264$$

Proses selanjutnya menentukan nilai konsistensi indeks untuk menentukan konsistensi.

$$CI = \frac{(5.4487+5.4188+5.4055+5.1897+5.264)-5}{5-1} = 0,0863$$

Dari perhitungan dilakukan pengukuran konsistensi untuk memastikan pengambilan keputusan memiliki konsisten atau tidak. Menentukan Nilai RC ditetapkan sesuai dengan tabel 2. RC = 1,12 (Sesuai jumlah kriteria nilai 5 = 1,12). Selanjutnya, menentukan nilai CR yaitu:

$$\text{Nilai } CR = \frac{CI}{RC} = \frac{0,0863}{1,12} = 0,0771$$

Konsistensi ratio terhadap proses perhitungan bobot AHP memenuhi syarat atau akurat karena nilai $CR \leq 0,1$ ($0,0771 \leq 0,1$)

2. Penentuan dengan Metode MOORA

Metode MOORA kemudian dilakukan perhitungan untuk menghasilkan hasil perankingan pemeringkatan bantuan IKM. setelah nilai, bobot ditentukan dengan metode AHP.

Skala penentuan matriks keputusan dari data alternatif sesuai dengan kondisi yang ada dari nilai skala 1 sampai 4. Penentuan skala penilaian ditentukan di Tabel 6.

Tabel 6. Penilaian Alternatif

Kode	Parameter	Kategori	Nilai
CX1	Produksi	≤ 7.000	1
		1.000 s/d 7.000	2
		500 s/d 1.000	3
		≥ 500	4
		≤ 5	1
CX2	Tenaga Kerja	5 s/d 15	2
		15 s/d 20	3
		≥ 20	4
		≤ 100.000.000	1
CX3	Omset	50.000.000 s/d 100.000.000	2
		25.000.000 s/d 50.000.000	3
		≥ 25.000.000	4
		≤ 75.000.000	1
		50.000.000 s/d 75.000.000	2
CX4	Investasi	25.000.000 s/d 50.000.000	3
		≥ 25.000.000	4
		Iya	1
CX5	Surat Ijin	Tidak	2

Dari skala penilaian di terapkan pada matriks keputusan data alternatif, proses tersebut diaplikasikan di Tabel 7.

Tabel 7. Matriks Keputusan

Kode	CX1	CX2	CX3	CX4	CX5
IKM0	2	1	1	3	2
IKM1	1	4	4	1	2
IKM2	1	3	4	4	1
IKM3	2	2	1	3	2

Kode	CX1	CX2	CX3	CX4	CX5
IKM4	1	2	1	3	1
IKM5	1	2	3	4	2
IKM6	3	1	1	1	1
IKM7	2	3	3	1	2
IKM8	2	1	3	2	2
IKM9	1	2	1	3	2

Selanjutnya menentukan nilai normalisasi matriks. Proses perhitungan nilai normalisasi matriks dengan menghitung nilai pada tiap-tiap baris alternatif yang sudah dikuadratkan dibagi dengan akar jumlah nilai kolom kriteria.

$$x_{A1C1} = \frac{2}{\sqrt{2^2+1^2+1^2+2^2+1^2+1^2+3^2+2^2+2^2+1^2}} = \frac{2}{\sqrt{30}} = 0,3651$$

Gunakan persamaan yang sama untuk nilai alternatif berikutnya dan yang lainnya. Proses tersebut menghasilkan nilai di Tabel 8.

Tabel 8. Normalisasi Matriks MOORA

Kode	CX1	CX2	CX3	CX4	CX5
IKM0	0,3651	0,1374	0,125	0,3464	0,4
IKM1	0,1826	0,5494	0,5	0,1155	0,2
IKM2	0,1826	0,4121	0,5	0,4619	0,2
IKM3	0,3651	0,2747	0,125	0,3464	0,2
IKM4	0,1826	0,2747	0,125	0,3464	0,2
IKM5	0,1826	0,2747	0,375	0,4619	0,4
IKM6	0,5477	0,1374	0,125	0,1155	0,2
IKM7	0,3651	0,4121	0,375	0,1155	0,4
IKM8	0,3651	0,1374	0,375	0,2309	0,4
IKM9	0,1826	0,2747	0,125	0,3464	0,4

Matriks normalisasi terbobot kemudian dapat dihitung dengan cara dikalikan matriks normalisasi (x) ke bobot prioritas kriteria (W) yang telah diperoleh dari perhitungan sebelumnya dengan menggunakan pendekatan AHP. Sehingga diperoleh nilai normalisasi matriks terbobot X' di Tabel 9.

Tabel 9. Normalisasi Terbobot

Kode	CX1	CX2	CX3	CX4	CX5
IKM0	0,1269	0,0295	0,0195	0,0317	0,076
IKM1	0,0634	0,1182	0,078	0,0106	0,038
IKM2	0,0634	0,0886	0,078	0,0422	0,038
IKM3	0,1269	0,0591	0,0195	0,0317	0,038
IKM4	0,0634	0,0591	0,0195	0,0317	0,038
IKM5	0,0634	0,0591	0,0585	0,0422	0,076
IKM6	0,1903	0,0295	0,0195	0,0106	0,038
IKM7	0,1269	0,0886	0,0585	0,0106	0,076
IKM8	0,1269	0,0295	0,0585	0,0211	0,076
IKM9	0,0634	0,0591	0,0195	0,0317	0,076

Menghitung nilai preferensi. Nilai preferensi didapat dengan menentukan nilai maximum dan minimum, selanjutnya dilakukan penjumlahan antar nilai max dan min yang ditentukan. Hasil nilai preferensi di Tabel 10.

Tabel 10. Nilai Preferensi

Kode	Max + Min	Nilai
IKM0	0,1269 + 0,0295 + 0,0195 + 0,0317 + 0,076	0,2836
IKM1	0,0634 + 0,1182 + 0,078 + 0,0106 + 0,038	0,3082
IKM2	0,0634 + 0,0886 + 0,078 + 0,0422 + 0,038	0,3103
IKM3	0,1269 + 0,0591 + 0,0195 + 0,0317 + 0,038	0,2751
IKM4	0,0634 + 0,0591 + 0,0195 + 0,0317 + 0,038	0,2117
IKM5	0,0634 + 0,0591 + 0,0585 + 0,0422 + 0,076	0,2993
IKM6	0,1903 + 0,0295 + 0,0195 + 0,0106 + 0,038	0,2879
IKM7	0,1269 + 0,0886 + 0,0585 + 0,0106 + 0,076	0,3606
IKM8	0,1269 + 0,0295 + 0,0585 + 0,0211 + 0,076	0,312
IKM9	0,0634 + 0,0591 + 0,0195 + 0,0317 + 0,076	0,2497

Langkah terakhir yaitu menentukan hasil perankingan dari perhitungan diatas. Nilai tertinggi atau terbesar merupakan alternatif terbaik untuk direkomendasikan prioritas bantuan IKM di Kabupaten Bangkalan. Hasil daftar perankingan di Tabel 11.

Tabel 11. Perankingan

Kode	Nilai Akhir	Rangking
IKM7	0,3606	1
IKM8	0,312	2
IKM2	0,3103	3
IKM1	0,3082	4
IKM5	0,2993	5
IKM6	0,2879	6
IKM0	0,2836	7
IKM3	0,2751	8
IKM9	0,2497	9
IKM4	0,2117	10

Berdasarkan perhitungan di atas sistem rekomendasi untuk prioritas bantuan industri kecil dan menengah (IKM) dengan metode AHP digunakan untuk mengatribusikan nilai bobot pada kriteria yang berbeda, sedangkan metode MOORA dimanfaatkan untuk melakukan peringkat pada setiap opsi yang ada menghasilkan dan menampilkan rekomendasi untuk prioritas bantuan IKM yaitu: nilai tertinggi dengan kode IKM7 Tiga Jaya Mebel dengan nilai akhir 0,3606.

3. Pengujian Validasi

Pengujian terhadap aplikasi sistem rekomendasi untuk prioritas bantuan industri kecil dan menengah (IKM) dengan metode AHP digunakan untuk mengatribusikan nilai bobot pada kriteria yang berbeda, sedangkan metode MOORA dimanfaatkan untuk melakukan peringkat pada setiap opsi

yang ada. Studi kasus yang dianalisa sebanyak 25 IKM di Kabupaten Bangkalan. Data yang sudah menghasilkan sebuah analisa atau data prediksi sistem nantinya akan dibandingkan dengan data aktual. Pengujian validasi ini digunakan untuk menghitung kinerja algoritma dengan *confusion matrix* seperti akurasi, *recall*, *precision*, dan *F1-Score* setelah dilakukan perbandingan. Hal ini dilakukan untuk melihat seberapa baik logika yang digunakan [13]. Proses perhitungan *confusion matrix* menggunakan persamaan berikut.

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \tag{9}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \tag{10}$$

$$Accuracy = \frac{Jumlah\ Data}{TP+TN} \tag{11}$$

$$F1-Score = \frac{(2 \times (recall \times precision))}{recall+precision} \tag{12}$$

Dari persamaan di atas dilakukan proses perbandingan data aktual dan data prediksi sistem, akurasi dilakukan di Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Pengujian

Hasil Pengujian Akurasi			
	Prediksi		
	True (T)	False (F)	
Aktual	Positif (P)	18	3
	Negatif (N)	2	2

Keterangan :

- TP : 18
- TN : 2
- FP : 3
- FN : 2

Berdasarkan penjelasan Tabel 12 di atas maka dapat dihitung evaluasi dari *confusion matrix* untuk nilai *precision* dengan menggunakan persamaan 9, *recall* dengan persamaan 10, *accuracy* dengan persamaan 11, dan *F1-score* dengan persamaan 12:

$$1. Precision = \frac{TP}{TP+FP} = \frac{18}{18+3} = \frac{18}{21} \times 100\% = 86\%$$

$$2. Recall = \frac{TP}{TP+FN} = \frac{18}{18+2} = \frac{18}{20} \times 100\% = 90\%$$

$$3. Accuracy = \frac{TP+TN}{Jumlah\ Data}$$

$$= \frac{21}{25} \times 100\% = 80\%$$

$$4. F1-Score = \frac{(2 \times (recall \times precision))}{recall+precision} = \frac{(2 \times (90\% \times 86\%))}{(90\% + 86\%)} \times 100\% = 88\%$$

Pengujian pada sistem rekomendasi untuk prioritas bantuan industri kecil dan menengah (IKM) yang dilakukan

menghasilkan *precision* 86%, *recall* 90%, *accuracy* 80% dan *F1-score* 88%. setelah dilakukan perbandingan. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik, menunjukkan bahwa teknik dan algoritma yang digunakan dapat menghasilkan rekomendasi alternatif terbaik.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan aplikasi sistem rekomendasi untuk prioritas bantuan industri kecil dan menengah (IKM) dengan metode AHP digunakan untuk mengatribusikan nilai bobot pada kriteria yang berbeda, sedangkan metode MOORA dimanfaatkan untuk melakukan peringkat pada setiap opsi yang ada. Aplikasi yang dibuat mampu mempermudah instansi dalam merekapitulasi data alternatif dari IKM bidang agro dan non agro dengan menampilkan data parameter jumlah produksi, tenaga kerja, omset, investasi dan surat ijin. Aplikasi yang dibuat menghasilkan dan menampilkan rekomendasi untuk prioritas bantuan IKM dengan nilai tertinggi hingga dengan nilai terendah untuk digunakan perekomendasi bantuan dibidang IKM. Pengujian yang dilakukan pada akurasi dengan melakukan perbandingan terhadap data aktual dan prediksi sistem mampu memberikan nilai *precision* 86%, *recall* 90%, *accuracy* 80% dan *F1-score* 88%. yang menunjukkan bahwa metode dan algoritma yang digunakan mampu menghasilkan rekomendasi alternatif yang terbaik.

REFERENSI

- [1] Menteri Perindustrian, *Besaran Jumlah Tenaga Kerja dan Nilai Investasi untuk Klasifikasi Usaha Industri*. Republik Indonesia, 2016.
- [2] D. P. dan T. K. K. Bangkalan, *Data Industri Kecil Menengah Bangkalan, Bangkalan: Biro Non Agro*. Bangkalan, 2022.
- [3] D. I. K. Sintang, "Penerapan Metode MOORA dalam Menentukan Prioritas Pengembangan Industri Kecil dan Menengah di Kabupaten Sintang," vol. 09, no. 02, 2021.
- [4] D. A. Irawati, R. Ariyanto, I. Khoiriyah, and A. I. Kecil, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Prioritas Pengembangan Industri Kecil dan Menengah di Kabupaten Bojonegoro," pp. 34–39, 2019.
- [5] D. Pribadi, R. Amegia Saputra, J. Maulana Hudin, and Gunawan, *Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2020.
- [6] D. Anggraini, A. P. Lubis, and A. Akmal, "Penerapan AHP-Moora Untuk Kelompok Tani Penerima Bantuan Alsintan," *JUTSI (Jurnal Teknol. dan Sist. Informasi)*, vol. 2, no. 1, pp. 23–30, 2022.
- [7] N. R. Dyah Apriliani, Indah Dwi Jayanti, "Implementasi Metode AHP-TOPSIS Dalam Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Prioritas Bantuan Usaha Kecil dan Menengah Di Kota Tegal," vol. 2, no. 1, pp. 5–11, 2020.
- [8] Yeni Kustiyahningsih Devise Rosa Anamisa, *Sistem Informasi & Implementasi Untuk Pendukung Keputusan*. Malang: Media Nusa Creative, 2020.
- [9] M. I. Fathurrahman, D. Nurjanah, and R. Rismala, "Sistem Rekomendasi Pada Buku Dengan Menggunakan Metode Trust-Aware Recommendation," *e-Proceeding Eng. / ISSN 2355-9365*, vol. 4, no. 3, pp. 4966–4977, 2017.
- [10] W. K. M. Brauers, E. K. Zavadskas, and T. Vilitiune, "Multi - objective contractor ' s ranking by applying the Moora method," vol. 1699, 2010.
- [11] W. K. M. Brauers and E. K. Zavadskas, "The MOORA method and its application to privatization in a transition economy," *Control Cybern.*, vol. 35, no. 2, pp. 445–469, 2006.
- [12] C. Carnaghan, "Business process modeling approaches in the context of process level audit risk assessment: An analysis and comparison," *Int. J. Account. Inf. Syst.*, vol. 7, no. 2, pp. 170–204, 2006.
- [13] M. Bramer, *Principles of Data Mining*. Springer: London. London-Spinger, 2007.