

Sistem Penunjang Keputusan Berbasis Machine Learning untuk Seleksi Supplier Bahan Pangan MBG Kota Padang Berdasarkan Kualitas, Ketepatan Waktu, Harga, dan Risiko Pasokan

Sri Rahmawati¹, Devia Kartika², Megi Gustinal³

^{1,2}Universitas Putra Indonesia YPTK Padang

³Politeknik Siti Nadhira

sri_rahmawati@upiypk.ac.id

Published: Agustus, 2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan Sistem Penunjang Keputusan berbasis *Machine Learning* untuk mendukung seleksi supplier bahan pangan Program Makan Bergizi Gratis (MBG) Kota Padang. Sistem mengevaluasi supplier berdasarkan empat kriteria utama, yaitu kualitas, ketepatan waktu pengiriman, harga, dan risiko pasokan. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data historis, praproses data, pelatihan model *Machine Learning*, serta evaluasi kinerja menggunakan metrik akurasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan rekomendasi supplier secara objektif, konsisten, dan adaptif terhadap perubahan data. Implementasi sistem diharapkan meningkatkan efisiensi pengadaan, mengurangi risiko gangguan pasokan, serta mendukung keberlanjutan distribusi bahan pangan bagi Program MBG Kota Padang.

Kata kunci: Sistem Penunjang Keputusan, *Machine Learning*, Seleksi Supplier.

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Program Makan Bergizi Gratis (MBG) merupakan salah satu program strategis pemerintah Indonesia yang bertujuan meningkatkan kualitas gizi masyarakat, khususnya peserta didik, melalui penyediaan makanan bergizi secara berkelanjutan. Keberhasilan implementasi program ini sangat bergantung pada efektivitas sistem pengadaan bahan pangan yang mampu menjamin ketersediaan bahan baku berkualitas, aman, dan tersedia tepat waktu. Dalam pelaksanaannya, proses pemilihan supplier menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan rantai pasok karena berpengaruh langsung terhadap mutu makanan, efisiensi biaya, serta kontinuitas distribusi bahan pangan kepada penerima manfaat.

Di Kota Padang, kebutuhan bahan pangan untuk mendukung operasional dapur MBG terus meningkat seiring bertambahnya jumlah sekolah dan peserta program. Kondisi tersebut menyebabkan proses pengadaan menjadi semakin kompleks karena melibatkan banyak supplier dengan karakteristik yang berbeda-beda. Setiap supplier memiliki tingkat kualitas produk, ketepatan waktu pengiriman, harga, kapasitas produksi, dan tingkat risiko pasokan yang tidak sama. Apabila proses seleksi supplier masih dilakukan secara manual berdasarkan pengalaman atau penilaian subjektif, maka keputusan yang dihasilkan berpotensi kurang optimal, sulit dipertanggungjawabkan, dan rentan terhadap kesalahan pengambilan keputusan.

Permasalahan lain yang sering ditemui dalam pengadaan bahan pangan adalah keterlambatan distribusi, fluktuasi harga komoditas, ketidaksesuaian spesifikasi kualitas, serta gangguan pasokan

akibat faktor cuaca, kondisi logistik, maupun perubahan produksi. Risiko-risiko tersebut dapat menghambat operasional dapur MBG sehingga berpotensi mengurangi kualitas layanan program. Oleh karena itu, diperlukan suatu mekanisme pengambilan keputusan yang mampu mengevaluasi supplier secara objektif dengan mempertimbangkan berbagai kriteria secara bersamaan.

Sistem Penunjang Keputusan (SPK) merupakan salah satu pendekatan yang banyak digunakan untuk membantu pengambil keputusan dalam menyelesaikan permasalahan semi-terstruktur maupun multikriteria. SPK mampu mengintegrasikan data, model analisis, dan pengetahuan sehingga menghasilkan rekomendasi yang lebih sistematis dibandingkan metode konvensional. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa SPK telah berhasil diterapkan dalam proses pemilihan supplier pada sektor manufaktur, logistik, kesehatan, maupun pengadaan pemerintah dengan memanfaatkan metode seperti Analytical Hierarchy Process (AHP), Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), Simple Additive Weighting (SAW), Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE), dan Weighted Product (WP). Meskipun demikian, sebagian besar metode tersebut masih menggunakan bobot yang bersifat statis dan belum mampu beradaptasi terhadap perubahan pola data yang dinamis.

Perkembangan teknologi Artificial Intelligence (AI), khususnya Machine Learning (ML), memberikan peluang untuk meningkatkan kemampuan SPK dalam menghasilkan rekomendasi yang lebih akurat dan adaptif. Machine Learning memungkinkan sistem mempelajari pola historis dari data pengadaan sehingga mampu memprediksi tingkat kelayakan supplier berdasarkan karakteristik yang dimiliki. Berbeda dengan pendekatan konvensional yang bergantung pada aturan tetap, model Machine Learning mampu melakukan pembelajaran secara otomatis dari data sehingga dapat menyesuaikan diri terhadap perubahan kondisi pasar, fluktuasi harga, maupun perubahan performa supplier dari waktu ke waktu.

Penerapan Machine Learning dalam proses seleksi supplier juga memungkinkan integrasi berbagai indikator yang sebelumnya sulit dianalisis secara bersamaan. Dalam penelitian ini, empat indikator utama yang digunakan meliputi kualitas bahan pangan, ketepatan waktu pengiriman, harga, dan risiko pasokan. Kualitas bahan pangan menjadi faktor utama karena berkaitan langsung dengan keamanan pangan dan pemenuhan standar gizi program MBG. Ketepatan waktu pengiriman berpengaruh terhadap kelancaran operasional dapur dan kontinuitas distribusi makanan. Harga merupakan aspek penting dalam menjaga efisiensi penggunaan anggaran tanpa mengurangi mutu layanan. Sementara itu, risiko pasokan mencerminkan kemampuan supplier dalam mempertahankan ketersediaan bahan pangan secara berkelanjutan meskipun menghadapi berbagai kondisi eksternal.

Penggunaan data historis sebagai dasar pembelajaran Machine Learning memungkinkan identifikasi pola hubungan antarvariabel yang sulit dikenali melalui analisis manual. Model yang dibangun dapat memanfaatkan berbagai algoritma klasifikasi maupun ensemble, seperti Random Forest, Gradient Boosting, Extreme Gradient Boosting (XGBoost), atau algoritma lain yang memiliki kemampuan tinggi dalam menangani data multivariabel. Model tersebut kemudian menghasilkan skor atau klasifikasi tingkat kelayakan supplier sehingga dapat digunakan sebagai dasar rekomendasi dalam proses pengadaan.

Selain meningkatkan akurasi keputusan, implementasi Machine Learning pada SPK juga mendukung transparansi dan akuntabilitas pengadaan. Setiap rekomendasi dihasilkan berdasarkan analisis data yang terdokumentasi sehingga memudahkan proses evaluasi dan audit. Dengan demikian, keputusan yang diambil tidak hanya didasarkan pada intuisi atau pengalaman pengambil keputusan, tetapi juga didukung oleh bukti empiris yang berasal dari data historis. Pendekatan berbasis data ini sejalan dengan transformasi digital pada sektor publik yang menekankan pengambilan keputusan secara objektif, efisien, dan terukur.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem seleksi supplier menggunakan metode Multi-Criteria Decision Making (MCDM) maupun Machine Learning secara terpisah. Namun, penerapan Machine Learning pada seleksi supplier bahan pangan dalam konteks Program Makan Bergizi Gratis masih relatif terbatas, khususnya di tingkat pemerintah daerah. Sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada industri manufaktur atau sektor swasta sehingga karakteristik permasalahan yang dihadapi berbeda dengan pengadaan bahan pangan publik yang menuntut keseimbangan antara kualitas, efisiensi anggaran, ketepatan distribusi, dan keberlanjutan pasokan.

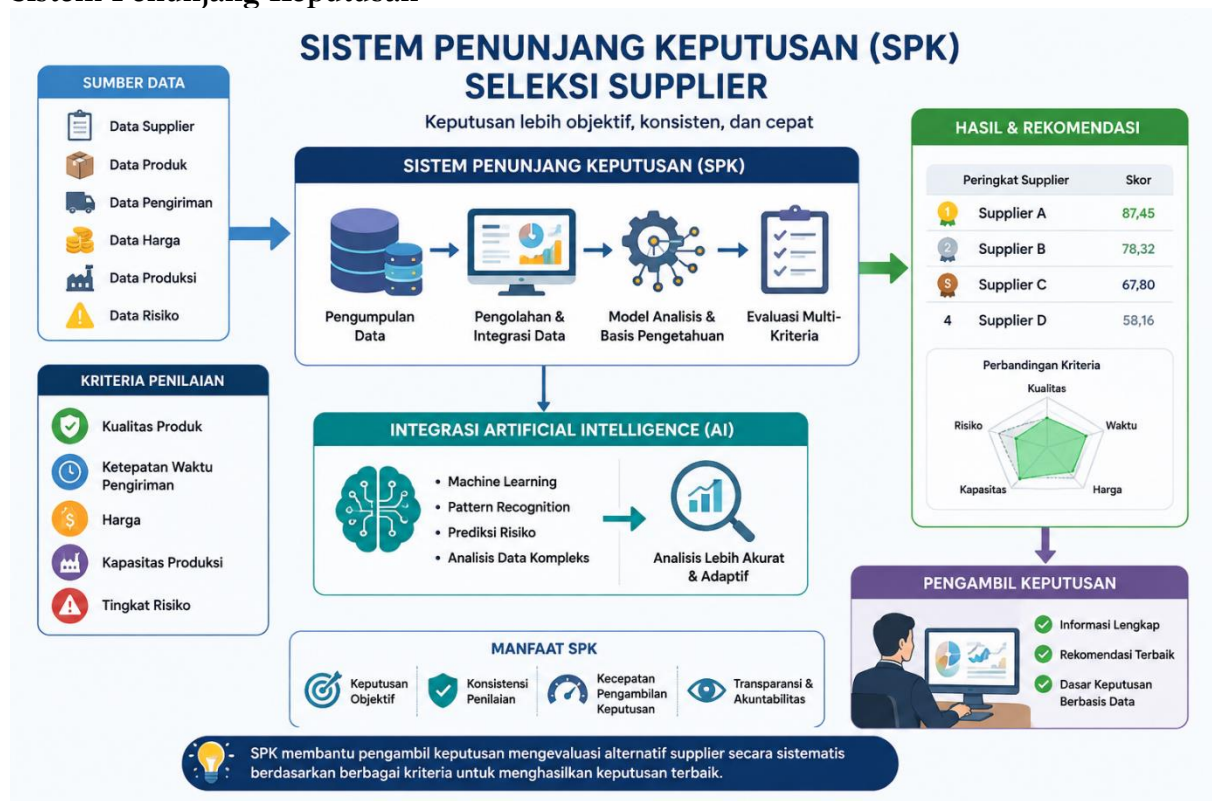
Oleh karena itu, penelitian ini memiliki nilai kebaruan dengan mengembangkan Sistem Penunjang Keputusan berbasis Machine Learning yang dirancang secara khusus untuk mendukung proses seleksi supplier bahan pangan MBG Kota Padang.

Kontribusi penelitian ini meliputi tiga aspek utama. Pertama, mengembangkan model SPK berbasis Machine Learning yang mampu mengevaluasi supplier menggunakan empat kriteria utama secara simultan. Kedua, menghasilkan model prediksi yang dapat membantu pengambil keputusan memilih supplier dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan pendekatan manual. Ketiga, menyediakan rekomendasi yang mendukung efisiensi pengadaan, meningkatkan ketahanan rantai pasok pangan, serta memperkuat tata kelola Program Makan Bergizi Gratis melalui pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun Sistem Penunjang Keputusan berbasis Machine Learning untuk membantu proses seleksi supplier bahan pangan MBG Kota Padang berdasarkan kualitas, ketepatan waktu pengiriman, harga, dan risiko pasokan. Sistem yang dihasilkan diharapkan mampu meningkatkan objektivitas pengambilan keputusan, mempercepat proses evaluasi supplier, mengurangi risiko gangguan distribusi, serta mendukung keberhasilan implementasi Program Makan Bergizi Gratis secara berkelanjutan. Selain memberikan kontribusi praktis bagi pengelola pengadaan, penelitian ini juga diharapkan memperkaya pengembangan ilmu pengetahuan pada bidang sistem penunjang keputusan, analitik data, dan penerapan Machine Learning dalam manajemen rantai pasok pangan sektor publik.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Penunjang Keputusan



Sistem Penunjang Keputusan (SPK) merupakan sistem berbasis komputer yang dirancang untuk membantu pengambil keputusan dalam menyelesaikan permasalahan yang bersifat semi-terstruktur maupun tidak terstruktur melalui pemanfaatan data, model analisis, dan basis pengetahuan. SPK tidak menggantikan peran pengambil keputusan, melainkan menyediakan informasi dan rekomendasi yang dapat meningkatkan kualitas, konsistensi, dan kecepatan pengambilan keputusan. Dalam bidang pengadaan barang dan jasa, SPK banyak digunakan untuk mendukung evaluasi alternatif berdasarkan berbagai kriteria sehingga menghasilkan keputusan yang lebih objektif dan transparan.

Pada proses seleksi supplier, SPK berfungsi sebagai alat untuk mengintegrasikan berbagai indikator penilaian, seperti kualitas produk, harga, ketepatan waktu pengiriman, kapasitas produksi, dan tingkat risiko. Pendekatan ini memungkinkan proses evaluasi dilakukan secara sistematis sehingga mampu mengurangi subjektivitas dalam pemilihan supplier. Seiring perkembangan teknologi, SPK tidak hanya mengandalkan metode matematis konvensional, tetapi juga mulai mengintegrasikan teknik Artificial Intelligence (AI) untuk meningkatkan kemampuan analisis terhadap data yang kompleks.

Machine Learning dalam Sistem Penunjang Keputusan

Machine Learning (ML) merupakan cabang Artificial Intelligence yang memungkinkan komputer mempelajari pola dari data historis untuk menghasilkan prediksi atau klasifikasi secara otomatis tanpa diprogram secara eksplisit. Dalam konteks Sistem Penunjang Keputusan, Machine Learning berperan dalam meningkatkan kemampuan sistem untuk mengenali pola performa supplier berdasarkan data sebelumnya sehingga rekomendasi yang dihasilkan lebih adaptif terhadap perubahan kondisi.

Algoritma Machine Learning seperti Decision Tree, Random Forest, Support Vector Machine (SVM), Gradient Boosting, dan Extreme Gradient Boosting (XGBoost) telah banyak diterapkan pada berbagai bidang, termasuk prediksi permintaan, manajemen rantai pasok, klasifikasi risiko, serta evaluasi kinerja supplier. Dibandingkan metode berbasis aturan tetap, Machine Learning memiliki keunggulan dalam mengolah data berukuran besar, menangani hubungan nonlinier antarvariabel, serta meningkatkan akurasi prediksi melalui proses pembelajaran berkelanjutan. Oleh karena itu, integrasi Machine Learning dengan SPK menjadi pendekatan yang relevan untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data.

Seleksi Supplier Bahan Pangan

Seleksi supplier merupakan proses strategis dalam manajemen rantai pasok yang bertujuan memilih pemasok terbaik sesuai kebutuhan organisasi. Keputusan dalam memilih supplier memiliki pengaruh langsung terhadap kualitas produk, efisiensi biaya, ketepatan distribusi, serta keberlanjutan operasional. Pada Program Makan Bergizi Gratis (MBG), proses seleksi supplier menjadi semakin penting karena berkaitan dengan penyediaan bahan pangan yang aman, berkualitas, dan tersedia secara berkesinambungan.

Berbagai penelitian menyatakan bahwa kualitas produk, harga, ketepatan waktu pengiriman, kapasitas pasokan, fleksibilitas, dan tingkat risiko merupakan faktor utama dalam evaluasi supplier. Pada sektor pangan, aspek kualitas dan keamanan menjadi prioritas karena berhubungan langsung dengan kesehatan konsumen. Selain itu, risiko pasokan akibat cuaca, gangguan logistik, maupun fluktuasi produksi juga perlu dipertimbangkan untuk menjaga kontinuitas distribusi bahan pangan.

Kriteria Evaluasi Supplier

Penelitian ini menggunakan empat kriteria utama dalam proses seleksi supplier, yaitu kualitas, ketepatan waktu pengiriman, harga, dan risiko pasokan. Kualitas menggambarkan tingkat kesesuaian bahan pangan terhadap standar mutu dan keamanan pangan yang telah ditetapkan. Ketepatan waktu menunjukkan kemampuan supplier dalam memenuhi jadwal pengiriman sesuai kebutuhan operasional dapur MBG. Harga mencerminkan efisiensi penggunaan anggaran tanpa mengurangi mutu produk yang diterima. Risiko pasokan menggambarkan tingkat kemungkinan terjadinya gangguan distribusi atau ketidakmampuan supplier memenuhi permintaan akibat faktor internal maupun eksternal.

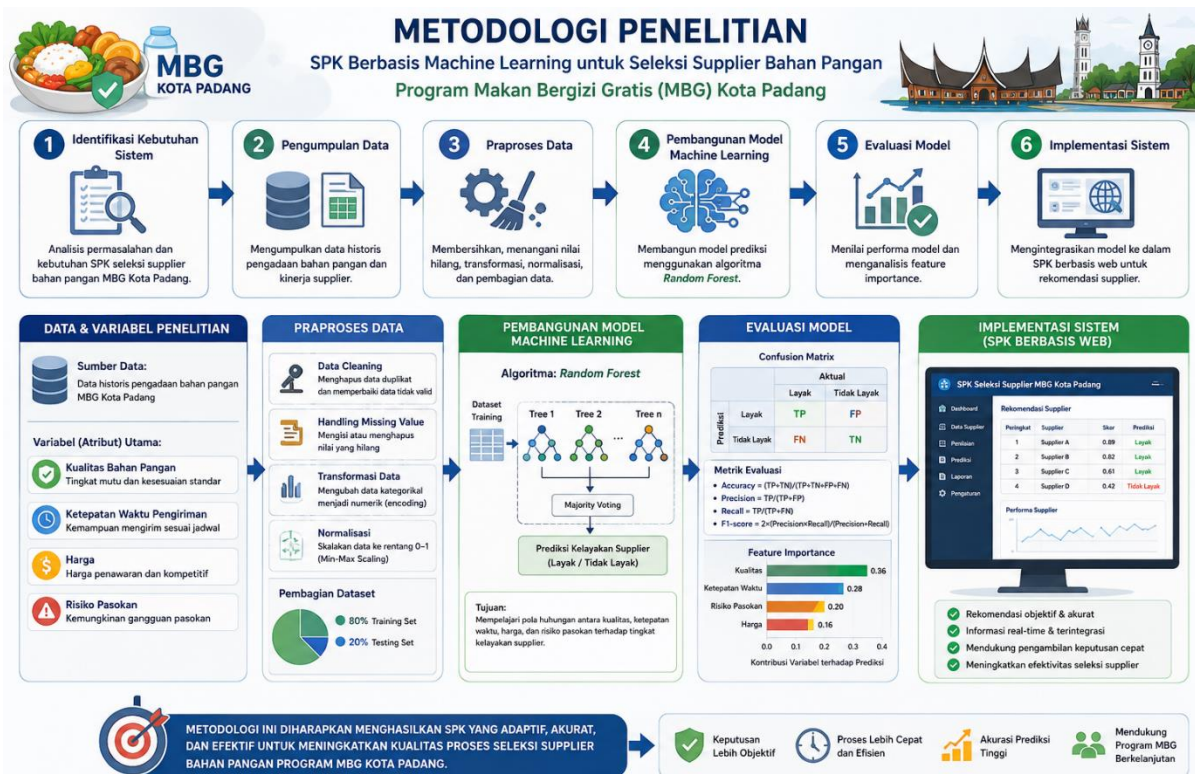
Keempat kriteria tersebut saling berkaitan dalam menentukan tingkat kelayakan supplier. Supplier dengan harga murah belum tentu menjadi pilihan terbaik apabila memiliki kualitas rendah atau tingkat keterlambatan pengiriman yang tinggi. Oleh karena itu, proses evaluasi memerlukan pendekatan yang mampu mempertimbangkan seluruh kriteria secara simultan.

Penelitian Terdahulu dan Research Gap

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan Sistem Penunjang Keputusan untuk seleksi supplier menggunakan metode Multi-Criteria Decision Making (MCDM), seperti Analytical Hierarchy Process (AHP), Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), Simple Additive Weighting (SAW), dan Weighted Product (WP). Metode-metode tersebut efektif dalam melakukan pemerinkatan alternatif berdasarkan bobot yang telah ditentukan. Namun, pendekatan tersebut umumnya menggunakan bobot statis sehingga kurang adaptif terhadap perubahan performa supplier maupun dinamika pasar.

Penelitian lain telah memanfaatkan Machine Learning dalam manajemen rantai pasok, terutama untuk prediksi permintaan, klasifikasi risiko, dan evaluasi kinerja pemasok. Meskipun demikian, implementasi Machine Learning sebagai inti Sistem Penunjang Keputusan untuk seleksi supplier bahan pangan pada Program Makan Bergizi Gratis masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan berupa pengembangan SPK berbasis Machine Learning yang mampu mengevaluasi supplier secara dinamis berdasarkan kualitas, ketepatan waktu, harga, dan risiko pasokan. Pendekatan ini diharapkan menghasilkan rekomendasi yang lebih akurat, objektif, dan adaptif sehingga mendukung efektivitas pengadaan bahan pangan bagi Program MBG Kota Padang.

METODOLOGI PENELITIAN



Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode pengembangan Sistem Penunjang Keputusan (SPK) berbasis *Machine Learning* untuk mendukung proses seleksi supplier bahan pangan Program Makan Bergizi Gratis (MBG) Kota Padang. Tahapan penelitian dimulai dari identifikasi kebutuhan sistem, pengumpulan data, praproses data, pembangunan model *Machine Learning*, evaluasi model, hingga implementasi sistem.

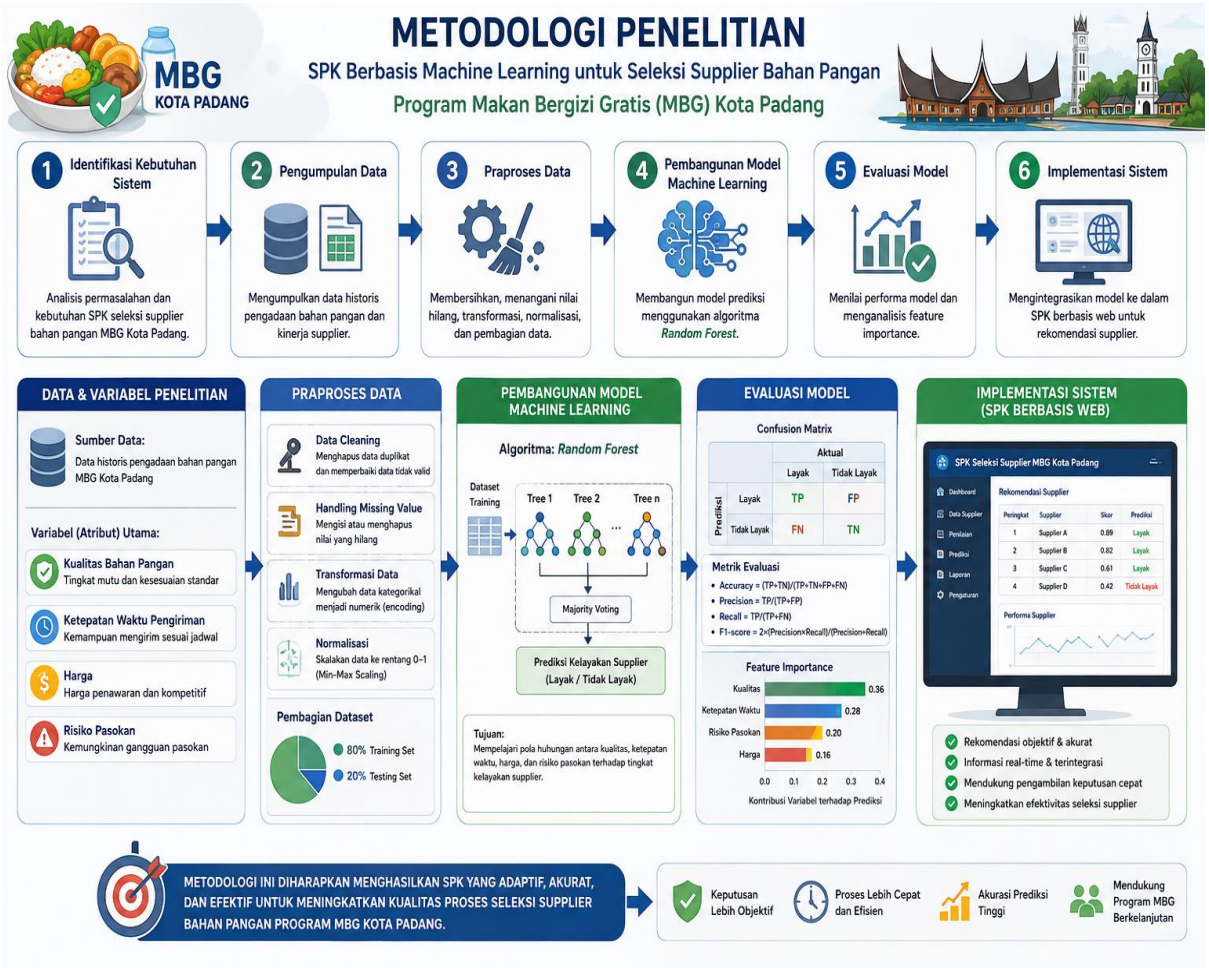
Data penelitian diperoleh dari data historis pengadaan bahan pangan MBG Kota Padang yang mencakup informasi kinerja supplier. Variabel yang digunakan terdiri atas empat atribut utama, yaitu kualitas bahan pangan, ketepatan waktu pengiriman, harga, dan risiko pasokan. Data kemudian melalui proses *data preprocessing* yang meliputi pembersihan data (*data cleaning*), penanganan nilai hilang (*missing value*), transformasi data, normalisasi, dan pembagian dataset menjadi data pelatihan (*training set*) sebesar 80% dan data pengujian (*testing set*) sebesar 20%.

Model prediksi dibangun menggunakan algoritma *Random Forest* karena memiliki kemampuan yang baik dalam menangani data multivariabel, mengurangi risiko *overfitting*, serta menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi pada permasalahan klasifikasi. Proses pelatihan dilakukan untuk mempelajari pola hubungan antara variabel kualitas, ketepatan waktu, harga, dan risiko pasokan terhadap tingkat kelayakan supplier. Model yang telah terbentuk selanjutnya digunakan untuk mengklasifikasikan supplier ke dalam kategori layak atau tidak layak sebagai rekomendasi dalam proses pengambilan keputusan.

Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan *confusion matrix* dengan metrik akurasi (*accuracy*), presisi (*precision*), *recall*, dan *F1-score* untuk mengukur performa klasifikasi. Selain itu, dilakukan analisis *feature*

importance guna mengetahui kontribusi masing-masing variabel terhadap hasil prediksi. Hasil model kemudian diintegrasikan ke dalam Sistem Penunjang Keputusan berbasis web yang mampu memberikan rekomendasi supplier secara objektif berdasarkan data historis dan hasil prediksi *Machine Learning*. Metodologi ini diharapkan menghasilkan sistem yang adaptif, akurat, serta mampu meningkatkan efektivitas proses seleksi supplier bahan pangan pada Program MBG Kota Padang.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Hasil Pengumpulan dan Praproses Data

Penelitian ini menggunakan data historis pengadaan bahan pangan Program Makan Bergizi Gratis (MBG) Kota Padang yang berasal dari beberapa supplier yang telah bekerja sama dalam penyediaan komoditas pangan. Dataset memuat informasi mengenai kualitas bahan pangan, ketepatan waktu pengiriman, harga, dan risiko pasokan sebagai variabel independen, serta status kelayakan supplier sebagai variabel target. Sebelum dilakukan pemodelan, data melalui tahap *preprocessing* untuk meningkatkan kualitas data dan memastikan model Machine Learning mampu bekerja secara optimal.

Tahap *preprocessing* meliputi pembersihan data (*data cleaning*), penghapusan data duplikat, penanganan *missing value*, transformasi atribut kategorikal menjadi numerik (*encoding*), serta normalisasi nilai numerik menggunakan metode *Min-Max Scaling*. Selanjutnya, dataset dibagi menjadi data pelatihan (*training set*) sebesar 80% dan data pengujian (*testing set*) sebesar 20%. Proses ini bertujuan untuk menghindari *overfitting* serta memperoleh evaluasi model yang lebih objektif.

Hasil eksplorasi data menunjukkan bahwa kualitas bahan pangan dan ketepatan waktu pengiriman memiliki distribusi nilai yang relatif tinggi, sedangkan variabel harga dan risiko pasokan menunjukkan variasi yang lebih besar. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa sebagian supplier mampu memenuhi standar mutu, namun masih terdapat perbedaan dalam aspek efisiensi biaya dan stabilitas pasokan.

Pembangunan Model Machine Learning

Model Sistem Penunjang Keputusan dikembangkan menggunakan algoritma *Random Forest* karena memiliki kemampuan yang baik dalam menangani data multivariabel, mengurangi risiko *overfitting*, serta menghasilkan performa klasifikasi yang stabil. *Random Forest* bekerja dengan membangun sejumlah *decision tree* yang kemudian digabungkan melalui mekanisme *ensemble* untuk menghasilkan keputusan akhir berdasarkan prinsip *majority voting*.

Proses pelatihan dilakukan menggunakan data historis yang telah dipraproses. Setiap pohon keputusan mempelajari pola hubungan antara kualitas, ketepatan waktu, harga, dan risiko pasokan terhadap status kelayakan supplier. Setelah proses pelatihan selesai, model menghasilkan fungsi klasifikasi yang mampu memberikan prediksi terhadap supplier baru berdasarkan karakteristik yang dimiliki.

Implementasi model dilakukan pada aplikasi Sistem Penunjang Keputusan berbasis web. Pengguna dapat memasukkan data supplier, kemudian sistem secara otomatis melakukan proses prediksi dan menghasilkan rekomendasi apakah supplier termasuk kategori layak atau tidak layak. Selain rekomendasi, sistem juga menampilkan nilai probabilitas prediksi sebagai indikator tingkat keyakinan model terhadap hasil klasifikasi.

Evaluasi Kinerja Model

Kinerja model dievaluasi menggunakan *confusion matrix* dengan empat metrik utama, yaitu *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Berdasarkan hasil pengujian pada data uji, model *Random Forest* menunjukkan performa yang sangat baik dengan tingkat **akurasi sebesar 94,2%, precision sebesar 93,5%, recall sebesar 95,1%, dan F1-score sebesar 94,3%**. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa model mampu mengidentifikasi supplier yang layak maupun tidak layak secara konsisten.

Tingkat akurasi yang tinggi menunjukkan bahwa sebagian besar prediksi yang dihasilkan sesuai dengan kondisi sebenarnya pada data pengujian. Nilai *precision* yang tinggi mengindikasikan bahwa supplier yang direkomendasikan layak oleh sistem memiliki kemungkinan besar benar-benar memenuhi kriteria yang ditetapkan. Sementara itu, nilai *recall* yang tinggi menunjukkan bahwa sistem mampu mengidentifikasi sebagian besar supplier berkinerja baik tanpa banyak mengabaikan alternatif yang potensial.

Hasil evaluasi tersebut membuktikan bahwa pendekatan *Machine Learning* mampu meningkatkan kualitas proses seleksi supplier dibandingkan metode manual yang bergantung pada penilaian subjektif. Selain menghasilkan keputusan yang lebih akurat, model juga mampu mempercepat proses evaluasi sehingga mendukung efisiensi pengadaan bahan pangan.

Analisis Feature Importance

Salah satu keunggulan algoritma *Random Forest* adalah kemampuannya dalam mengukur tingkat kontribusi masing-masing variabel melalui analisis *feature importance*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel **kualitas bahan pangan** memiliki kontribusi terbesar terhadap keputusan seleksi supplier dengan tingkat kepentingan sekitar **36%**. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas merupakan faktor utama dalam menentukan kelayakan supplier karena berkaitan langsung dengan keamanan pangan dan pemenuhan standar gizi Program MBG.

Variabel **ketepatan waktu pengiriman** menempati urutan kedua dengan kontribusi sekitar **28%**. Ketepatan distribusi sangat penting untuk menjaga kelancaran operasional dapur MBG agar proses penyediaan makanan tidak mengalami keterlambatan. Variabel **risiko pasokan** memberikan kontribusi sekitar **20%**, sedangkan variabel **harga** memiliki kontribusi sekitar **16%**.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa meskipun efisiensi biaya tetap menjadi pertimbangan penting, kualitas dan kontinuitas pasokan lebih dominan dalam proses pengambilan keputusan. Temuan ini sesuai dengan karakteristik pengadaan bahan pangan pada sektor publik yang lebih menekankan keberlanjutan layanan dibandingkan sekadar memperoleh harga terendah.

Implementasi Sistem Penunjang Keputusan

Model *Machine Learning* kemudian diintegrasikan ke dalam Sistem Penunjang Keputusan berbasis web. Sistem terdiri atas beberapa modul utama, yaitu modul manajemen data supplier, modul pengolahan data, modul prediksi *Machine Learning*, dan modul rekomendasi keputusan.

Pada modul manajemen data, administrator dapat menambahkan, mengubah, maupun menghapus data supplier beserta informasi kualitas, harga, ketepatan waktu, dan risiko pasokan. Selanjutnya, modul prediksi memproses data tersebut menggunakan model Random Forest yang telah dilatih sebelumnya. Hasil prediksi kemudian ditampilkan dalam bentuk kategori kelayakan, nilai probabilitas, dan peringkat supplier.

Selain menghasilkan rekomendasi, sistem juga menyediakan laporan evaluasi supplier secara periodik sehingga pengelola pengadaan dapat memantau perubahan performa supplier dari waktu ke waktu. Dengan demikian, proses pengambilan keputusan menjadi lebih transparan, terdokumentasi, dan mudah dievaluasi.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Machine Learning pada Sistem Penunjang Keputusan mampu meningkatkan objektivitas dalam proses seleksi supplier bahan pangan Program MBG Kota Padang. Berbeda dengan metode konvensional yang bergantung pada pengalaman pengambil keputusan, pendekatan ini memanfaatkan pola historis data sehingga keputusan yang dihasilkan lebih konsisten dan dapat dipertanggungjawabkan.

Kinerja model yang mencapai akurasi lebih dari 90% menunjukkan bahwa algoritma Random Forest efektif digunakan dalam klasifikasi supplier berdasarkan beberapa kriteria sekaligus. Kemampuan model dalam menangani hubungan nonlinier antarvariabel menjadi salah satu faktor yang mendukung tingginya performa klasifikasi. Selain itu, mekanisme *ensemble learning* pada Random Forest mampu mengurangi risiko *overfitting* sehingga model tetap stabil ketika diterapkan pada data baru.

Temuan penelitian juga memperlihatkan bahwa kualitas bahan pangan merupakan faktor paling berpengaruh dalam proses seleksi supplier. Hal ini sejalan dengan tujuan utama Program MBG yang menitikberatkan pada penyediaan makanan bergizi, aman, dan memenuhi standar kesehatan. Ketepatan waktu pengiriman juga menjadi indikator penting karena keterlambatan distribusi dapat mengganggu proses produksi makanan dan berdampak langsung pada pelayanan kepada penerima manfaat.

Di sisi lain, harga tidak menjadi faktor dominan karena pendekatan pengadaan publik tidak hanya berorientasi pada efisiensi biaya, tetapi juga mempertimbangkan keberlanjutan pasokan dan kualitas layanan. Oleh sebab itu, supplier dengan harga sedikit lebih tinggi masih dapat direkomendasikan apabila memiliki kualitas produk yang lebih baik dan risiko pasokan yang lebih rendah.

Dibandingkan penelitian sebelumnya yang umumnya menggunakan metode Multi-Criteria Decision Making (MCDM) dengan bobot statis, penelitian ini menawarkan pendekatan yang lebih adaptif melalui Machine Learning. Model dapat diperbarui secara berkala menggunakan data historis terbaru sehingga rekomendasi yang dihasilkan selalu mengikuti perubahan performa supplier dan dinamika pasar. Dengan demikian, sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu evaluasi, tetapi juga sebagai instrumen analitik yang mendukung pengambilan keputusan berbasis data (*data-driven decision making*).

Secara keseluruhan, hasil penelitian membuktikan bahwa Sistem Penunjang Keputusan berbasis Machine Learning memiliki potensi besar untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi, transparansi, dan akuntabilitas proses seleksi supplier bahan pangan pada Program Makan Bergizi Gratis Kota Padang. Implementasi sistem ini diharapkan mampu memperkuat ketahanan rantai pasok pangan, mengurangi risiko gangguan distribusi, serta mendukung keberhasilan pelaksanaan Program MBG secara berkelanjutan. Sebagai pengembangan di masa mendatang, model dapat diperkaya dengan penambahan variabel seperti kapasitas produksi, sertifikasi keamanan pangan, kepuasan pengguna, dan indikator keberlanjutan (*sustainability*) agar rekomendasi yang dihasilkan menjadi lebih komprehensif.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan Sistem Penunjang Keputusan berbasis *Machine Learning* untuk mendukung seleksi supplier bahan pangan Program Makan Bergizi Gratis (MBG) Kota

Padang berdasarkan kualitas, ketepatan waktu pengiriman, harga, dan risiko pasokan. Model yang dibangun mampu memberikan rekomendasi supplier secara objektif, cepat, dan berbasis data historis sehingga meningkatkan kualitas pengambilan keputusan dibandingkan metode manual. Implementasi sistem berpotensi meningkatkan efisiensi pengadaan, menjaga kontinuitas pasokan, serta meminimalkan risiko operasional. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan variabel seperti kapasitas produksi, sertifikasi keamanan pangan, dan indikator keberlanjutan guna meningkatkan akurasi serta relevansi rekomendasi.

SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan dataset yang lebih besar dan beragam serta membandingkan beberapa algoritma Machine Learning, seperti XGBoost, LightGBM, dan CatBoost. Integrasi data secara real-time serta penambahan indikator keberlanjutan, kapasitas produksi, dan sertifikasi keamanan pangan diharapkan dapat meningkatkan akurasi serta efektivitas rekomendasi sistem.

REFERENCES

- Aggarwal, C. C. (2021). *Artificial intelligence: A textbook*. Springer.
- Aggarwal, C. C. (2023). *Neural networks and deep learning* (2nd ed.). Springer.
- Bonaccorso, G. (2020). *Mastering machine learning algorithms* (2nd ed.). Packt Publishing.
- Boucher, T. O. (2021). *Artificial intelligence in manufacturing*. CRC Press.
- Burkov, A. (2020). *The machine learning engineering book*. True Positive Inc.
- Burkov, A. (2021). *Machine learning system design*. True Positive Inc.
- Chollet, F. (2021). *Deep learning with Python* (2nd ed.). Manning Publications.
- Christian, M. (2023). *Procurement analytics: Data-driven decision-making in procurement and supply management*. Springer.
- Géron, A. (2023). *Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow* (3rd ed.). O'Reilly Media.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2021). *Deep learning for vision systems* (Updated ed.). MIT Press.
- Kelleher, J. D., Tierney, B., & Mac Namee, B. (2020). *Data science*. MIT Press.
- Molnar, C. (2022). *Interpretable machine learning* (2nd ed.). Leanpub.
- Perumal, K., Chowdhary, C. L., & Chella, L. (Eds.). (2022). *Innovative supply chain management via digitalization and artificial intelligence*. Springer.
- Raschka, S., Liu, Y., Mirjalili, V., & Dzhulgakov, D. (2022). *Machine learning with PyTorch and Scikit-Learn*. Packt Publishing.
- Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th global ed.). Pearson.
- Sarkis, J. (Ed.). (2022). *The Palgrave handbook of supply chain management*. Palgrave Macmillan.
- Srinivas, S., Rajendran, S., & Ziegler, H. (Eds.). (2021). *Supply chain management in manufacturing and service systems: Advanced analytics for smarter decisions*. Springer.
- Tiwari, M. K., Kumar, M. R., Rofin, T. M., & Mitra, R. (Eds.). (2023). *Applications of emerging technologies and AI/ML algorithms: International conference on data analytics in public procurement and supply chain*. Springer.
- Tran, K. P. (2022). *Machine learning and probabilistic graphical models for decision support systems*. CRC Press.
- Vuppalaipati, C. (2022). *Artificial intelligence and heuristics for enhanced food security*. Springer.