

Sistem Rekomendasi Penentuan Majelis Hakim Perkara Tingkat Pertama Menggunakan Metode *Support Vector Machine (SVM)* pada Pengadilan Agama Sragen

Shoffia Fajrin^{1*}, Joni Maulindar¹, Afu Ichsan Pradana¹

¹Program Studi S1 Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Duta Bangsa Surakarta, Indonesia

*Email: shoffiapta@gmail.com

Info Artikel	Abstrak
<p>Kata Kunci : Sistem Rekomendasi, Majelis Hakim, <i>Support Vector Machine</i>, Pengadilan Agama, <i>Machine Learning</i></p> <p>Keywords : <i>Recommendation System, Judicial Panel, Support Vector Machine, Religious Court, Machine Learning</i></p> <p>Tanggal Artikel Dikirim : 12 Juni 2025 Direvisi : 25 Juni 2025 Diterima : 27 Juni 2025</p>	<p>Penetapan majelis hakim secara manual di Pengadilan Agama Sragen sering kali memerlukan waktu hingga tiga hari dan berisiko menimbulkan ketidakefisienan, terutama ketika jumlah perkara tinggi dan ketua pengadilan berhalangan hadir. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem rekomendasi susunan majelis hakim perkara tingkat pertama dengan metode <i>Support Vector Machine (SVM)</i> untuk memberikan rekomendasi yang lebih cepat dan efisien kepada Ketua Pengadilan Agama Sragen. Sistem dibangun menggunakan pendekatan <i>hybrid</i>, menggabungkan model klasifikasi SVM untuk perkara umum dan <i>rule-based</i> untuk perkara khusus seperti ekonomi syariah dan dispensasi kawin. Dataset yang digunakan terdiri atas 1.428 data perkara dan delapan profil hakim, yang diproses melalui tahap pembersihan teks, ekstraksi kata kunci, transformasi fitur dengan <i>TF-IDF</i> dan <i>one-hot encoding</i>, serta <i>balancing</i> data menggunakan SMOTE. Model dilatih dengan kernel RBF dan divalidasi melalui <i>5-fold cross-validation</i>. Hasil pengujian menunjukkan model ketua majelis mencapai <i>F1-score</i> 64%, akurasi 63%, presisi 66%, dan <i>recall</i> 63%. Sementara model anggota 2 memperoleh <i>F1-score</i> 56%, dan anggota 1 sebesar 36%. <i>Confusion matrix</i> memperlihatkan bahwa sistem dapat mengenali pola penugasan hakim dominan namun masih kesulitan menangani kelas minoritas. Sistem ini menunjukkan potensi sebagai alat bantu rekomendasi yang mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan konsistensi dalam penetapan majelis hakim.</p>
	<p>Abstract</p> <p><i>Manual assignment of judicial panels at the Sragen Religious Court often takes up to three days and poses a risk of inefficiency, especially when the case load is high and the chief judge is unavailable. This study aims to develop a recommendation system for composing first-instance judicial panels using the Support Vector Machine (SVM) method, in order to provide faster and more efficient recommendations to the Chief Judge of the Sragen Religious Court. The system is built using a hybrid approach, combining an SVM classification model for general cases and a rule-based approach for special cases such as Islamic finance and marriage dispensation. The dataset used consists of 1,428 case records and eight judge profiles, processed through text cleaning, keyword extraction, feature transformation using TF-IDF and one-hot encoding, and class balancing using SMOTE. The model is trained with the RBF kernel and validated using 5-fold cross-validation. Evaluation results show that the model for the chief judge achieved an F1-score of 64%, accuracy of 63%, precision of 66%, and recall of 63%. Meanwhile, the model for member 2 reached an F1-score of 56%, and member 1 only 36%. The confusion matrix reveals that the system can recognize dominant judge assignment patterns, although it still struggles with minority classes. This system demonstrates strong potential as a recommendation tool that can enhance efficiency, accuracy, and consistency in judicial panel assignments.</i></p>

1. PENDAHULUAN

Mahkamah Agung sebagai lembaga tinggi negara dan lembaga peradilan utama di Indonesia terus berupaya menegakkan transparansi guna mencapai akuntabilitas dan integritas dalam mewujudkan peradilan yang agung. Berdasarkan Pasal 24 ayat (2) Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945, kekuasaan kehakiman dilaksanakan oleh sebuah Mahkamah Agung dan badan peradilan di bawahnya, yang mencakup lingkungan Peradilan Umum, Peradilan Agama, Peradilan Militer, Peradilan Tata Usaha Negara, serta oleh Mahkamah Konstitusi. Pengadilan Agama Sragen merupakan salah satu pengadilan tingkat pertama kelas 1A yang berada di bawah Mahkamah Agung Republik Indonesia dan berkedudukan di Provinsi Jawa Tengah. Sebagai pengadilan tingkat pertama, lembaga ini memiliki kewenangan untuk memeriksa, memutus, dan menyelesaikan perkara antara orang-orang yang beragama Islam di bidang perkawinan, kewarisan, wasiat, hibah, wakaf, zakat, infak, sedekah, dan ekonomi syariah sebagaimana diatur dalam Pasal 49 Undang-Undang Nomor 50 Tahun 2009[1]. Dalam pelaksanaan tugasnya, efisiensi dan kecepatan penanganan perkara menjadi indikator penting kualitas layanan peradilan, salah satunya melalui proses penentuan susunan majelis hakim yang tepat, adil, dan profesional.

Penentuan majelis hakim dalam suatu perkara tingkat pertama merupakan proses yang sangat penting untuk menjamin keadilan, objektivitas, serta efisiensi penanganan perkara. Proses penyelesaian perkara diawali dengan pendaftaran oleh pihak yang berperkara, kemudian diproses oleh petugas pengadilan dan diteruskan kepada Ketua Pengadilan untuk penentuan majelis hakim. Berdasarkan Laporan Pelaksanaan Kegiatan Pengadilan Agama Sragen Tahun 2024, tercatat jumlah perkara yang masuk sebanyak 2.620, sementara yang berhasil diputus sebanyak 2.355 perkara[2]. Banyaknya jumlah perkara, kompleksitas permasalahan yang ditangani, serta keterbatasan sumber daya hakim menjadikan proses penetapan majelis hakim sebagai tantangan tersendiri. Selama ini, penetapan majelis hakim dilakukan secara manual oleh Ketua Pengadilan dalam kurun waktu 1 hingga 3 hari setelah pendaftaran perkara. Namun, dalam praktiknya, penetapan dapat melebihi tiga hari karena beban perkara yang tinggi (rata-rata 15–20 perkara per hari), padatnya jadwal sidang, serta faktor non-teknis seperti ketidakhadiran Ketua akibat dinas luar, cuti, atau sakit. Selain membutuhkan waktu, pendekatan manual ini juga memiliki keterbatasan dalam konsistensi dan objektivitas penilaian terhadap parameter-parameter seperti pengalaman hakim, beban kerja, dan kesesuaian dengan jenis perkara.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, diperlukan solusi inovatif yang mampu mempercepat dan mengefisienkan proses penetapan majelis hakim. Salah satu pendekatan yang potensial adalah pemanfaatan sistem berbasis kecerdasan buatan, khususnya *machine learning*. Metode *Support Vector Machine (SVM)*, yang diperkenalkan oleh Vladimir N. Vapnik dan rekan-rekannya pada tahun 1992, merupakan salah satu algoritma klasifikasi yang terbukti efektif dalam menangani data dengan dimensi tinggi dan menghasilkan prediksi yang akurat[3]. Dalam konteks ini, SVM dapat digunakan untuk mengembangkan sistem rekomendasi dalam penentuan majelis hakim berdasarkan data historis perkara dan profil hakim. Sistem ini diharapkan mampu memberikan rekomendasi susunan majelis hakim secara otomatis dengan mempertimbangkan variabel-variabel seperti pengalaman, kompetensi, beban kerja, jenis perkara, dan data para pihak. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya membantu Ketua Pengadilan dalam pengambilan keputusan, tetapi juga meningkatkan transparansi, akuntabilitas, serta kualitas putusan hukum yang dihasilkan oleh Pengadilan Agama Sragen.

Metode *Support Vector Machine (SVM)* telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang penelitian, terutama dalam pengembangan sistem rekomendasi dan klasifikasi berbasis data. Salah satu contoh implementasi SVM dapat dilihat pada penelitian yang berjudul Sistem Rekomendasi Penerima Bantuan Sosial APBD Menggunakan Metode *Support Vector Machine*[4]. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem yang mampu membantu pemerintah dalam menyeleksi penerima bantuan sosial secara lebih tepat sasaran. Sebelumnya, proses seleksi dilakukan secara manual dan tidak efisien. Dengan delapan atribut sebagai fitur prediksi, sistem yang dikembangkan menghasilkan keluaran berupa status “Layak” atau “Tidak Layak” dengan akurasi 95%, presisi 100%, *recall* 93%, dan *F1-score* 96,5%. Hasil ini menunjukkan bahwa SVM mampu memberikan klasifikasi yang sangat baik dan efektif dalam konteks sosial.

Selanjutnya, penelitian yang berjudul Sistem Rekomendasi Wawancara Calon Karyawan dengan Metode SVM dan Algoritma Kelelawar menunjukkan penerapan SVM dalam konteks rekrutmen tenaga kerja[5]. Penelitian ini memanfaatkan 18 fitur aspek penilaian terhadap calon karyawan untuk mengidentifikasi potensi mereka. Sistem ini mampu mengelompokkan kandidat ke dalam dua kategori, yaitu berpotensi dan tidak berpotensi, dengan tingkat akurasi mencapai 96%, presisi 100%, *recall* 92%, dan *F1-score* sebesar 96%. Hal ini membuktikan bahwa metode SVM sangat andal dalam menangani data klasifikasi yang kompleks dengan banyak fitur input.

Penelitian lain yang berfokus pada prediksi bidang penelitian dan rekomendasi dosen pembimbing skripsi menggunakan metode *Multi-Class Support Vector Machine (SVM)* dan *Weighted Product*[6]. Dalam penelitian tersebut, SVM digunakan untuk mengklasifikasikan bidang skripsi berdasarkan isi naskah, sedangkan *Weighted Product* digunakan untuk merekomendasikan dosen pembimbing berdasarkan kriteria seperti sisa kuota bimbingan, gelar akademik, dan beban kerja. Akurasi prediksi bidang skripsi dengan SVM mencapai *precision* tertinggi sebesar 0,93, sedangkan akurasi rekomendasi dosen pembimbing masih relatif rendah dengan nilai *precision* 0,1678. Meski demikian, penelitian ini tetap menunjukkan potensi SVM untuk digunakan dalam skenario klasifikasi berbasis konten.

Berbeda dari pendekatan berbasis SVM, penelitian lain menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dalam penentuan ketua majelis hakim dan penetapan hakim di lingkungan peradilan[7]. AHP digunakan untuk mengubah nilai subjektif menjadi nilai numerik berdasarkan beberapa kriteria seperti pengalaman, kepemimpinan, pendidikan, dan frekuensi putusan. Penelitian-penelitian ini menunjukkan bahwa AHP dapat digunakan untuk menyusun prioritas dan menghasilkan urutan alternatif calon hakim dengan pendekatan kuantitatif.

Penelitian ini memiliki kebaruan yang terletak pada penggabungan pendekatan sistem rekomendasi penentuan majelis hakim tingkat pertama dengan metode *Support Vector Machine*, yang belum diterapkan pada ranah pengadilan agama sebelumnya. Penelitian terdahulu di bidang serupa lebih banyak menggunakan pendekatan AHP yang berbasis pembobotan subjektif dan urutan alternatif, sedangkan penelitian ini menggunakan metode klasifikasi prediktif berbasis historis data perkara dan profil hakim. Selain itu, atribut yang digunakan dalam penelitian ini disesuaikan secara spesifik dengan kebutuhan di Pengadilan Agama Sragen, mencakup variabel seperti jenis perkara, pengalaman hakim, keahlian, pendidikan, beban kerja, dan karakteristik pihak berperkara.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem rekomendasi penentuan majelis hakim perkara tingkat pertama di Pengadilan Agama Sragen dengan memanfaatkan metode *Support Vector Machine (SVM)*. Sistem ini dirancang untuk mendukung Ketua Pengadilan dalam proses pengambilan keputusan secara lebih cepat, efisien, dan objektif, terutama dalam kondisi beban perkara yang tinggi serta keterbatasan waktu dan sumber daya. Dengan adanya sistem ini, proses penentuan susunan majelis hakim yang sebelumnya dilakukan secara manual dan memakan waktu 1–3 hari dapat dipersingkat, bahkan dilakukan secara otomatis berdasarkan analisis data historis. Sistem ini juga diharapkan mampu mempertimbangkan berbagai parameter penting seperti pengalaman hakim, keahlian, pendidikan, beban kerja, jenis perkara, dan karakteristik pihak berperkara, sehingga menghasilkan rekomendasi majelis hakim yang lebih tepat sasaran. Hasil akhir yang diharapkan dari penelitian ini adalah terciptanya sebuah sistem pendukung keputusan yang akurat dan dapat meningkatkan efisiensi kerja pengadilan, serta memperkuat transparansi dan akuntabilitas dalam penanganan perkara, guna mewujudkan peradilan yang agung dan berkeadilan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (*applied research*) dengan pendekatan kuantitatif dan rekayasa perangkat lunak. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk membangun model klasifikasi berbasis *machine learning* yang berfungsi dalam memprediksi dan merekomendasikan susunan majelis hakim berdasarkan data historis. Sedangkan pendekatan rekayasa perangkat lunak digunakan untuk mengembangkan sistem rekomendasi sebagai alat bantu oleh Ketua Pengadilan Agama Sragen dalam menentukan majelis hakim.

2.2 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang berasal dari dua sistem utama, yaitu: (1) Sistem Informasi Penelusuran Perkara (SIPP) Pengadilan Agama Sragen, yang berisi data historis perkara sejak tahun 2022 hingga 2025. Dataset perkara meliputi variabel: tahun, jenis perkara, posita, petitum, dan nama majelis hakim yang menangani. Jumlah data perkara yang digunakan sebanyak 1.428 baris. (2) Sistem Informasi Kepegawaian (SIKEP) Mahkamah Agung RI, yang berisi informasi hakim sebanyak 8 baris data, mencakup variabel: nama, NIP, pendidikan terakhir, dan kompetensi atau keahlian masing-masing hakim.

2.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui metode dokumentasi dan penelusuran data dari sistem yang telah disebutkan di atas. Proses ini diawali dengan ekstraksi data dari sistem SIPP dan SIKEP. Selanjutnya dilakukan tahapan *preprocessing* data, yaitu proses pembersihan data (*data cleaning*) untuk menghapus atau mengisi *missing values*, menghilangkan duplikasi, serta menyamakan format dan tipe data agar siap digunakan untuk pelatihan model klasifikasi. Tahapan ini dilakukan untuk menyiapkan dataset sebelum diimplementasikan pada model klasifikasi[8]. *Preprocessing* ini bertujuan untuk memastikan bahwa hanya data yang valid dan relevan yang digunakan dalam proses analisis dan pembangunan model sistem.

2.4 Metode Pengembangan Sistem

Penelitian ini menggunakan pendekatan *System Development Life Cycle (SDLC)* model *Waterfall* yang terdiri atas beberapa tahapan berikut:

2.4.1 Pengumpulan Data

Tahap awal meliputi pengumpulan dan integrasi data perkara serta data hakim. Data perkara mencakup informasi historis dari tahun 2022 hingga 2025 dengan 1.428 baris data, sedangkan data hakim berjumlah 8 baris data. Data ini akan digunakan sebagai dasar dalam membangun sistem rekomendasi.

2.4.2 Desain Sistem

Desain sistem mencakup perancangan arsitektur sistem, alur kerja rekomendasi, serta pembagian dataset menjadi dua bagian utama, yaitu: (1) Data Latih (*Training Data*): digunakan untuk melatih model klasifikasi agar dapat mengenali pola dari data historis; (2) Data Uji (*Testing Data*): digunakan untuk menguji akurasi dari model yang telah dilatih.

Algoritma yang dipilih adalah *Support Vector Machine (SVM)* karena metode SVM memiliki kemampuan untuk menangani data dengan jumlah variabel yang banyak[9]. Dari hasil beberapa penelitian, SVM memiliki performa yang lebih baik daripada algoritma lain, seperti *Decision Tree*[10]. Kernel yang digunakan dalam penelitian ini adalah RBF (*Radial Basis Function*) biasa disebut juga sebagai fungsi *kernel Gaussian*. Data harus diubah dari bentuk non-linier menjadi linier melalui proses yang disebut kernelisasi. Menurut definisinya, fungsi kernel mendefinisikan fitur data mulai dari perspektif terendah dan berlanjut ke karakteristik tambahan dengan perspektif yang lebih besar[11].

2.4.3 Pembuatan Model

Pembuatan model dalam penelitian ini dilakukan menggunakan bahasa pemrograman *Python* dengan bantuan pustaka *machine learning* seperti *Scikit-learn*. Model yang dikembangkan menggunakan algoritma *Support Vector Machine (SVM)*, yang dikenal efektif dalam menangani permasalahan klasifikasi, terutama pada data berdimensi tinggi. Tujuan dari proses ini adalah untuk menghasilkan model yang mampu mengklasifikasikan calon majelis hakim berdasarkan fitur-fitur yang telah diproses sebelumnya.

Tahapan pembuatan model SVM diawali dengan menentukan *hyperplane*, yaitu garis atau bidang pemisah terbaik antara dua atau lebih kelas dalam ruang fitur. Selanjutnya, model menghitung margin optimal, yaitu jarak maksimum antara *hyperplane* dan titik data dari masing-masing kelas (positif dan negatif), untuk memastikan pemisahan yang paling efisien. Proses berikutnya adalah melakukan transformasi atau pemetaan fitur ke ruang berdimensi lebih tinggi menggunakan *kernel RBF (Radial Basis Function)*, agar data yang tidak dapat dipisahkan secara linear di ruang asli menjadi lebih mudah dipisahkan.

Setelah pemetaan ruang dilakukan, model dilatih menggunakan data latih (*training data*) untuk mempelajari pola-pola yang berkaitan dengan penugasan hakim berdasarkan parameter masukan, seperti jenis perkara, kata kunci dari posita dan petitum, serta data keahlian hakim. Model kemudian divalidasi dan diuji untuk mengukur kemampuannya dalam memberikan rekomendasi susunan majelis hakim secara otomatis dan akurat.

2.4.4 Pengujian Model

Setelah model SVM berhasil dibuat dan dilatih menggunakan data *training*, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian untuk mengetahui kinerja sistem dalam memberikan rekomendasi penentuan majelis hakim. Pengujian model dilakukan menggunakan dua pendekatan evaluasi utama, yaitu:

1. *Confusion Matrix*

Confusion Matrix merupakan sebuah tabel yang digunakan untuk memberikan pernyataan tentang data uji yang salah dan data uji yang benar[12]. *Confusion matrix* digunakan untuk mengukur performa klasifikasi dari model. Evaluasi ini menghasilkan beberapa metrik utama, yaitu: (1) Akurasi (*Accuracy*): Mengukur seberapa sering prediksi model benar secara keseluruhan. Dimana semakin besar nilai akurasi maka kernel yang digunakan semakin bagus[13]; (2) Presisi (*Precision*) adalah hasil perbandingan dari jumlah data bernilai positif dengan hasil jumlah data benar bernilai positif dan data salah bernilai positif[13]; (3) *Recall* adalah hasil dari perbandingan nilai data benar bernilai positif dengan hasil jumlah data benar yang bernilai positif dan data salah bernilai negatif[13]; dan (4) *F1-Score*: Rata-rata harmonis dari presisi dan *recall*. *F1-Score* menggabungkan *precision* dan *recall* menjadi satu metrik yang seimbang[14]. *Confusion matrix* juga digunakan sebagai alat bantu visual untuk memahami pola kesalahan klasifikasi yang terjadi dalam prediksi setiap kelas hakim. Tahapan ini memastikan bahwa model tidak hanya dilatih dengan baik, tetapi juga dievaluasi secara menyeluruh untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih akurat dan transparan dalam penetapan majelis hakim.

2. *K-Fold Cross-Validation*

Untuk menghindari *overfitting* dan memastikan model memiliki generalisasi yang baik terhadap data baru, digunakan teknik *K-Fold Cross-Validation*. Tujuan dari validasi *K-fold* adalah untuk memvalidasi algoritma agar lebih teruji dan mendapat hasil kinerja yang valid[15]. Setiap model diuji menggunakan teknik *5-fold cross-validation* untuk mengukur kestabilan dan generalisasi model terhadap data yang belum pernah dilihat. Dalam penelitian ini digunakan nilai $K = 5$, sehingga dataset dibagi menjadi 5 bagian yang sama. Pada setiap iterasi, 4 bagian digunakan untuk *training* dan 1 bagian untuk validasi. Proses ini diulang 5 kali dengan bagian validasi yang berbeda. Hasil dari *cross-validation* kemudian dirata-ratakan untuk mendapatkan nilai akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score* yang lebih stabil dan representatif. Teknik ini memastikan bahwa model tidak hanya bekerja baik pada sebagian data saja, tetapi juga memiliki performa yang konsisten pada data lain yang serupa.

2.5 Evaluasi Sistem

Evaluasi sistem bertujuan untuk mengukur kinerja model sistem rekomendasi dalam menentukan susunan majelis hakim secara akurat dan efisien. Seluruh hasil evaluasi kemudian dibandingkan dengan target performa yang diharapkan dan dijadikan dasar untuk menilai apakah sistem layak digunakan sebagai alat bantu rekomendasi penentuan majelis hakim. Jika hasil evaluasi menunjukkan performa yang tinggi dan stabil, maka sistem dianggap berhasil memenuhi tujuan penelitian dalam membantu Ketua Pengadilan Agama Sragen menetapkan susunan majelis hakim secara lebih efisien, objektif, dan akuntabel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Alur dan Metode Sistem

Sistem rekomendasi majelis hakim yang dikembangkan dalam penelitian ini mengimplementasikan pendekatan *hybrid* dengan menggabungkan metode *rule-based* dan *machine learning* berbasis *Support Vector Machine (SVM)*. Pendekatan ini dirancang untuk menangani kompleksitas data perkara di Pengadilan Agama Sragen dengan mempertimbangkan konteks hukum, keahlian hakim, dan pola historis penugasan.

Tahapan awal sistem dimulai dari proses *preprocessing* data, yaitu pembersihan teks pada bagian posita dan petitum dokumen perkara. Proses ini meliputi transformasi huruf ke *lowercase*, penghapusan karakter khusus, angka, serta kata-kata yang tidak bermakna secara hukum. Setelah itu dilakukan ekstraksi kata kunci untuk menyaring frasa penting dalam konteks hukum. Informasi dari teks kemudian diubah menjadi fitur numerik melalui teknik *TF-IDF vectorization*.

Sementara itu, atribut kategorikal seperti jenis perkara (cerai gugat, cerai talak, waris, ekonomi syariah, dan sebagainya) diubah menggunakan *one-hot encoding*, sehingga seluruh fitur dapat diolah bersama oleh algoritma pembelajaran mesin. Untuk mengatasi masalah ketidakseimbangan kelas dalam distribusi penugasan hakim,

diterapkan metode *SMOTE* (*Synthetic Minority Over-sampling Technique*) dan penggabungan kelas minoritas dengan jumlah kasus kurang dari lima ke dalam kategori "LAINNYA".

Model utama dikembangkan dengan menggunakan SVM *kernel* RBF yang dilatih untuk menghasilkan prediksi ketua majelis, anggota 1, dan anggota 2. Untuk perkara-perkara khusus seperti ekonomi syariah, dispensasi kawin, itsbat nikah, dan perwalian, digunakan mekanisme *rule-based decision*, di mana hakim dengan kompetensi tertentu langsung direkomendasikan tanpa melalui proses klasifikasi. Sistem juga dilengkapi dengan pengecekan untuk mencegah duplikasi penugasan hakim dalam satu majelis.

3.2 Pemrosesan dan Persiapan Data

Dataset yang digunakan terdiri dari file CSV yang berisi 1.028 data perkara tahun 2022, 2023, 2024, dan 2025 serta profil delapan orang hakim di Pengadilan Agama Sragen. Data dibagi menjadi dua subset, yaitu 80% untuk pelatihan dan 20% untuk pengujian, menggunakan teknik *stratified split* agar proporsi masing-masing kelas hakim tetap terjaga.

Teks dalam posita dan petitum menjalani proses pembersihan serta ekstraksi kata kunci berbasis daftar kata legal. Selanjutnya, fitur kategorikal seperti jenis perkara diubah menjadi format biner. Proses ini menghasilkan data terstruktur yang dapat dimanfaatkan untuk pelatihan model. Tantangan utama seperti ketidakseimbangan data diatasi dengan SMOTE, serta penggabungan hakim dengan jumlah kasus yang sangat sedikit ke dalam kelas umum.

3.3 Hasil Model dan Evaluasi

Model rekomendasi majelis hakim yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *hybrid*, yaitu menggabungkan metode *machine learning* dengan pendekatan berbasis aturan (*rule-based*). Model utama menggunakan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) untuk memberikan rekomendasi penugasan kepada tiga peran utama dalam majelis hakim, yaitu ketua majelis, anggota 1, dan anggota 2. Untuk menangani kasus-kasus tertentu yang memerlukan keahlian atau aturan khusus, seperti perkara ekonomi syariah, dispensasi kawin, itsbat nikah, dan perwalian, sistem menggunakan mekanisme *rule-based* yang disesuaikan dengan peraturan yang berlaku. Selain itu, untuk jenis perkara yang paling dominan seperti cerai gugat dan cerai talak, dibangun model khusus agar hasil rekomendasi lebih akurat dan relevan.

Contoh keluaran sistem berupa tiga nama hakim yang direkomendasikan untuk satu perkara, masing-masing sebagai ketua dan dua anggota majelis. Khusus untuk perkara dispensasi kawin, sistem hanya memberikan satu nama hakim sesuai dengan ketentuan hukum yang berlaku. Sistem ini juga mampu mengenali pola penugasan dari data historis, termasuk memperhitungkan beban kerja hakim dalam proses rekomendasi untuk menjaga keseimbangan distribusi perkara. Selain itu, beberapa fitur tambahan turut diintegrasikan dalam sistem, seperti data pengalaman hakim terhadap jenis perkara tertentu dan kemampuan mendeteksi kata kunci penting dalam posita maupun petitum. Fitur-fitur ini memperkaya konteks analisis dan meningkatkan relevansi hasil rekomendasi yang diberikan oleh sistem.

Pengujian model dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem rekomendasi dalam menentukan susunan majelis hakim berdasarkan data perkara historis. Evaluasi dilakukan dengan dua pendekatan utama, yaitu pengujian langsung pada data uji menggunakan metrik klasifikasi standar, serta validasi silang (*cross-validation*) untuk mengukur kestabilan dan konsistensi model di berbagai subset data. Masing-masing model dikembangkan untuk memprediksi tiga peran utama dalam majelis: ketua majelis, anggota 1, dan anggota 2.

Evaluasi berdasarkan metrik klasifikasi menunjukkan bahwa model memiliki performa yang kompetitif dalam konteks klasifikasi multi-kelas. Pada pengujian model diperoleh nilai *F1-score* untuk masing-masing peran hakim, yaitu ketua majelis, anggota 1, dan anggota 2. Model *Support Vector Machine* (SVM) yang digunakan menunjukkan performa yang cukup memadai. Model untuk Ketua Majelis menunjukkan performa terbaik dengan *F1-score* sebesar 64%, mendekati ambang batas praktis untuk sistem rekomendasi yang dapat diandalkan. Model ini juga mencatat presisi 66% dan *recall* 63%, yang menunjukkan keseimbangan yang baik antara ketepatan dan cakupan prediksi. Gap antara rata-rata *F1 cross-validation* (82%) dan hasil pengujian aktual (64%) sebesar 18% masih dalam batas wajar, menunjukkan *overfitting* moderat yang tidak terlalu mengganggu. Hasil ini mengindikasikan bahwa sistem dapat secara efektif mengenali pola penugasan ketua majelis dan layak untuk diimplementasikan sebagai alat bantu pengambilan keputusan.

Berbeda dengan itu, Model Anggota 1 memiliki performa terendah dengan *F1-score* 36%, akurasi 35%, presisi 40%, dan *recall* 35%. Hasil ini mengindikasikan bahwa model mengalami kesulitan mendasar dalam mempelajari pola penugasan posisi ini. Gap antara *F1 cross-validation* (65%) dan hasil uji (36%) mencapai 29%, tertinggi di

antara ketiga model, yang menandakan *overfitting* signifikan. Model cenderung terlalu selektif, terlihat dari presisi yang lebih tinggi dibandingkan *recall*, sehingga sering gagal mengenali kandidat yang tepat. Dengan performa yang mendekati prediksi acak, model ini belum dapat diandalkan dalam konteks operasional dan memerlukan perbaikan struktural yang signifikan.

Sementara itu, Model Anggota 2 menunjukkan performa menengah dengan *F1-score* sebesar 56%, presisi 57%, dan *recall* 56%. Model ini mencerminkan keseimbangan antara ketepatan dan cakupan prediksi, serta menunjukkan gap *CV-Test* sebesar 18%, sama dengan model ketua. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun belum ideal, model anggota 2 cukup stabil dan memiliki tingkat kesalahan yang dapat diterima untuk digunakan sebagai sistem pendukung keputusan, terutama dengan pengawasan manual dari ketua pengadilan.

Tabel 1. Evaluasi berdasarkan metrik klasifikasi

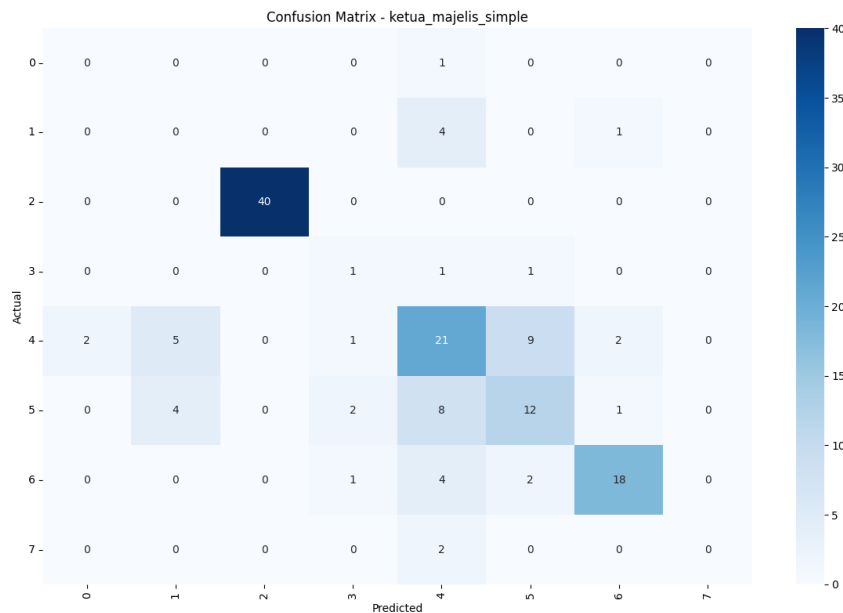
No.	Peran Hakim	Accuracy	F1-Score	Precision	Recall
1	Ketua Majelis	63%	64%	66%	63%
2	Anggota 1	35%	36%	40%	35%
3	Anggota 2	56%	56%	57%	56%

Jika dilihat secara keseluruhan, terdapat pola hierarkis yang cukup konsisten dalam performa ketiga model, yaitu model ketua memiliki akurasi dan stabilitas tertinggi, diikuti oleh anggota 2, lalu anggota 1. Pola ini mengindikasikan bahwa struktur penugasan ketua majelis cenderung lebih teratur dan dapat diprediksi, sedangkan penugasan anggota 1 lebih dinamis atau acak, sehingga menyulitkan model dalam membentuk pola klasifikasi. Selain itu, presisi yang selalu lebih tinggi daripada recall pada semua model menunjukkan bahwa sistem lebih berhati-hati dalam memberikan prediksi, cenderung hanya merekomendasikan hakim ketika probabilitas prediksi cukup tinggi. Hal ini positif dalam konteks pengambilan keputusan karena menurunkan risiko kesalahan penugasan.

Meskipun demikian, gap rata-rata antara *cross-validation* dan hasil uji sebesar 21.7% menjadi indikasi adanya potensi *overfitting* yang perlu diperhatikan, terutama pada model anggota 1. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini merekomendasikan penerapan teknik regularisasi lanjutan seperti *early stopping* atau *dropout*, serta pengurangan kompleksitas model. Pengayaan fitur juga menjadi langkah penting, misalnya dengan menambahkan fitur temporal untuk memantau beban kerja hakim, fitur interaksi antar anggota majelis sebelumnya, dan metrik keberhasilan penanganan kasus terdahulu.

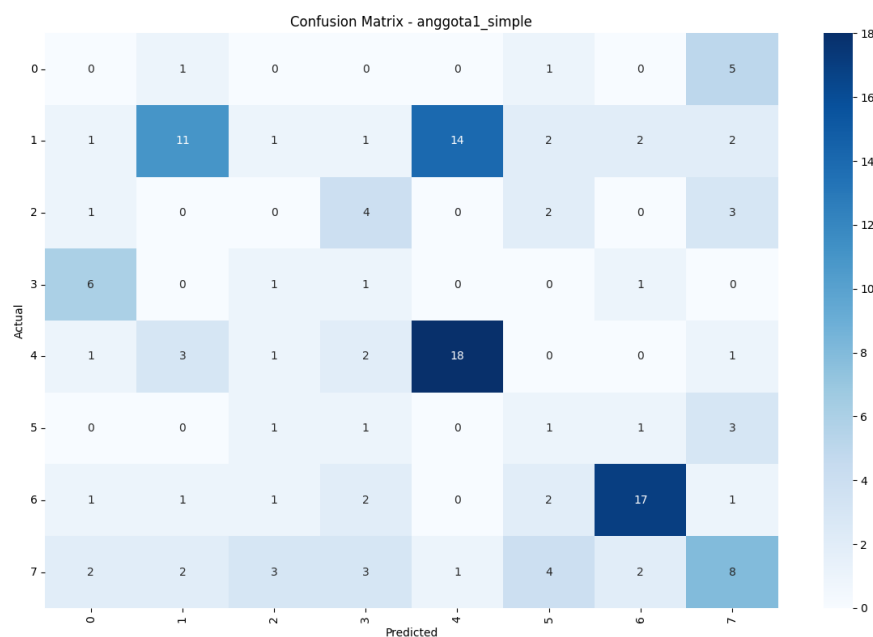
Untuk memperoleh pemahaman yang lebih rinci terhadap kinerja model, dilakukan visualisasi menggunakan *confusion matrix* pada masing-masing model. *Confusion matrix* memperlihatkan jumlah prediksi benar dan salah untuk setiap kelas hakim, sehingga membantu mengevaluasi efektivitas model dalam mengenali pola historis penugasan majelis hakim. Analisis *confusion matrix* menjadi penting karena mampu mengungkap pola-pola kesalahan prediksi yang tidak selalu terlihat dari nilai metrik global. Sebagai contoh, model dapat memiliki nilai akurasi atau *F1-score* yang tinggi secara keseluruhan, tetapi tetap mengalami kegagalan sistematis dalam mengenali hakim tertentu. Oleh karena itu, visualisasi ini digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana model mengenali pola penugasan hakim pada data aktual dan menghindari kesalahan dalam rekomendasi.

Confusion matrix pada Gambar 1 untuk masing-masing model ketua majelis, anggota 1, dan anggota 2 dianalisis untuk mengevaluasi akurasi prediksi per kelas serta mendeteksi potensi bias atau kekeliruan sistem dalam memetakan hakim berdasarkan fitur yang diberikan. Pada *confusion matrix* model ketua majelis, terlihat bahwa kelas 2 (hakim ke-3) mendominasi prediksi benar, dengan 40 prediksi tepat pada posisi diagonal. Kelas 4 dan kelas 5 juga menunjukkan performa yang cukup baik, meskipun terdapat sejumlah kesalahan klasifikasi silang antar keduanya. Misalnya, sebanyak 21 kasus pada kelas 4 diprediksi benar, namun 9 kasus dari kelas 4 salah dipetakan ke kelas 5, yang menunjukkan adanya *overlap* karakteristik antar dua hakim tersebut dalam data pelatihan. Selain itu, beberapa kelas minoritas seperti kelas 0 dan kelas 1 tidak memiliki prediksi benar sama sekali, mengindikasikan bahwa model kesulitan mengenali pola pada kelas dengan jumlah data kecil. Namun demikian, secara umum, model ketua majelis memiliki distribusi prediksi yang relatif terfokus dan menunjukkan ketepatan pada kelas utama.



Gambar 1. Hasil pengujian model Ketua Majelis dengan *Confusion Matrix*

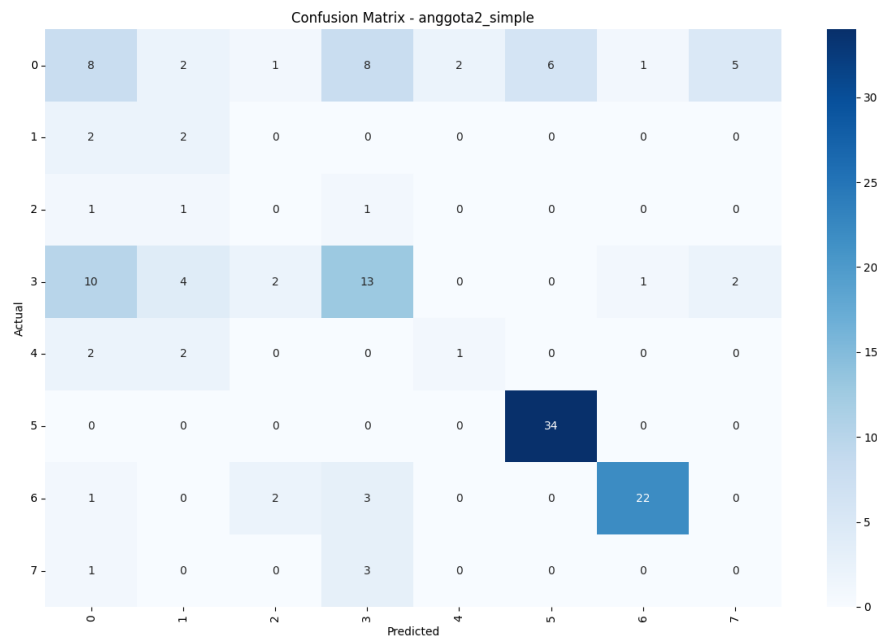
Confusion matrix model anggota 1 pada Gambar 2 menunjukkan distribusi prediksi yang lebih tersebar dan tidak terpusat, mencerminkan tingkat kesulitan model dalam membentuk pola klasifikasi yang stabil. Meskipun terdapat beberapa prediksi tepat, seperti pada kelas 4 (18 prediksi benar) dan kelas 6 (17 prediksi benar), banyak kelas yang memiliki prediksi salah dalam jumlah tinggi. Sebagai contoh, kelas 1 memiliki distribusi yang cukup merata ke berbagai prediksi yang salah, termasuk ke kelas 4 dan kelas 5. Ini mengindikasikan bahwa model terlalu banyak memberikan prediksi yang ambigu, kemungkinan karena karakteristik data antar anggota majelis 1 tidak konsisten atau tidak cukup terstruktur. Selain itu, jumlah prediksi salah yang tinggi pada hampir semua kelas menunjukkan perlunya pengayaan fitur atau regularisasi model untuk meningkatkan kemampuannya.



Gambar 2 Hasil pengujian model Anggota 1 dengan *Confusion Matrix*

Model anggota 2 pada Gambar 2 menunjukkan performa yang lebih baik dan distribusi yang lebih terarah dibandingkan anggota 1. Sebagai contoh, kelas 5 memiliki 34 prediksi benar, dan kelas 6 sebanyak 22 prediksi benar, menunjukkan bahwa model mampu mengenali dengan baik hakim yang sering ditempatkan sebagai anggota 2.

Meskipun masih terdapat kesalahan pada kelas 0 dan kelas 3, persebaran prediksi salah tidak sebesar model anggota 1. Prediksi untuk kelas 0 tersebar ke berbagai kelas lain seperti 3, 5, dan 6, yang mungkin disebabkan oleh karakteristik fitur yang tumpang tindih antar hakim-hakim tersebut. Secara keseluruhan, model anggota 2 menunjukkan kemampuan lebih seimbang antara presisi dan recall, dan memiliki potensi untuk mendukung pengambilan keputusan dengan tingkat kepercayaan yang cukup.



Gambar 3 Hasil pengujian model Anggota 2 dengan *Confusion Matrix*

Confusion matrix di Gambar 3 menggambarkan sejauh mana model dapat memprediksi penugasan hakim sesuai dengan data historis. Sumbu vertikal (*Actual*) menunjukkan kelas hakim aktual (yang seharusnya dipilih), sedangkan sumbu horizontal (*Predicted*) menunjukkan hasil prediksi model. Hasil visualisasi dan analisis *confusion matrix* memperkuat hasil evaluasi kuantitatif sebelumnya. Model ketua majelis lebih mampu mengenali pola historis penugasan dengan akurat, terutama untuk kelas yang dominan. Model anggota 2 menunjukkan stabilitas dan ketepatan yang cukup baik, sementara model anggota 1 masih perlu perbaikan signifikan karena prediksinya tersebar dan tidak konsisten. Beberapa kelas minoritas masih belum terklasifikasi dengan baik, sehingga upaya peningkatan data dan pengayaan fitur menjadi penting. Analisis ini menunjukkan bahwa sistem secara keseluruhan sudah menunjukkan arah yang positif sebagai alat bantu rekomendasi, dengan ruang perbaikan terutama pada bagian anggota majelis pertama.

Sistem ini berhasil menangani berbagai tantangan dalam pengolahan data perkara yang bersifat kompleks dan tidak terstruktur. Pendekatan *hybrid* yang diterapkan terbukti memberikan fleksibilitas dan adaptabilitas yang tinggi. Komponen *rule-based* bekerja sangat baik pada perkara dengan keunikan atau syarat kompetensi tertentu, sementara *machine learning* menangani distribusi perkara umum dengan cukup efektif. Model juga memperlihatkan kapabilitas dalam mengenali pola penugasan berdasarkan pengalaman dan kompetensi hakim, sekaligus memastikan tidak terjadi tumpang tindih penugasan. Penanganan data yang cermat, termasuk ekstraksi fitur kata kunci serta balancing data melalui SMOTE dan penggabungan kelas minoritas, menjadi kunci keberhasilan dalam memperoleh performa model yang memadai.

Secara keseluruhan, sistem ini menunjukkan potensi besar sebagai alat bantu dalam penentuan formasi majelis hakim di Pengadilan Agama Sragen, khususnya untuk posisi ketua majelis dan anggota 2. Meskipun masih memerlukan penyempurnaan, terutama dalam hal pengayaan data dan validasi oleh pakar hukum. Sistem dapat memberikan rekomendasi awal yang relevan, mempercepat proses penugasan, dan membantu menjaga keseimbangan beban kerja hakim. Dengan penyempurnaan lebih lanjut, terutama pada model anggota 1, sistem ini dapat dikembangkan menjadi alat bantu keputusan yang adaptif dan efisien di lingkungan pengadilan agama.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem rekomendasi penentuan majelis hakim pada Pengadilan Agama Sragen menggunakan pendekatan *hybrid* berbasis metode *Support Vector Machine (SVM)* dan *rule-based decision*. Sistem ini dirancang untuk mengatasi tantangan dalam proses penugasan hakim yang selama ini dilakukan secara manual dan memakan waktu. Dengan memanfaatkan data historis perkara dan profil hakim, sistem ini mampu memberikan rekomendasi susunan majelis secara otomatis, khususnya untuk posisi ketua majelis, anggota 1, dan anggota 2. Pendekatan *hybrid* yang menggabungkan metode *rule-based* dengan algoritma *machine learning* terbukti efektif. Strategi ini memberikan keseimbangan antara keahlian berbasis aturan domain (misalnya pada perkara ekonomi syariah atau dispensasi kawin) dan kemampuan generalisasi dari data historis untuk perkara yang lebih umum.

Penggunaan *Support Vector Machine (SVM)* menjadi pilihan yang tepat untuk menangani masalah klasifikasi multi-kelas dalam konteks penugasan hakim. Selain itu, tantangan pada data yang tidak seimbang berhasil diminimalkan melalui teknik SMOTE dan pembagian data dengan stratifikasi, sehingga proporsi antar kelas tetap terjaga baik pada tahap pelatihan maupun pengujian. Secara umum, sistem ini memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap berbagai jenis perkara, mampu mengenali pola historis dalam penugasan hakim, serta memberikan hasil yang relevan dengan mempertimbangkan beban kerja dan pengalaman hakim.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model ketua majelis memberikan performa terbaik dengan *F1-score* sebesar 64% dan presisi 66%, yang menandakan bahwa sistem cukup andal dalam mengidentifikasi hakim yang sesuai berdasarkan pola historis. Model anggota 2 menunjukkan performa menengah yang stabil dengan *F1-score* 56%, sedangkan model anggota 1 masih memiliki akurasi yang rendah (*F1-score* 36%) dan membutuhkan pengembangan lebih lanjut. Hasil *cross-validation* juga mengindikasikan adanya gap antara performa validasi dan pengujian akhir, yang menandakan potensi *overfitting* terutama pada model anggota 1.

Analisis *confusion matrix* memperkuat temuan ini, menunjukkan bahwa model mampu mengenali pola pada hakim-hakim dominan, tetapi kesulitan pada kelas minoritas. Dengan demikian, sistem ini telah menunjukkan potensi untuk diimplementasikan sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam penugasan hakim, terutama untuk mendukung efisiensi dan konsistensi di lingkungan peradilan agama.

Meskipun sistem telah menunjukkan performa awal yang menjanjikan, penyempurnaan fitur, perbaikan model, serta validasi dengan masukan pengguna nyata tetap diperlukan untuk meningkatkan akurasi sistem secara menyeluruh. Perlu dilakukan pengayaan fitur data, seperti pengalaman hakim per jenis perkara, beban kerja terkini, dan rotasi penugasan, agar model dapat mempelajari pola dengan lebih akurat. Kemudian, pengembangan lanjutan pada model pembelajaran mesin dengan menerapkan pendekatan *ensemble*, seperti kombinasi antara *SVM*, *Random Forest*, dan *XGBoost*. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan *F1-score*. Selain itu, penggunaan SMOTETomek sebagai alternatif dari SMOTE dapat membantu dalam penanganan ketidakseimbangan kelas secara lebih optimal. Penambahan fitur temporal, seperti beban kerja hakim per periode waktu tertentu, juga dapat memberikan konteks tambahan bagi model dalam merekomendasikan penugasan.

Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem rekomendasi majelis hakim ini memiliki potensi besar untuk menjadi alat pendukung keputusan yang cerdas dan efisien, yang akan membantu meningkatkan keadilan prosedural serta manajemen sumber daya manusia di lingkungan peradilan Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Republik Indonesia, *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2009 Tentang Perubahan Kedua Atas Undang-Undang Nomor 7 Tahun 1989 Tentang Peradilan Agama*. Jakarta: Sekretariat Negara, 2009. [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/38795/uu-no-50-tahun-2009>
- [2] Pengadilan Agama Sragen, "Laporan Pelaksanaan Kegiatan Pengadilan Agama Sragen Tahun 2024," Sragen, 2024. [Online]. Available: <https://pa-sragen.go.id/informasi-pasragen/laporan-tahunan/laptah-pasragen.html>
- [3] C. C and V. V, "Support-Vector Networks," *Support. Networks*, pp. 273–297, 1995.
- [4] M. Yazid, D. A. Sani, and N. M. Anggadimas, "Sistem Rekomendasi Penerima Bantuan Sosial APBD Menggunakan Metode Support Vector Machine," *Ilk. J. Comput. Sci. Appl. Informatics*, vol. 6, no. 1, pp. 54–61, 2024, doi: 10.28926/ilkomnika.v6i1.619.
- [5] N. Dafa, R. Arifin, and S. R. Nudin, "Sistem Rekomendasi Wawancara Calon Karyawan dengan Metode

- SVM dan Algoritma Kelelawar,” *J. Manaj. Inform.*, vol. 16, pp. 1–12, 2024.
- [6] Y. T. Pradana, Yustinus Radityo; Supianto, Ahmad Afif; Mursityo, “Prediksi Bidang Penelitian dan Rekomendasi Dosen Pembimbing Skripsi berdasarkan Konten Latar Belakang pada Naskah Proposal menggunakan Metode Multi-Class Support Vector Machine dan Weighting Product,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, pp. 403–409, 2021.
- [7] H. D. Sirait, N. Hidayat, and E. Santoso, “Implementasi Analytical Hierarchy Process pada Penetapan Hakim di Pengadilan Negeri Malang,” vol. 3, no. 7, pp. 6773–6779, 2019.
- [8] A. Akbar, Yogi, Ananto, and S. Pratama, “Sistem Rekomendasi Program Studi Sarjana Berbasis Machine Learning Untuk Model Klasifikasi Calon Mahasiswa Baru,” *J. Inf. Technol. Soc.*, vol. 1, no. 1, pp. 11–14, 2023, doi: 10.35438/jits.v1i1.20.
- [9] S. H. Wibowo and R. Toyib, “Support Vector Machine Method for Recognizing Patterns in Signatures,” *J. Media Infotama*, 2022.
- [10] R. Oktafiani and R. Rianto, “Perbandingan Algoritma Support Vector Machine (SVM) dan Decision Tree untuk Sistem Rekomendasi Tempat Wisata,” *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 9, pp. 113–121, 2023.
- [11] D. E. Safitri and A. S. Fitriani, “Implementasi Metode Klasifikasi Dengan Algoritma Support Vector Machine Kernel Gaussian Rbf Untuk Prediksi Partisipasi Pemilu Terhadap Demografi Kota Surabaya,” *Indones. J. Bus. Intell.*, p. 36, 2022.
- [12] D. Normawati and S. . Prayogi, “Implementasi Naïve Bayes Classifier Dan Confusion Matrix Pada Analisis Sentimen Berbasis Teks Pada Twitter,” 2021.
- [13] W. Anggraini, J. M. Utami, Berlianty, and E. Sellya, “Klasifikasi Sentimen Masyarakat Terhadap Kebijakan Kartu Prakerja di Indonesia,” vol. 13 No. 4, pp. 255–261, 2021.
- [14] S. Aminah, “Perbandingan Keakuratan Sistem Rekomendasi Produk Berbasis Content-Based Filtering Dan Collaborative Filtering Pada E-Commerce Shopee Menggunakan Matrik Precision, Recall Dan F1-Score Siti Aminah,” pp. 1–18, 2024.
- [15] D. A. Pratiwi and A. Qoiriah, “Sistem Rekomendasi Wedding Organizer Menggunakan Metode Content-Based Filtering Dengan Algoritma Random Forest Regression,” *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 3, no. 03, pp. 231–239, 2021, doi: 10.26740/jinacs.v3n03.p231-239.