Pengembangan Sistem Penilaian Soal Uraian Otomatis dengan Model *Support Vector Machine* Multikelas

Tugas Akhir Skripsi



oleh:

NATANAEL TEGAR PRAMUDYA

71210760

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI

UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2024/2025

Pengembangan Sistem Penilaian Soal Uraian Otomatis dengan Model Support Vector Machine Multikelas

Tugas Akhir Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh
NATANAEL TEGAR PRAMUDYA
71210760

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
TAHUN

PERNYATAAN PENYERAHAN KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	:	Natanael Tegar Pramudya
NIM	:	71210760
Program Studi	:	Informatika
Judul Karya Ilmiah	:	Pengembangan Sistem Penilaian Soal Uraian Otomatis dengan Model *Support Vector Machine* Multikelas

dengan ini menyatakan:

a. bahwa karya yang saya serahkan ini merupakan revisi terakhir yang telah disetujui pembimbing/promotor/*reviewer*.

b. bahwa karya saya dengan judul di atas adalah asli dan belum pernah diajukan oleh siapa pun untuk mendapatkan gelar akademik baik di Universitas Kristen Duta Wacana maupun di universitas/institusi lain.

c. bahwa karya saya dengan judul di atas sepenuhnya adalah hasil karya tulis saya sendiri dan bebas dari plagiasi. Karya atau pendapat pihak lain yang digunakan sebagai rujukan dalam naskah ini telah dikutip sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah yang berlaku.

d. bahwa saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku berupa pencabutan gelar akademik jika di kemudian hari didapati bahwa saya melakukan tindakan plagiasi dalam karya saya ini.

e. bahwa Universitas Kristen Duta Wacana tidak dapat diberi sanksi atau tuntutan hukum atas pelanggaran hak kekayaan intelektual atau jika terjadi pelanggaran lain dalam karya saya ini. Segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran dalam karya saya ini akan menjadi tanggung jawab saya pribadi, tanpa melibatkan pihak Universitas Kristen Duta Wacana.

f. menyerahkan hak bebas royalti noneksklusif kepada Universitas Kristen Duta Wacana, untuk menyimpan, melestarikan, mengalihkan dalam media/format lain, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), dan mengunggahnya di Repositori UKDW tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan pemilik hak cipta atas karya saya di atas, untuk kepentingan akademis dan pengembangan ilmu pengetahuan.

g. bahwa saya bertanggung jawab menyampaikan secara tertulis kepada Universitas Kristen Duta Wacana jika di kemudian hari terdapat perubahan hak cipta atas karya saya ini.

h. bahwa meskipun telah dilakukan pelestarian sebaik-baiknya, Universitas Kristen Duta Wacana tidak bertanggung jawab atas kehilangan atau kerusakan karya atau metadata selama disimpan di Repositori UKDW.

i. mengajukan agar karya saya ini: (*pilih salah satu*)

☑ Dapat diakses tanpa embargo.
☐ Dapat diakses setelah 2 tahun.*
☐ Embargo permanen.*

Embargo: penutupan sementara akses karya ilmiah.
*Halaman judul, abstrak, dan daftar pustaka tetap wajib dibuka.

Alasan embargo (*bisa lebih dari satu*):

☐ dalam proses pengajuan paten.
☐ akan dipresentasikan sebagai makalah dalam seminar nasional/internasional.**
☐ akan diterbitkan dalam jurnal nasional/internasional.**
☐ telah dipresentasikan sebagai makalah dalam seminar nasional/internasional ... dan diterbitkan dalam prosiding pada bulan ... tahun ... dengan DOI/URL ... ***
☐ telah diterbitkan dalam jurnal ... dengan DOI/URL artikel ... atau vol./no. … ***
☐ berisi topik sensitif, data perusahaan/pribadi atau informasi yang membahayakan keamanan nasional.
☐ berisi materi yang mengandung hak cipta atau hak kekayaan intelektual pihak lain.
☐ terikat perjanjian kerahasiaan dengan perusahaan/organisasi lain di luar Universitas Kristen Duta Wacana selama periode tertentu.
☐ Lainnya (mohon dijelaskan)

_____

_____

_____

**Setelah diterbitkan, mohon informasikan keterangan publikasinya ke repository@staff.ukdw.ac.id.

***Tuliskan informasi kegiatan atau publikasinya dengan lengkap.

Yogyakarta, 22 Juli 2025

Mengetahui,

Dr. Phil. Lucia Dwi Krisnawati, S.S., M.A.
Tanda tangan & nama terang pembimbing
NIDN/NIDK 0516116901

Yang menyatakan,



Natanael Tegar Pramudya
Tanda tangan & nama terang pemilik karya/penulis
NIM 71210760

HALAMAN PENGESAHAN

Pengembangan Sistem Penilaian Soal Uraian Otomatis dengan Model *Support Vector Machine* Multikelas

Oleh: Natanael Tegar Pramudya / 71210760

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Tugas Akhir

Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi

Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta

Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Komputer

pada tanggal 11 Juni 2025

Yogyakarta, 20 Juni 2025

Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Dr. Phil. Lucia Dwi Krisnawati, S.S., M.A. ----------
2. Aditya Wikan Mahastama, S.Kom., M.Cs. ----------
3. R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si. ----------
4. Matahari Bhakti Nendya, S.Kom., M.T. ----------

Dekan

(Restyandito, S.Kom.,MSIS.,Ph.D.)

Ketua Program Studi

(Joko Purwadi, S.Kom., M.Kom.)

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Tugas Akhir	:	Pengembangan Sistem Penilaian Soal Uraian Otomatis dengan Model *Support Vector Machine* Multikelas
Nama Mahasiswa	:	Natanael Tegar Pramudya
NIM	:	71210760
Mata Kuliah	:	Tugas Akhir
Kode	:	TI0366
Semester	:	Genap
Tahun Akademik	:	2024/2025

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 30 Mei 2025

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Dr. Phil. Lucia Dwi Krisnawati, S.S., M.A.	Aditya Wikan Mahastama, S.Kom., M.Cs

DUTA WACANA

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul:

Pengembangan Sistem Penilaian Soal Uraian Otomatis dengan Model *Support Vector Machine* Multikelas

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tugas akhir kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil tugas akhir ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari tugas akhir lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 02 Juli 2025



NATANAEL TEGAR PRAMUDYA
71210760

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan yang maha kasih, karena atas segala rahmat, bimbingan, dan bantuan-Nya maka akhirnya Tugas Akhir Skripsi dengan judul Pengembangan Sistem Penilaian Soal Uraian Otomatis dengan Model *Support Vector Machine* Multikelas ini telah selesai disusun.

Penulis memperoleh banyak bantuan baik secara moral maupun spiritual dalam penulisan Tugas Akhir ini, untuk itu tak lupa penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan yang maha kasih,
2. Orang tua yang selama ini telah sabar membimbing dan mendoakan penulis tanpa kenal lelah untuk selama-lamanya,
3. Bapak Restyandito, S.Kom., MSIS, Ph.D. selaku Dekan FTI,
4. Bapak Joko Purwadi, S.Kom., M.Kom. selaku Kaprodi Informatika,
5. Ibu Dr. Phil. Lucia Dwi Krisnawati, S.S., M.A. selaku Dosen Pembimbing 1, yang telah memberikan ilmunya dan dengan penuh kesabaran membimbing penulis,
6. Bapak Aditya Wikan Mahastama, S.Kom., M.Cs., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan ilmu dan kesabaran dalam membimbing penulis,
7. Keluarga tercinta di Bantul atas kehangatan dan dukungan yang diberikan selama masa kuliah penulis,
8. Teman kami Excelsior Valentino Yonathan yang telah menjadi rekan kerja sekaligus teman berbagi dalam berbagai kesempatan,
9. Lain-lain yang telah mendukung moral, spiritual, dan dana untuk belajar selama ini.

Laporan tugas akhir ini tentunya tidak lepas dari segala kekurangan dan kelemahan, untuk itu segala kritikan dan saran guna kesempurnaan skripsi ini sangat diharapkan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca semua.

Yogyakarta, 02 Juli 2025

Natanael Tegar Pramudya

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL i
HALAMAN JUDUL ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
HALAMAN PERSETUJUAN iv
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL x
INTISARI xi
ABSTRACT xii
BAB I 1
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 2
1.5 Manfaat Penelitian 3
1.6 Metodologi Penelitian 3
1.7 Sistematika Penulisan 4
BAB II 5
2.1 Tinjauan Pustaka 5
2.2 Landasan Teori 6
2.2.1 Jenis Soal 6
2.2.2 Sistem Penilaian Uraian Otomatis 7

DUTA WACANA

BAB III 13
3.1 Objek Penelitian 13
3.2 Perancangan Penelitian 18
3.3 Perancangan LMS 19
BAB IV 23
4.1 Implementasi Sistem 23
4.2 Integrasi Sistem 28
4.2.1 Pengembangan *Front-End* 28
4.2.2 Pengembangan *Back-End* 32
4.3 Pengujian dan Analisis 33
4.4 Temuan dan Hasil 37
BAB V 39
5.1 Kesimpulan 39
5.2 Saran 39
DAFTAR PUSTAKA 41
LAMPIRAN 44

DUTA WACANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 19
Gambar 3.2 Hirarki menu LMS 20
Gambar 3.3 Rancangan Entity Relation Diagram LMS..... 22
Gambar 4.1 Pseudocode praproses 24
Gambar 4.2 Pseudocode ekstraksi fitur unigram cosine similarity..... 24
Gambar 4.3 Pseudocode ekstraksi fitur bigram cosine similarity..... 24
Gambar 4.4 Pseudocode ekstraksi fitur type-token ratio 25
Gambar 4.5 Pseudocode ekstraksi fitur word count ratio 26
Gambar 4.6 Pseudocode proses pelatihan model..... 27
Gambar 4.7 Pseudocode proses pengujian model..... 27
Gambar 4.8 Halaman dashboard guru..... 28
Gambar 4.9 Halaman kelas guru..... 29
Gambar 4.10 Halaman materi 29
Gambar 4.11 Halaman pengumuman..... 30
Gambar 4.12 Halaman daftar peserta..... 30
Gambar 4.13 Halaman kuis..... 31
Gambar 4.14 Tampilan halaman jawaban siswa pada LMS (1) 31
Gambar 4.15 Tampilan halaman jawaban siswa pada LMS (2) 32
Gambar 4.16 Pseudocode endpoint /evaluate 32
Gambar 4.17 Tampilan halaman jawaban siswa setelah dinilai otomatis (1)..... 33
Gambar 4.18 Tampilan halaman jawaban siswa setelah dinilai otomatis (2)..... 33
Gambar 4.19 Perbandingan nilai metrik evaluasi dengan macro average 35
Gambar 4.20 Perbandingan nilai metrik evaluasi dengan weighted average..... 36
Gambar 4.21 Grafik perbandingan nilai akurasi..... 36
Gambar 4.22 Grafik perbandingan nilai RMSE..... 37

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Soal dan kunci jawaban pada dataset 13
Tabel 3.2 Persebaran label pada dataset 18
Tabel 4.1 Nilai precision untuk kombinasi fitur dan kernel 34
Tabel 4.2 Nilai metrik evaluasi model SVM multikelas 35

DUTA WACANA

INTISARI

Pengembangan Sistem Penilaian Soal Uraian Otomatis dengan Model *Support Vector Machine* Multikelas

Oleh

NATANAEL TEGAR PRAMUDYA

71210760

Dalam dunia pendidikan, sudah berkembang banyak sekali tipe soal untuk mengukur sejauh mana pemahaman siswa terhadap materi yang sudah diberikan, seperti pilihan ganda, jawaban singkat, uraian, dan lain-lain. Penilaian untuk soal bertipe uraian sering menyita banyak sekali waktu tenaga pendidik. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini adalah pengembangan sistem penilaian soal uraian otomatis. Sistem ini dikembangkan di berbagai literatur tentang *Automatic Essay Scoring* dan *Automatic Short Answer Grading*.

Penelitian ini menggunakan model *Support Vector Machine* (SVM) Multikelas dalam membangun sistem penilaian otomatis. Terdapat beberapa temuan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan. Untuk dataset yang digunakan, kombinasi fitur *Unigram & Bigram Cosine Similarity*, *Type-Token Ratio*, dan *Word Count Ratio* diimplementasikan bersama dengan kernel RBF dengan $\gamma = 100$ menghasilkan nilai presisi tertinggi pada tahap validasi. Di tahap evaluasi, dengan nilai metrik evaluasi presisi sebesar 0,49 dan RMSE sebesar 2,77, model ini dinilai kurang akurat. Karena, model KNN dan *Logistic Regression* memiliki nilai metrik evaluasi yang lebih tinggi. Model *Logistic Regression* lebih direkomendasikan untuk sistem penilaian soal uraian otomatis ini, karena model ini dapat memberikan prediksi yang lebih seimbang dan akurat berdasarkan nilai RMSE yang terendah dan nilai metrik presisi, *recall*, dan *f1-score* yang cenderung stabil.

Kata-kata kunci: Penilaian Uraian Otomatis, SVM Multikelas, *Machine Learning*, Pemrosesan Bahasa Natural.

ABSTRACT

Automated Essay Scoring System Development using Multiclass Support Vector Machine Model

By

NATANAEL TEGAR PRAMUDYA
71210760

In the education field, many types of questions have been developed to measure the extent to which students understand the material that has been given, such as multiple choice, short answer, essay, and others. Assessment for essay-type questions often takes up a lot of assessors' time. A solution to overcome this problem is the development of an automatic essay assessment system. This system is developed in various literature on Automatic Essay Scoring and Automatic Short Answer Grading. This study uses a Multiclass Support Vector Machine (SVM) model in building an automatic assessment system.

There are several findings from the results of this research. For the dataset used in this research, a combination of unigram and bigram cosine similarity, type-token ratio, and word count ratio features implemented together with RBF kernel with $\gamma = 100$ produces the highest precision value at the validation stage. At the evaluation stage, with a precision metric value of 0.49 and RMSE of 2.77, this model is considered less accurate. This is because the KNN and Logistic Regression models have higher evaluation metric values. The Logistic Regression model is more recommended for this automatic short answer grading system, because this model can provide more balanced and accurate predictions based on the lowest RMSE value and the precision, recall, and f1-score values that tend to be stable.

***Keywords**: Automatic Short Answer Grading, Multiclass SVM, Machine Learning, Natural Language Processing*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam dunia pendidikan, sudah berkembang banyak sekali tipe soal untuk mengukur sejauh mana pemahaman siswa terhadap materi yang sudah diberikan, seperti pilihan ganda, jawaban singkat, uraian, dan lain-lain. Namun, khusus uraian, siswa dapat menuliskan dengan bebas jawaban benar. Artinya, jawaban siswa dapat dianggap benar tanpa harus sama persis dengan kunci jawaban. Maka dari itu, tidak seperti tipe soal yang lain, tipe soal ini memerlukan seorang penilai untuk melihat kesesuaian jawaban siswa dengan kunci jawaban yang ada.

Penilaian untuk soal bertipe uraian sering menyita banyak sekali waktu tenaga pendidik. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini adalah pengembangan sistem penilaian soal uraian otomatis. Sistem ini dikembangkan di berbagai literatur tentang *Automatic Essay Scoring* dan *Automatic Short Answer Grading*. *Automatic Essay Scoring* adalah penggunaan machine learning dalam pemrosesan bahasa natural, dimana kita membuat sebuah model yang dapat menilai jawaban esai siswa secara otomatis (Rajagede, 2021). Sedangkan *Automatic Short Answer Grading* adalah sistem yang menilai jawaban pendek natural siswa sebagai respon untuk pertanyaan yang objektif (Li, Tomar, & Passonneau, 2021).

Pengembangan model untuk sistem penilaian soal uraian otomatis yang akurat bukanlah tugas yang mudah. Keragaman dalam kemungkinan jawaban benar, termasuk variasi dalam penggunaan kata dan struktur kalimat yang berbeda dari kunci jawaban, merupakan salah satu tantangan dalam pengembangan sistem ini. Oleh karena itu, dalam penelitian ini soal akan dibatasi untuk soal bertipe *narrative* dan *explanatory*.

Penelitian ini menggunakan model *Support Vector Machine* (SVM) Multikelas dalam membangun sistem penilaian otomatis. SVM Multikelas dipilih karena kemampuannya untuk mengklasifikasikan data ke dalam beberapa kategori.

Model ini cocok untuk sistem penilaian otomatis di mana soal uraian dapat dinilai berdasarkan beberapa tingkat kualitas jawaban atau kategori skor.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah

1. Apakah penerapan model SVM multikelas pada sistem penilaian soal uraian otomatis dapat memberikan nilai yang presisi apabila dibandingkan dengan penilaian oleh manusia?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan yang digunakan, seperti

1. Tipe soal yang akan digunakan dalam dataset adalah naratif (*narrative*) dan penjelasan (*explanatory*).
2. Dataset yang digunakan terbatas pada satu bahasa, yaitu Bahasa Indonesia.
3. Rentang nilai didefinisikan dalam 5 kelas, dimana kelas A untuk nilai lebih dari 8.5, B untuk nilai antara 7.0 hingga 8.4, C untuk nilai antara 6.0 hingga 6.9, D untuk nilai 4.0 hingga 5.9, dan E untuk nilai dibawah 4.0.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengimplementasikan model SVM multikelas ke dalam sistem penilaian soal uraian otomatis serta mengevaluasi performanya. Penelitian ini merancang sistem yang dapat mengklasifikasikan jawaban siswa ke beberapa kelas atau kategori nilai, A hingga E, secara otomatis lalu mengevaluasi performa sistem dengan mengukur akurasinya.

DUTA WACANA

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini, yaitu

1. Menjadi referensi untuk pengembangan sistem penilaian soal uraian otomatis di lingkungan akademis.
2. Menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya di kalangan civitas akademika.

1.6 Metodologi Penelitian

Untuk mendapatkan dataset yang akan digunakan dalam penelitian, digunakan metode pengumpulan data sumber sekunder. 12 soal uraian bertipe *narrative* dan *explanatory* dikumpulkan bersama dengan kunci jawaban, jawaban siswa, nilai tiap jawaban, dan nilai maksimal tiap soal, lalu setiap jawaban akan diberi label sesuai dengan nilainya. Dari 12 soal, 10 soal akan digunakan sebagai data latih dan 2 sisanya digunakan sebagai data uji.

Kunci jawaban dan jawaban siswa akan melalui pra-pemrosesan teks, dimana akan dilakukan normalisasi teks, tokenisasi, penghapusan *stopword*, dan *stemming*, sehingga didapatkan luaran token bersih.

Setelah didapatkan token bersih dari tahap pra-pemrosesan teks, token akan divektorisasi untuk mendapatkan fitur yang diperlukan. Fitur yang diekstraksi adalah *word count ratio* dan nilai kemiripan dari jawaban dan kunci jawaban dengan unit leksikal n-gram, yaitu unigram dan bigram. Hasil yang didapat dari tahap ekstraksi fitur disatukan ke dalam sebuah matriks. Sumbu X dari matriks tersebut merupakan nilai tiap fitur beserta label tiap jawaban, sedangkan sumbu Y merupakan jawaban tiap siswa.

Tahap klasifikasi dilakukan pada data latih dan data uji, namun pada data uji, sistem akan memberikan label pada tiap data di matriks. Model SVM multikelas digunakan untuk memberikan label pada data uji berdasarkan data yang didapat dari data latih.

Hasil klasifikasi sistem akan disatukan ke dalam sebuah *confusion matrix* 5x5. Sumbu Y dari matriks tersebut merupakan hasil prediksi kelas A hingga E, sedangkan sumbu X merupakan label yang sebenarnya. Dari nilai elemen-elemen

di *confusion matrix* tersebut dapat dihitung dengan metrik *recall*, *precision*, *f-measure*, dan *accuracy*-nya.

1.7 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika bagian pertama, terdiri dari empat bab: Bab 1 yaitu Pendahuluan yang berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penelitian. Bab 2 yaitu Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori yang berisi tinjauan pustaka tentang penelitian-penelitian terkait, dan berbagai tinjauan pustaka spesifik, yatitu tentang jenis soal dan Sistem Penilaian Uraian Otomatis, Bab 3 yaitu Metodologi Penelitian yang akan menjelaskan obyek penelitian, perancangan penelitian, dan perancangan LMS, Bab 4 yaitu Implementasi dan Pembahasan yang akan menjelaskan proses Implementasi Sistem, Integrasi Sistem dengan pengembangan *front-end* dan *back-end* LMS, Pengujian dan Analisis, serta Temuan dan Hasil, dan Bab 5 yaitu Kesimpulan dan Saran, yang menyimpulkan hasil dari penelitian yang sudah dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

DUTA WACANA

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan, sistem penilaian uraian otomatis berhasil diintegrasikan pada sistem LMS yang ada. Integrasi ini menunjukkan bahwa penggabungan sistem penilaian uraian otomatis dengan LMS dapat dilakukan dengan baik dan memungkinkan penggunaan secara langsung dalam lingkungan pembelajaran digital untuk mempertahankan sistem pembelajaran yang ringan.

Namun, dari sisi performa, model SVM multikelas, dengan nilai metrik evaluasi presisi sebesar 0,49 dan RMSE sebesar 2,77, menunjukkan hasil yang kurang memuaskan. Lebih lagi, hasil evaluasi model KNN dan *Logistic Regression* memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan dengan model SVM multikelas. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa model SVM multikelas kurang cocok untuk diaplikasikan pada sistem penilaian soal uraian otomatis ini.

Berdasarkan hasil penelitian, model yang direkomendasikan untuk digunakan adalah *Logistic Regression*. Meskipun model ini memiliki nilai presisi yang lebih rendah dibandingkan KNN, *Logistic Regression* menunjukkan nilai RMSE terendah, yaitu 1,96, serta nilai *recall* dan *f1-score* yang lebih tinggi dari KNN. Oleh karena itu, model ini memberikan prediksi yang lebih seimbang dan akurat.

5.2 Saran

Karena keterbatasan yang ada dalam penelitian ini, penulis menyarankan penelitian lanjutan untuk mengembangkan sistem penilaian soal uraian otomatis ini dengan menggunakan berbagai model *machine learning* lainnya. Hal ini perlu dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana performa model-model tersebut dalam memprediksi nilai untuk jawaban uraian dengan mempertahankan karakteristik model yang ringan untuk diaplikasikan ke sistem LMS.

Selain itu, perlu juga dilakukan analisis lebih lanjut terhadap fitur-fitur yang digunakan dalam pelatihan model. Disarankan untuk penelitian lebih lanjut yang menguji berbagai jenis fitur, guna mencari fitur yang memiliki pengaruh yang signifikan terhadap hasil prediksi label.

Disarankan pula untuk penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi berbagai teknik praproses teks yang lebih beragam. Penelitian lanjutan dapat mempertimbangkan teknik normalisasi yang lebih kompleks seperti koreksi ejaan otomatis, penanganan kata tidak baku, serta pengenalan entitas khusus yang mungkin relevan dalam konteks soal. Tujuannya agar dapat ditemukan strategi praproses yang optimal untuk meningkatkan akurasi model penilaian uraian otomatis.

DUTA WACANA

DAFTAR PUSTAKA

al-awaida, S. E. (2019). *Automated Arabic Essay Grading System based on Support Vector Machine and Text Similarity Algorithm.* Master Thesis, Middle East University, Department of Computer Science.

Burrows, S., Gurevych, I., & Stein, B. (2015). The Eras and Trends of Automatic Short Answer Grading. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 25*, 60-117. doi:10.1007/s40593-014-0026-8

Dien, T. T., Loc, B. H., & Thai-Nghe, N. (2019). Article Classification using Natural Language Processing and Machine Learning. *2019 International Conference on Advanced Computing and Applications (ACOMP)*, (pp. 78-84). Nha Trang, Vietnam. doi:10.1109/ACOMP.2019.00019

Djiwandono, P. I. (2016, January). Lexical Richness In Academic Papers: A Comparison Between Students' And Lecturers' Essays. *Indonesian Journal of Applied Linguistics, 5*(2), 209-216. doi:dx.doi.org/10.17509/ijal.v5i2.1345

Elalfi, A. E., Elgamal, A. F., & Amasha, N. A. (2019, December). Automated Essay Scoring using Word2vec and Support Vector Machine. *International Journal of Computer Applications, 177*(25), 20-29. doi:10.5120/ijca2019919707

Fitriana, D. N., & Sibaroni, Y. (2020). Sentiment Analysis on KAI Twitter Post Using Multiclass Support Vector Machine (SVM). *Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi, 4*(5), 846-853. doi:https://doi.org/10.29207/resti.v4i5.2231

Hasanah, U., Permanasari, A. E., Kusumawardani, S. S., & Pribadi, F. S. (2019, April). A scoring rubric for automatic short answer grading system. *TELKOMNIKA, 17*(2), 763-770. doi:10.12928/TELKOMNIKA.v17i2.11785

Jebadurai, J., & Peter, J. D. (2017, July). SK-SVR: Sigmoid kernel support vector regression based in-scale single image super-resolution. *Pattern Recognition Letters, 94*, 144-153. doi:https://doi.org/10.1016/j.patrec.2017.04.013

Khaeroni. (2019). Peningkatan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Pada Pembelajaran Matematika SD/MI Dengan Menggunakan Pertanyaan Terbuka, Produktif, Dan Imajinatif. *The 1st Annual Conference Al-Bidayah (ACA)* (pp. 313-324). Yogyakarta: Jurnal Pendidikan Dasar.

Kosiv, Y. A., & Yakovyna, V. S. (2022). Three language political leaning text classification using natural language processing methods. *Applied Aspects of Information Technology, 5*(4), 359–370. doi:https://doi.org/10.15276/aait.05.2022.24

Kusumahadi, S. H., Junaedi, H., & Santoso, J. (2019, January). Klasifikasi Helpdesk Menggunakan Metode Support Vector Machine. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT, 4*(1), 54-60. doi:10.30591/jpit.v4i1.1125

Li, J., Cheng, K., Wang, S., Morstatter, F., Trevino, R. P., Tang, J., & Liu, H. (2017, December). Feature Selection: A Data Perspective. *ACM Computing Surveys, 50*(6), 1-45. doi:https://doi.org/10.1145/3136625

Li, Z., Tomar, Y., & Passonneau, R. J. (2021). A Semantic Feature-Wise Transformation Relation Network for Automatic Short Answer Grading. *Empirical Methods in Natural Language Processing* (pp. 6030–6040). Online and Punta Cana, Dominican Republic: Association for Computational Linguistics.

Lubis, F. F., Mutaqin, Putri, A., Waskita, D., Sulistyaningtyas, T., Arman, A. A., & Rosmansyah, Y. (2021). Automated Short-Answer Grading using Semantic Similarity based on Word Embedding. *International Journal of Technology, 12*(3), 571-581. doi:10.14716/ijtech.v12i3.4651

Madala, D. S. (2018, January 9). An empirical analysis of machine learning models for automated essay grading. *PeerJ Preprints*. doi: https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.3518v1

Munir, Riza, L. S., & Mulyadi, A. (2016). An Automatic Scoring System for Essay by Using Methods Combination of Term Frequency and n-Gram. *International Journal of Trend in Research and Development, 3*(6), 403-407.

Nurkholis, A., Alita, D., & Munandar, A. (2022). Comparison of Kernel Support Vector Machine Multi-Class in PPKM Sentiment Analysis on Twitter. *Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi, 6*(2), 227-233. doi:https://doi.org/10.29207/resti.v6i2.3906

Oliveira, W. V., Dutra, L. V., & Sant'Anna, S. J. (2023). A Comparison Of Multi-class SVM Strategies And Kernel Functions For Land Cover Classification. *Anais do XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto* (pp. 584-587). Florianopolis-SC, Brazil: XX SBSR.

Rajagede, R. A. (2021, February). Improving automatic essay scoring for Indonesian language using simpler model and richer feature. *Kinetik: Game Technology, Information System, Computer Network, Computing, Electronics, and Control, 6*(1), 11-18. doi:https://doi.org/10.22219/kinetik.v6i1.1196

Rochim, A. F., Widyaningrum, K., & Eridani, D. (2021). Performance Comparison of Support Vector Machine Kernel Functions in Classifying COVID-19 Sentiment. *2021 4th International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)*, (pp. 224-228). doi:10.1109/ISRITI54043.2021.9702845

Salih, A. A., & Abdulazeez, A. M. (2021). Evaluation of Classification Algorithms for Intrusion Detection System: A Review. *JOURNAL OF SOFT COMPUTING AND DATA MINING, 2*(1), 31-40. doi:https://doi.org/10.30880/jscdm.2021.02.01.004

Susilowati, Q. I., & Acar, Z. Y. (2023, December). Essay Scoring for Essay Evaluation Using Support Vector Machine in predicting Youth Break the Boundaries Scholarship Applicants. *Journal Elektronik Sistem Informasi, 1*(2), 82-93. doi:https://doi.org/10.31848/jesii.v1i2.3329

Zamzania, A. W., & Aristria, R. (2018). *Jenis - Jenis Instrumen dalam Evaluasi Pembelajaran.*