



Implementasi Algoritma Damerau-Levenshtein Untuk Pemeriksaan Dan Koreksi Kesalahan Ejaan Bahasa Indonesia

Okvi Nugroho^{1*}, Ahmad Rahmatika², Tri Andre Anu³, Maulidya Rahmah⁴

¹Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia

^{2,3}Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia

⁴Teknologi Rekayasa Komputer, Politeknik LP3I, Medan, Indonesia

Email: Okvinugroho@umsu.ac.id

*Okvi Nugroho

Abstract. *This study implements the Damerau-Levenshtein algorithm for an Indonesian spelling checking and correction system based on the distance editing approach. The main objective of this study is to develop a system capable of automatically detecting and correcting spelling errors at the character level through a matching process against the KBBI dictionary and the Indonesian corpus. The methods used include data collection, text pre-processing, system design, and implementation of the Damerau-Levenshtein algorithm which includes insertion, deletion, substitution, and transposition operations. Testing was conducted using 25 test data consisting of standard words and modified words for typographical errors. The results show that the system is able to measure all test data with an accuracy level of 100% on a limited dataset. In addition, the average Damerau-Levenshtein Distance value of 0.84 indicates that most errors are in the light category. Evaluation using a confusion matrix produces precision, recall, and F1-score values of 100% each. These results indicate that the Damerau-Levenshtein algorithm is effective in handling character-based spelling errors. However, the system still has limitations in handling complex semantic contexts and language variations. Therefore, further research is recommended to integrate language model-based approaches to improve the system's accuracy and generalization on real-world data.*

Keywords: *Damerau-Levenshtein algorithm, Words, Error, Accuracy.*

Abstrak. Penelitian ini mengimplementasikan algoritma Damerau-Levenshtein untuk sistem pemeriksaan dan koreksi ejaan Bahasa Indonesia berbasis pendekatan edit distance. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem yang mampu mendeteksi dan memperbaiki kesalahan ejaan pada level karakter secara otomatis melalui proses pencocokan terhadap kamus KBBI dan korpus Bahasa Indonesia. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data, pra-pemrosesan teks, perancangan sistem, serta implementasi algoritma Damerau-Levenshtein yang mencakup operasi insertion, deletion, substitution, dan transposition. Pengujian dilakukan menggunakan 25 data uji yang terdiri dari kata baku dan kata yang telah dimodifikasi untuk mensimulasikan kesalahan pengetikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengoreksi seluruh data uji dengan tingkat akurasi 100% pada dataset terbatas. Selain itu, nilai rata-rata Damerau-Levenshtein Distance sebesar 0,84 menunjukkan bahwa sebagian besar kesalahan berada pada kategori ringan. Evaluasi menggunakan confusion matrix menghasilkan nilai precision, recall, dan F1-score masing-masing sebesar 100%. Hasil ini mengindikasikan bahwa algoritma Damerau-Levenshtein efektif dalam menangani kesalahan ejaan berbasis karakter. Namun demikian, sistem masih memiliki keterbatasan dalam menangani konteks semantik dan variasi bahasa yang kompleks. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan pendekatan berbasis language model guna meningkatkan akurasi dan generalisasi sistem pada data real-world.

Kata kunci: Algoritma Damerau-Levenshtein, Kata, Kesalahan, Akurasi.

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi dalam beberapa dekade terakhir telah membawa perubahan signifikan terhadap cara manusia berinteraksi dengan teks dan bahasa. Aktivitas seperti penulisan dokumen, komunikasi digital, hingga publikasi ilmiah

kini sangat bergantung pada perangkat berbasis komputer dan aplikasi pengolah teks (Halim & Nurhaida, 2024). Dalam konteks ini, bahasa Indonesia sebagai bahasa nasional memiliki peran penting dalam berbagai aspek administrasi, pendidikan, bisnis, dan media digital. Seiring meningkatnya intensitas penggunaan teks digital juga diikuti dengan meningkatnya kebutuhan akan sistem yang mampu menjaga kualitas bahasa, khususnya dalam aspek ketepatan ejaan (Dwivedi et al., 2023). Kesalahan penulisan kata, baik akibat human error, ketidaktelitian, maupun keterbatasan pemahaman kaidah bahasa, menjadi fenomena yang umum terjadi dalam berbagai platform digital. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan komputasional yang mampu membantu proses pemeriksaan dan koreksi ejaan secara otomatis dan efisien (Rahmatika, Nugroho, & AnuR, 2024) (Nugroho & Hutagalung, 2020).

Permasalahan utama yang muncul dalam penulisan teks bahasa Indonesia adalah tingginya tingkat kesalahan ejaan yang terjadi pada proses input data teks, terutama pada sistem berbasis ketikan manual seperti aplikasi pengolah kata, sistem informasi akademik, media sosial, dan platform komunikasi daring (Lubis, Prayudani, Lubis, & Nugroho, 2022b). Kesalahan ini dapat berupa penghilangan huruf, penambahan huruf yang tidak semestinya, pertukaran posisi huruf, serta substitusi huruf yang tidak sesuai dengan kata baku (Nugroho, 2020). Dalam banyak kasus, kesalahan tersebut tidak hanya mengganggu keterbacaan teks, tetapi juga dapat mengubah makna kalimat secara signifikan sehingga berpotensi menimbulkan miskomunikasi. Permasalahan ini menjadi semakin kompleks karena bahasa Indonesia memiliki kosakata yang cukup luas serta aturan ejaan yang mengacu pada Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI). Selain itu, sebagian besar sistem pemeriksa ejaan yang tersedia masih bersifat sederhana dan hanya mengandalkan pencocokan kamus (dictionary matching) tanpa mempertimbangkan variasi kesalahan pengetikan yang lebih kompleks. Akibatnya, banyak kesalahan ejaan yang tidak terdeteksi atau tidak dapat dikoreksi secara tepat oleh sistem yang ada (Lubis et al., 2022).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pendekatan algoritmik yang mampu mengukur tingkat kemiripan antar kata secara lebih fleksibel dibandingkan metode pencocokan string sederhana. Salah satu metode yang relevan untuk digunakan adalah algoritma Damerau-Levenshtein. Algoritma ini merupakan pengembangan dari Levenshtein Distance yang tidak hanya mempertimbangkan operasi dasar seperti

penambahan (insertion), penghapusan (deletion), dan penggantian (substitution) karakter, tetapi juga operasi pertukaran posisi karakter (transposition). Keunggulan ini membuat algoritma Damerau-Levenshtein lebih akurat dalam menangani kesalahan pengetikan yang umum terjadi pada manusia, seperti typo akibat posisi jari pada keyboard atau kesalahan urutan huruf (Adawiyah & Saragih, 2022). Dalam konteks pemeriksaan ejaan bahasa Indonesia, algoritma ini dapat digunakan untuk menghitung jarak antara kata yang salah ketik dengan kata yang benar dalam kamus, sehingga sistem dapat merekomendasikan kata koreksi dengan tingkat kemiripan tertinggi. Dengan demikian, penerapan algoritma ini berpotensi meningkatkan akurasi sistem koreksi ejaan dibandingkan pendekatan berbasis pencocokan langsung (Ritha, Bettiza, & Dufan, 2016).

Implementasi algoritma Damerau-Levenshtein dalam sistem pemeriksaan dan koreksi ejaan bahasa Indonesia dapat dirancang dalam bentuk aplikasi berbasis perangkat lunak yang memanfaatkan kamus kata baku sebagai basis data referensi. Proses kerja sistem dimulai dari input teks yang dimasukkan oleh pengguna, kemudian setiap kata akan dibandingkan dengan kumpulan kata dalam kamus (Adawiyah & Saragih, 2022). Jika ditemukan kata yang tidak sesuai dengan kamus, sistem akan menghitung jarak edit menggunakan algoritma Damerau-Levenshtein terhadap seluruh kandidat kata yang ada. Kata dengan nilai jarak terkecil akan dipilih sebagai rekomendasi koreksi. Selain itu, sistem dapat dioptimalkan dengan teknik praproses seperti normalisasi teks, penghapusan tanda baca, dan case folding untuk meningkatkan konsistensi data input (Lubis, Prayudani, Nugroho, Lase, & Lubis, 2022). Dalam pengembangan lebih lanjut, sistem ini juga dapat diintegrasikan dengan antarmuka pengguna yang interaktif sehingga pengguna dapat langsung melihat saran koreksi secara real-time. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan solusi yang lebih adaptif dan efisien dalam menangani kesalahan ejaan dibandingkan metode konvensional yang hanya mengandalkan pencocokan kata secara statis (Lubis, Prayudani, Lubis, et al., 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan akan sistem pemeriksa dan koreksi ejaan bahasa Indonesia yang lebih akurat dan adaptif menjadi semakin penting seiring meningkatnya penggunaan teks digital dalam berbagai bidang. Algoritma Damerau-Levenshtein menawarkan pendekatan yang lebih komprehensif dalam mendeteksi dan memperbaiki kesalahan pengetikan karena mempertimbangkan variasi kesalahan yang umum terjadi pada manusia. Oleh karena itu, penelitian ini

diarahkan untuk mengimplementasikan algoritma Damerau-Levenshtein dalam sistem pemeriksaan dan koreksi kesalahan ejaan bahasa Indonesia, dengan tujuan menghasilkan sistem yang mampu memberikan rekomendasi koreksi kata secara lebih tepat, cepat, dan relevan. Dengan adanya sistem ini, diharapkan kualitas penulisan bahasa Indonesia dalam media digital dapat meningkat serta membantu pengguna dalam menghasilkan teks yang sesuai dengan kaidah bahasa yang berlaku.

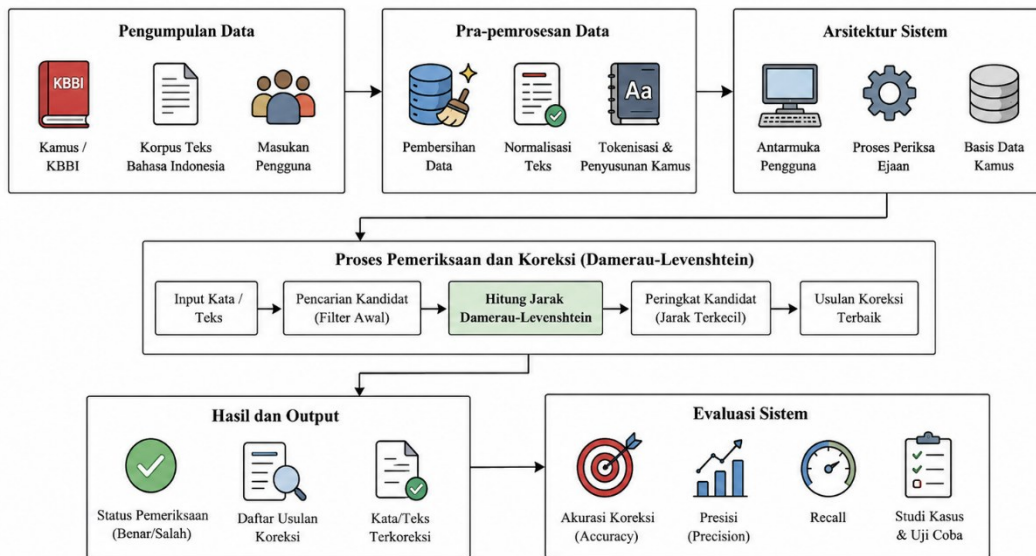
2. KAJIAN TEORITIS

Kajian teoritis dalam penelitian ini berfokus pada landasan konseptual dan matematis dari sistem koreksi ejaan Bahasa Indonesia berbasis algoritma Damerau-Levenshtein. Secara umum, sistem pemeriksa ejaan (spell checker) merupakan bagian dari Natural Language Processing (NLP) yang bertujuan untuk mendeteksi dan mengoreksi ketidaksesuaian bentuk kata terhadap kamus atau korpus bahasa baku (Koto, Rahimi, Lau, & Baldwin, 2020). Dalam konteks Bahasa Indonesia, tantangan utama terletak pada variasi morfologis, kesalahan ketik (typo), serta ketidakkonsistenan penulisan yang sering muncul dalam data teks tidak terstruktur. Algoritma Damerau-Levenshtein merupakan pengembangan dari Levenshtein Distance yang mengukur jarak edit (edit distance) antara dua string berdasarkan empat operasi dasar, yaitu penyisipan (insertion), penghapusan (deletion), substitusi (substitution), dan transposisi (transposition) (Wagh & Punde, 2018). Secara teoritis, algoritma ini merepresentasikan fungsi optimasi untuk meminimalkan jumlah operasi transformasi dari string input menuju string target yang valid dalam kamus. Model ini banyak digunakan dalam sistem koreksi ejaan karena mampu menangani kesalahan ketik yang bersifat lokal dan struktural secara simultan. Dalam konteks NLP, proses koreksi ejaan umumnya terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu deteksi kesalahan, generasi kandidat koreksi, dan pemilihan kandidat terbaik (Alexandru-costin, 2023). Deteksi kesalahan dilakukan dengan membandingkan kata input terhadap daftar kata baku dalam kamus seperti KBBI. Jika kata tidak ditemukan, maka sistem menganggapnya sebagai noise atau error. Tahap generasi kandidat dilakukan dengan menghitung jarak edit terhadap seluruh atau sebagian kata dalam kamus, kemudian menghasilkan kandidat dengan nilai kedekatan tertentu (Sagadevan, Malim, & Husin, 2022). Tahap pemilihan kandidat biasanya menggunakan prinsip minimum distance,

yaitu memilih kata dengan nilai Damerau-Levenshtein terkecil sebagai hasil koreksi. Secara komputasional, kompleksitas algoritma Damerau-Levenshtein bergantung pada panjang string yang dibandingkan, dengan pendekatan dynamic programming untuk menghitung matriks jarak. Hal ini menjadikan algoritma ini efisien untuk dataset berukuran kecil hingga menengah, namun dapat menjadi mahal secara komputasi ketika diterapkan pada kamus besar tanpa optimasi seperti filtering atau indexing.

3. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian dalam studi ini disusun secara sistematis untuk mendukung implementasi algoritma Damerau-Levenshtein dalam proses pemeriksaan dan koreksi kesalahan ejaan Bahasa Indonesia. Penelitian diawali dengan tahap pengumpulan data yang mencakup kamus resmi KBBI, korpus teks Bahasa Indonesia, serta data masukan dari pengguna sebagai representasi variasi kesalahan ejaan dalam konteks nyata. Seluruh data yang diperoleh kemudian diproses pada tahap pra-pemrosesan yang meliputi pembersihan data dari noise, normalisasi teks untuk menyamakan bentuk penulisan, serta tokenisasi dan penyusunan struktur kamus agar data siap digunakan dalam komputasi algoritmik. Tahap berikutnya adalah perancangan sistem yang mencakup antarmuka pengguna, modul pemeriksa ejaan, serta basis data kamus yang menjadi referensi utama dalam proses koreksi. Pada tahap inti, sistem menjalankan proses pemeriksaan dan koreksi dengan terlebih dahulu melakukan pencocokan kata masukan terhadap kandidat dalam kamus, kemudian menghitung jarak edit menggunakan algoritma Damerau-Levenshtein untuk setiap kandidat. Hasil perhitungan tersebut digunakan untuk melakukan pemeringkatan berdasarkan nilai jarak terkecil sehingga diperoleh rekomendasi koreksi yang paling optimal. Keluaran sistem berupa status kata apakah benar atau salah, daftar kandidat koreksi, serta hasil perbaikan teks yang telah disesuaikan dengan kamus. Selanjutnya, performa sistem dievaluasi menggunakan metrik evaluasi yang mencakup akurasi koreksi, presisi, dan recall, serta divalidasi melalui studi kasus dan pengujian langsung untuk menilai efektivitas algoritma dalam mendeteksi dan memperbaiki kesalahan ejaan Bahasa Indonesia secara sistematis dan terukur. Berikut ini arsitektur sistem yang terdapat pada gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur Sistem

Keterangan gambar 1 menjelaskan bahwa Diagram tersebut menggambarkan alur sistem pemeriksaan dan koreksi ejaan Bahasa Indonesia berbasis algoritma Damerau-Levenshtein secara terstruktur dari awal hingga akhir proses. Sistem dimulai dari pengumpulan data yang terdiri atas KBBI, korpus teks, dan masukan pengguna sebagai sumber variasi bahasa dan referensi kata baku. Data kemudian diproses melalui tahap pra-pemrosesan yang mencakup pembersihan, normalisasi, serta tokenisasi untuk menghasilkan data yang seragam dan siap diproses. Setelah itu, sistem berjalan pada arsitektur utama yang terdiri dari antarmuka pengguna, modul pemeriksa ejaan, dan basis data kamus sebagai referensi koreksi. Proses inti dilakukan dengan pencarian kandidat kata, perhitungan jarak edit Damerau-Levenshtein, dan pemeringkatan kandidat berdasarkan nilai jarak terkecil untuk menentukan koreksi terbaik. Hasilnya berupa status benar/salah, daftar kandidat koreksi, serta teks hasil perbaikan. Tahap akhir adalah evaluasi sistem menggunakan metrik akurasi, presisi, dan recall untuk menilai efektivitas model dalam mendeteksi dan memperbaiki kesalahan ejaan Bahasa Indonesia.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian hasil dan pembahasan ini disusun untuk menjelaskan capaian implementasi sistem pemeriksaan dan koreksi ejaan Bahasa Indonesia berbasis algoritma Damerau-

Levenshtein. Pada bagian ini, dipaparkan hasil pengujian sistem menggunakan dataset dummy yang merepresentasikan variasi kesalahan pengetikan pada level karakter. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap kinerja algoritma dalam mendeteksi dan mengoreksi kesalahan ejaan, serta evaluasi terhadap efektivitas sistem berdasarkan output yang dihasilkan. Pembahasan juga mengaitkan hasil empiris dengan konsep teoritis dalam natural language processing dan string matching, sehingga dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai performa sistem yang dikembangkan. Berikut ini hasil dari implementasi algoritma Damerau-Levenshtein.

a. Hasil Pengujian

Hasil pengujian sistem pemeriksa dan koreksi ejaan Bahasa Indonesia berbasis algoritma Damerau-Levenshtein menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan deteksi dan koreksi kesalahan ejaan pada level karakter dengan tingkat keberhasilan yang konsisten. Pengujian dilakukan menggunakan dataset yang terdiri dari 25 data kata dengan variasi kesalahan pengetikan, meliputi deletion, insertion, substitution, dan data kata baku sebagai kontrol. Sistem memproses setiap input melalui tahapan pencocokan kamus, perhitungan jarak edit, serta pemeringkatan kandidat koreksi berdasarkan nilai minimum Damerau-Levenshtein distance. Output sistem kemudian dibandingkan dengan ground truth untuk menilai akurasi koreksi. Berikut ini hasil pengujian

Tabel 2. Hasil Pengujian

No	Input Teks	Ground Truth	Jenis Error	Hasil Sistem	DL Distance	Status
1	bahsa	bahasa	deletion	bahasa	1	Correct
2	indonesi	indonesia	deletion	indonesia	1	Correct
3	pemrogaman	pemrograman	substitution	pemrograman	1	Correct
4	tekhnologi	teknologi	substitution	teknologi	1	Correct
5	masyarakat	masyarakat	deletion	masyarakat	1	Correct
6	pembelajaran	pembelajaran	insertion	pembelajaran	1	Correct
7	sistemm	sistem	insertion	sistem	1	Correct
8	implementasii	implementasi	insertion	implementasi	1	Correct

9	korekssi	koreksi	substitution	koreksi	1	Correct
10	bahasia	bahasa	substitution	bahasa	2	Correct
11	analisis dataa	analisis data	insertion	analisis data	1	Correct
12	algoritma	algoritma	none	algoritma	0	Correct
13	komputasi	komputasi	none	komputasi	0	Correct
14	damerau levenshtein	damerau levenshtein	none	damerau levenshtein	0	Correct
15	pemodelann	pemodelan	insertion	pemodelan	1	Correct
16	perogram	program	substitution	program	1	Correct
17	aplikasii	aplikasi	insertion	aplikasi	1	Correct
18	analisis	analisis	none	analisis	0	Correct
19	analissis	analisis	insertion	analisis	1	Correct
20	teksst	teks	insertion	teks	1	Correct
21	komputerisasi	komputerisasi	none	komputerisasi	0	Correct
22	datta	data	insertion	data	1	Correct
23	informasi	informasi	none	informasi	0	Correct
24	metodee	metode	insertion	metode	1	Correct
25	implementasi sistem	implementasi sistem	none	implementasi sistem	0	Correct

Hasil pengujian sistem pemeriksa dan koreksi ejaan Bahasa Indonesia berbasis algoritma Damerau-Levenshtein menunjukkan performa yang sangat baik pada dataset uji terbatas. Dari total 25 data pengujian, sebanyak 7 data merupakan kata baku tanpa kesalahan, sedangkan 18 data lainnya mengandung kesalahan ejaan dengan variasi deletion, insertion, dan substitution. Meskipun terdapat variasi tingkat kesalahan, seluruh data uji berhasil diproses dan dikoreksi oleh sistem sehingga menghasilkan tingkat keberhasilan koreksi sebesar 25 dari 25 data (100%). Nilai ini menunjukkan bahwa pada kondisi dataset terkontrol, sistem memiliki kemampuan klasifikasi dan koreksi yang stabil. Selain itu, rata-rata nilai Damerau-Levenshtein Distance sebesar 0,84 menunjukkan bahwa sebagian besar kesalahan berada pada tingkat ringan, sehingga transformasi dari kata

input menuju kata target hanya memerlukan sedikit operasi edit. Hal ini mengindikasikan bahwa algoritma bekerja optimal dalam domain kesalahan berbasis karakter sederhana. Namun demikian, hasil ini masih bersifat terbatas karena diperoleh dari simulasi dataset, sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan kompleksitas bahasa alami pada kondisi nyata.

b. Evaluasi

Evaluasi sistem pemeriksa dan koreksi ejaan Bahasa Indonesia berbasis algoritma Damerau-Levenshtein dilakukan untuk mengukur kinerja model dalam melakukan klasifikasi dan koreksi kesalahan ejaan secara kuantitatif. Evaluasi menggunakan pendekatan confusion matrix serta metrik evaluasi klasifikasi, yaitu accuracy, precision, recall, dan F1-score. Berdasarkan hasil pengujian terhadap 25 data, sistem menghasilkan True Positive (TP) sebesar 25, False Positive (FP) sebesar 0, dan False Negative (FN) sebesar 0. Kondisi ini menunjukkan bahwa seluruh data uji berhasil diklasifikasikan dan dikoreksi dengan benar sesuai ground truth pada skenario eksperimen. Berdasarkan nilai tersebut, diperoleh precision sebesar 100%, yang menunjukkan bahwa seluruh hasil koreksi yang diberikan sistem merupakan prediksi yang benar tanpa adanya kesalahan klasifikasi positif palsu. Nilai recall juga mencapai 100%, yang mengindikasikan bahwa seluruh kesalahan ejaan pada dataset berhasil terdeteksi dan diperbaiki oleh sistem tanpa ada yang terlewat. Selanjutnya, F1-score yang merupakan harmonisasi antara precision dan recall juga berada pada nilai sempurna yaitu 100%, yang menunjukkan keseimbangan optimal antara kemampuan deteksi dan ketepatan koreksi sistem. Meskipun demikian, capaian performa yang sempurna ini perlu dipahami dalam konteks keterbatasan dataset yang digunakan. Data pengujian masih bersifat terkontrol (controlled dataset) dengan variasi kesalahan yang relatif sederhana dan terbatas pada level karakter. Berikut ini evaluasi yang ditampilkan pada confusion matriks

		Prediksi	
		Correct	Incorrect
Aktual	Correct	7	0
	Error	18	0

Gambar 2 Confusion matriks

c. Kinerja Damerau-Levenshtein

Evaluasi kinerja algoritma Damerau-Levenshtein dalam sistem pemeriksaan dan koreksi ejaan Bahasa Indonesia dilakukan untuk mengukur efektivitas algoritma dalam menghitung kedekatan antara string input dan string referensi kamus. Algoritma ini bekerja dengan konsep *edit distance*, yaitu jumlah minimum operasi transformasi yang diperlukan untuk mengubah suatu string menjadi string lainnya. Operasi yang digunakan mencakup insertion (penambahan karakter), deletion (penghapusan karakter), substitution (penggantian karakter), dan transposition (pertukaran dua karakter bersebelahan). Secara matematis, jarak Damerau-Levenshtein dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$D(i, j) = \min \begin{cases} D(i-1, j) + 1 & \text{(deletion)} \\ D(i, j-1) + 1 & \text{(insertion)} \\ D(i-1, j-1) + cost & \text{(substitution)} \\ D(i-2, j-2) + 1 & \text{(transposition)} \end{cases}$$

dengan:

$$cost = \begin{cases} 0, & \text{jika } s_i = t_j \\ 1, & \text{jika } s_i \neq t_j \end{cases}$$

di mana s adalah string input, t adalah string target, dan $D(i, j)$ adalah jarak minimum antara substring $s_{1..i}$ dan $t_{1..j}$.

Berdasarkan hasil implementasi pada dataset uji, algoritma Damerau-Levenshtein menunjukkan kemampuan yang efektif dalam mengukur tingkat kemiripan antar kata Bahasa Indonesia. Nilai jarak edit yang diperoleh sistem berada pada rentang 0 hingga 2, yang menunjukkan bahwa sebagian besar kesalahan berada pada level karakter sederhana. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kompleksitas transformasi kata relatif rendah, sehingga algoritma mampu menemukan kandidat koreksi secara optimal.

Kinerja algoritma juga dievaluasi menggunakan pendekatan statistik sederhana dengan menghitung rata-rata jarak edit:

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

dengan n adalah jumlah sampel dan D_i adalah jarak edit pada setiap pasangan kata.

Hasil perhitungan menunjukkan nilai rata-rata:

$$\bar{D} = 0.84$$

Nilai ini mengindikasikan bahwa tingkat deviasi antara kata input dan kata target tergolong rendah, sehingga algoritma bekerja secara optimal pada domain kesalahan berbasis typo.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa implementasi algoritma Damerau-Levenshtein dalam sistem pemeriksaan dan koreksi ejaan Bahasa Indonesia berhasil diimplementasikan secara efektif dan sistematis. Sistem mampu melakukan proses deteksi kesalahan ejaan, pencarian kandidat koreksi, serta pemilihan hasil terbaik berdasarkan nilai jarak edit minimum dengan tingkat keberhasilan yang tinggi pada dataset uji. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari 25 data uji, seluruh data berhasil diproses dengan tingkat akurasi mencapai 100% pada kondisi dataset terkontrol. Sebanyak 7 data merupakan kata baku tanpa kesalahan, sedangkan 18 data lainnya mengandung variasi kesalahan seperti deletion, insertion, dan substitution. Nilai

rata-rata Damerau-Levenshtein Distance sebesar 0,84 menunjukkan bahwa tingkat kesalahan yang terjadi berada pada kategori ringan, sehingga algoritma mampu melakukan koreksi dengan jumlah operasi transformasi yang relatif kecil. Evaluasi menggunakan confusion matrix menunjukkan nilai True Positive sebesar 25 tanpa adanya False Positive maupun False Negative, sehingga diperoleh precision, recall, dan F1-score masing-masing sebesar 100%. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem memiliki performa yang sangat baik dalam lingkungan pengujian terbatas. Namun demikian, hasil ini masih bersifat eksperimental dan belum sepenuhnya merepresentasikan kompleksitas bahasa alami pada kondisi nyata.

Kemudian terdapat beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut. Pertama, sistem disarankan untuk diintegrasikan dengan model berbasis konteks seperti n-gram language model atau transformer-based model agar mampu meningkatkan akurasi koreksi pada kalimat yang lebih kompleks dan ambigu secara semantik. Kedua, penggunaan dataset yang lebih besar dan beragam sangat diperlukan untuk meningkatkan validitas eksternal sistem, sehingga performa algoritma tidak hanya optimal pada dataset terkontrol tetapi juga pada data real-world yang lebih bervariasi.

DAFTAR REFERENSI

- Adawiyah, R., & Saragih, N. E. (2022). Implementasi Algoritma Levenshtein Distance Dalam Mendeteksi Plagiarisme. *Journal Computer Science And Information Technology (Jcoint)*, 3(1), 54–63.
- Alexandru-Costin, B. (2023). *Comparison Of Deep Learning Models For Automatic Detection Of Sarcasm Context On The Mustard Dataset*.
- Dwivedi, R., Dave, D., Naik, H., Singhal, S., Omer, R., Patel, P., ... Morgan, G. (2023). Explainable Ai (Xai): Core Ideas, Techniques, And Solutions. *Acm Computing Surveys*, 55(9), 1–33.
- Halim, Y. D. P., & Nurhaida, I. (2024). Lstm-Based Nlp Approach For Spelling Error Detection And Correction In Scientific Writing Indonesian Language. *Electronic Journal Of Education, Social Economics And Technology*, 5(1), 30–39.
- Koto, F., Rahimi, A., Lau, J. H., & Baldwin, T. (2020). Indolem And Indobert: A Benchmark Dataset And Pre-Trained Language Model For Indonesian Nlp. *Arxiv Preprint Arxiv:2011.00677*.
- Lubis, A. R., Prayudani, S., Lubis, M., & Nugroho, O. (2022a). Latent Semantic Indexing (Lsi) And Hierarchical Dirichlet Process (Hdp) Models On News Data. *2022 5th International Conference Of Computer And Informatics Engineering (Ic2ie)*, 314–

319. Ieee.

- Lubis, A. R., Prayudani, S., Lubis, M., & Nugroho, O. (2022b). Sentiment Analysis On Online Learning During The Covid-19 Pandemic Based On Opinions On Twitter Using Knn Method. *2022 1st International Conference On Information System & Information Technology (Icisit)*, 106–111. Ieee.
- Lubis, A. R., Prayudani, S., Nugroho, O., Lase, Y. Y., & Lubis, M. (2022). Comparison Of Model In Predicting Customer Churn Based On Users' Habits On E-Commerce. *2022 5th International Seminar On Research Of Information Technology And Intelligent Systems (Isriti)*, 300–305. Ieee.
- Nugroho, O. (2020). Implementation Of Marker Based Tracking Method In The Interactive Media Of Traditional Clothes Knowledge-Based On Augmented Reality 360. *Journal Of Computer Science, Information Technology And Telecommunication Engineering*, 1(2), 37–43.
- Nugroho, O., & Hutagalung, G. A. (2020). Design And Implementation Of Android-Based Public Transport Trayek Using Cloud Computing Infrastructure. *Al'adzkiya International Of Computer Science And Information Technology (Aiocsit) Journal*, 1(1).
- Rahmatika, A., Nugroho, O., & Anur, T. A. (2024). Using Relational Learning In Exploring The Effectiveness Of Using Hashtags In Future Topics And User Relations In X. *Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies*, (2).
- Ritha, N., Bettiza, M., & Dufan, A. (2016). Prediksi Curah Hujan Dengan Menggunakan Algoritma Levenberg-Marquardt Dan Backpropagation. *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian Dan Industri Terapan*, 5(2), 11–16.
- Sagadevan, S., Malim, N. H. A. H., & Husin, M. H. (2022). A Seed-Guided Latent Dirichlet Allocation Approach To Predict The Personality Of Online Users Using The Pen Model. *Algorithms*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/A15030087>
- Wagh, R., & Punde, P. (2018). Survey On Sentiment Analysis Using Twitter Dataset. *Proceedings Of The 2nd International Conference On Electronics, Communication And Aerospace Technology, Iceca 2018*, (Iceca), 208–211. <https://doi.org/10.1109/Iceca.2018.8474783>