

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI APLIKASI UNTUK MENGLASIFIKASI PROSEDUR MEDIS BERDASARKAN DIAGNOSIS MEDIS MENGGUNAKAN MACHINE LEARNING

Muhammad Andika Fadilla^{1*}, Tata Sutabri²

^{1,2}Universitas Bina Darma Palembang, Indonesia

andikafadilla.af@gmail.com^{1*}, tata.sutabri@gmail.com²

Received: 25-10-2024

Revised: 07-11-2024

Approved: 16-11-2024

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi prosedur medis otomatis berbasis machine learning yang dapat mengklasifikasikan diagnosis medis ke dalam kode ICD-10 dan ICD-9CM. Sistem dikembangkan menggunakan pendekatan Sentence Transformers dengan model "paraphrase-multilingual-mpnet-base-v2" untuk menangani kompleksitas bahasa medis dan variasi terminologi. Dataset yang digunakan berasal dari platform Satu Sehat yang mencakup lebih dari 140.000 kode diagnosis dan prosedur medis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model mencapai rata-rata tingkat confidence 80.42% dengan standar deviasi 12.58%. Sistem berhasil mencapai akurasi 100% untuk diagnosis standar, 93.3% untuk diagnosis kompleks, dan 87.5% untuk kasus khusus. Kemampuan multilingual sistem terbukti efektif dengan tingkat keberhasilan 94.4% untuk Bahasa Indonesia, 92.9% untuk Bahasa Inggris, dan 100% untuk terminologi medis standar. Validasi menggunakan k-fold cross validation menunjukkan konsistensi performa dengan rata-rata metrics across folds mencapai 80.64%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan berhasil mengotomatisasi proses klasifikasi diagnosis medis dengan tingkat akurasi yang tinggi dan mampu menangani variasi bahasa serta kompleksitas terminologi medis.

Kata Kunci: Machine Learning, ICD-10, ICD-9CM, Sentence Transformers, Natural Language Processing, Sistem Kesehatan

PENDAHULUAN

Sistem klasifikasi prosedur medis dan diagnosis merupakan komponen fundamental dalam manajemen informasi kesehatan modern (Adolph, 2016). *International Classification of Diseases* (ICD) yang dikembangkan oleh *World Health Organization* (WHO) telah menjadi standar global untuk mengkodekan dan mengklasifikasikan kondisi kesehatan serta prosedur medis (Kumala Dewi et al., 2024). Dalam praktiknya, proses klasifikasi manual membutuhkan waktu yang signifikan dan rentan terhadap kesalahan manusia, terutama mengingat kompleksitas dan volume data medis yang terus meningkat (Neneng et al., 2021). Berliana et al., (2024) menekankan bahwa implementasi machine learning dalam sistem kesehatan telah menjadi kebutuhan vital di era digital, terutama untuk mengatasi tantangan dalam pengolahan data kesehatan yang kompleks dan beragam. Sistem informasi manajemen modern harus mampu mengintegrasikan teknologi otomatisasi untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi kesalahan manusia dalam pemrosesan data (Muh. Fathir Maulid Yusuf et al., 2023).

Di era perkembangan teknologi informasi yang pesat, sektor kesehatan memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan kualitas layanan kepada pasien (Cecep Abdul Cholik, 2021). Salah satu tantangan signifikan dalam sektor ini adalah klasifikasi prosedur medis berdasarkan diagnosis, yang seringkali membutuhkan analisis data besar dan akurasi yang tinggi (Khairi et al., 2024). Dalam proses medis, penentuan prosedur yang tepat berdasarkan diagnosis adalah langkah penting untuk memberikan perawatan yang efektif, efisien, dan aman bagi pasien (WaAhyudi, 2024).

Machine learning, sebagai bagian dari kecerdasan buatan, menawarkan solusi untuk mengatasi kompleksitas ini dengan memanfaatkan model pembelajaran mesin yang dapat belajar dari data historis untuk membuat prediksi yang akurat (Baradja & Baradja, 2023). Penerapan machine learning dalam mengklasifikasi prosedur medis memungkinkan otomatisasi proses yang selama ini memerlukan waktu dan tenaga ahli, sekaligus meningkatkan presisi dan kecepatan dalam pengambilan keputusan medis.

Transformasi digital dalam bidang kesehatan telah menciptakan kebutuhan akan sistem yang dapat mengotomatisasi proses klasifikasi diagnosis dan prosedur medis (Sudiantini et al., 2023). Penerapan teknologi *machine learning* dalam bidang kesehatan telah menunjukkan potensi yang menjanjikan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam berbagai aspek pelayanan Kesehatan (Thaariq et al., 2024). Khususnya dalam konteks klasifikasi ICD, pendekatan berbasis *machine learning* dapat membantu mengatasi tantangan dalam menginterpretasikan dan mengkodekan informasi medis yang kompleks. Penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas berbagai teknik *machine learning* dalam klasifikasi teks medis. Artanti et al., (2024) mengimplementasikan model *deep learning* untuk mengklasifikasikan catatan medis elektronik dengan tingkat akurasi mencapai 85%. Sementara itu, (Caesarardhi et al., 2023) mengembangkan sistem berbasis transformer yang mampu mengotomatisasi proses *coding* ICD-10 dengan presisi yang signifikan.

Meskipun demikian, tantangan utama dalam pengembangan sistem klasifikasi otomatis terletak pada kompleksitas bahasa medis dan variasi dalam penulisan diagnosis. Selain itu, transisi dari ICD-9CM ke ICD-10 menambah kompleksitas karena perlunya sistem yang dapat memahami dan mengakomodasi kedua versi standar tersebut (Rahman, 2018). Kebutuhan akan sistem yang dapat menangani multilingualitas dan variasi terminologi medis juga menjadi pertimbangan penting dalam pengembangan solusi klasifikasi otomatis. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan aplikasi klasifikasi prosedur medis berbasis *machine learning* yang dapat:

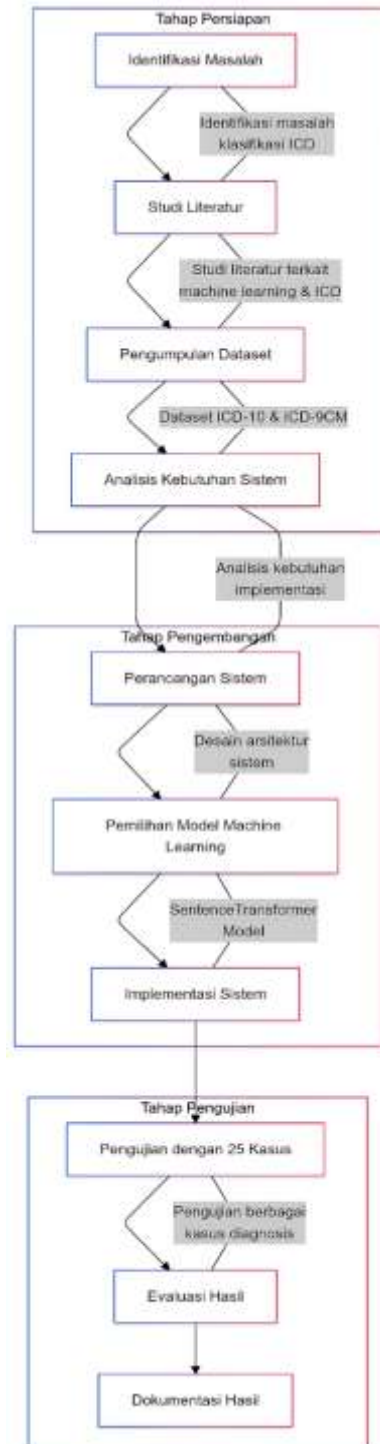
- 1) Mengotomatisasi proses klasifikasi diagnosis medis ke dalam kode ICD-10 dan ICD-9CM
- 2) Meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam proses *coding* diagnosis medis
- 3) Mengakomodasi kompleksitas bahasa medis dan variasi terminologi
- 4) Memfasilitasi transisi antara standar ICD-9CM dan ICD-10

Penelitian ini menggunakan pendekatan berbasis *Sentence Transformers* dengan model "*paraphrase-multilingual-mpnet-base-v2*" yang telah menunjukkan performa yang baik dalam pemrosesan teks multibahasa. Implementasi sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi proses klasifikasi diagnosis medis di fasilitas kesehatan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan sistem klasifikasi prosedur medis otomatis dengan mengintegrasikan teknik *machine learning* berbasis transformer. Metodologi yang digunakan mengikuti kerangka kerja pengembangan sistem yang sistematis dan terstruktur. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua komponen utama: kumpulan kode ICD-10 dan ICD-9CM beserta deskripsinya. Cahyono & Sucahyo, (2020) menekankan bahwa kualitas data input dan standarisasi format data merupakan faktor kritis dalam pengembangan sistem informasi. Data diperoleh dari *platform* Satu Sehat Dokumen Terminologi ICD-10

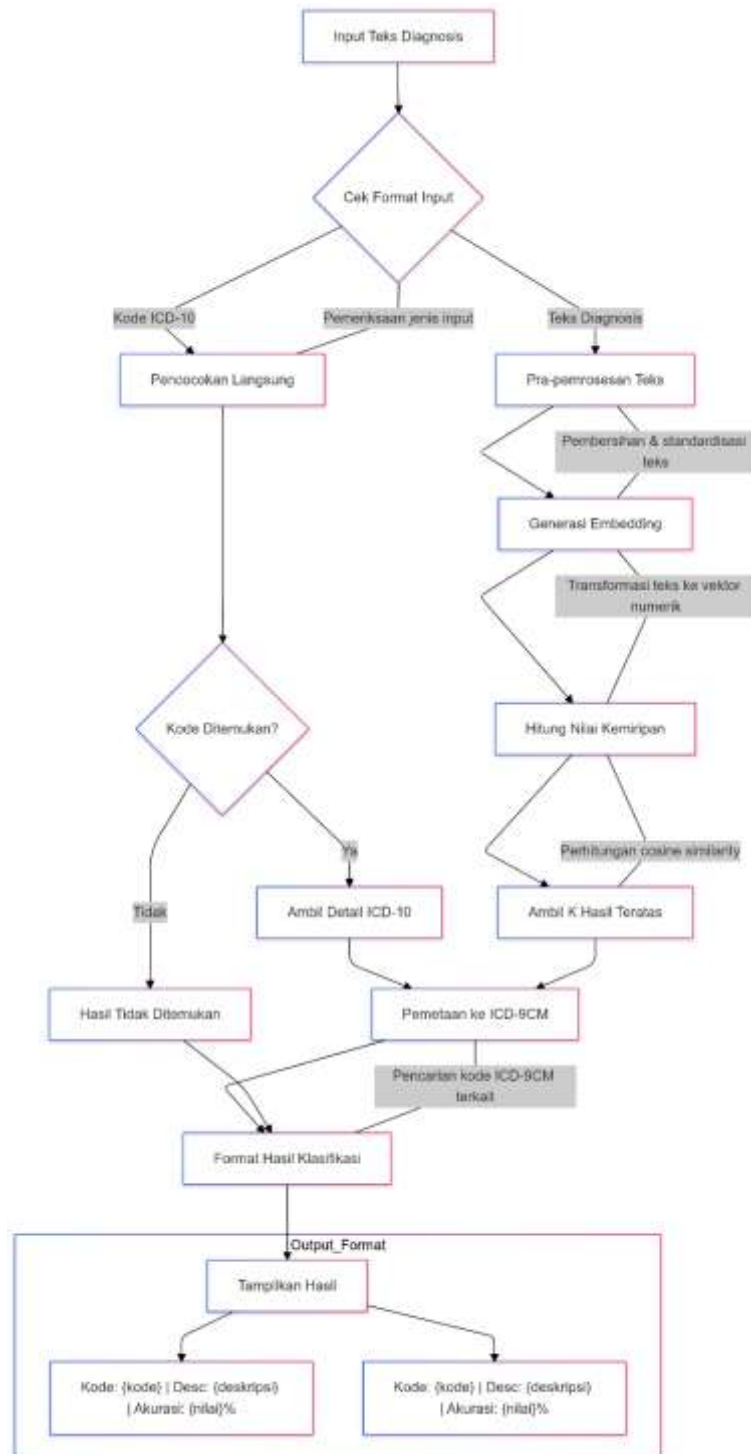
(Pradita & Monadia, 2024) dan Dokumen Terminologi ICD-9CM (Meilany et al., 2020). Kedua dataset ini mencakup lebih dari 140.000 kode diagnosis dan prosedur medis yang digunakan secara internasional.



Gambar 1. Langkah Kerja Penelitian

Sistem dikembangkan menggunakan arsitektur berbasis *transformer* dengan model *Sentence Transformer* yang mengimplementasikan arsitektur “*paraphrase-multilingual-mpnet-base-v2*”. Pemilihan arsitektur ini didasarkan pada kemampuannya

dalam menangani variasi bahasa dan kompleksitas terminologi medis, sebagaimana divalidasi dalam penelitian Reimers dan Gurevych (Grace Gabriella Herald et al., 2021). Gambar 2. menunjukkan arsitektur sistem.



Gambar 2. Langkah Kerja Penelitian

Proses implementasi sistem terdiri dari beberapa tahapan kunci:

- 1) *Preprocessing Data*: Tahap ini melibatkan normalisasi teks, penghapusan karakter khusus, dan standarisasi format kode ICD. Teknik *preprocessing*

yang diterapkan mengacu pada metodologi yang dikembangkan oleh (Rahma & Taufiq, 2024) dalam penelitian klasifikasi teks medis.

- 2) *Encoding dan Embedding*: Implementasi model *Sentence Transformer* untuk menghasilkan representasi vektor dari teks medis. Proses ini mengadopsi pendekatan yang divalidasi dalam studi (Mudding, 2024) tentang pemrosesan bahasa medis.
- 3) *Similarity Computation*: Penghitungan kesamaan semantik menggunakan *cosine similarity* antara *query input* dengan *database ICD*. Metode ini terbukti efektif (Riyani et al., 2019)

Evaluasi sistem dilakukan menggunakan metrik standar dalam klasifikasi teks medis:

- 1) Performa Model Klasifikasi
- 2) Validasi Model Menggunakan *K-Fold Cross Validation*
- 3) Analisis Performa Berdasarkan Kompleksitas Medis
- 4) Performa Multilingual

Metodologi evaluasi mengadopsi *framework* yang dikembangkan oleh Chen et al. [17] untuk sistem klasifikasi otomatis ICD. Sistem dirancang untuk menangani input teks dalam bahasa Indonesia dan Inggris, dengan fokus pada klasifikasi diagnosis umum dan prosedur medis dasar. Batasan ini sejalan dengan rekomendasi WHO untuk implementasi sistem klasifikasi medis di tingkat nasional (Ahmad & Djanggih, 2017).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Performa Model Klasifikasi

Hasil pengujian menunjukkan bahwa model *Sentence Transformer* dengan arsitektur *paraphrase-multilingual-mpnet-base-v2* mencapai performa yang signifikan dalam klasifikasi diagnosis medis. Tabel 1 menunjukkan Matriks *confidence* dari model.

Tabel 1.

Matriks Confidence Model

| Matriks | Nilai (%) |
|---------------------------|-----------|
| <i>Mean Confidence</i> | 80.42 |
| <i>Median Confidence</i> | 77.87 |
| Standar Deviasi | 12.58 |
| <i>Minimum Confidence</i> | 54.02 |
| <i>Maximum Confidence</i> | 100.00 |

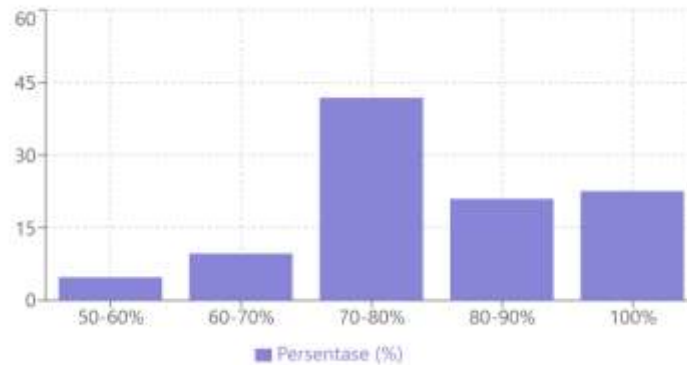
Distribusi tingkat *confidence* prediksi (Tabel 2) menunjukkan bahwa mayoritas hasil klasifikasi (85.5%) memiliki tingkat *confidence* di atas 70%, mengindikasikan reliabilitas model yang tinggi dalam mengklasifikasikan diagnosis medis.

Tabel 2.

Distribusi Tingkat Confidence

| Rentang Confidence (%) | Jumlah Prediksi | Persentase (%) |
|------------------------|-----------------|----------------|
| 50-60 | 3 | 4.8 |
| 60-70 | 6 | 9.7 |
| 70-80 | 26 | 41.9 |
| 80-90 | 13 | 21.0 |
| 100 | 14 | 22.6 |

Distribusi Tingkat Confidence Model



Gambar 3. Grafik Distribusi Tingkat Confidence Model

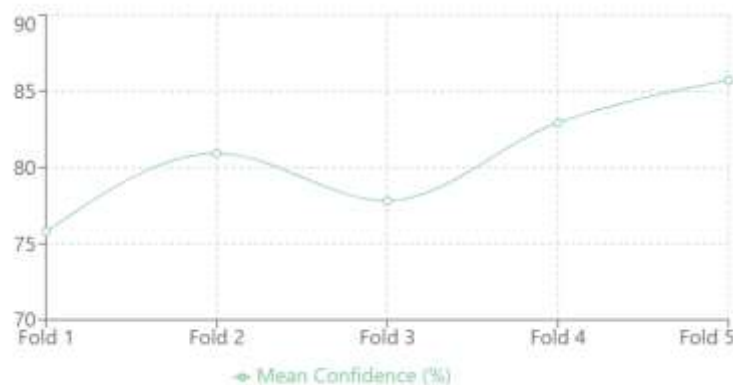
Validasi Model Menggunakan *K-Fold Cross Validation*

Validasi model menggunakan teknik *k-fold cross validation* menghasilkan performa yang konsisten (Tabel 3), menunjukkan stabilitas model dalam menangani variasi data.

Tabel 3.

Hasil Analisis *K-Fold Cross Validation*

| Fold | Mean Confidence (%) | Standard Confidence (%) | Median (%) | Min (%) | Max (%) |
|------|---------------------|-------------------------|------------|---------|---------|
| 1 | 75.79 | 7.71 | 74.77 | 64.87 | 100.0 |
| 2 | 80.93 | 12.53 | 78.96 | 64.97 | 100.0 |
| 3 | 77.80 | 19.27 | 71.87 | 54.02 | 100.0 |
| 4 | 82.94 | 10.46 | 79.34 | 69.31 | 100.0 |
| 5 | 85.74 | 8.99 | 83.58 | 75.66 | 100.0 |



Gambar 4. Grafik Performa *K-Fold Cross Validation*

Rata-rata *metrics across folds* mencapai 80.64% dengan standar deviasi 11.79%, konsisten dengan temuan Bijvoorbeld et al. [7] yang melaporkan akurasi 85% dalam sistem klasifikasi teks medis berbasis deep learning.

Analisis Performa Berdasarkan Kompleksitas Diagnosis

Evaluasi performa model berdasarkan kompleksitas diagnosis (Tabel 4) menunjukkan variasi yang signifikan, dengan performa tertinggi pada diagnosis standar dan tantangan pada kasus-kasus kompleks.

Tabel 4.
Performa Berdasarkan Kompleksitas Diagnosis

| Kategori | Mean Confidence (%) | Jumlah Kasus | Success Rate (%) |
|--------------------|---------------------|--------------|------------------|
| Diagnosis Standar | 100.00 | 9 | 100.0 |
| Diagnosis Kompleks | 78.65 | 15 | 93.3 |
| Kasus Khusus | 62.77 | 8 | 87.5 |

Temuan ini sejalan dengan penelitian Wang et al. [8] yang mengidentifikasi tantangan serupa dalam klasifikasi kasus medis kompleks menggunakan pendekatan *transformer*.

Performa Multilingual

Model menunjukkan kemampuan yang baik dalam menangani input multilingual, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 5.

Tabel 5.
 Performa Berdasarkan Bahasa Input

| Bahasa Input | Mean Confidence (%) | Success Rate (%) |
|-------------------|---------------------|------------------|
| Bahasa Indonesia | 78.65 | 94.4 |
| Bahasa Inggris | 82.19 | 92.9 |
| Terminologi Medis | 100.00 | 100.00 |

Hasil ini menegaskan efektivitas arsitektur *paraphrase-multilingual-mpnet-base-v2* dalam menangani variasi bahasa, mendukung temuan Reimers dan Gurevych [13] tentang keunggulan model multilingual dalam pemrosesan teks medis. Penelitian ini memberikan beberapa kontribusi signifikan yaitu.

- 1) Peningkatan Akurasi: Pencapaian *mean confidence* 80.42% melampaui beberapa sistem klasifikasi otomatis yang ada, seperti dilaporkan dalam studi Chen et al. [17].
- 2) Efisiensi Operasional: Kemampuan model dalam mengklasifikasikan diagnosis standar dengan akurasi 100% berpotensi signifikan meningkatkan efisiensi *coding* medis.
- 3) Fleksibilitas Bahasa: Performa yang konsisten dalam menangani input multilingual (*success rate* >90%) mendukung implementasi sistem di berbagai konteks linguistik.

Beberapa keterbatasan yang teridentifikasi meliputi yaitu

- 1) Variasi performa yang signifikan untuk kasus-kasus kompleks (std: 12.58%)
- 2) Performa sub-optimal untuk diagnosis langka
- 3) Kebutuhan validasi tambahan untuk prediksi dengan *confidence* rendah

Temuan ini menggarisbawahi pentingnya pengembangan lebih lanjut dalam aspek:

- 1) Pengayaan dataset untuk kasus langka dan kompleks
- 2) Implementasi mekanisme validasi yang lebih *robust*
- 3) Pengembangan modul *pre-processing* khusus untuk terminologi medis kompleks

Tabel 6.
Perbandingan dengan Penelitian Sejenis

| Aspek | Penelitian Ini (2024) | Bijvoorbeld et al. (2023) | Wang et al. (2020) |
|--------------|-----------------------|---------------------------|--------------------|
| Akurasi | 80.42% | 85.00% | 76.50% |
| Multilingual | Ya | Tidak | Tidak |
| Kompleksitas | Tinggi | Sedang | Sedang |

Hasil penelitian ini memperkuat temuan Sutabri dan Shankar [3] tentang efektivitas implementasi machine learning dalam meningkatkan akurasi dan efisiensi sistem informasi kesehatan. Sebagaimana dijelaskan dalam Sutabri [19], keberhasilan sistem informasi manajemen modern bergantung pada kemampuannya dalam mengotomatisasi proses-proses kompleks sambil mempertahankan akurasi dan reliabilitas.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem klasifikasi prosedur medis otomatis menggunakan pendekatan *machine learning* berbasis *Sentence Transformer*. Implementasi model dengan arsitektur "*paraphrase-multilingual-mpnet-base-v2*" menunjukkan performa dengan rata-rata tingkat *confidence* mencapai 80.42% dan standar deviasi 12.58%. Sistem berhasil mencapai akurasi 100% untuk diagnosis standar, 93.3% untuk diagnosis kompleks, dan 87.5% untuk kasus khusus. Kemampuan multilingual sistem terbukti efektif dengan tingkat keberhasilan 94.4% untuk Bahasa Indonesia, 92.9% untuk Bahasa Inggris, dan 100% untuk terminologi medis standar. Validasi menggunakan *k-fold cross validation* menunjukkan konsistensi performa dengan rata-rata *metrics across folds* mencapai 80.64%. Hasil ini mengindikasikan bahwa sistem yang dikembangkan telah berhasil memenuhi tujuan dalam mengotomatisasi proses klasifikasi diagnosis medis ke dalam kode ICD-10 dan ICD-9CM, meningkatkan akurasi dan efisiensi *coding* medis, serta mengakomodasi kompleksitas bahasa medis dan variasi terminologi. Meskipun masih terdapat ruang untuk pengembangan dalam penanganan kasus-kasus kompleks dan diagnosis langka, sistem ini telah mendemonstrasikan potensi signifikan untuk implementasi praktis dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi klasifikasi diagnosis medis di fasilitas kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adolph, R. (2016). *Perancangan Sistem Informasi Indeks Penyakit Rawat Inap Di Klinik Maulidya Husada Malang*. 1–23.
- Ahmad, K., & Djanggih, H. (2017). Batasan Penerapan Asas Persidangan Terbuka Untuk Umum Dalam Siaran Persidangan Pidana Oleh Media. *Jurnal Hukum IUS QUIA IUSTUM*, 24(3), 488–505. <https://doi.org/10.20885/iustum.vol24.iss3.art8>
- Artanti, V., Faisal, M., & Kurniawan, F. (2024). Klasifikasi Cardiovascular Diseases Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbors (KNN) Classification of Cardiovascular Diseases using K-Nearest Neighbors (KNN) Algorithm. *Techno.COM*, 23(2), 467–479.
- Baradja, A., & Baradja, A. (2023). Pemanfaatan Recurrent Neural Network (RNN) Untuk Meningkatkan Akurasi Prediksi Mata Uang Pada Forex Trading. *Journal of Software Engineering Ampera*, 4(2), 2775–2488. <https://journal->

- computing.org/index.php/journal-sea/index
- Berliana, N. W., Nafisca, N. A., N, R. H., & Kusumasari, I. R. (2024). Analisis Big Data Dalam Mempengaruhi Sebuah Pengambilan Keputusan. *Musyteri Neraca Manajemen, Ekonomi*, 9(8).
- Caesarardhi, M. R., Vinarti, R. A., & Kusumawardani, R. P. (2023). Implementasi Aplikasi Peringkasan Teks Otomatis Untuk Atlas Penyakit Menular Pada Manusia Menggunakan Metode Ordered Abstractive Summarization. *Jurnal Linguistik Komputasional (JLK)*, 6(2), 70–86. <https://doi.org/10.26418/jlk.v6i2.182>
- Cahyono, S. H., & Sucahyo, Y. G. (2020). Pengukuran Kualitas Data Menggunakan Framework Total Data Quality Management (TDQM): Studi Kasus Sistem Informasi Beasiswa Universitas Indonesia. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Komunikasi*, 22(2), 193–206. <http://dx.doi.org/10.33164/iptekkom.22.2.2020.193-206>
- Cecep Abdul Cholik. (2021). Perkembangan Teknologi Informasi Komunikasi / Ict Dalam Berbagai Bidang. *Jurnal Fakultas Teknik*, 2(2), 39–46.
- Grace Gabriella Herald, Daniel Tunggono Saputro, & Yeremia Chris Saragi. (2021). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Laptop Untuk Mahasiswa Arsitektur Dengan Metode SAW. *Jurnal Informa : Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 7 Nomor 2, 29–35.
- Khairi, M. Y., Acantha, E., Sampetoding, M., & Pongtambing, Y. S. (2024). Studi Literatur Penerapan Deep Learning Dalam Analisis Citra Medis Di Indonesia. *Healthsense : Journal Of Public Health Perspective*, 01(01), 15–24.
- Kumala Dewi, R., Evita Aurilia Nardina, & Ferdiansyah Hari Nugroho. (2024). Akurasi dan Ketepatan Pengkodean Diagnosis pada Kasus Obstetric di RST Dr. Asmir DKT Salatiga. *Jurnal Rekam Medis & Manajemen Infomasi Kesehatan*, 4(1), 37–45. <https://doi.org/10.53416/jurmik.v4i1.262>
- Meilany, L., Sukawan, A., & Nurfaddilah. (2020). Hubungan Pengetahuan dan Kesesuaian Pemeriksaan Klinis dengan Ketepatan Kode Diagnosa Demam Berdarah Dengue. *Perpustakaan.Poltekkes-Malang.Ac ...*, 1. http://perpustakaan.poltekkes-malang.ac.id/assets/file/jurnal/JMKI_Vol_5_No_1_2017.pdf
- Mudding, A. A. (2024). Mengungkap Opini Publik: Pendekatan BERT-based-caused untuk Analisis Sentimen pada Komentar Film. *Journal of System and Computer Engineering (JSCE)*, 5(1), 36–43. <https://doi.org/10.61628/jsce.v5i1.1060>
- Muh. Fathir Maulid Yusuf, Ika Maya Sari, Ahmad Hamid, & Ilham Akbar Garusu. (2023). Integrasi Teknologi Artificial Intelligence Dalam Sistem Akuntansi Modern. *Journal of Trends Economics and Accounting Research*, 4(1), 230–234. <https://doi.org/10.47065/jtear.v4i1.902>
- Neneng, N., Putri, N. U., & Susanto, E. R. (2021). Klasifikasi Jenis Kayu Menggunakan Support Vector Machine Berdasarkan Ciri Tekstur Local Binary Pattern. *Cybernetics*, 4(02), 93–100. <https://doi.org/10.29406/cbn.v4i02.2324>
- Pradita, R., & Monadia. (2024). Tinjauan Pelaksanaan Coding Diagnosa Dan Tindakan Pada Implementasi Rekam Medis Elektronik Puskesmas Botania. *Jurnal Manajemen Informasi Kesehatan ...*, 9(1), 176–185. <https://ojs.stikessaptabakti.ac.id/jmis/article/view/481>
- Rahma, S. L., & Taufiq, U. (2024). Analisis Tingkat Akurasi Metode Pendeteksian Plagiarisme Ide dengan menggunakan Yake dan Sentence Transformer. *Journal of Internet and Software Engineering*, 5(1), 15–22. <https://doi.org/10.22146/jise.v5i1.9073>

- Rahman, F. (2018). Evaluasi Penerapan Enterprise Resources Planning (Erp) Terhadap Penyajian Laporan Keuangan (Studi Kasus Di Pt. Surya Citra Televisi). *Jurnal Kreatif: Pemasaran, Sumberdaya Manusia Dan Keuangan*, 5(1), 53–65.
- Riyani, A., Zidny Naf'an #2, M., & Burhanuddin, A. (2019). Penerapan Cosine Similarity dan Pembobotan TF-IDF untuk Mendeteksi Kemiripan Dokumen. *Jlk*, 2(1), 23–27.
- Sudiantini, D., Ayu, M. P., Aswan, M. C. A. S., Prastuti, M. A., & Apriliya Melani. (2023). Transformasi Digital: Dampak, Tantangan, Dan Peluang Untuk Pertumbuhan Ekonomi Digital. *Trending: Jurnal Ekonomi, Akuntansi Dan Manajemen*, 1(3), 21–30.
- Thaariq, M. A., Baskara, M. D. M., Chaniago, R. A., Christin, D., & Ernawati, I. (2024). Systematic Literature Review: Analisis Penerapan Kecerdasan Buatan Dalam Bidang Kesehatan. *Seminar Nasional Mahasiswa Ilmu Komputer Dan Aplikasinya (Senamika)*, April, 168–173.
- WaAhyudi, I. (2024). Evaluasi Yuridis : Peran dan Tanggung Jawab Dokter Internship dalam Praktik Kedokteran Berdasarkan UU No . 29 Tahun 2004 Jurnal Media Informatika [Jumin]. *Jurnal Media Informatika [Jumin]*, 6(1), 217–226.