
PERBANDINGAN ALGORITMA KLASIFIKASI *DATA MINING* *MODEL C4.5* DAN NAIVE BAYES UNTUK PREDIKSI KEGANASAN KANKER PAYUDARA

Hiliah Firda^{1*}, Rima Athiyah², Salsabila³, Muhammad Ihsan Jambak⁴

^{1, 2, 3}Fakultas Ilmu Komputer, Sistem Informasi, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia.

⁴Fakultas Ilmu Komputer, Manajemen Informatika, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia.

*09031182126026@student.unsri.ac.id

Abstrak

Kanker payudara menjadi salah satu masalah kesehatan global yang signifikan, dengan tingkat kejadian dan kematian yang tinggi di seluruh dunia. Penelitian ini menyoroti pentingnya prediksi keganasan kanker payudara dalam penanganan pasien dan menggambarkan tantangan dalam deteksi dini serta penanganan kanker payudara, terutama di negara berkembang. Selain itu, penelitian ini menyoroti peran teknologi informasi dan komunikasi, khususnya algoritma data mining seperti C4.5 dan Naive Bayes, dalam meningkatkan prediksi keganasan kanker payudara. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja kedua algoritma tersebut dalam konteks medis ini, dengan referensi tambahan dari penelitian terdahulu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma C4.5 mencapai akurasi sebesar 94,15%, sementara Naive Bayes mencapai 92,40%. Hal ini menegaskan bahwa algoritma C4.5 memiliki kinerja yang lebih unggul dibandingkan dengan Naive Bayes. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang pilihan algoritma terbaik untuk prediksi keganasan kanker payudara, yang pada gilirannya dapat meningkatkan diagnosis dini, perawatan yang lebih efektif, dan hasil klinis yang lebih baik bagi pasien.

Kata Kunci: *Data Mining, C4.5, Naive Bayes, Kanker Payudara, Klasifikasi*

Abstract

Breast cancer is a significant global health problem, with high incidence and mortality rates throughout the world. This study highlights the importance of predicting breast cancer malignancy in patient management and this research illustrates the challenges in early detection as well as treatment of breast cancer, especially in developing countries. In addition, this research highlights the role of information and communication technology, especially data mining algorithms such as C4.5 and Naive Bayes, in improving the prediction of breast cancer malignancy. This study aims to compare the performance of the two algorithms in this medical context, with additional references from previous research. The results showed that the C4.5 algorithm achieved an accuracy of 94.15%, while Naive Bayes achieved 92.40%. This confirms that the C4.5 algorithm has superior performance compared to Naive Bayes. It is hoped that the results of this study can provide deeper insight into the choice of the best algorithm for predicting breast cancer malignancy, which in turn can improve early diagnosis, more effective treatment, and better clinical outcomes for patients.

Keywords: *Data Mining, C4.5, Naive Bayes, Breast Cancer, Classification*

1. Pendahuluan

Kanker payudara merupakan salah satu jenis kanker yang paling umum dan mematikan di dunia. Kanker payudara terjadi karena pertumbuhan berlebih atau perkembangan yang tidak terkendali dari sel-sel jaringan payudara (Kusmiyati, 2013). Angka kematian kanker payudara lebih tinggi pada negara berkembang dibandingkan negara maju. Penyebab utama meningkatnya mortalitas kanker di negara berkembang adalah kurangnya program skrining efektif yang dapat mendeteksi keadaan sebelum kanker, maupun mendeteksi kanker pada stadium dini sehingga penanganannya dilakukan sebelum kanker pada stadium lanjut (Marfianti, 2021). Prediksi keganasan kanker payudara menjadi sangat penting dalam penanganan pasien, karena dapat memengaruhi jenis perawatan yang diberikan dan prognosis keseluruhan.

Pada tahun 2020, terdapat 2,3 juta wanita yang didiagnosis menderita kanker payudara dan 685.000 kematian secara global. Pada akhir tahun 2020, terdapat 7,8 juta wanita hidup yang didiagnosis menderita kanker payudara dalam 5 tahun terakhir, kanker paling umum di dunia. Lebih banyak nyawa wanita yang diakhiri oleh kanker payudara secara global dibandingkan jenis kanker lainnya. Kanker payudara terjadi di setiap negara di dunia pada wanita pada usia berapa pun setelah pubertas tetapi dengan tingkat yang meningkat di kemudian hari (Priatna et al., 2021).

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi saat ini berkembang dengan begitu cepat, sehingga merambah dalam kehidupan manusia tidak terkecuali bidang kesehatan dan kedokteran. Dalam upaya untuk meningkatkan prediksi keganasan kanker payudara, penggunaan algoritma klasifikasi dalam analisis data mining telah menjadi topik penelitian yang signifikan. Berbagai algoritma data mining telah diusulkan dan diterapkan dalam analisis data kanker payudara untuk meningkatkan keakuratan prediksi. Dua di antaranya, yaitu model C4.5 dan Naive Bayes.

Data mining dikenal sebagai *Knowledge Discovery in Database* (KDD) yang mewarisi banyak aspek dan teknik dari bidang ilmu yang sudah ada sejak awal. Data mining menunjukkan bahwa ilmu ini memiliki

akar yang panjang dari bidang ilmu berbeda seperti kecerdasan buatan (*artificial intelligent*), *machine learning*, statistik, database, dan juga *information retrieval*. Data mining dibagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan tugas yang dapat dilakukan, yaitu: Deskripsi, Estimasi, Prediksi, Klasifikasi, Pengklusteran, dan Asosiasi (Yanuri, 2019).

Algoritma C4.5 merupakan bagian dari klasifikasi data mining berdasarkan dengan pembentukan pohon keputusan. Pohon keputusan yang dibentuk dari algoritma C4.5 nantinya menghasilkan sebuah rule baru, rule tersebut yang dipergunakan sebagai dasar proses pengambilan keputusan. Pembentukan pohon keputusan pada algoritma C4.5 berdasarkan dengan perhitungan nilai gain dan entropy. Atribut yang memiliki nilai gain tertinggi nantinya akan digunakan sebagai akar utama, hingga nanti tidak lagi terdapat percabangan terhadap proses pengambilan keputusan. (Asmira, 2019; Novika et al., 2021; Saputra et al., 2020)

Algoritma lainnya yang digunakan pada penelitian ini untuk melakukan klasifikasi adalah Algoritma Naïve Bayes, yang merupakan bagian dari pada klasifikasi pada data mining yang mengelompokkan data berdasarkan dengan nilai probabilitas dari setiap kemungkinan data berdasarkan dengan tujuan kelasnya. Nilai probabilitas yang dihasilkan pada Naïve Bayes berdasarkan dengan pengembangan dari pada teorema bayes yang melakukan perhitungan terhadap beberapa kemungkinan yang terjadi dari sebuah peristiwa (Fadli et al., 2021; Tugiman et al., 2022; Syamsurizal et al., 2022). Klasifikasi Naïve Bayes terbukti memiliki akurasi dan kecepatan yang tinggi saat diaplikasikan ke dalam database yang besar (Ammar, 2009). Klasifikasi Naïve Bayes akan bekerja lebih efektif jika dikombinasikan dengan beberapa prosedur pemilihan atribut (Abdelghani et al., 2006).

Meskipun kedua algoritma ini telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi, belum ada konsensus yang jelas mengenai algoritma mana yang lebih baik dalam konteks prediksi keganasan kanker payudara. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk

membandingkan kinerja model C4.5 dan Naive Bayes dalam memprediksi keganasan kanker payudara menggunakan dataset yang relevan. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang keunggulan dan kelemahan masing-masing algoritma dalam konteks medis ini.

Menurut penelitian sebelumnya mengenai prediksi penyakit diabetes menggunakan perbandingan algoritma *Naive Bayes*, C4.5, dan *K-Nearest*. Hasil penelitian ini dengan menggunakan algoritma Naive Bayes menunjukkan berupa 75%, menggunakan algoritma K-Nearest menunjukkan hasil 80% dan dengan algoritma C4.5 sebesar 91,80% dengan melakukan pengujian pada aplikasi *rapidminer*. Dengan hasil yang ditunjukkan pada penelitian ini dapat menandakan bahwa algoritma C4.5 memiliki kinerja lebih baik daripada algoritma lainnya (Wijaya & Triyudi, 2023).

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan informasi yang berharga bagi para profesional medis dan peneliti dalam memilih algoritma yang paling sesuai untuk prediksi keganasan kanker payudara. Pemilihan algoritma yang tepat dapat membantu meningkatkan akurasi prediksi, memungkinkan diagnosis dini yang lebih baik, perencanaan perawatan yang lebih efektif, dan peningkatan hasil klinis bagi pasien yang terkena kanker payudara.

2. Metode Penelitian

2.1. Kerangka Kerja Penelitian

Kerangka kerja penelitian atau bisa disebut dengan metodologi penelitian. Di sini akan menjelaskan setiap langkah dalam penelitian, dimana proses ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah dan berakhir dengan menghasilkan hasil. Tujuan dari kerangka kerja penelitian adalah untuk membuat peneliti lebih mudah memahami langkah-langkah apa yang harus diambil dalam penelitian. Adapun kerangka kerja penelitian yang terdapat pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

2.2. Data Mining

Data mining merupakan cara untuk mendapatkan kembali informasi dari kumpulan data yang tersimpan. Proses ini melibatkan pengulangan kembali atau pemrosesan kembali data, yang menghasilkan pola baru dan informasi yang dapat digunakan oleh pemilik data dalam proses pengambilan keputusan. Karena hampir semua bidang ilmu saat ini melakukan proses pengolahan data, data mining telah banyak digunakan dalam berbagai bidang ilmu. (Nurjanah et al., 2023; A'yuniyah et al., 2023; Budiarto et al., 2022)

2.3. Algoritma C4.5

Dalam data mining, algoritma 4.5 adalah bagian dari proses klasifikasi. Algoritma C4.5 menjalankan proses dengan membentuk pohon keputusan dan memperoleh rule aturan baru. Pembentukan akar pada pohon keputusan dari perhitungan nilai information dan gain yang melakukan pemecahan kelompok berdasarkan dengan kelasnya masing – masing. Adapun rumus penyelesaian dapat dilihat pada berikut (Andarista & Jananto, 2022; Romli & A. T. Zy, 2020; Azwanti & Elisa, 2020):

$$Entropy(S) = \sum_{i=0}^n -p_i * \log^2 p_i \quad (1)$$

$$Gain(S, A) = Entropy(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} * Entropy(S_i) \quad (2)$$

2.4. Algoritma Naive Bayes

Algoritma Naive Bayes merupakan algoritma klasifikasi pada data mining. Algoritma ini didasarkan pada teori Bayes dan melakukan proses klasifikasi berdasarkan konsep statistika. Setiap kelas pada algoritma Naive Bayes memiliki nilai probabilitas tersendiri yang nantinya dapat digunakan untuk proses pengambilan keputusan. Adapun

persamaan umum yang digunakan yaitu (Febriyani & Februariyanti, 2022; Agustina & Hermawati, 2021; Tanggraeni & Sitokdana, 2022):

$$P(H|X) = \frac{P(X|H)P(H)}{P(X)} \quad (3)$$

2.5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan berdasarkan dengan data historis dari keganasan kanker payudara sebelumnya. Pada penelitian ini proses penelitian dilakukan dengan menggunakan dataset dari keganasan kanker payudara <https://www.kaggle.com/datasets/erdmntaha/cancer-data/data> merupakan link yang digunakan untuk mengakses dari dataset keganasan kanker payudara.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa Masalah

Kanker payudara merupakan penyakit yang dapat diderita pada semua orang, baik perempuan maupun laki-laki di seluruh dunia. Perkembangan sel kanker ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor genetik, hormonal, lingkungan, sosiobiologis dan fisiologis. Penyakit kanker payudara tidak dapat menular, tetapi akan dapat berdampak buruk apabila perkembangan penyakit ini sudah berada pada tingkat ganas dan dapat menimbulkan komplikasi hingga kematian pada penderita. Maka dari itu perlu sejak dini dilakukan prediksi terhadap seseorang untuk mengetahui tingkat keganasan suatu kanker payudara agar dapat memperkirakan hasil dan melakukan penyembuhan segera terhadap kanker payudara. Pada penelitian ini prediksi dilakukan dengan menggunakan pola yang terbentuk dari kriteria atribut pada penyakit. Data mining dapat membantu memprediksi keganasan penyakit ini. Data mining merupakan proses pengolahan data yang bertujuan untuk mendapatkan kembali sebuah informasi penting yang tersimpan pada data. Data yang digunakan pada proses data mining adalah data yang telah diperoleh di masa lampau yang disimpan pada gudang data dan kemudian diolah sehingga membentuk

informasi untuk penelitian. Penyelesaian pada data mining terdapat berbagai macam cara didalamnya, salah satunya adalah klasifikasi. Klasifikasi merupakan proses pengelompokan data pada kelas-kelas tertentu berdasarkan kombinasi pada atribut. Pada penelitian ini menggunakan perbandingan algoritma Naïve Bayes dan C4.5 untuk menentukan pola mana yang paling baik digunakan dalam prediksi keganasan penyakit kanker payudara.

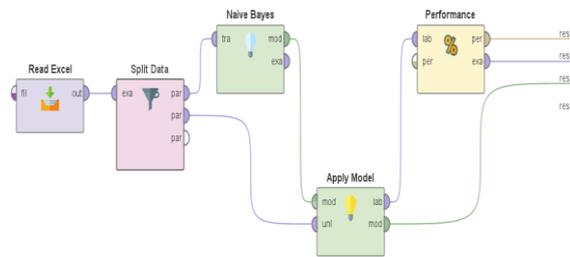
3.2 Hasil Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup 32 atribut, masing-masing diukur menggunakan tiga jenis pengukuran: rata-rata (*mean*), kesalahan standar (*standard error*), dan terburuk (*worst*), yang dimana terdapat masing-masing jenis berisi *radius*, *texture*, *perimeter*, *area*, *smoothness*, *compactness*, *concavity*, *concave points*, *symmetry*, dan *fractal dimension* yang dianggap sebagai ciri yang menentukan diagnosis kanker payudara jinak atau ganas.

Data yang akan diolah dibagi menjadi dua jenis, yaitu data *training* dan data *testing*. Data *training* berfungsi sebagai bahan pelatihan model klasifikasi, sedangkan data *testing* digunakan untuk menguji model yang telah dilatih. Dalam penelitian ini, sekitar 70% dari total data dialokasikan untuk keperluan *training*, sementara 30% sisanya digunakan untuk *testing* atau pengujian. Proses pengolahan data akan dilakukan menggunakan aplikasi RapidMiner.

3.3 Hasil Pengujian Algoritma Naïve Bayes

Pada tahap awal, dilakukan pengujian terhadap algoritma Naïve Bayes menggunakan aplikasi RapidMiner. Pengujian data dilakukan dengan menggunakan operator seperti yang terlihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Pengujian algoritma Naïve Bayes Aplikasi Rapid Miner

Setelah menggunakan operator yang tersedia, hasil akurasi dari pengujian akan ditampilkan seperti yang terlihat pada Gambar 3 di bawah ini.

accuracy: 92.40%

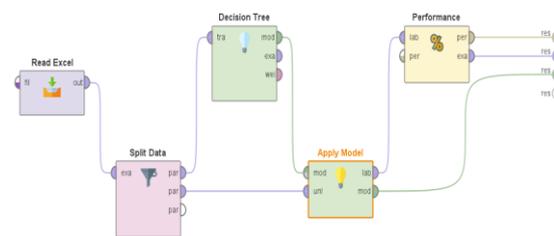
	true M	true B	class precision
pred. M	58	7	89.23%
pred. B	6	100	94.34%
class recall	90.62%	93.46%	

Gambar 3. Hasil akurasi algoritma Naïve Bayes Aplikasi Rapid Miner

Seperti terlihat pada gambar di atas, hasil pengujian menggunakan algoritma Naïve Bayes menunjukkan akurasi sebesar 92.40%.

3.4 Hasil Pengujian Algoritma C4.5

Pada tahap kedua, dilakukan pengujian terhadap algoritma C4.5 menggunakan aplikasi RapidMiner. Pengujian data dilakukan dengan menggunakan operator sebagaimana yang terlihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Pengujian algoritma C4.5 Aplikasi Rapid Miner

Setelah menggunakan operator yang tersedia, hasil akurasi dari pengujian akan ditampilkan seperti yang terlihat pada Gambar 5 di bawah ini.

accuracy: 94.15%

	true M	true B	class precision
pred. M	36	7	83.72%
pred. B	3	125	97.66%
class recall	92.31%	94.70%	

Gambar 5. Hasil akurasi algoritma C4.5 Aplikasi Rapid Miner

Seperti terlihat pada gambar di atas, hasil pengujian menggunakan algoritma Naïve

No	Algoritma	Akurasi
1	Naïve bayes	92.40%
2	C4.5	94.15%

Bayes menunjukkan akurasi sebesar 94.15%.

3.5 Pembahasan

Setelah pengujian, langkah selanjutnya adalah melakukan pembahasan untuk merumuskan hasil penelitian ini. Hasil pengujian dari algoritma Naïve Bayes dan C4.5 tercantum dalam Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian

Hasil pengujian algoritma klasifikasi untuk penyakit kanker payudara berdasarkan hasil akurasi yang ada menunjukkan bahwa algoritma C4.5 memiliki performa yang lebih baik daripada algoritma Naïve Bayes, dengan akurasi sebesar 94.15%. Oleh karena itu, hasil algoritma C4.5 dapat digunakan sebagai model klasifikasi untuk memprediksi keganasan penyakit kanker payudara.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma Naïve Bayes mencapai akurasi sebesar 92.40%, sementara algoritma C4.5 mencapai 94,15%. Hal ini menegaskan bahwa algoritma C4.5 memiliki kinerja yang lebih unggul dibandingkan dengan Naïve Bayes. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode klasifikasi menggunakan

algoritma C4.5 dapat mempercepat pengambilan keputusan dalam memprediksi keganasan penyakit kanker payudara.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan algoritma lain guna meningkatkan tingkat akurasi. Selain itu, perbandingan antara berbagai algoritma juga perlu dilakukan untuk menentukan algoritma mana yang paling optimal.

Daftar Pustaka

- A'yuniyah, Q., Elvira, W., Nazira, N., Ambarani, I., Intan, S. F., & Ramadhani, D. (2023). Analisa Algoritma Naïve Bayes Classifier (NBC) Untuk Prediksi Penjualan Alat Kesehatan. *IJIRSE Indones. J. Inform. Res. Softw. Eng. J*, 3(2), 119-126.
- Abdelghani, B., & Guven, E. (2006, January). Predicting breast cancer survivability using data mining techniques. SIAM INTERNATIONAL CONFERENCE ON DATA MINING.
- Agustina, N., Adrian, A., & Hermawati, M. (2022). Implementasi Algoritma Naïve Bayes Classifier untuk Mendeteksi Berita Palsu pada Sosial Media. *Faktor Exacta*, 14(4), 206-213.
- Ammar, S. M. (2009). Keoptimalan Naïve Bayes Dalam Klasifikasi. *Program Studi Ilmu Komputer. Fakultas Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Pendidikan Indonesia*.
- Andarista, R. R., & Jananto, A. (2022). Penerapan Data Mining Algoritma C4. 5 Untuk Klasifikasi Hasil Pengujian Kendaraan Bermotor. *Jurnal Tekno Kompak*, 16(2), 29-43.
- Asmira, A. (2019). Penerapan Data Mining untuk Mengklasifikasi Pola Nasabah Menggunakan Algoritma C4. 5 pada Bank Bri Unit Anduonohu Kendari. *Router Research*, 1(1), 22-28.
- Azwanti, N., & Elisa, E. (2020). Analisa Kepuasan Konsumen Menggunakan Algoritma C4. 5. In *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Sosial Dan Teknologi (SNISTEK)* (Vol. 3, pp. 126-131).
- Budiarto, E., Rino, R., Hariyanto, S., & Susilawati, D. (2022). Penerapan Data Mining Untuk Rekomendasi Beasiswa Pada SD Maria Mediatrix Menggunakan Algoritma C4. 5. *J. ALGOR*, 3(2), 23-34.
- Fadli, M. N., Damanik, I. S., & Irawan, E. (2021). Penerapan Metode Naive Bayes Dalam Menentukan Tingkat Kenyamanan Pada Rumah Sakit Terhadap Pasien. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, 2(3), 117-122.
- Febriyani, E., & Februariyanti, H. (2023). Analisis Sentimen Terhadap Program Kampus Merdeka Menggunakan Algoritma Naive Bayes Classifier Di Twitter. *Jurnal Tekno Kompak*, 17(1), 25-38.
- Kusmiyati. (2013, December 16). *Who: Jumlah Kematian Akibat Kanker di Dunia Meningkat*.
liputan6.com.http://health.liputan6.com/read/776217/who-jumlah-kematianakibat-kanker-di-dunia-meningkat
- Marfianti, E. (2021). Peningkatan Pengetahuan Kanker Payudara dan Ketrampilan Periksa Payudara Sendiri (SADARI) untuk Deteksi Dini Kanker Payudara di Semutan Jatimulyo Dlingo. *Jurnal Abdimas Madani Dan Lestari (JAMALI)*, 25-31.
- Novika, T., Poningsih, P., Okprana, H., Windarto, A. P., & Siahaan, H. (2021). Penerapan Data Mining Klasifikasi Tingkat Pemahaman Siswa Pada Pelajaran Matematika. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 5(1), 9-17.
- Nurjanah, I., Karaman, J., Widaningrum, I., Mustikasari, D., & Sucipto, S. (2023). Penggunaan Algoritma Naïve Bayes Untuk Menentukan Pemberian Kredit Pada Koperasi Desa. *Explorer*, 3(2), 77-87.

- Priatna, W., Purnomo, R., & Putra, T. D. (2021). Implementasi Deep Learning Untuk Rekomendasi Aplikasi E-learning Yang Tepat Untuk Pembelajaran Jarak Jauh. *Jurnal Kajian Ilmiah*, 21(3), 261-274.
- Romli, I., & Zy, A. T. (2020). Penentuan jadwal overtime dengan klasifikasi data karyawan menggunakan algoritma C4. 5. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 4(2), 694-702.
- Saputra, K. A., Hardinata, J. T., Lubis, M. R., Andani, S. R., & Saragih, I. S. (2020). Klasifikasi Algoritma C4. 5 dalam penerapan tingkat kepuasan Siswa terhadap media pembelajaran online. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, 1(3), 113-118.
- Syamsurizal, Cumel, Zamri, D. (2022, September). Perbandingan Metode Data Mining untuk Prediksi Banjir Dengan Algoritma Naïve Bayes dan KNN: Comparison of Data Mining Methods for Prediction of Floods with Naïve Bayes and KNN Algorithm. In *SENTIMAS: Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Masyarakat* (pp. 40-48).
- Tanggraeni, A. I., & Sitokdana, M. N. (2022). Analisis Sentimen Aplikasi E-Government pada Google Play Menggunakan Algoritma Naïve Bayes. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, 9(2), 785-795.
- Tugiman, Damayanti, L., Gunawan, A. H., & Elkana, S. R. (2022). Prediksi Penggunaan Obat Peserta Jaminan Kesehatan Nasional Menggunakan Algoritma Naïve Bayes Classifier. *Journal of Applied Computer Science and Technology*, 3(1), 144-150.
- Wijaya, Y. F., & Triayudi, A. (2023). Perbandingan Algoritma Klasifikasi Data mining pada prediksi penyakit diabetes. *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 5(1), 165-174. <https://doi.org/10.47065/josyc.v5i1.4614>
- Yanuri, T. S. (2019). *IMPLEMENTASI METODE ASSOCIATION RULE MENGGUNAKAN ALGORITMA APRIORI UNTUK MENEMUKAN PERILAKU KONSUMEN BERDASARKAN DATA TRANSAKSI* (Doctoral dissertation, Program Sistem Informasi S1 Fakultas Teknik Universitas Widyatama).