

Komparasi Penerapan Algoritma C4.5 dan *Naïve Bayes* untuk Ketepatan Waktu Pengiriman Barang Pada PT. Rtrans Logistik Artamandiri

Yasmin Aulia Azzahra ¹, Yuma Akbar ^{2*}

^{1,2*} Program Studi Sistem Informasi, Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Cipta Karya Informatika, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia.

Email: yasmeenaulia13@gmail.com ¹, yuma.pjj@gmail.com ^{2*}

Histori Artikel:

Dikirim 12 Juli 2024; *Diterima dalam bentuk revisi* 28 Juli 2024; *Diterima* 10 Agustus 2024; *Diterbitkan* 20 September 2024. Semua hak dilindungi oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) STM IK Indonesia Banda Aceh.

Abstrak

Industri logistik saat ini dihadapkan pada tantangan besar dalam mempertahankan ketepatan waktu pengiriman barang, yang merupakan faktor krusial dalam meningkatkan kepuasan pelanggan serta menurunkan biaya operasional. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan komparasi efektivitas antara algoritma C4.5 dan *Naïve Bayes* dalam menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi ketepatan waktu pengiriman di PT. Rtrans Logistik Artamandiri. Penelitian ini menggunakan dataset berjumlah 1.000 data pengiriman dengan 13 atribut yang relevan. Setiap algoritma dianalisis berdasarkan kemampuan prediktifnya dalam membantu proses pengambilan keputusan yang berkaitan dengan efisiensi pengiriman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma C4.5 mencapai akurasi lebih tinggi, yaitu sebesar 95,00%, dibandingkan dengan *Naïve Bayes* yang hanya mencapai akurasi 91,00%. Selain itu, penelitian ini memberikan gambaran mengenai pentingnya pemilihan algoritma yang tepat dalam konteks manajemen logistik untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan. Hasil akhir penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan dalam pengambilan keputusan strategis di bidang pengiriman barang, khususnya dalam optimasi waktu pengiriman.

Kata Kunci: Ketepatan Waktu; Algoritma C4.5; *Naïve Bayes*; Pengiriman Barang; Logistik.

Abstract

The logistics industry faces significant challenges in maintaining the punctual delivery of goods, which is a critical factor in enhancing customer satisfaction and reducing operational costs. This research aims to compare the effectiveness of the C4.5 and *Naïve Bayes* algorithms in analyzing the factors that influence delivery punctuality at PT. Rtrans Logistics Artamandiri. A dataset comprising 1,000 shipping records and 13 relevant attributes was utilized to assess each algorithm's predictive performance in supporting decision-making processes related to delivery efficiency. The findings reveal that the C4.5 algorithm achieves a higher accuracy of 95.00%, compared to the *Naïve Bayes* algorithm, which reached an accuracy of 91.00%. Furthermore, this study highlights the importance of selecting the appropriate algorithm in logistics management to enhance operational efficiency and customer satisfaction. The results of this research are expected to provide a foundation for strategic decision-making in the field of goods delivery, particularly in optimizing delivery timeliness.

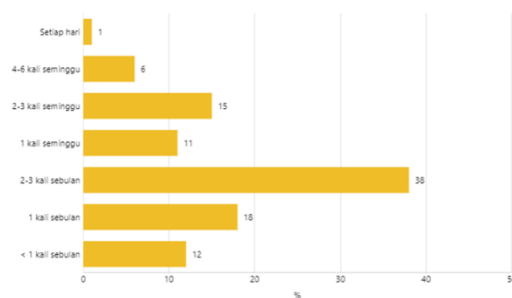
Keyword: Timeliness; C4.5 Algorithm; *Naïve Bayes*; Freight Delivery; Logistics.

1. Pendahuluan

Perkembangan sektor jasa saat ini berkembang pesat di Indonesia. Peran jasa pengiriman menjadi krusial seiring semakin banyaknya masyarakat yang melakukan pengiriman barang atau berbelanja secara online atau via e-commerce. Sektor jasa mempunyai potensi yang besar untuk menggairahkan perekonomian Indonesia. Sektor ini dapat membantu meningkatkan produktivitas negara, menciptakan lapangan kerja dan mengurangi kemiskinan. Sektor jasa dapat menjadi sumber utama pertumbuhan ekonomi Indonesia melalui berbagai sektor jasa seperti pariwisata, logistik, dan transportasi. Namun, masih banyak kesulitan dalam pengembangan sektor ini. Pertama, daya saing pelaku sektor jasa di Indonesia masih lemah akibat kebijakan dan peraturan yang membatasi peluang pertumbuhan di sektor jasa. Masa depan logistik akan sangat dipengaruhi oleh digital; Teknologi baru seperti kecerdasan buatan, big data, dan analisis prediktif akan memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi.

Keberadaan banyak penyedia jasa pengiriman memungkinkan konsumen untuk mencari informasi mengenai harga dan waktu pengiriman sebelum memutuskan menggunakan jasa pengiriman. Informasi ini akan digunakan untuk membandingkan jasa yang ditawarkan dan akan menghasilkan keputusan pembelian konsumen. Dua indikator keberhasilan yang paling penting adalah efisiensi waktu dan biaya. Keduanya memberikan landasan kuat yang menjadi landasan keseluruhan operasi perusahaan untuk memastikan produk dikirimkan secara efisien dan tepat waktu.

Pemilik barang atau jasa logistik memiliki kesempatan yang mereka miliki. Salah satu perusahaan yang menawarkan jasa pengiriman barang atau logistik adalah PT. Rtrans Logistik Artamandiri termasuk perusahaan swasta nasional yang bergerak dibidang penyediaan jasa Pengiriman barang-barang baik didalam maupun keluar negeri (Domestic & International Freight Forwarder) yang dilakukan melalui (via) darat, laut, udara. Demi menunjang kelancaran operasional perusahaan dan memberikan pelayanan yang baik kepada seluruh pelanggan, PT. Rtrans Logistik Artamandiri memiliki cabang dan agen di ibu kota provinsi dan kabupaten di Indonesia, sehingga dapat memberikan pelayanan yang maksimal cepat dan tepat kepada pelanggan. Penggunaan jasa pengiriman telah menjadi bagian integral dari kehidupan sehari-hari konsumen di Indonesia. Dalam temuan sumber Databoks terlihat seberapa sering konsumen Indonesia menggunakan jasa pengiriman saat belanja online.



Gambar 1. Konsumen Indonesia Menggunakan Jasa Pengiriman
(Sumber : <https://databoks.katadata.co.id/>)

Menurut hasil laporan survei Populix bertajuk Indonesia Outlook on the Logistic Delivery Services, mayoritas atau 38% responden menggunakan jasa pengiriman saat belanja online sebanyak 2-3 kali per bulan. Kemudian, sebanyak 18% responden mengaku menggunakan jasa pengiriman logistik saat belanja online hanya sekali dalam sebulan. Lalu, sebanyak 15% responden mengatakan memakai jasa pengiriman barang saat belanja online sebanyak 2-3 kali per minggu. Ada pula responden yang menggunakan jasa pengiriman logistik saat belanja online hanya kurang dari 1 kali sebulan, dengan proporsi 12% responden. Selanjutnya, sebanyak 11% responden mengatakan menggunakan jasa layanan pengiriman barang tersebut sebanyak 1 kali per minggu. Selanjutnya, ada

6% responden yang mengatakan menggunakan jasa pengiriman logistik saat belanja online sebanyak 4-6 kali per minggu. Di sisi lain, survei itu menemukan hanya ada 1% responden yang menggunakan jasa layanan pengiriman barang untuk belanja online setiap hari. Survei yang dilakukan Populix ini melibatkan 925 responden dari total 1.577 responden pada Juni 2023. Mayoritas responden berada di Pulau Jawa (76%), diikuti Pulau Sumatra (15%), dan pulau-pulau lainnya (19%). Responden didominasi oleh kelompok muda yaitu berusia 18-25 tahun (41%), dan usia 26-35 tahun (39%). Berdasarkan pekerjaannya, responden paling banyak berasal dari kalangan pekerja (51%), diikuti oleh pengusaha (14%) dan pelajar (18%). Hal ini yang membuat penulis tertarik untuk memprediksi ketepatan waktu pengiriman barang dengan mengambil judul Penulisan “Komparasi Penerapan Algoritma C4.5 Dan Naïve Bayes Untuk Ketepatan Waktu Pengiriman Barang Pada PT. Rtrans Logistik Artamandiri.

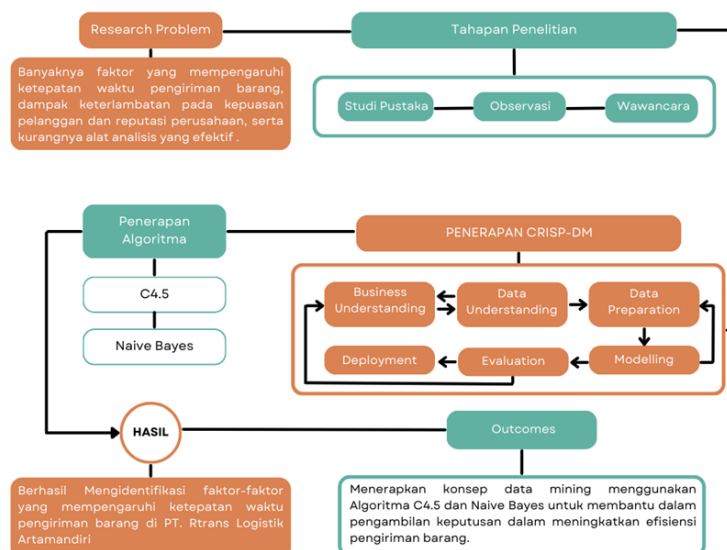
2. Metode Penelitian

2.1 Data Penelitian

Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah data historis pengiriman barang dari PT. Rtrans Logistik Artamandiri. Data ini terdiri dari berbagai variabel yang diidentifikasi sebagai faktor yang dapat mempengaruhi ketepatan waktu pengiriman barang. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari sistem informasi manajemen PT. Rtrans Logistik Artamandiri. Perusahaan ini berlokasi di Jl. Raya Mabes Hankam No 44b, Ceger, Jakarta Timur. Karena sifatnya yang privat, data ini tidak tersedia untuk umum dan hanya dapat diakses oleh peneliti setelah mendapatkan izin dari manajemen perusahaan. Data mentah yang diperoleh mulai Januari 2024 hingga Mei 2024 berjumlah 1.000 record dengan 13 atribut. Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan melalui tiga metode utama yaitu wawancara, observasi, dan studi pustaka.

2.2 Penerapan Metodologi

Mengenai penerapan metodologi pada proses ini mencakup Identifikasi masalah, Tujuan Penelitian, pemilihan data, pengumpulan data, persiapan data, penerapan metode C4.5 serta Naïve Bayes, dan implementasi model. Dengan metodologi ini, diharapkan dapat menghasilkan model yang akurat dan dapat membantu PT. Rtrans Logistik Artamandiri dalam meningkatkan efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan. Berikut adalah bagan penerapan metodologi:



Gambar 2. Model Proses Penelitian

2.3 Rancangan Pengujian

Dalam membuat rancangan penelitian dari tahapan awal mulai penelitian sampai akhir penelitian, penulis menggunakan metode CRIPS-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining). CRISP-DM adalah sebuah kerangka kerja yang digunakan secara luas dalam proyek data mining untuk mengarahkan proses analisis data dan membangun model prediktif. Kerangka kerja ini menyediakan struktur yang sistematis untuk menyelesaikan proyek data mining, dari tahap awal hingga implementasi dan pemeliharaan. CRISP-DM terdiri dari enam fase utama: *Business Understanding*, *Data Understanding*, *Data Preparation*, *Modeling*, *Evaluation*, dan *Deployment*.

1) *Business Understanding*

Pada fase *Business Understanding*, tujuan utamanya adalah untuk memahami kebutuhan dan masalah bisnis yang dihadapi PT. Rtrans Logistik Artamandiri terkait dengan ketepatan waktu pengiriman barang. Identifikasi masalah bisnis, penetapan tujuan penelitian, pengembangan rencana proyek, identifikasi stakeholder dan kebutuhan mereka, pengembangan kriteria sukses, dan identifikasi risiko serta strategi mitigasi adalah langkah-langkah penting dalam fase ini. Dengan pemahaman yang mendalam tentang konteks bisnis dan kebutuhan perusahaan, proyek data mining dapat dirancang dan dilaksanakan dengan lebih efektif dan efisien.

2) *Data Understanding*

Pada fase *Data Understanding*, tujuan utamanya adalah untuk mengumpulkan dan memahami data yang akan digunakan dalam pemodelan. Proses ini melibatkan pengumpulan data awal, eksplorasi data untuk memahami karakteristiknya, pemeriksaan kualitas data, pengayaan data jika diperlukan, dan dokumentasi temuan. Dengan pemahaman yang mendalam tentang data, Anda dapat memastikan bahwa data yang digunakan dalam pemodelan adalah berkualitas tinggi dan relevan, yang pada akhirnya akan mendukung keberhasilan penelitian dan pengembangan model prediktif yang akurat.

3) *Data Preparation*

Pada fase *Data Preparation*, tujuan utamanya adalah untuk membersihkan, mengubah, dan menyiapkan data yang akan digunakan dalam pemodelan. Proses ini melibatkan seleksi data yang relevan, pembersihan data dari nilai yang hilang dan duplikat, transformasi data ke dalam format yang sesuai, penggabungan data dari berbagai sumber, pengurangan dimensi jika diperlukan, dan pembuatan dataset akhir yang siap untuk dianalisis. Dokumentasi yang baik dari setiap langkah yang diambil selama fase ini memastikan transparansi dan replikabilitas penelitian, serta memudahkan penggunaan data pada tahap pemodelan berikutnya.

4) *Modelling*

Pada fase *Modelling*, tujuan utamanya adalah untuk membangun dan mengevaluasi model prediktif menggunakan algoritma C4.5 dan Naïve Bayes dengan RapidMiner. Proses ini mencakup pemilihan teknik pemodelan, desain eksperimen, pembuatan dan pelatihan model, evaluasi dan optimasi model, serta interpretasi hasil model. Dokumentasi yang rinci dari setiap langkah yang diambil memastikan transparansi dan memungkinkan replikasi serta validasi hasil penelitian. Dengan model yang akurat, PT. Rtrans Logistik Artamandiri dapat meningkatkan ketepatan waktu pengiriman barang dan meningkatkan kepuasan pelanggan.

5) *Evaluation*

Pada fase *Evaluation*, tujuan utamanya adalah untuk mengevaluasi dan memastikan bahwa model C4.5 dan Naïve Bayes yang dibangun memenuhi kriteria kinerja yang diharapkan serta tujuan bisnis PT. Rtrans Logistik Artamandiri. Proses ini mencakup evaluasi kinerja model menggunakan metrik evaluasi yang tepat, validasi silang untuk menguji generalisasi model, analisis kesalahan untuk memahami kekurangan model, dan evaluasi bisnis untuk memastikan model dapat diterapkan secara efektif dalam operasi. Dokumentasi yang baik dari hasil evaluasi dan rekomendasi perbaikan memastikan bahwa langkah-langkah yang diperlukan dapat diambil sebelum model diterapkan dalam lingkungan operasional.

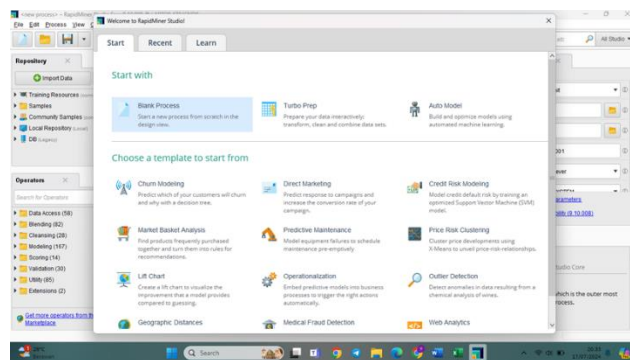
6) *Deployment*

Pada fase *Deployment*, tujuan utamanya adalah untuk menerapkan model prediktif yang telah dibangun dan dievaluasi ke dalam lingkungan operasional PT. Rtrans Logistik Artamandiri. Proses ini melibatkan perencanaan *Deployment*, persiapan lingkungan, integrasi model, pengujian sistem, pelatihan pengguna, serta pemantauan dan pemeliharaan model. Dokumentasi yang baik dari seluruh proses *Deployment* memastikan bahwa model dapat digunakan secara efektif dan berkelanjutan oleh pengguna akhir, serta memungkinkan pemeliharaan dan pembaruan model secara berkala untuk menjaga kinerjanya.

3. Hasil dan Pembahasan

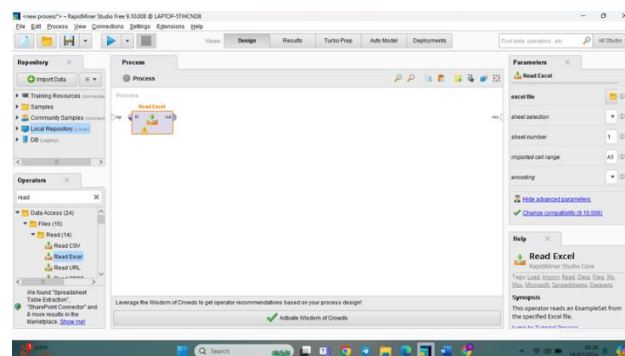
3.1 Hasil

Dari hasil dari penerapan algoritma C4.5 dan Naïve Bayes untuk memprediksi ketepatan waktu pengiriman barang di PT. Rtrans Logistik Artamandiri. Tahapan analisis dilakukan menggunakan software RapidMiner yang meliputi proses mulai dari pengimporan dataset, pengaturan kolom, hingga penerapan model dan evaluasi performa algoritma. Setiap langkah dalam proses ini didokumentasikan melalui tampilan yang menggambarkan proses teknis secara rinci, mulai dari pemilihan data, pengolahan, hingga evaluasi model. Hasil akhir dari kedua algoritma akan dianalisis berdasarkan metrik akurasi, serta dilakukan uji statistik untuk mengetahui perbedaan signifikan antara performa algoritma C4.5 dan Naïve Bayes. Penjelasan lebih rinci mengenai setiap langkah analisis dan hasil evaluasi dapat dilihat pada gambar-gambar berikut.



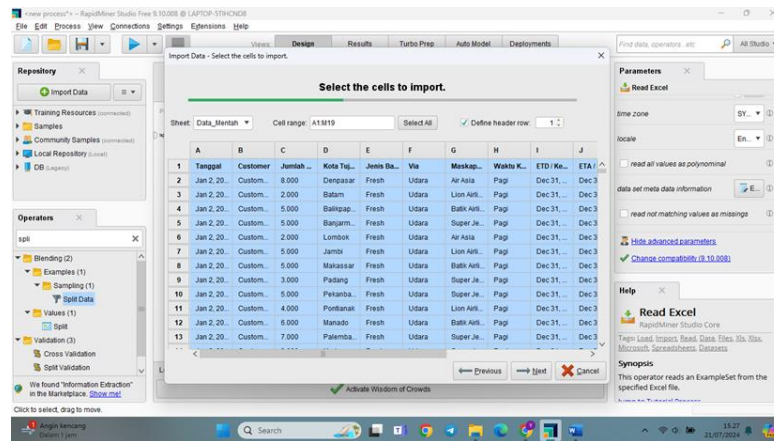
Gambar 3. Tampilan Awal RapidMiner

Setelah tampilan awal muncul, selanjutnya drag read excel untuk menampilkan dataset yang ingin digunakan.



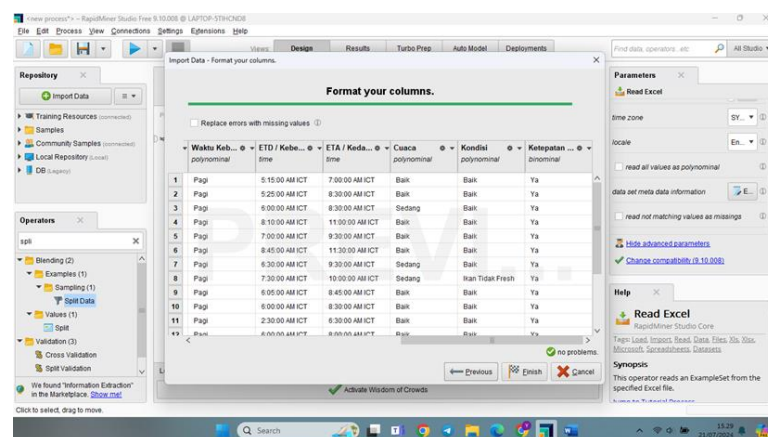
Gambar 4. Tampilan untuk Menampilkan Dataset

Gambar 4 menunjukkan langkah awal dalam proses analisis data dengan RapidMiner, di mana pengguna mengimpor data dari file Excel menggunakan operator "Read Excel".



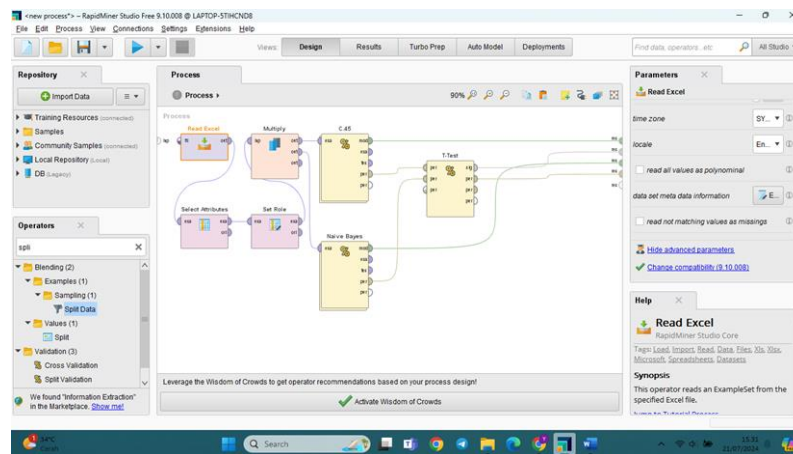
Gamabar 5 Tampilan Dataset

Pada gambar 5 menampilkan dataset yang akan digunakan, dan klik next untuk melanjutkan proses tersebut.

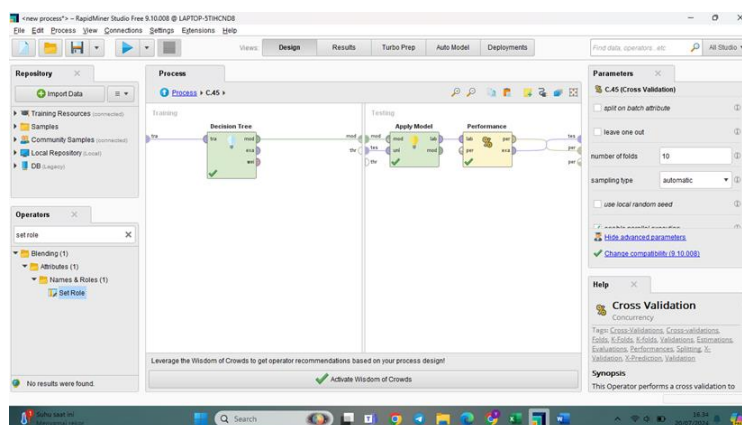


Gambar 6 Tampilan Format Your Columns

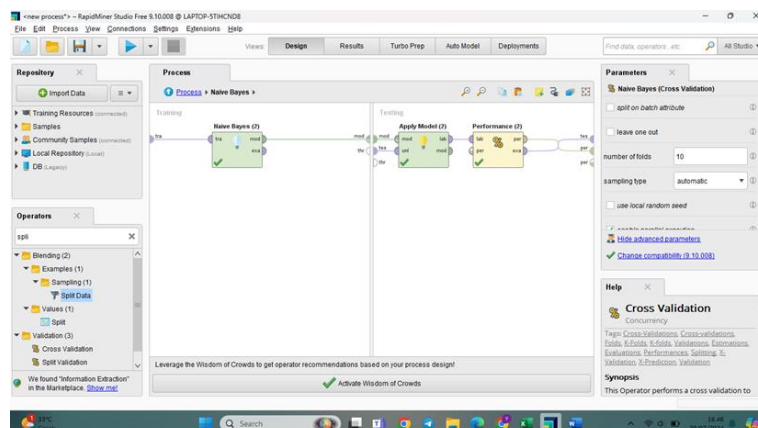
Selanjutnya, pengguna akan diarahkan ke langkah pengaturan format kolom, yang dikenal sebagai "Format Your Columns." Pada tahap ini, penting untuk menentukan jenis data yang sesuai untuk setiap atribut dalam dataset. Atribut yang memiliki lebih dari dua kategori akan dikonfigurasi sebagai "polynomial." Misalnya, kolom yang merepresentasikan status pengiriman barang dengan nilai seperti "terkirim," "dalam proses," dan "tertunda" harus disetel ke tipe polynomial karena ada lebih dari dua kemungkinan kategori. Sebaliknya, untuk atribut yang hanya memiliki dua kategori, seperti kolom yang menunjukkan hasil binary seperti "ya" dan "tidak" atau "sukses" dan "gagal," akan disetel ke tipe "binomial." Penetapan tipe data yang benar pada tahap ini sangat penting untuk memastikan bahwa algoritma yang digunakan dapat memproses dan memahami data secara akurat. Setelah seluruh kolom dikonfigurasi dengan benar sesuai dengan jenisnya, pengguna dapat menyelesaikan proses ini dengan mengklik tombol "Finish" untuk melanjutkan ke tahap berikutnya dalam pemodelan data.

Gambar 7. Proses *Modelling*

Pada Gambar 7, merupakan proses *Modelling* atau penerapan dari kedua algoritma yaitu C4.5 dan Naïve Bayes. Diawali dengan memasukkan dataset yang telah ditransformasi kedalam machine learning dan memberikan label.

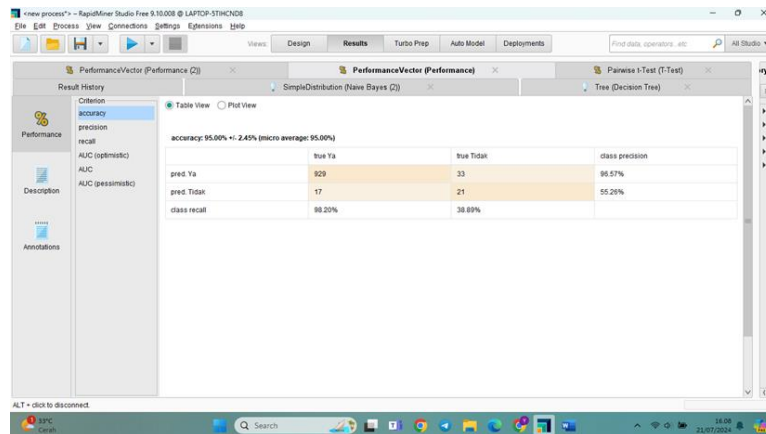


Gambar 8. Parameter Algoritma C4.5

Gambar 9. Parameter Algoritma *Naïve Bayes*

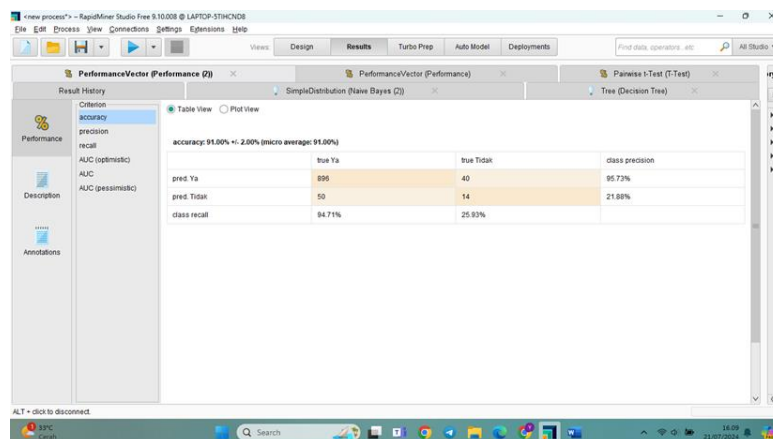
Terdapat panel proses yang menunjukkan alur pemrosesan data. Dengan Algoritma Decision Tree untuk Gambar 8 dan Algoritma Naïve Bayes untuk Gambar 9 yang digunakan untuk melatih model

berdasarkan data yang ada. Pada apply model, langkah ini digunakan untuk menerapkan model pada data uji. Pada bagian performance fungsi operator ini adalah menghitung metrik performa dari model yang diterapkan, seperti akurasi, presisi, dan lain-lain.



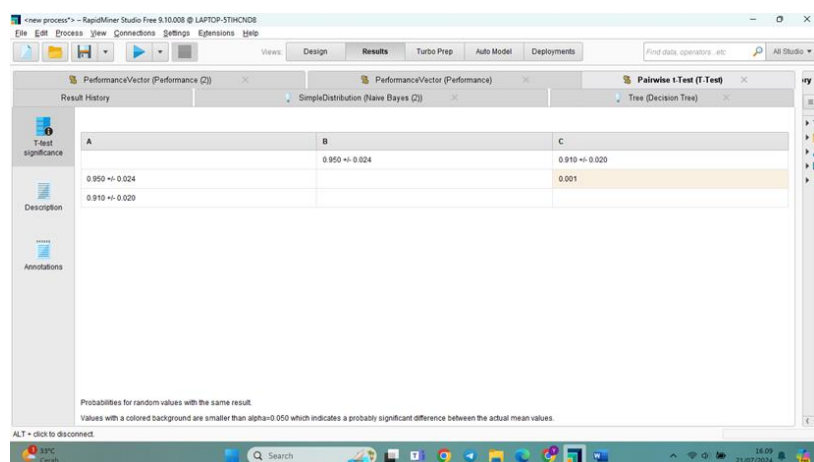
Gambar 10. Tampilan Hasil Accuracy C4.5

Output dari algoritma C4.5 dapat dilihat pada gambar 10, dimana tabel confusion matrix menunjukkan akurasi prediksi sebesar 95,00% dengan standar deviasi kurang lebih 2,45% dengan total true yes sebanyak 929 dan true no sebanyak 21.



Gambar 11. Tampilan Hasil Accuracy Naïve Bayes

Hasil keluaran dari penerapan algoritma Naïve Bayes ditampilkan pada Gambar 11, di mana tabel confusion matrix memperlihatkan akurasi prediksi sebesar 91,00%. Standar deviasi dari hasil prediksi ini adalah sekitar $\pm 2,00\%$, yang menunjukkan tingkat ketidakpastian atau variasi dalam akurasi prediksi tersebut. Berdasarkan confusion matrix, terdapat 896 kasus yang dikategorikan dengan benar sebagai "true yes" (prediksi positif yang tepat), sementara 14 kasus dikategorikan sebagai "true no" (prediksi negatif yang tepat). Hasil ini menunjukkan bahwa Naïve Bayes dapat melakukan klasifikasi dengan cukup baik, meskipun tingkat akurasinya sedikit lebih rendah dibandingkan algoritma lainnya yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 12. Hasil Uji Pairwise t-Test

Gambar 12 di atas menampilkan hasil uji statistik yang membandingkan akurasi algoritma C4.5 dan Naïve Bayes. Nilai akurasi yang diperoleh dari algoritma C4.5 adalah 0.950 dengan standar deviasi ± 0.024 , sedangkan Naïve Bayes menghasilkan nilai akurasi sebesar 0.910 dengan standar deviasi ± 0.020 . Perbedaan dalam akurasi antara kedua algoritma ini cukup jelas, dengan algoritma C4.5 menunjukkan performa yang lebih unggul dalam hal ketepatan prediksi. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua algoritma tersebut, yang mengindikasikan bahwa C4.5 lebih efektif dalam menangani dataset dan memberikan prediksi yang lebih akurat dibandingkan Naïve Bayes pada studi kasus yang dianalisis dalam penelitian ini.

3.2 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma C4.5 memiliki akurasi lebih tinggi (95,00%) dibandingkan dengan Naïve Bayes (91,00%) dalam memprediksi ketepatan waktu pengiriman barang di PT. Rtrans Logistik Artamandiri. Perbedaan akurasi ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, di mana algoritma C4.5 sering kali lebih unggul dibandingkan Naïve Bayes dalam klasifikasi yang melibatkan variabel yang lebih kompleks. Alkhalifi *et al.* (2020) menemukan bahwa algoritma C4.5 lebih efektif dalam mengklasifikasikan penerima bantuan pangan non-tunai dibandingkan Naïve Bayes, terutama ketika terdapat banyak variabel yang harus diperhitungkan.

Keunggulan C4.5 berasal dari pendekatan pohon keputusan (*decision tree*) yang memungkinkan analisis lebih akurat terhadap atribut-atribut penting dalam pengambilan keputusan. Dalam kasus ini, C4.5 mampu memetakan variabel-variabel seperti waktu dan rute pengiriman yang berperan dalam ketepatan waktu pengiriman. Azhari *et al.* (2021) juga melaporkan hasil serupa, menunjukkan bahwa algoritma C4.5 lebih unggul dalam klasifikasi yang membutuhkan pengolahan variabel dengan distribusi yang rumit.

Sementara itu, Naïve Bayes menawarkan kelebihan dari sisi kecepatan dan kesederhanaan model. Namun, metode probabilistik ini kurang efektif dalam menangani variabel yang memiliki hubungan lebih rumit satu sama lain. Fitriani (2020) dalam penelitiannya mengenai program bantuan keluarga harapan menunjukkan bahwa Naïve Bayes cenderung memiliki akurasi lebih rendah bila dibandingkan dengan C4.5. Hal serupa juga ditemukan oleh Lasarudin *et al.* (2023), yang membandingkan kinerja kedua algoritma dalam klasifikasi status gizi bayi balita, di mana C4.5 menunjukkan hasil yang lebih baik.

Selain itu, hasil uji *pairwise t-test* menunjukkan bahwa perbedaan antara kedua algoritma ini signifikan secara statistik. Dikriani dan Karim (2023) juga melaporkan hasil serupa dalam perbandingan prediksi kelulusan mahasiswa, di mana C4.5 lebih unggul dalam hal akurasi dan reliabilitas prediksi dibandingkan Naïve Bayes. Dengan hasil penelitian ini, disimpulkan bahwa algoritma C4.5 lebih cocok diterapkan pada skenario logistik yang melibatkan banyak variabel,

terutama ketika ketepatan prediksi adalah tujuan utama. Naïve Bayes masih menjadi pilihan yang cepat dan efisien, tetapi dalam studi ini, C4.5 terbukti lebih unggul dalam meningkatkan ketepatan waktu pengiriman dan efisiensi operasional.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil komparasi dua algoritma, yaitu C4.5 dan Naïve Bayes, penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma C4.5 memiliki performa prediksi tertinggi dengan nilai akurasi sebesar 0,950 dan standar deviasi sekitar 0,024. Faktor yang paling berpengaruh dalam model ini adalah jam kedatangan barang, yang sangat menentukan ketepatan waktu pengiriman. Algoritma Naïve Bayes, meskipun lebih sederhana dan cepat, menghasilkan akurasi yang lebih rendah, yaitu sebesar 0,910 dengan standar deviasi 0,020. Hasil uji validasi menggunakan 10-fold cross-validation dan pairwise t-test menunjukkan bahwa algoritma C4.5 lebih unggul dalam memberikan prediksi yang lebih akurat dibandingkan Naïve Bayes. Dengan demikian, algoritma C4.5 lebih direkomendasikan untuk digunakan dalam sistem yang membutuhkan prediksi ketepatan waktu pengiriman barang, terutama di industri logistik.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penyelesaian penelitian ini, yaitu:

- 1) Bapak Muhammad Farel Ardhan, S.T., selaku Ketua Yayasan Cipta Karya Intelektual, atas dukungan dan arahan yang telah diberikan.
- 2) Ibu Dr. Mesra Betty Yel, MM., DBA., M.Kom., selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Cipta Karya Informatika (STIKOM CKI), atas bimbingan dan dukungan akademisnya selama masa studi.
- 3) Bapak Yuma Akbar, M.Kom., selaku Wakil Ketua Bidang Akademik dan Mahasiswa, atas dukungannya dalam proses pembelajaran dan penelitian.
- 4) Bapak Muchamad Zaeny, SE., M.Pd., selaku Kepala Bagian Keuangan dan Sumber Daya Manusia, atas dukungan administratif dan pengelolaan sumber daya yang diberikan.
- 5) Bapak Kiki Setiawan, M.Kom., selaku Wakil Ketua 3 Bidang Mahasiswa, atas dukungannya dalam kegiatan mahasiswa.
- 6) Bapak Veri Arinal, M.Kom., selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi, atas dukungan dan motivasinya selama masa studi.
- 7) Bapak Yuma Akbar, M.Kom., selaku Dosen Pembimbing, atas bimbingan, masukan, dan arahannya selama proses penelitian.
- 8) Seluruh civitas akademika Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Cipta Karya Informatika (STIKOM CKI) yang telah memberikan dukungan moril dan materil selama pelaksanaan penelitian.
- 9) PT. Rtrans Logistik Artamandiri, atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan selama penelitian berlangsung.
- 10) Orang tua penulis, atas dukungan, doa, dan semangat yang tidak pernah putus selama proses penelitian ini.

Ucapan terima kasih ini ditujukan kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam kesuksesan penelitian ini. Terima kasih atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan.

6. Daftar Pustaka

- Alkhalifi, Y., Zumarniansyah, A., Ardianto, R., Hardi, N., & Augustia, A. E. (2020). Comparison of Naive Bayes algorithm and C4.5 algorithm in classification of poor communities receiving non-cash food assistance in Wanasari Village, Karawang Regency. *Jurnal Techno Nusa Mandiri*, 17(1), 37–42. <https://doi.org/10.33480/techno.v17i1.1191>
- Amril Mutoi Siregar, S. K. M. K. D. A. N. A. P. S. K. M. K. (n.d.). *Data mining: Pengolahan data menjadi informasi dengan RapidMiner*. CV Kekata Group. <https://books.google.co.id/books?id=rTImDwAAQBAJ>
- Anggi Trifani, A., Perdana Windarto, A., & Qurniawan, H. (2022). Penerapan data mining klasifikasi C4.5 dalam menentukan tingkat stres mahasiswa akhir. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*, 1(2), 91–105. <https://doi.org/10.55606/jurritek.v1i2.414>
- Arwanda, F. P., Hannie, & Dermawan, B. A. (2021). Komparasi penerapan forward selection pada algoritma C4.5 dan Naive Bayes untuk memprediksi kompetensi karyawan (Studi kasus: PT. XYZ). *Jurnal Ilmiah Wabana Pendidikan*, 7(3), 97–104. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4970680>
- Azhari, M., Situmorang, Z., & Rosnelly, R. (2021). Perbandingan akurasi, recall, dan presisi klasifikasi pada algoritma C4.5, random forest, SVM, dan Naive Bayes. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 5(2), 640. <https://doi.org/10.30865/mib.v5i2.2937>
- Dikriani, D., & Indal Karim, A. T. (2023). Comparison of C4.5 and Naive Bayes algorithm methods in prediction of student graduation on time (Case study: Information systems study program). *Journal of Dinda: Data Science, Information Technology, and Data Analytics*, 3(1), 40–44. <https://doi.org/10.20895/dinda.v3i1.782>
- Fatmawati, F., & Narti, N. (2022). Perbandingan algoritma C4.5 dan Naive Bayes dalam klasifikasi tingkat kepuasan mahasiswa terhadap pembelajaran daring. *JTIM: Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, 4(1), 1–12. <https://doi.org/10.35746/jtim.v4i1.196>
- Fitriani, E. (2020). Perbandingan algoritma C4.5 dan Naive Bayes untuk menentukan kelayakan penerima bantuan program keluarga harapan. *Sistemasi*, 9(1), 103. <https://doi.org/10.32520/stmsi.v9i1.596>
- Gusriani, Fitri, N., Adilya, S., & Azizi, F. (2023). Comparison of the Naive Bayes classification system and C4.5 for the diagnosis of stroke. *SENTIMAS: Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, 49–55.
- Hariato, H., & Rosiyadi, D. (2020). Komparasi algoritma C4.5, Naive Bayes dan k-nearest neighbor sebagai sistem pendukung keputusan menaikkan jumlah peserta didik. *Jurnal Informatika*, 7(1), 55–61. <https://doi.org/10.31311/ji.v7i1.7250>
- Lasarudin, A., Gani, H., & Tomayahu, M. (2023). Perbandingan metode Naive Bayes dan C4.5 klasifikasi status gizi bayi balita. *SPECTA Journal of Technology*, 6(3), 273–283. <https://doi.org/10.35718/specta.v6i3.789>

- Martin, M., & Nilawati, L. (2021). Comparison of C4.5 and Naïve Bayes algorithms for assessment of public complaints services. *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, 5(1), 101–111. <https://doi.org/10.31289/jite.v5i1.5292>
- Normah, Y., Novianti, D., Winnarto, M. N., Zumarniansyah, A., & Linawati, S. (2020). Comparison of classification C4.5 algorithms and Naïve Bayes classifier in determining merchant acceptance on sponsorship program. *Journal of Physics: Conference Series*, 1641(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1641/1/012006>
- Novriandy, A. (2023). Implementasi algoritma Naive Bayes dan algoritma C4.5 dalam klasifikasi kelayakan bantuan UMKM. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, 4(1), 208–217. <https://doi.org/10.30865/klik.v4i1.1099>
- Parkhan, A., & Sugarindra, M. (2022). Kualitas mekanis kain tenun menggunakan metode Vikor. *Jurnal Disprotek*, 13(2), 137–145. <https://doi.org/10.34001/jdpt.v12i2>
- Pemilihan Penggunaan Jenis di Bidan Swasta, Hayati, E., Utami, N. C., Hananto, U. K., & Hilabi, S. (2023). Komparasi metode klasifikasi data mining algoritma C4.5 dan Naïve Bayes. *Journal of Social Science Research*, 3, 503–513.
- Purnomo, N. H., Pamungkas, B., & Juliane, C. (2023). Penerapan algoritma C4.5 untuk klasifikasi tren pelanggaran kendaraan angkutan barang dengan metode CRISP-DM. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 7(1), 30–40. <https://doi.org/10.30865/mib.v7i1.5247>
- Rian Pratama, Huda, B., Novalia, E., & Kabir, H. (2022). Perbandingan algoritma C4.5 dan Naïve Bayes dalam menentukan persediaan stok. *Metik Jurnal*, 6(2), 115–122. <https://doi.org/10.47002/metik.v6i2.379>
- Rizqullah, M. F., Raihana, N. T., & Jambak, M. I. (2024). Komparasi penerapan algoritma C4.5, k-nearest neighbor, dan Naïve Bayes untuk keberlangsungan pasien gagal jantung. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, 4(5), 2580–2587. <https://doi.org/10.30865/klik.v4i5.1788>
- Romli, I., & Kurniawan, M. E. (2022). Klasifikasi kerusakan barang dengan menggunakan komparasi algoritma C4.5 dan Naive Bayes. *JUMINTAL: Jurnal Manajemen Informatika dan Bisnis Digital*, 1(1), 21–30. <https://doi.org/10.55123/jumintal.v1i1.303>
- Rovidatul, Y., & Nurcahyo, G. W. (2023). Perbandingan algoritma C4.5 dan Naïve Bayes dalam prediksi kelulusan mahasiswa. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 4(1), 193–199. <https://doi.org/10.37859/coscitech.v4i1.4755>
- Rudianto, R., Wahyudi, T., & Handayani, P. (2022). Perbandingan akurasi C4.5 dan Naive Bayes untuk evaluasi kinerja karyawan PT Catur Sentosa Adiprana. *Jurnal Sistem Informasi dan Ilmu Komputer Prima (JUSIKOM PRIMA)*, 5(2), 61–66. <https://doi.org/10.34012/jurnalsisteminformasidanilmukomputer.v5i2.2350>
- Supriyadi, A. (2023). Perbandingan algoritma Naïve Bayes dan decision tree (C4.5) dalam klasifikasi dosen berprestasi. *Generation Journal*, 7(1), 39–49. <https://doi.org/10.29407/gj.v7i1.19797>
- Widaningsih, S. (2019). Perbandingan metode data mining untuk prediksi nilai dan waktu kelulusan mahasiswa prodi teknik informatika dengan algoritma C4.5, Naïve Bayes, k-NN, dan SVM. *Jurnal Tekno Insentif*, 13(1), 16–25. <https://doi.org/10.36787/jti.v13i1.78>

Widayati, Y. T., Prihati, Y., & Widjaja, S. (2021). Analisis dan komparasi algoritma Naïve Bayes dan C4.5 untuk klasifikasi loyalitas pelanggan MNC Play Kota Semarang. *Jurnal Transformatika*, 18(2), 161–171. <https://doi.org/10.26623/transformatika.v18i2.2541>

Yahya, S. T. M. K. (2022). *Data mining*. CV Jejak (Jejak Publisher).
<https://books.google.co.id/books?id=0J2mEAAAQBAJ>.