



Penerapan Algoritma C4.5 untuk Prediksi Mahasiswa Berpotensi Lulus Tidak Tepat Waktu

Irmayansyah¹, Muqit Tridawardana Kastrilia²

¹Sistem Informasi/STIKOM Binaniga
Email: irma@stikombinaniaga.ac.id

²Sistem Informasi/STIKOM Binaniga
Email: muqit@stikombinaniaga.ac.id

ABSTRAK

Jumlah lulusan mahasiswa yang tidak sebanding dengan jumlah mahasiswa pada saat penerimaan menjadi permasalahan tersendiri di setiap perguruan tinggi. Pada penelitian ini dibuat sebuah aplikasi yang dapat memprediksi mahasiswa yang berpotensi lulus tidak tepat waktu. Hal ini dilakukan untuk membantu dosen wali atau bagian program studi mengarahkan mahasiswa agar dapat lulus tepat waktu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Algoritma C4.5 dengan variable Satuan Kredit Semester (SKS) dari semester 2 sampai semester 4 dan Indeks Prestasi Sementara (IPS) semester 2 sampai semester 4. Sudah dilakukan uji kelayakan pada aplikasi yang dibangun, dengan nilai kelayakan sebesar 67,27 % yang bermakna aplikasi yang dibangun layak dan juga sudah dilakukan uji akurasi dengan menggunakan rumus confusion matrix dengan hasil akurasi 74,05%.

Keywords: Algoritma C4.5; Klasifikasi; Prediksi; Indeks Prestasi

A. PENDAHULUAN

Keberhasilan pendidikan bagi mahasiswa juga sangat mencerminkan kualitas sebuah perguruan tinggi. Perguruan tinggi akan memiliki kualitas yang bagus jika mahasiswanya berhasil menempuh pendidikan tepat waktu dan dengan prestasi yang gemilang. Sedangkan Ketidak tepatan dalam menyelesaikan perkuliahan merupakan salah satu indikator perlunya ditingkatkan kualitas Pendidikan pada suatu perguruan tinggi

Banyak persoalan – persoalan akademik yang berhubungan dengan keterlambatan mahasiswa untuk lulus tepat waktu, Seperti IPK yang rendah, kehadiran yang kurang, bahkan masa studi yang hampir selesai. Keberadaan mahasiswa yang mengalami masalah – masalah tentunya akan berpengaruh terhadap kelulusannya yang tidak tepat waktu, semakin banyak mahasiswa yang mengalami masalah – masalah diatas maka semakin banyak pula mahasiswa yang berpotensi lulus tidak tepat waktu. Hal ini tentunya akan berpengaruh terhadap kualitas pendidikan dan akreditasi perguruan tinggi itu sendiri. Karena sulitnya mengetahui informasi mengenai karakteristik – karakteristik mahasiswa yang berpotensi lulus tidak tepat waktu.

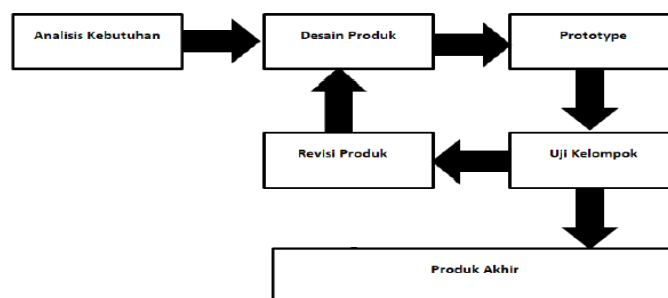
Penelitian yang akan dilakukan bertujuan untuk memprediksi dan mengembangkan prototype sistem informasi prediksi mahasiswa berpotensi lulus tidak tepat waktu dengan pemodelan Algoritma C4.5, Melalui penelitian ini diharapkan membantu dosen wali dan bidang akademik mengarahkan mahasiswa menyelesaikan pendidikan tepat waktu.

B. METODE

Dalam penelitian ini terdapat dua tujuan yang hendak dicapai, tujuan yang pertama adalah untuk memprediksi mahasiswa berpotensi lulus tidak tepat waktu, tujuan kedua adalah mengembangkan prototype sistem informasi prediksi mahasiswa berpotensi lulus tidak tepat waktu dengan pemodelan Algoritma C4.5. Untuk dapat mewujudkan tujuan tersebut digunakan dua buah metode atau model, yaitu metode atau model konseptual dan procedural. Metode konseptual merupakan metode pemecahan masalah secara konsep atau teori. Model konseptual yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode Algoritma C4.5. Algoritma C4.5 adalah algoritma yang sudah banyak dikenal dan digunakan untuk klasifikasi data yang memiliki atribut-atribut numerik dan kategorial. Hasil dari proses klasifikasi yang berupa aturan-aturan dapat digunakan untuk memprediksi nilai atribut bertipe diskret dari record yang baru. (Elisa, 2017). Ada beberapa tahapan dalam membuat sebuah pohon keputusan dalam algoritma C4.5 (Larose, 2005 dalam Indriati, dkk, 2018), yaitu:

1. Mempersiapkan data training. Data training biasanya diambil dari data histori yang pernah terjadi sebelumnya (data masa lalu) dan sudah dikelompokkan dalam kelas – kelas tertentu.
2. Menghitung akar dari pohon. Akar diambil dari atribut terpilih dengan nilai gain tertinggi.
3. Menghitung nilai gain
4. Ulangi langkah b dan c hingga semua record terpartisi.
5. Proses partisi pohon keputusan akan berhenti saat:
 - a. Semua tupel dalam mode N mendapat kelas yang sama
 - b. Tidak ada lagi atribut di dalam tupel yang dipartisi lagi
 - c. Tidak ada tupel di dalam cabang kosong

Metode prosedural diterapkan dalam rangka mengembangkan sistem, adapun metode yang digunakan untuk mengembangkan sistem informasi prediksi mahasiswa berpotensi lulus tidak tepat waktu adalah metode prototype. Metode prototype sesuai digunakan untuk mengembangkan sebuah perangkat yang akan dikembangkan kembali. Metode ini dimulai dengan pengumpulan kebutuhan pengguna, dalam hal ini pengguna dari perangkat yang dikembangkan adalah Program Studi. Kemudian membuat sebuah rancangan kilat yang selanjutnya akan dievaluasi kembali sebelum diproduksi secara benar. Adapun Prosedur pengembangan dalam penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Prosedur Pengembangan

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan pada tujuan penelitian. Kelulusan tepat waktu sebagai variabel (output) yang akan di prediksi dalam penelitian ini. Variabel (input) yang digunakan meliputi SKS Semester 2, SKS Semester 3, SKS Semester 4, IPS Semester 2, IPS Semester 3 dan IPS Semester 4. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer pada penelitian ini, diperoleh dengan cara menyebarkan kuesioner kepada pengguna dalam rangka memperoleh tanggapan pengguna mengenai kualitas produk sistem ditinjau dari fitur – fitur dan fungsionalitas sistem/perangkat lunak secara keseluruhan sementara data sekunder yang digunakan antara lain: data statistik mahasiswa, data IPK mahasiswa semester 1 sampai 4, rerata SKS per semester serta tahun masuk mahasiswa.

Pengujian produk dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner kepada pengguna yang akan menggunakan system informasi prediksi mahasiswa berpotensi lulus tidak tepat sebanyak 5 orang. Instrumen untuk pengguna mengacu pada pengukuran standar ISO 9241-11 yang menggunakan beberapa kriteria penilaian yaitu *efficiency* (efisiensi), *effectiveness* (efektivitas) dan *satisfaction*

(kepuasan). Data yang dihasilkan dari kuesioner tersebut merupakan gambaran pendapat atau persepsi pengguna system, data yang dihasilkan dari kuesioner tersebut merupakan data kuantitatif. Data tersebut dapat dikonversi ke dalam data kualitatif dalam bentuk interval menggunakan Skala Likert. Kuisisioner yang telah diisi oleh responden, selanjutnya akan di olah menggunakan teknik persentase kelayakan. Hasil presentase digunakan untuk memberikan jawaban atas kelayakan sistem informasi yang dikembangkan. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Persentase Kelayakan} = \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Menurut Arikunto (2009, p.44), pembagian kategori kelayakan ada lima. Skala ini memperhatikan rentang dari bilangan presentase. Nilai maksimal yang diharapkan adalah 100% dan minimum 0%. Pembagian rentang kategori kelayakan menurut Arikunto (2009, p.44), dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kategori Kelayakan

Presentase Pencapaian	Interpretasi
<21%	Sangat Tidak Layak
21%-40%	Tidak Layak
41%-60%	Cukup Layak
61%-80%	Layak
81%-100%	Sangat Layak

Untuk pengujian ketepatan hasil metode algoritma C.45 digunakan *Confusion matrix*. *Confusion Matrix* adalah *tool* yang digunakan untuk evaluasi model klasifikasi untuk memperkirakan objek yang benar atau salah (F. Gorunescu, 2011). Sebuah *matrix* dari prediksi yang akan dibandingkan dengan kelas yang asli dari inputan atau dengan kata lain berisi informasi nilai aktual dan prediksi pada klasifikasi.

Tabel 2 Konfussion Matrix

Classification	Predicted class	
	Class = Yes	Class = No
Class = Yes	a (<i>true positive-TP</i>)	b (<i>false negative-FN</i>)
Class = No	c (<i>false positive-FP</i>)	d(<i>true negative-TN</i>)

Akurasi adalah perbandingan kasus yang diidentifikasi benar dengan jumlah semua kasus. Rumus untuk menghitung tingkat akurasi pada matrik adalah:

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} = \frac{A + D}{A + B + C + D}$$

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. HASIL

Untuk memprediksi dan mengembangkan prototype sistem informasi prsediksi mahasiswa berpotensi lulus tidak tepat waktu dengan pemodelan Algoritma C4.5, didasarkan pada prosedur pengembangan adapun tahapan - tahapan yang dilakukan adalah

a. Analisis Kebutuhan dan Hasil Analisis Kebutuhan

Tahap ini dilakukan dengan cara pengumpulan kebutuhan yang dilanjutkan dengan analisis kebutuhan untuk memperoleh hasil analisis yang akan diterapkan dalam pengembangan aplikasi prediksi mahasiswa berpotensi lulus tidak tepat waktu, pengumpulan dilakukan dengan cara mengumpulkan data kelulusan mahasiswa atau SK kelulusan mahasiswa dari periode 2012/2013, 2013/2014 dan 2014/2015 yaitu dari kelas A sebanyak 88 dan kelas B sebanyak 70. Total data yang digunakan untuk membuat rule berjumlah 158. Data tersebut berupa tanggal kelulusan atau tanggal dikeluarkannya SK tersebut untuk bisa dihitung masa studi mahasiswa. Selain itu, dikumpulkan juga data mahasiswa lama digunakan sebagai data training atau dasar dalam membuat pohon keputusan. Dari data tersebut akan dibuat pohon keputusan untuk memprediksi mahasiswa yang berpotensi lulus tidak tepat waktu berdasarkan variabel yang telah ditentukan, yaitu SKS Semester 2, SKS Semester 3, SKS Semester 4, IPS Semester 2, IPS Semester 3 dan IPS Semester 4. Secara umum

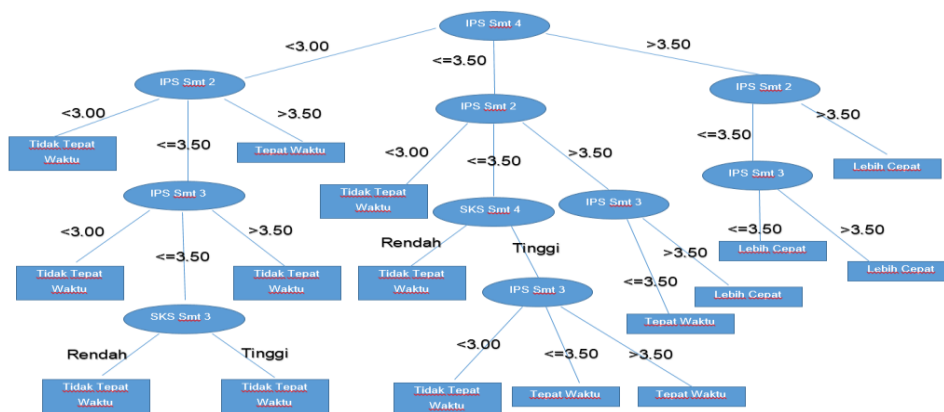
Algoritma C4.5 bertujuan untuk membuat pohon keputusan (rule), dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Pilih atribut sebagai akar
- 2) Buat cabang untuk setiap nilai
- 3) Ulangi proses untuk setiap cabang sampai semua kasus pada cabang memiliki kelas yang sama

Untuk memilih atribut sebagai akar, didasarkan pada nilai gain tertinggi dari atribut-atribut yang ada. Untuk menghitung gain digunakan rumus:

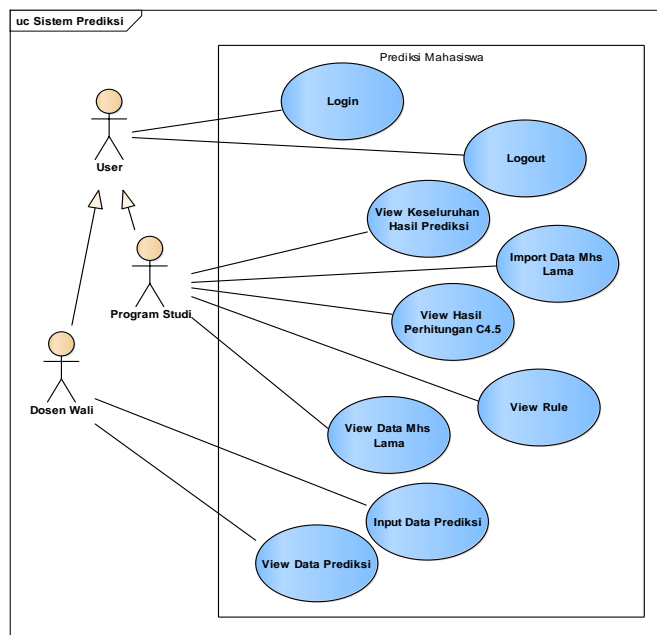
$$Entropy(s) = \sum_{i=1}^n - p_i * \log_2 p_i$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode algoritma C4.5 maka diperoleh hasil berupa pohon keputusan (*decision tree*) seperti pada gambar 2 yang akan digunakan sebagai dasar untuk memprediksi mahasiswa yang berpotensi lulus tidak tepat waktu.



Gambar 2. Pohon Keputusan Prediksi Mahasiswa

Pemodelan objek pada sistem yang dikembangkan ini dijelaskan dalam bentuk diagram use case berdasarkan pada proses prediksi mahasiswa pada sistem yang akan dikembangkan untuk memodelkan serta mengorganisasi pada sistem sehingga mendapatkan keluaran sistem sesuai dengan yang diharapkan dan dibutuhkan. Berikut diagram use case pada sistem yang akan dikembangkan.



Gambar 3. Diagram Usecase

Pada gambar 3 dijelaskan bahwa terdapat 2 aktor dalam sistem prediksi mahasiswa berpotensi lulus tidak tepat waktu yaitu dosen wali dan program studi yang diharuskan untuk login terlebih dahulu agar dapat mengakses sistem tersebut. Untuk program studi dapat mengakses menu view keseluruhan data prediksi sedangkan untuk dosen wali dapat mengakses menu input data prediksi dan view hasil prediksi.

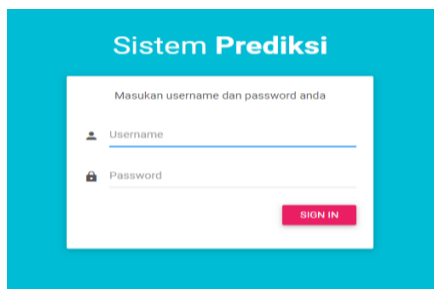
b. Membangun Prototype

1) Interface sistem prediksi mahasiswa berpotensi tidak lulus tepat waktu

Setelah mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk membangun sistem Prediksi mahasiswa berpotensi tidak lulus tepat waktu, selanjutnya adalah tahap membangun prototype

a) Menu Login

Halaman login digunakan untuk masuk ke dalam halaman utama dengan validasi username dan password yang terdaftar didalam sistem.



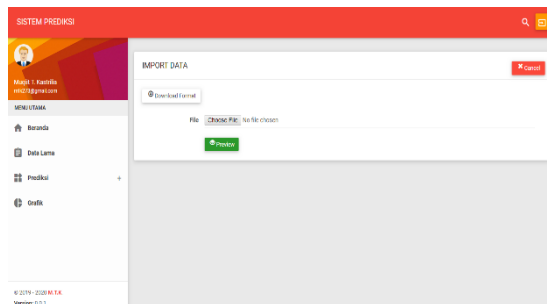
Gambar 4. Interface Login



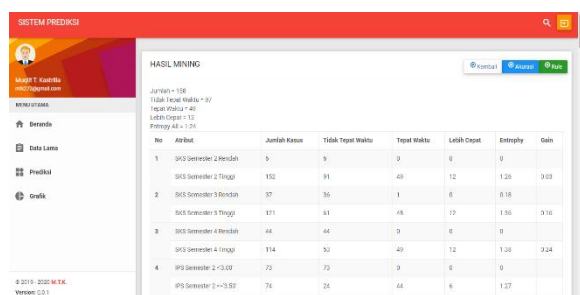
Gambar 5. Interface Menu Utama

b) Form Menu Utama

Form menu utama adalah tampilan awal yang akan muncul ketika user berhasil melakukan proses login



Gambar 6. Form Input Data Lama



Gambar 7. View Perhitungan C4.5

c) Form Input Data Lama

Form import data lama merupakan Form yang dapat diakses oleh prodi. Prodi menginputkan data mahasiswa lama ke dalam sistem dengan cara mengklik tombol import kemudian sistem akan mengupload file excel (.xlsx) yang berisi data mahasiswa lama ke dalam database

d) View Hasil Perhitungan C4.5

View hasil perhitungan C4.5, merupakan laman yang dapat diakses oleh prodi. Setelah mengimport data, selanjutnya prodi memilih tombol proses mining. Prodi dapat melihat jumlah entropy dan gain setiap tahapnya

e) View Rule

View rule merupakan laman dapat diakses oleh prodi dengan mengklik tombol rule pada hasil mining. Prodi dapat melihat rule yang dihasilkan melalui proses C4.5

- f) **Input Data Prediksi**
 Input data prediksi merupakan laman yang dapat diakses oleh dosen wali. Dosen wali menginputkan data mahasiswa yang akan di prediksi berdasarkan rule yang telah dihasilkan oleh proses C4.5

No	Atas	Kepada
1	(IPS Semester 4 <= 0.0) and (IPS Semester 2 <= 0.0)	Tidak Tepat Waktu
2	(IPS Semester 4 <= 0.0) and (IPS Semester 2 <= 0.0) and (IPS Semester 3 <= 0.0)	Tidak Tepat Waktu
3	(IPS Semester 4 <= 0.0) and (IPS Semester 2 <= 0.0) and (IPS Semester 3 <= 0.0) and (SKS Semester 3 Rendah)	Tidak Tepat Waktu
4	(IPS Semester 4 <= 0.0) and (IPS Semester 2 <= 0.0) and (IPS Semester 3 <= 0.0)	Tidak Tepat Waktu
5	(IPS Semester 4 <= 0.0) and (IPS Semester 2 <= 0.0) and (IPS Semester 3 <= 0.0)	Tidak Tepat Waktu
6	(IPS Semester 4 <= 0.0) and (IPS Semester 2 <= 0.0)	Tidak Tepat Waktu
7	(IPS Semester 4 <= 0.0) and (IPS Semester 2 <= 0.0)	Tidak Tepat Waktu
8	(IPS Semester 4 <= 0.0) and (IPS Semester 2 <= 0.0) and (IPS Semester 3 <= 0.0)	Tidak Tepat Waktu
9	(IPS Semester 4 <= 0.0) and (IPS Semester 2 <= 0.0) and (IPS Semester 3 <= 0.0)	Tidak Tepat Waktu
10	(IPS Semester 4 <= 0.0) and (IPS Semester 2 <= 0.0) and (IPS Semester 3 <= 0.0)	Tidak Tepat Waktu
11	(IPS Semester 4 <= 0.0) and (IPS Semester 2 <= 0.0) and (IPS Semester 3 <= 0.0)	Tidak Tepat Waktu

Gambar 8. View Rule

Input Data Prediksi

Nama Mahasiswa:

SKS Semester 2:

SKS Semester 3:

SKS Semester 4:

IPS Semester 2:

IPS Semester 3:

IPS Semester 4:

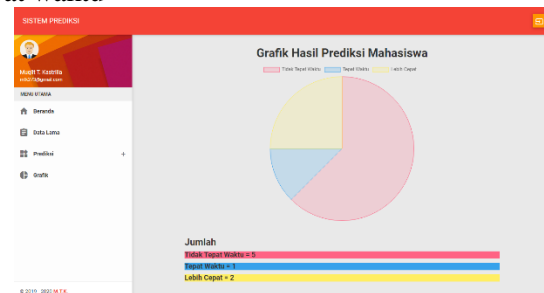
Submit

Gambar 9. Input Data Prediksi

- g) **View Hasil Prediksi**
 View hasil prediksi dapat diakses oleh dosen wali. Dosen wali dapat melihat data hasil prediksi berupa keterangan apakah mahasiswa tersebut dapat lulus tepat waktu, lebih cepat atau tidak tepat waktu

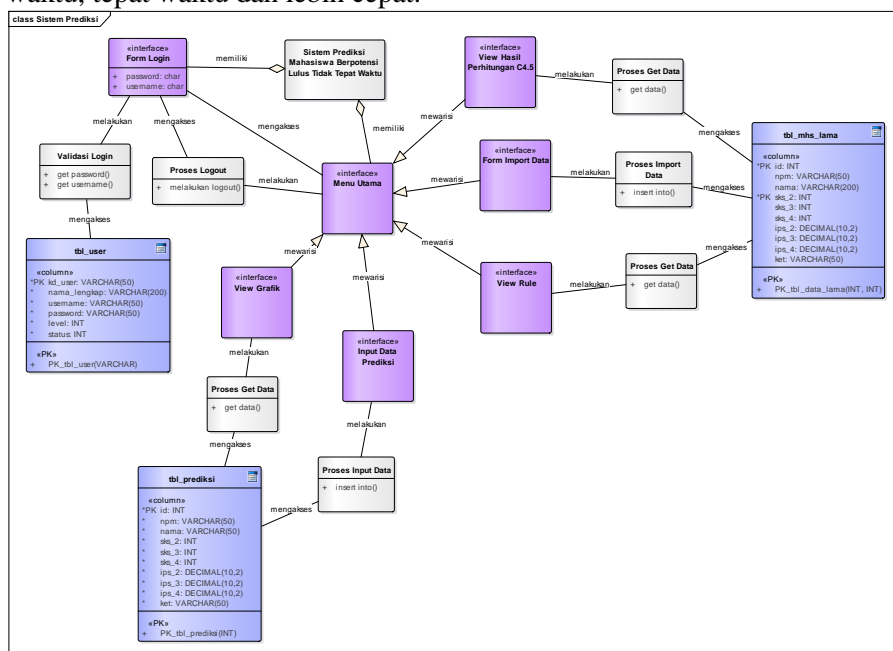
No	Nama	SKS Semester 2	SKS Semester 3	SKS Semester 4	IPS Semester 2	IPS Semester 3	IPS Semester 4	Keterangan
1	Evel Dhyca	22	20	22	3.3	3.2	3.6	Tepat Waktu
2	M. Badra Tarmam	20	20	22	2.8	3	2.9	Tepat Waktu
3	Prigi Lantia	22	20	22	5.9	5.8	5.6	Tepat Waktu
4	Nida Khayyah	22	26	21	3	2	2	Tepat Waktu
5	M. Waal Fahmuddin	21	13	19	2.5	3	2.7	Tidak tepat waktu
6	M. Waal	23	21	20	2.0	3	3.1	Tidak tepat waktu
7	Deva Anggoro	22	18	17	3.1	2.0	2.0	Tidak tepat waktu
8	Indra	21	22	21	2.5	3.7	3.0	Lebih Cepat

Gambar 10. View Hasil Prediksi



Gambar 11. Keseluruhan Hasil Prediksi

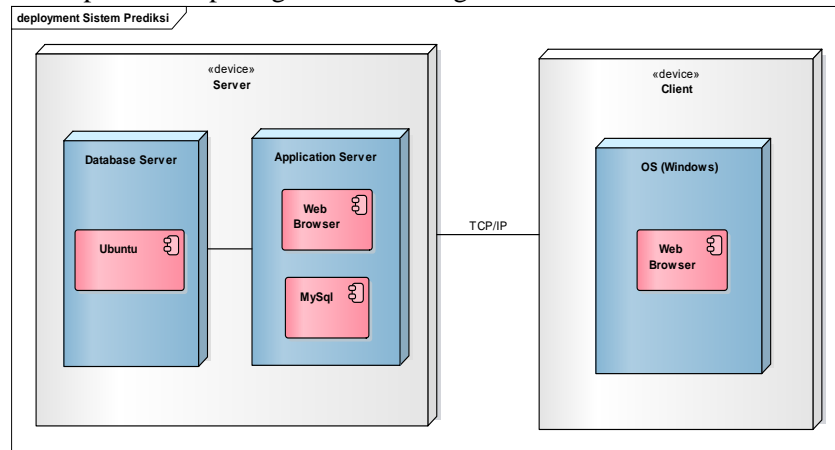
- h) **View Keseluruhan Hasil**
 View keseluruhan hasil prediksi dapat diakses oleh prodi. Prodi dapat melihat grafik keseluruhan hasil prediksi berbentuk pie dengan 3 hasil yaitu tidak tepat waktu, tepat waktu dan lebih cepat.



Gambar 12. Class Diagram

2) Struktur Sistem

Struktur sistem digambarkan menggunakan *class diagram* dan *deployment diagram*. Class diagram, menjelaskan class, paket, dan objek serta hubungan satu sama lain seperti containment, pewarisan, dan asosiasi . Deployment diagram menunjukkan tata letak sebuah sistem secara fisik, menampakkan bagian-bagian *software* yang berjalan pada bagian *hardware* yang digunakan untuk mengimplementasikan sebuah sistem dan hubungannya dengan komponen *hardware* yang digunakan dalam pembangunan sistem. Gambaran struktur sistem menggunakan *class diagram* dan *deployment diagram* dapat dilihat pada gambar 12 dan gambar 13



Gambar 13. Deployment Diagram

2. PEMBAHASAN

Hasil akhir atau produk akhir dari pengembangan ini berupa sistem prediksi mahasiswa berpotensi lulus tidak tepat waktu yang dapat membantu dosen wali atau program studi untuk mengetahui lebih awal potensi mahasiswa yang akan lulus tidak tepat waktu. Sistem ini dikembangkan melalui beberapa tahap antara lain dengan dilakukannya analisis kebutuhan, desain, pembangunan prototipe, kemudian evaluasi dengan cara pengujian yang di lakukan oleh pengguna sistem. Evaluasi dilakukan dengan cara uji produk yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik data dari masing – masing variabel. Hasil kelayakan yang diteliti dengan hasil kuesioner dibandingkan dengan hasil yang diharapkan. Hasil perhitungan kelayakan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Produk

No	Aspek Penilaian	Skor	Skor Yang Diharapkan	Kelayakan
1	Efficiency	30	45	66.67 %
2	Effectiveness	41	60	68.33 %
3	Satisfaction	40	60	66.67 %
Overall		111	165	67.27 %

Dari hasil perhitungan kelayakan diperoleh presentase kelayakan sebesar 67.27%. Maka dari itu berdasarkan skala likert jika presentase pencapaian 61%-80% dikategorikan layak. Selain dilakukan pengukuran kelayakan produk yang di kembangkan, dilakukan juga pengukuran keakuratan keluaran hasil C4.5. Pengukuran akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi data latih berdasarkan variabel yang telah ditentukan dengan data yang seharusnya atau data nyata. Hasil pengukuran tersebut dapat dilihat dari tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Confusion Matrix

Klasifikasi	Prediksi		
	Tidak Tepat Waktu	Tepat Waktu	Lebih Cepat
Tidak Tepat Waktu	76	6	0
Tepat Waktu	21	38	9
Lebih Cepat	0	5	3

Berdasarkan tabel 4 maka dapat dilakukan perhitungan akurasi dengan cara seperti dibawah ini:

$$Akurasi = \frac{(76 + 38 + 3)}{(76 + 21 + 6 + 38 + 5 + 9 + 3)} \times 100\% = 74,05\%$$

Berdasarkan perhitungan akurasi, maka didapatkan hasil akurasi sebesar 74,05%.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dapat memberikan rekomendasi mahasiswa berpotensi lulus tidak tepat waktu berdasarkan hasil prediksi dengan variabel sks semester 2, sks semester 3, sks semester 4, ips semester 2, ips semester 3 dan ips semester 4.
2. Dengan menerapkan metode algoritma C4.5 pada prototipe prediksi mahasiswa berpotensi lulus tidak tepat waktu, membantu dosen wali dan program studi dalam memprediksi mahasiswa mana yang berpotensi lulus tidak tepat waktu dengan lebih mudah.
3. Dengan menerapkan algoritma C4.5 pada sistem prediksi mahasiswa berpotensi lulus tidak tepat waktu ini menunjukkan hasil akurasi dari sistem prediksi sebesar 74,05%. Telah dilakukan uji kelayakan terhadap prototipe yang dikembangkan dengan nilai presentase kelayakan yang didapat berdasarkan kuesioner yang disebarakan pada pengguna sebesar 67,27% yang bermakna sistem masuk ke dalam kategori "Layak" digunakan.

E. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arikunto, Suharsimi. (2009). *Manajemen Penelitian*, edisi Revisi. Jakarta: Rineka Cipta.
- [2] Arikunto, Suharsimi. (2015). *Manajemen Penelitian, edisi Revisi*. Jakarta: Rineka Cipta
- [3] Astuti, Indah P. (2017). *Prediksi Ketepatan Waktu Kelulusan dengan Algoritma Data Mining C4.5*.
- [4] Avison, D. and G. Fitzgerald. (2003). *Information System Development: Methodologies, Techniques and Tools*. McGraw-Hill, 3rd edition
- [5] Azwanti, Nurul. (2018). *Algoritma C4.5 Untuk Memprediksi Mahasiswa yang Mengulang Matakuliah (Studi Kasus di AMIK Labuhan Batu)*
- [6] Darmawan, Hadi Dwi, dkk. (2017). *Klasifikasi Lama Masa Studi Mahasiswa Menggunakan Perbandingan Metode Algoritma C.45 dan Algoritma Classification and Regression Tree*
- [7] Dennis, A, B. Wixom and R. Roth. (2006). *System Analysis and Design*. John Wiley and Sons. Inc pp. 171-209.

- [8] Elisa, Erlin. (2017). *Analisa dan Penerapan Algoritma C4.5 Dalam Data Mining Untuk Mengidentifikasi Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja Konstruksi PT. Arupadhatu Adisesanti.*
- [9] Gorunescu, F. *Data Mining Concept, Models and Techniques.* Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 2011
- [10] Haryati, Siska, dkk. (2015). *Implementasi Data Mining Untuk Memprediksi Masa Studi Mahasiswa Menggunakan Algoritma C4.5 (Studi Kasus: Universitas Dehasen Bengkulu).*
- [11] Husnah, Asmaul. (2018). *Penerapan Metode C4.5 Untuk Klasifikasi Mahasiswa Berpotensi Drop Out*
- [12] Indriati, dkk. (2018). *Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Memprediksi Nilai Kelulusan Siswa Sekolah Menengah Berdasarkan Faktor Eksternal*
- [13] Jamhur, Hardi. "Pemodelan Prediksi Predikat Kelulusan Mahasiswa Menggunakan Fuzzy C-Means Berbasis Particle Swarm Optimization." *Teknois*, vol. 10, no. 1, May. 2020, pp. 13-24, doi:[10.36350/jbs.v10i1.79](https://doi.org/10.36350/jbs.v10i1.79).
- [14] Kusnawi. (2007). *Pengantar Solusi Data Mining, E-Journal Seminar Nasional Teknologi 2007.* STMIK Amikom. Yogyakarta
- [15] Mashlahah, Susi. (2013). *Prediksi Kelulusan Mahasiswa Menggunakan Metode Decision Tree Dengan Penerapan Algoritma C4.5*
- [16] Munggaran, Rizki. (2012). *Pemanfaatan Open Source Software Pendidikan Oleh Mahasiswa Dalam Rangka Implementasi Undang-undang No. 19 Tahun 2012 Tentang Hak Cipta Intellectual Property Rights*
- [17] Narimawati, Umi. (2008). *Metodologi Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif, Teori dan Aplikasi.* Bandung: Agung Media.
- [18] Nugroho, Yusuf. (2014). *Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Klasifikasi Predikat Kelulusan Mahasiswa Fakultas Komunikasi dan Informatika Universitas Muhammadiyah Surakarta*
- [19] Pressman, RS. (2016). *Manajemen Operasi dan Rantai Pasok, Operations and Supply Chain*
- [20] Prasetyo, Eko. (2012). *Data Mining Konsep dan Aplikasi Menggunakan Matlab.* Yogyakarta : Andi.
- [21] Raymond McLeod, Jr, George P. Schell (2007). *Management Information System (Sistem Informasi Manajemen),* Prentice Hall
- [22] Rismayanti. (2018). *Decision Tree Penentuan Masa Studi Mahasiswa Prodi Teknik Informatika (Studi Kasus: Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Harapan Medan).*
- [23] Rosalinda, Sayyidatul Eka (2018). *Evaluasi Usability Sistem Informasi Manajemen Kepegawaian UIN Sunan Ampel Surabaya Berbasis ISO 9241-11.*

- [24] Santosa, Budi. (2007). *DATA MINING: Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [25] Sembiring, M. Ardiyansyah, dkk. (2018). *Analisa Kinerja Algoritma C4.5 Dalam Memprediksi Hasil Belajar*.
- [26] Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- [26] Untari, Dwi. (2014). *Data Mining Untuk Menganalisa Prediksi Mahasiswa Berpotensi Non-Aktif Menggunakan Metode Decision Tree*
- [27] Warmansyah, Julio, and Dida Hilpiah. "Penerapan Metode Fuzzy Sugeno untuk Prediksi Persediaan Bahan Baku." *Teknois*, vol. 9, no. 2, 29 Nov. 2019, pp. 12-20, doi:[10.36350/jbs.v9i2.58](https://doi.org/10.36350/jbs.v9i2.58).