

Aplikasi Penerapan Algoritma C45 untuk Memprediksi Kelulusan Mahasiswa Berbasis Web

Fietri Setiawati Sulaeman^{1*}, Mufti Ahmad Rilmansyah²

^{1,2}Teknik Informatika Universitas Suryakencana
Jl. Pasir Gede Raya

^{1*}fietrisetiawati@email.com, ²Muftiahmadr@gmail.com

Application of the C45 Algorithm to Predict Web-Based Student Graduation

Dikirimkan : 03, 2021. Diterima: 03, 2021. Dipublikasikan : 03, 2021.

Abstract— The Informatics Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Suryakencana University in carrying out its operations stores its data in a database consisting of student data, lecturer data, employee data, grade data, student achievement data, and data on the number of student graduations each year, as well as various other data related to all operations of the Faculty of Engineering and Suryakencana University. One of the uses of data in databases is to support decision-making activities, so a data mining technique is needed to analyze data in order to produce information early on whether the student will graduate on time or not by using a data mining application to predict student graduation using the C45 algorithm.

Keywords— Study Program; Database; Algorithm C45; Data Mining

Abstrak— Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Suryakencana dalam menjalankan operasionalnya menyimpan datanya dalam sebuah *database* yang terdiri dari data mahasiswa, data dosen, data pegawai, data nilai, data prestasi mahasiswa, dan data jumlah kelulusan mahasiswa tiap tahun, serta berbagai data lainnya yang berhubungan dengan seluruh operasional Fakultas Teknik dan Universitas Suryakencana. Pemanfaatan data dalam *database* salah satunya adalah untuk menunjang kegiatan pengambilan keputusan, sehingga diperlukan suatu teknik data *mining* untuk menganalisis data agar dapat menghasilkan suatu informasi secara dini apakah mahasiswa itu lulus tepat waktu atau tidak dengan menggunakan aplikasi data *mining* untuk memprediksi kelulusan mahasiswa menggunakan algoritma C45.

Kata kunci— Program Studi; Database; Algoritma C45; Data Mining

I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan data di dalam *database* salah satunya adalah untuk mendapatkan pengetahuan tersebut, tidak cukup hanya mengandalkan data operasional saja, diperlukan suatu analisis data untuk mendapatkan pola yang unik sehingga menghasilkan suatu informasi yang berguna dalam sebuah gudang data. Para pemangku keputusan berupaya untuk memanfaatkan suatu gudang data yang sudah ada, sehingga dapat menggali informasi yang berguna yang menghasilkan sebuah pengetahuan, yang akhirnya pengetahuan tersebut dapat membantu dalam pengambilan keputusan. Untuk menggali informasi tersebut dibutuhkan suatu teknik untuk menghasilkan suatu pola yang menarik dalam sebuah informasi. Teknik yang digunakan untuk mengatasi masalah ini adalah Data Mining.

Data *mining* merupakan analisis dari peninjauan kumpulan data untuk menemukan hubungan yang tidak diduga dan meringkas data dengan cara yang berbeda dengan yang sebelumnya yang dapat dipahami dan bermanfaat bagi pemilik data [1]. Penggunaan teknik data *mining* sudah banyak digunakan di berbagai instansi, perguruan tinggi, maupun perusahaan-perusahaan. Salah satu perguruan yang menerapkan teknik data *mining* ini adalah Universitas Suryakencana.

Operasional program studi teknik informatika dijalankan dengan menyimpan datanya dalam sebuah *database* yang terdiri dari data mahasiswa, data dosen, data pegawai, data nilai, data prestasi mahasiswa, dan data jumlah kelulusan mahasiswa tiap tahun, serta berbagai data lainnya yang berhubungan dengan seluruh operasional Fakultas Teknik dan Universitas Suryakencana.

Data-data tersebut disimpan setiap tahunnya dan seolah-olah data yang tersimpan tidak berguna lagi, di mana setiap hari data bertambah besar seiring dengan penambahan berbagai data operasional sehari-hari. Data itu biasanya sangat diperlukan dalam proses penilaian akreditasi. Di mana data yang berupa kelulusan mahasiswa termasuk data penting untuk memberikan informasi yang sangat berharga bagi keberlangsungan kegiatan program studi. Dengan demikian dibutuhkan teknik dalam pemanfaatan data untuk menghasilkan pola informasi yang berguna. Salah satu teknik untuk mengolah data adalah teknik data *mining*. Dengan proses data *mining* ini dapat ditemukan pola atau aturan yang dapat digunakan untuk menghasilkan suatu informasi seperti prediksi kelulusan mahasiswa.

Berdasarkan permasalahan yang ada maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana cara membuat aplikasi penerapan algoritma C45 untuk memprediksi kelulusan mahasiswa berbasis *web*.

Maksud dari penelitian ini adalah untuk membangun sebuah aplikasi data *mining* untuk memprediksi hasil kelulusan mahasiswa dengan menerapkan algoritma C45 sehingga *staff* program studi bisa mengetahui kecenderungan mahasiswa yang lulusnya tepat waktu atau mahasiswa yang lulus terlambat.

Adapun tujuan dalam penelitian yang dilakukan adalah :

1. Memanfaatkan data *mining* untuk menghasilkan suatu pengetahuan yang baru yaitu dapat memprediksi waktu kelulusan mahasiswa.
2. Menerapkan algoritma C45 dalam melakukan prediksi kelulusan mahasiswa.
3. Membantu *staff* program studi dalam memprediksi kelulusan mahasiswa dan hasil dari prediksi tersebut bisa digunakan sebagai bahan rekomendasi kepada mahasiswa untuk meningkatkan prestasi akademiknya.
4. Sebagai bahan evaluasi program studi dan universitas dalam meningkatkan sistem pembelajaran bagi mahasiswa sehingga universitas dapat menghasilkan lulusan yang berkualitas.

A. Aplikasi

Aplikasi dapat diartikan sebagai suatu program berbentuk perangkat lunak yang berjalan pada suatu sistem tertentu yang berguna untuk membantu berbagai kegiatan yang dilakukan oleh manusia [2].

Aplikasi adalah terapan yang difungsikan secara khusus dan terpadu sesuai kemampuan yang dimilikinya [3]

B. Data Mining

Data *mining* adalah suatu istilah yang digunakan untuk menguraikan penemuan

pengetahuan di dalam data *mining* [4]. Pengelompokan data *mining* menurut [1], yaitu :

1. Deskripsi
2. Estimasi
3. Klasifikasi
4. Prediksi
5. Asosiasi
6. Clustering

C. Teknik Data mining Klasifikasi

Proses Klasifikasi dapat dibagi menjadi dua, yaitu data *training* dan data testing. Dalam proses data *training*, Algoritma Klasifikasi mengolah data *training* untuk menghasilkan sebuah model. Setelah model diuji dan dapat diterima, pada tahap klasifikasi, model tersebut digunakan untuk memprediksi kelas dari kasus baru untuk membantu proses pengambilan [5]

Pada proses data *training* yaitu proses di mana memasukkan data sampel untuk proses perhitungan. Data tersebut meliputi atribut, jumlah data keseluruhan, jumlah data yang sudah terklasifikasi berdasarkan target yang ditentukan, serta kolom nilai *Entropy* dan *Gain*. Tahapan selanjutnya yaitu penerapan algoritma C45 yaitu menghitung nilai *Entropy* dan *Gain* pada tiap-tiap atribut untuk dijadikan bentuk *Tree*. *Tree* merupakan bentuk aturan klasifikasi yang akan diterapkan pada proses *testing* [6].

Pada proses *testing* hal yang harus dilakukan yaitu memasukkan data uji atau data prediksi. Atribut yang digunakan pada proses testing harus sesuai dengan atribut pada proses *training*. Setiap data atribut akan dibandingkan dengan aturan yang sudah terbentuk pada perhitungan data *training* sebelumnya. Selanjutnya data tersebut akan diklasifikasikan berdasarkan target yang ingin diketahui [6]

D. Decision Tree (Pohon Keputusan)

Decision tree adalah struktur flowchart yang menyerupai *tree* (pohon) dimana setiap simpul internal menandakan suatu tes pada atribut, dimana setiap cabang merepresentasikan hasil tes, dan simpul daun merepresentasikan distribusi kelas [7]. Alur pada *Decision tree* ditelusuri dari simpul akar ke simpul daun yang memegang prediksi kelas.

Konsep data dalam *Decision tree* adalah mengubah data menjadi pohon keputusan dan aturan-aturan keputusan (*rule*) [8]. Data dinyatakan dalam bentuk tabel yaitu dengan atribut dan record. Atribut menyatakan suatu parameter yang dibuat sebagai kriteria dalam pembentukan *tree*. Atribut memiliki nilai yang menjadi target atribut yang disebut *instance*.

E. Algoritma C45

Secara umum algoritma untuk membangun pohon keputusan adalah sebagai berikut [9] :

- a) Memilih atribut sebagai *node* akar.

- b) Membuat cabang untuk tiap-tiap nilai.
- c) Membagi kasus dalam cabang.
- d) Mengulangi proses untuk setiap cabang sampai semua kasus memiliki kelas yang sama

Untuk memilih atribut sebagai *node* akar, didasarkan pada nilai *Gain* tertinggi dari atribut-atribut yang ada. Untuk menghitung *Gain* digunakan rumus seperti tertera dalam persamaan berikut :

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

Keterangan :

S : himpunan kasus

A: Atribut

n : jumlah partisi atribut

|S_i| : jumlah kasus pada partisi ke -i

|S| : jumlah kasus dalam S

Sebelum menghitung nilai *Gain*, yang perlu kita lakukan yaitu mencari nilai *Entropy*. *Entropy* digunakan untuk menentukan seberapa informatif sebuah masukan atribut untuk menghasilkan keluaran atribut. Rumus dasar dari *Entropy* tersebut adalah sebagai berikut

$$Entropy(S) = \sum_{i=1}^n - p_i * \log_2 p_i \quad (2)$$

Keterangan :

S : Himpunan kasus

A : Fitur

n : Jumlah partisi S

p_i : Proporsi dari S_i terhadap S

F. UML (Unified Modelling Language)

Unified Modelling Language (UML) adalah suatu alat untuk memvisualisasikan dan mendokumentasikan hasil analisa dan desain yang berisi sintak dalam memodelkan sistem secara *visual* juga merupakan satu kumpulan konvensi pemodelan yang digunakan untuk menentukan atau menggambarkan sebuah sistem *software* yang terkait dengan objek [10].

G. Web

Aplikasi *Web* atau aplikasi berbasis *Web* (*Web-based application*) adalah aplikasi yang dijalankan melalui *browser* [11]. Aplikasi seperti ini pertama kali dibangun hanya dengan menggunakan bahasa yang disebut HTML (*HyperText Markup Language*) dan protokol yang digunakan dinamakan HTTP (*HyperText Transfer Protocol*). Namun, tentu saja hal seperti ini memiliki kelemahan. Semua perubahan harus dilakukan pada level aplikasi. Pada perkembangan berikutnya, sejumlah skrip dan objek dikembangkan untuk memperluas kemampuan HTML.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif, yaitu suatu metode dengan cara mengumpulkan data, mengolah, serta menganalisa data yang telah terkumpul kemudian ditarik kesimpulan dan diberikan saran-saran yang diperlukan. Dalam pembuatan Aplikasi Data *mining* Berbasis *Web* Untuk Memprediksi Kelulusan Mahasiswa Menggunakan Algoritma C4.5 (Studi Kasus : Program studi Informatika Universitas Suryakencana) menggunakan beberapa metode pengambilan data, yaitu :

a. Observasi

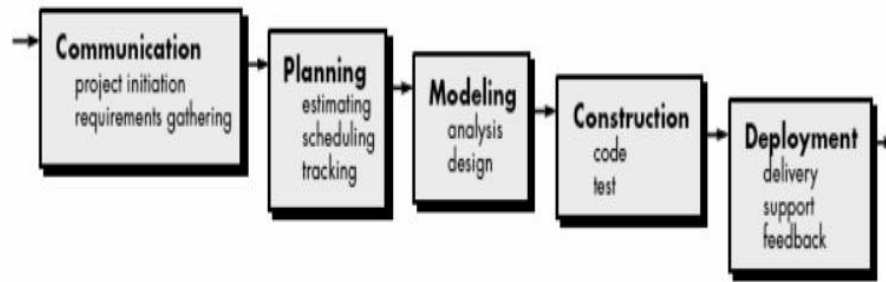
Observasi adalah metode pengumpulan data yang kompleks karena melibatkan beberapa faktor dalam pelaksanaannya. Teknik pengambilan data ini dengan melakukan pengamatan langsung untuk mendapatkan data yang diperlukan. Penulis mendapat langsung data mahasiswa dan akademik berupa *File* dari bagian akademik setelah menemui bagian Program studi Universitas Suryakencana Teknik Informatika.

b. Wawancara

Wawancara adalah metode pengumpulan data yang dilakukan melalui tatap mata dan tanya jawab langsung dengan narasumber.

c. Metode Rekayasa Perangkat Lunak

Metode rekayasa perangkat lunak yang digunakan untuk membuat aplikasi data *mining* berbasis *web* untuk memprediksi kelulusan mahasiswa menggunakan algoritma C4.5 yaitu menggunakan metode *Waterfall*. Menurut Pressman metode *waterfall* adalah model klasik yang bersifat sistematis, berurutan dalam membangun *software* [12].

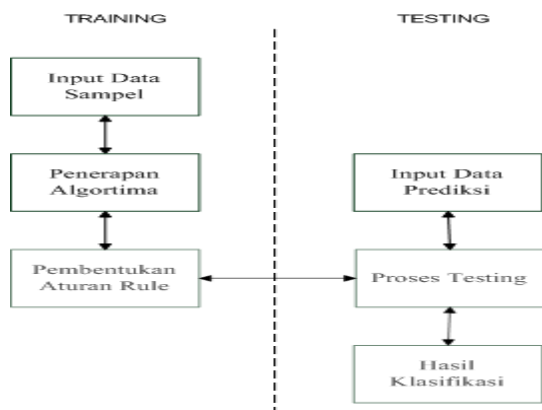


Gambar 1. Model Waterfall (Presman)

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

A. Analisis Algoritma Sistem

Secara garis besar alur sistem yang akan dibangun dijelaskan dengan blok diagram yang terdapat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Pada gambar 2 di atas dijelaskan bahwa sistem dimulai dengan dua langkah, yaitu :

1. Proses Training

Pada proses *training* memasukkan data sampel ke dalam tabel untuk proses perhitungan. Tabel tersebut meliputi atribut, jumlah data keseluruhan, jumlah data yang sudah terklasifikasi berdasarkan target yang ditentukan, dalam kasus ini yaitu lulus tepat waktu atau tidak tepat waktu, serta kolom nilai *Entropy* dan *Gain*. Tahapan selanjutnya yaitu penerapan algoritma C4.5 yaitu menghitung nilai *Entropy* dan *Gain* pada tiap-tiap atribut untuk dijadikan bentuk *Tree*. *Tree* merupakan bentuk aturan klasifikasi yang akan diterapkan pada proses *testing*.

2. Proses Testing

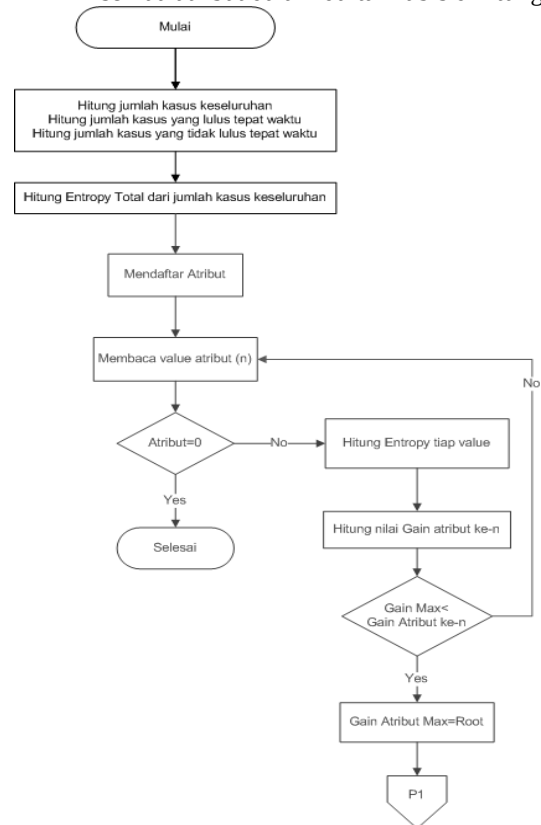
Pada proses *testing* ini langkah yang dilakukan yaitu memasukkan data uji atau data prediksi. Atribut yang digunakan pada proses testing ini harus sesuai dengan atribut pada proses *training*. Setiap data atribut akan dibandingkan dengan aturan yang sudah terbentuk pada perhitungan data *training* sebelumnya. Selanjutnya data tersebut akan diklasifikasikan berdasarkan target yang ingin diketahui yaitu data mahasiswa

dengan kondisi atribut ini dapat lulus tepat waktu atau tidak. Pada testing ini akan dijelaskan beberapa *flowchart* pembentukan pohon keputusan yang berjalan pada sistem, yaitu :

a. Flowchart Penentuan Root

Terdapat pada gambar 3 dengan penjelasan sebagai berikut :

- 1) Sistem akan menghitung total mulai informasi dari data *training*nya
- 2) Sistem akan mendaftar atribut A
- 3) Tiap-tiap atribut akan dihitung nilai *Entropy* dan *Gain*nya.
- 4) Sistem akan membandingkan nilai *Gain* terbesar dari tiap-tiap atribut
- 5) Setelah nilai *Gain* terbesar didapat maka sistem akan memilih atribut dengan *Gain* terbesar sebagai atribut terbaik untuk dijadikan akar
- 6) Sistem akan melakukan proses ini sampai semua atribut dalam daftar habis dihitung.



Gambar 3. Flowchart Penentuan Root

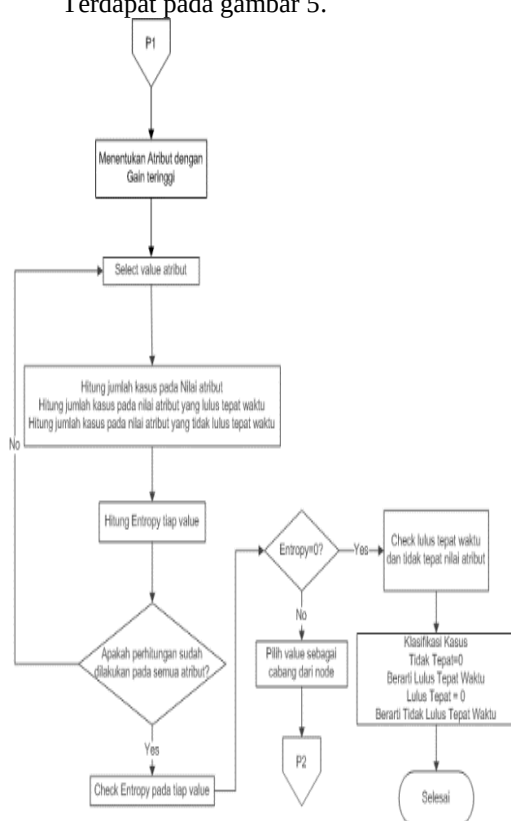
b. *Flowchart Penentuan Cabang*

Terdapat pada gambar 4, dapat dijelaskan bahwa sistem yang berjalan pada saat penentuan cabang pada *Tree* yang terbentuk :

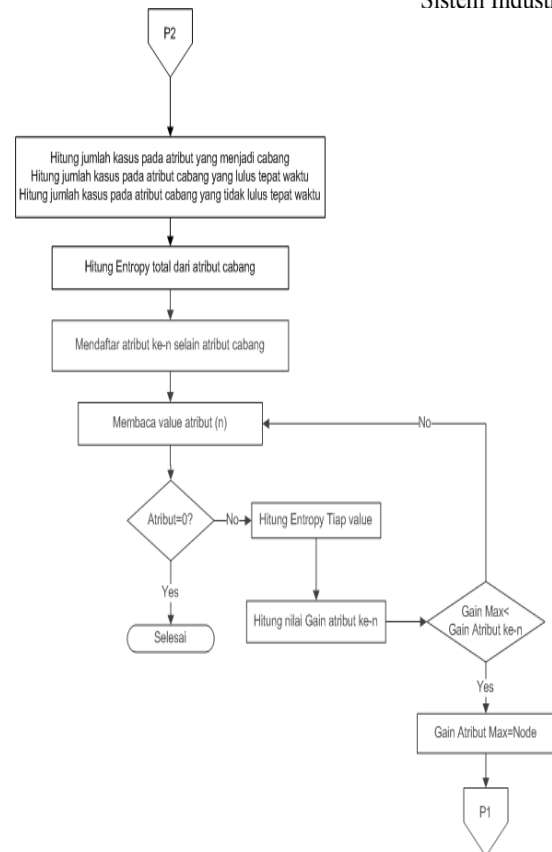
- 1) Sistem akan memilih atribut dengan *Gain* tertinggi
- 2) Nilai yang ada pada atribut tertinggi akan diklasifikasikan berdasar target yang ingin dicapai yaitu lulus tepat waktu atau tidak lulus tepat waktu
- 3) Tiap nilai atribut akan dihitung *Entropy* masing-masing hingga semua atribut habis
- 4) Nilai *Entropy* yang nol(0) akan dikoreksi untuk penentuan klasifikasi kasus
- 5) Bila nilai *Entropy* lebih dari nol(0) maka nilai tersebut akan dijadikan cabang pada *node* selanjutnya

c. *Flowchart Penentuan Node*

Terdapat pada gambar 5.



Gambar 4. Flowchart Penentuan Cabang



Gambar 5. Flowchart Penentuan Node

Pada gambar 5, sistem yang berjalan pada saat penentuan *node* pada pembentukan *Tree* :

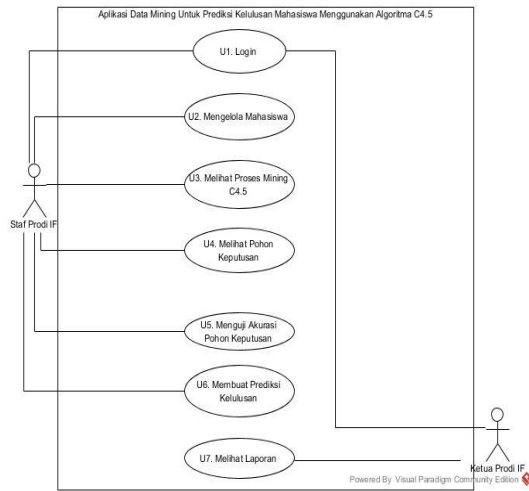
- 1) Sistem akan menghitung jumlah kasus pada atribut dengan *Gain* tertinggi
- 2) Menghitung nilai *Entropy* total dari atribut dengan *Gain* tertinggi
- 3) Mendaftar atribut A selain atribut dari *Gain* tertinggi
- 4) Menghitung *Entropy* dari masing-masing nilai atribut ke-n hingga habis terhitung semua
- 5) Menghitung nilai *Gain* dari masing-masing atribut
- 6) Menentukan *Gain* maksimal sebagai penentuan *node* selanjutnya

Setelah *node* selanjutnya terpilih maka proses perhitungan akan berulang lagi mulai dari penentuan cabang dan penentuan *node* hingga semua atribut habis dieksekusi dan mencapai *end of Tree*.

B. *Perancangan Sistem*

1) *Use Case Diagram*

Menggunakan tiga aspek sistem yaitu aktor, *use case*, dan lingkup sistem.

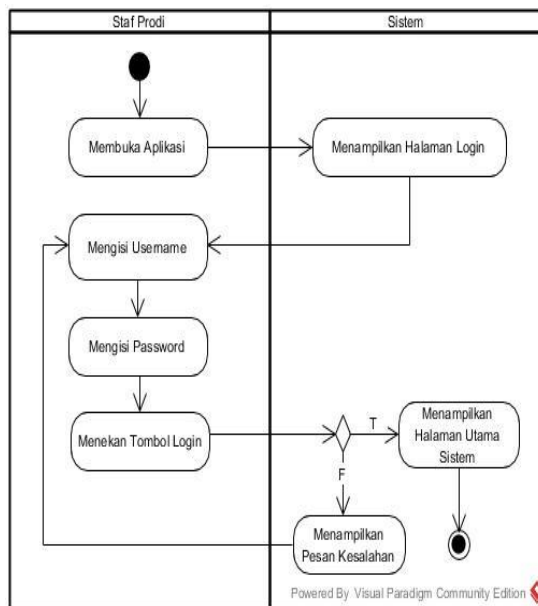


Gambar 6. Use case Diagram

Penjelasan gambar 6 Terdapat tujuh (7) *function* dan dua (2) aktor dalam *use case diagram* ini, dimana setiap *function* yang ada dalam *use case diagram* tersebut mempunyai fungsi yang berbeda.

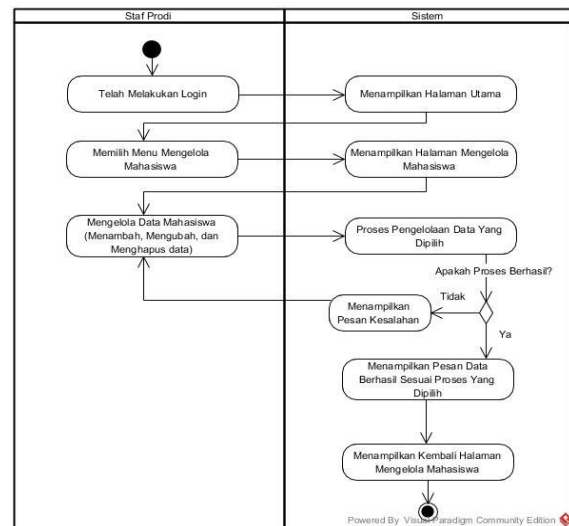
1. Activity Diagram

Berikut gambar perancangan dari masing-masing aktivitas:



Gambar 7. Activity Diagram Login

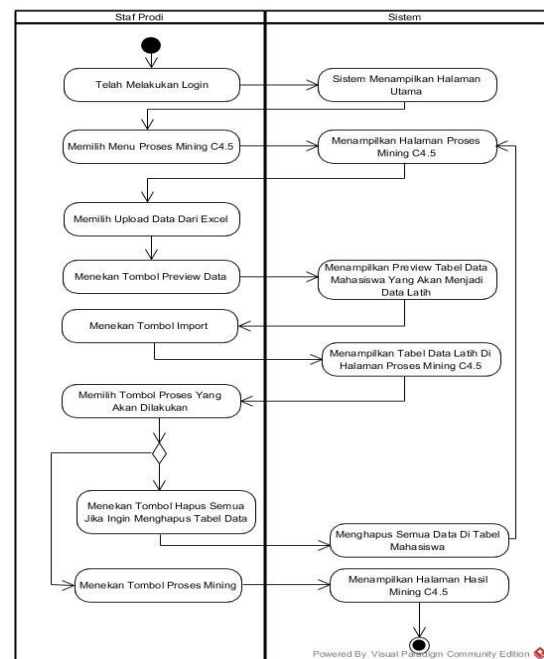
Pada gambar 7 menjelaskan bahwa untuk melakukan *login* ke dalam sistem admin perlu membuka aplikasi terlebih dahulu lalu sistem akan menampilkan halaman *login* selanjutnya aktor mengisi *username* lalu mengisi *password* dan menekan tombol *login*.



Gambar 8. Activity Diagram Mengelola Mahasiswa

Gambar 8 menjelaskan pengelolaan mahasiswa aktor harus sudah *login* kedalam sistem dan menampilkan halaman utama. Lalu Aktor memilih menu *Mengelola Mahasiswa* dan sistem menampilkan halaman *Mengelola Mahasiswa*.

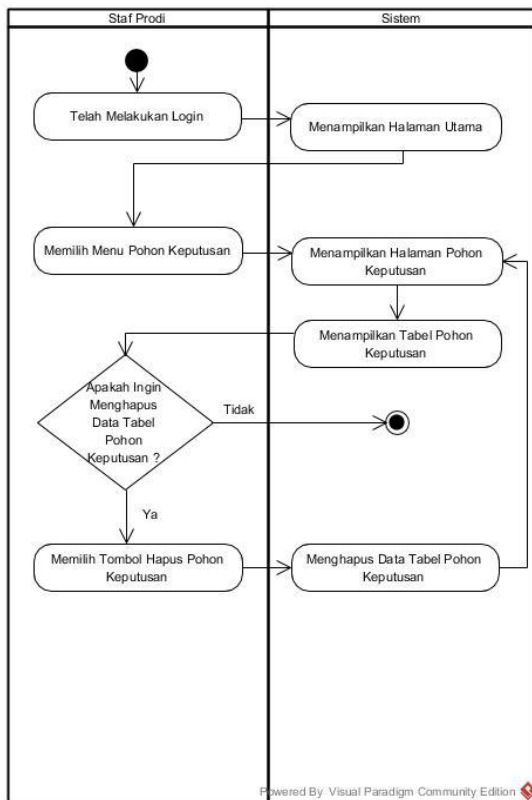
Gambar 9 menjelaskan bahwa untuk melakukan *Proses Mining C45* aktor harus sudah *login* ke dalam sistem dan menampilkan halaman utama. Lalu Aktor memilih menu *Proses Mining C45* dan sistem menampilkan halaman *Proses Mining C45*.



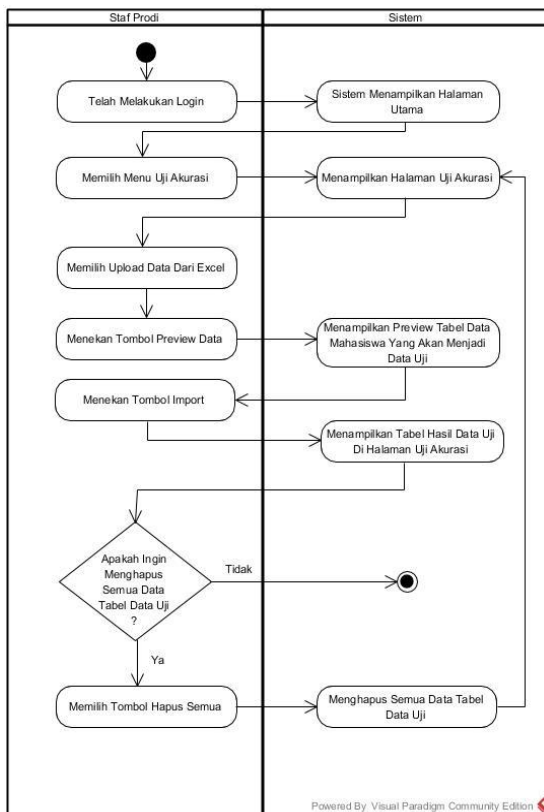
Gambar 9. Activity Diagram Melihat Proses Mining C45

Gambar 10 menjelaskan bahwa memilih menu melihat *Pohon Keputusan* dan sistem menampilkan halaman *Pohon Keputusan*. Pada halaman ini aktor dapat melihat aturan atau *rule* yang telah dibuat atau ditetapkan untuk dilakukan klasifikasi data uji dan juga untuk digunakan untuk prediksi. Aktor juga

dapat melakukan hapus semua data pohon keputusan.



Gambar 10. Activity Diagram Melihat Pohon Keputusan



Gambar 11. Activity Diagram Menguji Akurasi Pohon Keputusan

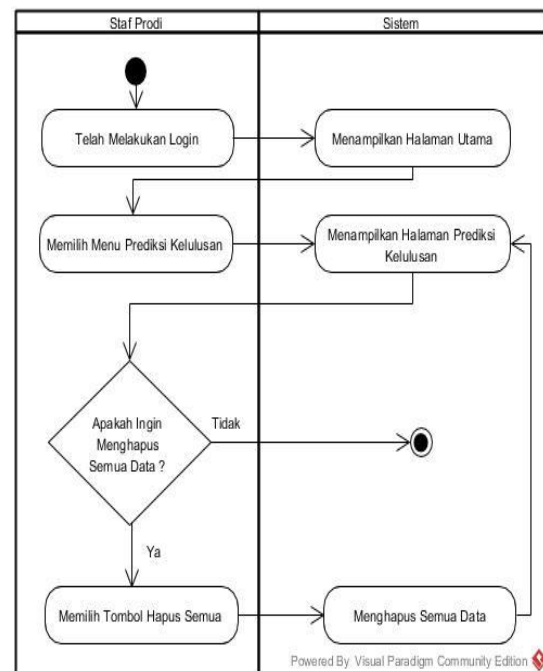
Gambar 11 menjelaskan bahwa aktor memilih menu Uji Akurasi dan sistem menampilkan halaman Uji Akurasi. Pada halaman ini aktor dapat melakukan *upload* data mahasiswa dari *excel* yang akan menjadi data uji, dan sistem akan menampilkan tabel data uji beserta hasil uji akurasi, atau aktor dapat juga menghapus semua tabel data uji.

Gambar 12 menjelaskan bahwa aktor memilih menu Prediksi Kelulusan dan sistem menampilkan halaman Prediksi Kelulusan. Pada halaman ini aktor dapat melihat hasil prediksi dini kelulusan mahasiswa yang ingin diprediksi. Aktor juga dapat melakukan hapus semua data.

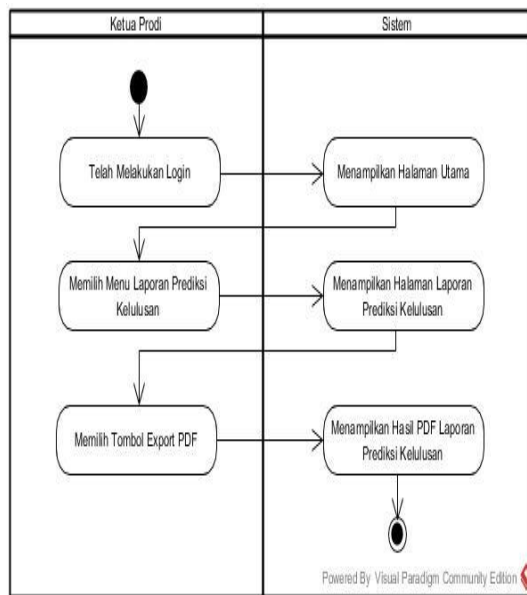
Gambar 13 menjelaskan bahwa memilih menu Laporan Prediksi Kelulusan dan sistem menampilkan halaman Laporan Prediksi Kelulusan.

2. Class Diagram

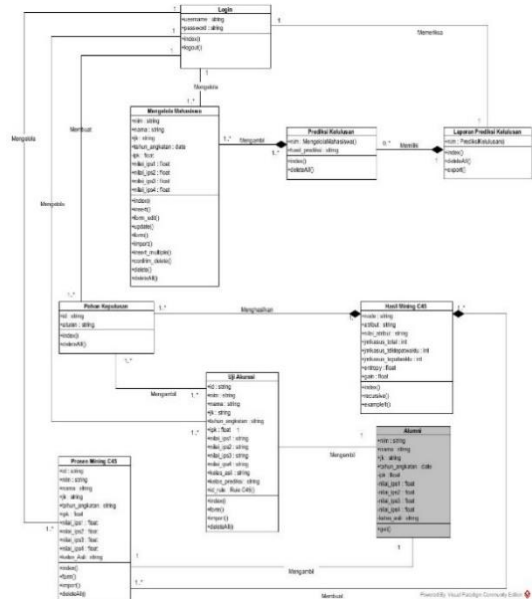
Gambar 14 adalah *class diagram* dari aplikasi penerapan algoritma C45 untuk memprediksi kelulusan mahasiswa berbasis *web*. Gambar 14 menjelaskan bahwa terdapat 9 *class* di dalam aplikasi data *mining* untuk memprediksi kelulusan mahasiswa menggunakan algoritma C45 ini.



Gambar 12. Activity Diagram Membuat Prediksi Kelulusan

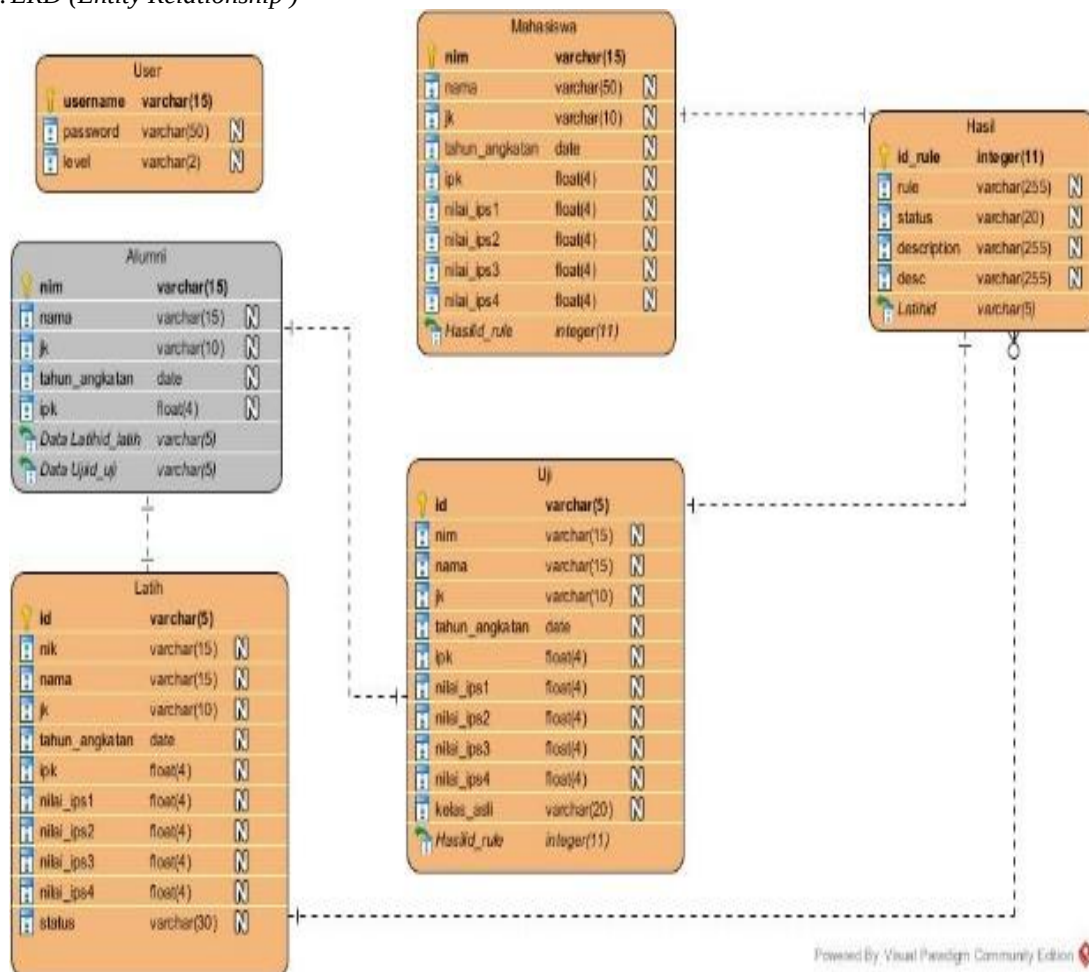


Gambar 13. *Activity Diagram* Membuat Laporan



Gambar 14. *Class Diagram*

3. ERD (Entity Relationship)



Gambar 15. ERD (*Entity Relationship*)

Gambar 15 menjelaskan bahwa terdapat 5 buah entitas dan 1 entitas luar yang setiap entitasnya

saling berelasi dengan *kardinalitas one to one* dengan *one to many*.

IV. PEMBAHASAN

A. Hasil Proses Perhitungan Algoritma C45

Prosedur algoritma C45 dalam melakukan proses perhitungan *mining* untuk membangun pohon keputusan. Berikut langkah-langkah prosedur perhitungannya :

1. Data dikelompokkan berdasarkan atribut beserta nilai di dalamnya.
2. Menghitung jumlah data pada tiap nilai atribut yang ada
3. Mengklasifikasi data yang sudah dihitung menjadi dua kelompok berdasarkan target tujuan yaitu lulus tepat waktu dan tidak tepat waktu
4. Menghitung *Entropy* total dari 55 data mahasiswa
5. Menghitung *Entropy* dari masing-masing nilai atribut
6. Menghitung *Gain* dari tiap atribut
7. Mencari atribut dengan *Gain* tertinggi untuk dijadikan *Root*
8. Menentukan nilai atribut yang akan dijadikan cabang
9. Menentukan *node* selanjutnya dari atribut yang terpilih berdasarkan *Gain* tertinggi.

A. Hasil Tabel dan Gambar Pohon Keputusan Hasil Perhitungan dengan Algoritma C45.

1) Tabel I Penentuan root

Data dikelompokkan berdasarkan atribut dan nilai atributnya lalu dihitung jumlah keseluruhan, jumlah mahasiswa yang lulus tepat waktu dan tidak tepat, lalu dihitung nilai *Entropy* dan *Gain* masing-masing atributnya.

Baris TOTAL kolom *ENTROPY* pada tabel di atas dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Entropy (Total) = \left(-\frac{20}{55} * \log_2 \left(\frac{20}{55} \right) \right) + \left(-\frac{35}{55} * \log_2 \left(\frac{35}{55} \right) \right)$$

$$Entropy (Total) = 0,945660305$$

Perhitungan *Entropy* pada tiap nilai atribut dihitung dengan cara yang sama dengan *Entropy* total :

$$Entropy (Jenis Kelamin, L) = \left(-\frac{15}{32} * \log_2 \left(\frac{15}{32} \right) \right) + \left(-\frac{17}{32} * \log_2 \left(\frac{17}{32} \right) \right)$$

$$Entropy (Total) = 0,997180399$$

Sementara itu nilai *Gain* pada baris Jenis Kelamin dihitung dengan menggunakan rumus *Gain* sebagai berikut :

$$Gain (Total, Jenis Kelamin) =$$

$$Entropy (Total) - \sum_{i=1}^n \frac{|Jenis Kelamin|}{|Total|} * Entropy (Jenis Kelamin)$$

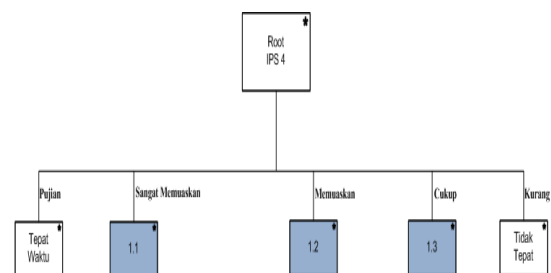
$$Gain (Total, Jenis Kelamin) = 0,945 - \left(\left(\frac{32}{55} * 0,997 \right) + \left(\frac{23}{55} * 0,775 \right) \right)$$

$$Gain (Total, Jenis Kelamin) = 0,049598355$$

TABEL 1.
PENENTUAN *ROOT*

Node	Atribut	Nilai Atribut	Jumlah Kasus Total	Jumlah Kasus Tidak Tepat Waktu	Jumlah Kasus Tepat Waktu	Entropy	Gain
1	Total	Total	55	20	35	0,945660305	
	Jenis Kelamin						0,049598355
		L	32	15	17	0,997180399	
		P	23	5	18	0,755275413	
	Gaji Orang Tua						0,005866231
		Rendah	12	5	7	0,979868757	
		Sedang	28	9	19	0,905928216	
		Tinggi	15	6	9	0,97090594	
	Tahun Masuk						0,329081463
		2011	26	16	10	0,961236005	
		2012	9	4	5	0,99107606	
		2013	5	0	5	0	
		2014	6	0	6	0	
		2015	9	0	9	0	
	IPK						0,34883318
		Pujian	15	1	14	0,353359335	
		Sangat Memuaskan	24	7	17	0,70864469	
		Memuaskan	7	3	4	0,985228136	
		Cukup	9	9	0	0	
	IPS 1						0,2171293
		Pujian	16	4	12	0,811278124	
		Sangat Memuaskan	9	0	9	0	
		Memuaskan	8	2	6	0,811278124	
		Cukup	18	11	7	0,964078765	
		Kurang	4	3	1	0,811278124	
	IPS 2						0,261331924
		Pujian	12	1	11	0,41381685	
		Sangat Memuaskan	16	4	12	0,811278124	
		Memuaskan	8	1	7	0,543564443	
		Cukup	18	13	5	0,852405179	
		Kurang	1	1	0	0	
	IPS 3						0,137892731
		Pujian	17	3	14	0,672294817	
		Sangat Memuaskan	13	4	9	0,89049164	
		Memuaskan	12	4	8	0,918295834	
		Cukup	11	7	4	0,945660305	
		Kurang	2	2	0	0	
	IPS 4						0,370768444
		Pujian	10	0	10	0	
		Sangat Memuaskan	23	4	19	0,666578358	
		Memuaskan	12	7	5	0,979868757	
		Cukup	9	8	1	0,503258335	
		Kurang	1	1	0	0	

Data hasil pada tabel 1 dapat diketahui bahwa atribut dengan *Gain* tertinggi adalah IPS 4 yaitu sebesar 0,370768444. Dengan demikian IPS 4 menjadi *node* akar. Ada 5 nilai atribut dari IPS 4 yaitu Pujian, Sangat Memuaskan, Memuaskan, Cukup, dan Kurang. Adapun bentuk pohon yang terbentuk terdapat pada gambar 16



Gambar 16. *Node Root*

Kelima nilai atribut tersebut diklasifikasikan berdasarkan nilai Tepat Waktu atau Tidak Tepat dari atribut dengan *Gain* yang terdapat pada tabel II.

TABEL II
ATRIBUT IPS 4

	Atribut	Nilai Atribut	Jumlah Kasus Total	Jumlah Kasus Tidak Tepat	Jumlah Kasus Tepat Waktu	Entropy	Gain
	IPS 4						0,370768444
		Pujian	10	0	10	0	
		Sangat Memuaskan	23	4	19	0,666578358	
		Memuaskan	12	7	5	0,979868757	
		Cukup	9	8	1	0,503258335	
		Kurang	1	1	0	0	

2) Penentuan node 1.1

TABEL III.
PENENTUAN NODE 1.1

Node	Atribut	Nilai Atribut	Jumlah Kasus Total	Jumlah Kasus Tidak Tepat Waktu	Jumlah Kasus Tepat Waktu	Entropy	Gain
1.1	IPS 4	Sangat Memuaskan	23	4	19	0,666578358	
	Jenis Kelamin						0,002610989
		L	13	2	11	0,619382195	
		P	10	2	8	0,721928095	
	Gaji Orang Tua						0,002610989
		Rendah	5	1	4	0,721928095	
		Sedang	12	2	10	0,619382195	
		Tinggi	5	1	4	0,721928095	
	Tahun Angkatan						0,156465596
		2011	9	2	7	0,764204587	
		2012	5	2	3	0,970950594	
		2013	1	0	1	0	
		2014	4	0	4	0	
		2015	4	0	4	0	
	IPK						0,012723907
		Pujian	5	1	4	0,721928095	
		Sangat Memuaskan	17	3	14	0,672294817	
		Memuaskan	0	0	0	0	
		Cukup	0	0	0	0	
		Kurang	0	0	0	0	
	IPS 1						0,215946707
		Pujian	5	2	3	0,970950594	
		Sangat Memuaskan	7	0	7	0	
		Memuaskan	5	0	5	0	
		Cukup	6	2	4	0,918295834	
		Kurang	0	0	0	0	
	IPS 2						0,103334079
		Pujian	3	1	2	0,918295834	
		Sangat Memuaskan	10	1	9	0,468995594	
		Memuaskan	4	0	4	0	
		Cukup	6	2	4	0,918295834	
		Kurang	0	0	0	0	
	IPS 3						0,177660423
		Pujian	7	3	4	0,985228136	
		Sangat Memuaskan	8	1	7	0,543564443	
		Memuaskan	6	0	6	0	
		Cukup	2	0	2	0	
		Kurang	0	0	0	0	

$$Entropy (IPS 4, Sangat Memuaskan) = \left(-\frac{4}{23} * \log_2 \left(\frac{4}{23}\right)\right) + \left(-\frac{19}{23} * \log_2 \left(\frac{19}{23}\right)\right)$$

$$Entropy (IPS 4, Sangat Memuaskan) = 0,666578358$$

Perhitungan *Entropy* pada tiap nilai atribut dihitung dengan cara yang sama dengan *Entropy* total :

$$Entropy (IPS 1, Pujian) = \left(-\frac{2}{5} * \log_2 \left(\frac{2}{5}\right)\right) + \left(-\frac{3}{5} * \log_2 \left(\frac{3}{5}\right)\right)$$

$$Entropy (IPS 1, Pujian) = 0,970950594$$

Sementara itu nilai *Gain* pada baris IPS 1 dihitung dengan menggunakan rumus *Gain* sebagai berikut :

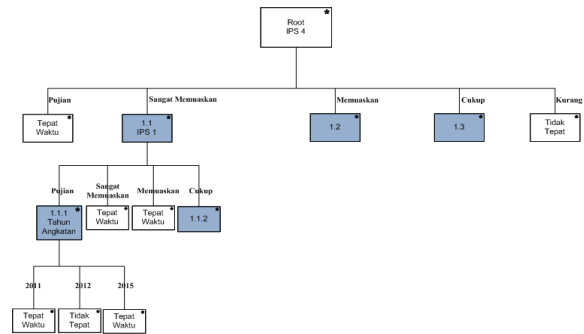
$$Gain (IPS 4 Sangat Memuaskan, IPS 1) =$$

$$Entropy (IPS 4, Sangat Memuaskan) - \sum_{i=1}^n \frac{|IPS 1|}{|IPS 4 Sangat Memuaskan|} * Entropy (IPS 1)$$

$$Gain (IPS 4 Sangat Memuaskan, IPS 1) = 0,666 - \left(\left(\frac{5}{23} * 0,997\right) + \left(\frac{7}{23} * 0,775\right) + \left(\frac{5}{23} * 0,775\right) + \left(\frac{6}{23} * 0,775\right)\right)$$

$$Gain (IPS 4 Sangat Memuaskan, IPS 1) = 0,215946707$$

Data hasil pada tabel 3.20 dapat diketahui bahwa atribut dengan *Gain* tertinggi untuk node 1.1 adalah IPS 1 yaitu sebesar 0,215946707. Adapun bentuk pohon yang terbentuk terdapat pada gambar 17.

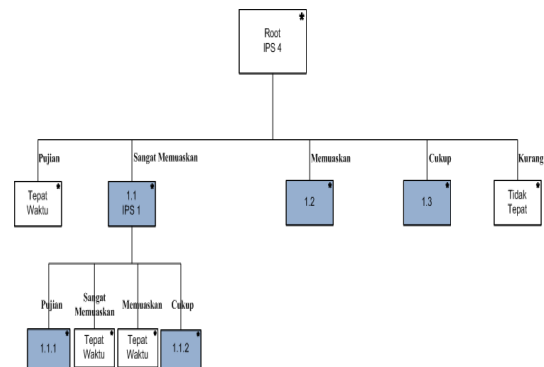


Gambar 17. Node 1.1

3) Penentuan node 1.1.1

Selanjutnya yaitu menghitung nilai *Entropy* dan *Gain* dari atribut IPS 1 pada nilai atribut Pujian., terdapat pada tabel IV.

Dari perhitungan tabel IV maka menghasilkan bentuk pohon seperti pada gambar 18.



Gambar 18. Node 1.1.

TABEL IV.
PENENTUAN NODE 1.1.1

Node	Atribut	Nilai Atribut	Jumlah Kasus Total	Jumlah Kasus Tidak Tepat Waktu	Jumlah Kasus Tepat Waktu	Entropy	Gain
1.1.1	IPS 4	Sangat Memuaskan					
	IPS1	Pujian	5	2	3	0,970950594	
	Jenis Kelamin						0,321928095
		L	1	1	0	0	
		P	4	1	3	0,811278124	
	Gaji Orang Tua						0,170950594
		Rendah	2	1	1	1	
		Sedang	1	0	1	0	
		Tinggi	2	1	1	1	
	Tahun Angkatan						0,970950594
		2011	1	0	1	0	
		2012	2	2	0	0	
		2013	0	0	0	0	
		2014	0	0	0	0	
		2015	2	0	2	0	
	IPK						0,019973094
		Pujian	3	1	2	0,918295834	
		Sangat Memuaskan	2	1	1	1	
		Memuaskan	0	0	0	0	
		Cukup	0	0	0	0	
	IPS 2						0,019973094
		Pujian	3	1	2	0,918295834	
		Sangat Memuaskan	2	1	1	1	
		Memuaskan	0	0	0	0	
		Cukup	0	0	0	0	
		Kurang	0	0	0	0	
	IPS 3						0,019973094
		Pujian	3	1	2	0,918295834	
		Sangat Memuaskan	2	1	1	1	
		Memuaskan	0	0	0	0	
		Cukup	0	0	0	0	
		Kurang	0	0	0	0	

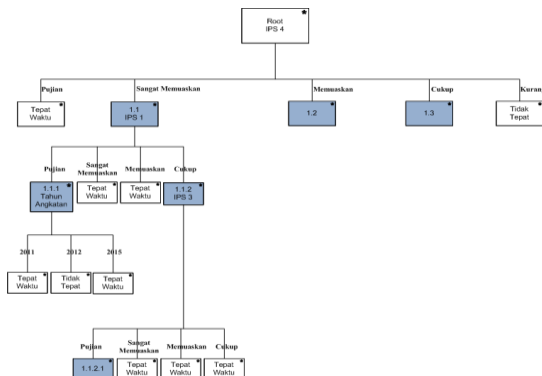
4) Penentuan Node 1.1.2

Selanjutnya yaitu menghitung nilai *Entropy* dan *Gain* dari atribut IPS 1 pada nilai atribut Cukup. Adapun tabel data perhitungan *node* 1.1.2 yang terdapat pada tabel V.

TABEL V. PENENTUAN *Node* 1.1.2

Node	Atribut	Nilai Atribut	Jumlah Kasus Total	Jumlah Kasus Tidak Tepat Waktu	Jumlah Kasus Tepat Waktu	Entropy	Gain
1.1.2	IPS 4	Sangat Memuaskan					
	IPS 1	Cukup	6	2	4	0,918295834	
	Jenis Kelamin						0,044110418
		L	4	1	3	0,811278124	
		P	2	1	1	1	
	Gaji Orang Tua						0,251629167
		Rendah	1	0	1	0	
		Sedang	4	2	2	1	
		Tinggi	1	0	1	0	
	Tahun Angkatan						0,251629167
		2011	4	2	2	1	
		2012	0	0	0	0	
		2013	1	0	1	0	
		2014	1	0	1	0	
		2015	0	0	0	0	
	IPK						0
		Pujian	0	0	0	0	
		Sangat Memuaskan	6	2	4	0,918295834	
		Memuaskan	0	0	0	0	
		Cukup	0	0	0	0	
	IPS 2						0,251629167
		Pujian	0	0	0	0	
		Sangat Memuaskan	0	0	0	0	
		Memuaskan	2	0	2	0	
		Cukup	4	2	2	1	
		Kurang	0	0	0	0	
	IPS 3						0,459147912
		Pujian	3	2	1	0,918295834	
		Sangat Memuaskan	1	0	1	0	
		Memuaskan	1	0	1	0	
		Cukup	1	0	1	0	
		Kurang	0	0	0	0	

Dari perhitungan tabel V maka menghasilkan bentuk pohon dengan *node* selanjutnya seperti pada gambar 19.



Gambar 19. *Node* 1.1.2

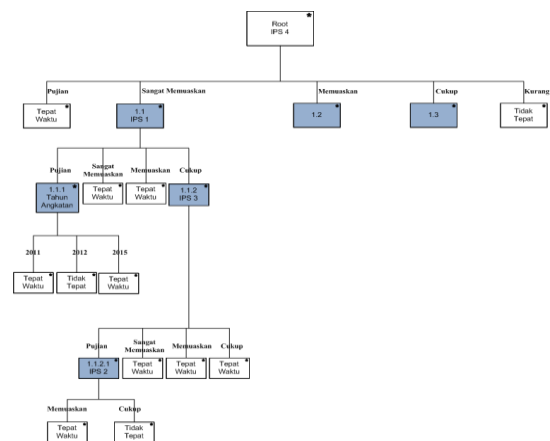
5) Penentuan *Node* 1.1.2.1

Selanjutnya yaitu menghitung nilai *Entropy* dari atribut IPS 3 pada nilai atribut Pujian. Adapun tabel data perhitungan *node* 1.1.2.1 yang terdapat pada tabel VI

TABEL VI. PENENTUAN *Node* 1.1.2.1

Node	Atribut	Nilai Atribut	Jumlah Kasus Total	Jumlah Kasus Tidak Tepat Waktu	Jumlah Kasus Tepat Waktu	Entropy	Gain
1.1.2.1	IPS 4	Sangat Memuaskan					
	IPS 1	Cukup					
	IPS 3	Pujian	3	2	1	0,918295834	
	Jenis Kelamin						0,251629167
		L	2	1	1	1	
		P	1	1	0	0	
	Gaji Orang Tua						0,251629167
		Rendah	0	0	0	0	
		Sedang	2	1	1	1	
		Tinggi	1	0	1	0	
	Tahun Angkatan						0
		2011	3	2	1	0,918295834	
		2012	0	0	0	0	
		2013	0	0	0	0	
		2014	0	0	0	0	
		2015	0	0	0	0	
	IPK						0
		Pujian	0	0	0	0	
		Sangat Memuaskan	3	2	1	0,918295834	
		Memuaskan	0	0	0	0	
		Cukup	0	0	0	0	
	IPS 2						0,918295834
		Pujian	0	0	0	0	
		Sangat Memuaskan	0	0	0	0	
		Memuaskan	1	0	1	0	
		Cukup	2	2	0	0	
		Kurang	0	0	0	0	

Dari perhitungan tabel VI. maka menghasilkan bentuk pohon seperti pada gambar 20.



Gambar 20. *Node* 1.1.2.1

6) Penentuan *Node* 1.2

Selanjutnya yaitu menghitung nilai atribut Memuaskan untuk *node* 1.2 untuk mendapatkan *node* selanjutnya. Adapun tabel data perhitungan *node* 1.2 yang terdapat pada tabel .VII

TABEL VII. PENENTUAN *NODE* 1.2

Node	Atribut	Nilai Atribut	Jumlah Kasus Total	Jumlah Kasus Tidak Tepat Waktu	Jumlah Kasus Tepat Waktu	Entropy	Gain
1.2	IPS 4	Memuaskan	12	7	5	0,979868757	0,071819011
	Jenis Kelamin						
		L	7	5	2	0,863120569	
		P	5	2	3	0,970950594	
	Gaji Orang Tua						0,146535423
		Rendah	4	2	2	1	
		Sedang	6	3	3	1	
		Tinggi	2	2	0	0	
	Tahun Angkatan						0,406715377
		2011	9	7	2	0,764204507	
		2012	0	0	0	0	
		2013	1	0	1	0	
		2014	1	0	1	0	
		2015	1	0	1	0	
	IPK						0,479868757
		Pujian	0	0	0	0	
		Sangat Memuaskan	6	3	3	1	
		Memuaskan	2	0	2	0	
		Cukup	4	4	0	0	
	IPS 1						0,408679342
		Pujian	2	2	0	0	
		Sangat Memuaskan	1	0	1	0	
		Memuaskan	1	1	0	0	
		Cukup	5	3	2	0,970950594	
		Kurang	2	1	1	1	
	IPS 2						0,304879967
		Pujian	0	0	0	0	
		Sangat Memuaskan	5	3	2	0,970950594	
		Memuaskan	2	0	2	0	
		Cukup	4	3	1	0,811278124	
		Kurang	1	1	0	0	
	IPS 3						0,042776048
		Pujian	0	0	0	0	
		Sangat Memuaskan	4	2	2	1	
		Memuaskan	4	2	2	1	
		Cukup	4	3	1	0,811278124	
		Kurang	0	0	0	0	

Dari perhitungan tabel VII maka menghasilkan bentuk pohon dengan *Gain* tertinggi yaitu atribut IPK seperti pada gambar 21.

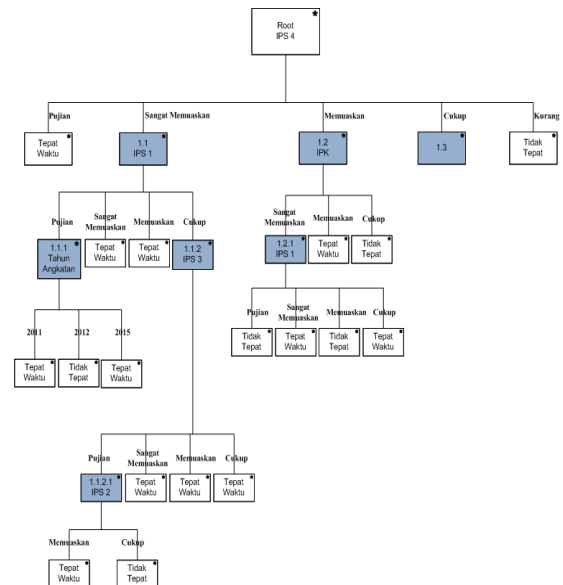
7) Penentuan *Node* 1.2.1

Selanjutnya yaitu menghitung nilai *Entropy* dari atribut IPK pada nilai atribut Sangat Memuaskan. Adapun tabel data perhitungan *node* 1.2.1 yang terdapat pada tabel VIII.

TABEL VIII PENENTUAN *NODE* 1.2.1

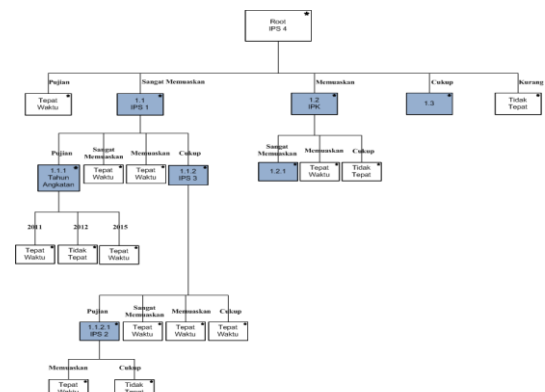
Node	Atribut	Nilai Atribut	Jumlah Kasus Total	Jumlah Kasus Tidak Tepat Waktu	Jumlah Kasus Tepat Waktu	Entropy	Gain
1.2.1	IPS 4	Memuaskan					
	IPK	Sangat Memuaskan	6	3	3	1	
	Jenis Kelamin						0,190874505
		L	1	1	0	0	
		P	5	2	3	0,970950594	
	Gaji Orang Tua						0,20751875
		Rendah	3	2	1	0,918295834	
		Sedang	2	1	1	1	
		Tinggi	1	1	0	0	
	Tahun Angkatan						0,450147917
		2011	4	3	1	0,811278124	
		2012	0	0	0	0	
		2013	1	0	1	0	
		2014	1	0	1	0	
		2015	2	0	2	0	
	IPS 1						1
		Pujian	2	2	0	0	
		Sangat Memuaskan	1	0	1	0	
		Memuaskan	1	1	0	0	
		Cukup	2	0	2	0	
		Kurang	0	0	0	0	
	IPS 2						0,190874505
		Pujian	0	0	0	0	
		Sangat Memuaskan	5	3	2	0,970950594	
		Memuaskan	1	0	1	0	
		Cukup	0	0	0	0	
		Kurang	0	0	0	0	
	IPS 3						1,11022E-16
		Pujian	0	0	0	0	
		Sangat Memuaskan	2	1	1	1	
		Memuaskan	4	2	2	1	
		Cukup	0	0	0	0	
		Kurang	0	0	0	0	

Dari perhitungan tabel VIII maka menghasilkan bentuk pohon seperti pada gambar 22.

Gambar 21. *Node* 1.2

8) Penentuan 1.3

Selanjutnya yaitu menghitung nilai atribut

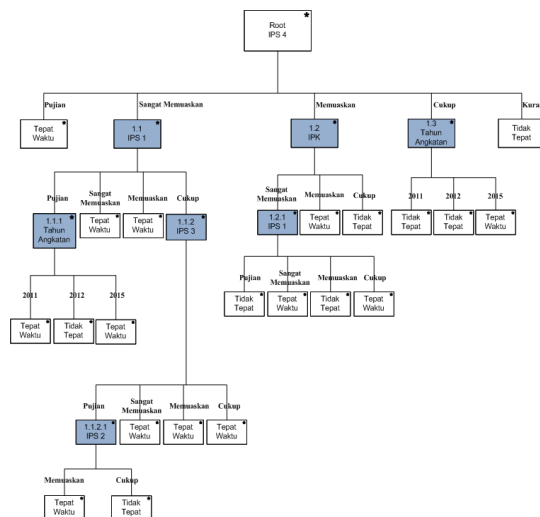
Gambar 22. *Node* 1.2.1

Cukup untuk mendapatkan *node* 1.3. Adapun tabel data perhitungan *node* 1.3 yang terdapat pada tabel 9.

TABEL IX. PENENTUAN *NODE* 1.3

Node	Atribut	Nilai Atribut	Jumlah Kasus Total	Jumlah Kasus Tidak Tepat Waktu	Jumlah Kasus Tepat Waktu	Entropy	Gain
1.3	IPS 4	Cukup	9	8	1	0,503258335	
	Jenis Kelamin						0,281036113
		L	7	7	0	0	
		P	2	1	1	1	
	Gaji Orang Tua						0,05881389
		Rendah	2	2	0	0	
		Sedang	4	2	2	1	
		Tinggi	3	3	0	0	
	Tahun Angkatan						0,503258335
		2011	6	6	0	0	
		2012	2	2	0	0	
		2013	0	0	0	0	
		2014	0	0	0	0	
		2015	1	0	1	0	
	IPK						0,142690279
		Pujian	0	0	0	0	
		Sangat Memuaskan	1	1	0	0	
		Memuaskan	4	3	1	0,811278124	
		Cukup	4	4	0	0	
	IPS 1						0,503258335
		Pujian	0	0	0	0	
		Sangat Memuaskan	0	0	0	0	
		Memuaskan	1	0	1	0	
		Cukup	6	6	0	0	
		Kurang	2	2	0	0	
	IPS 2						0,503258335
		Pujian	0	0	0	0	
		Sangat Memuaskan	0	0	0	0	
		Memuaskan	1	0	1	0	
		Cukup	8	8	0	0	
		Kurang	0	0	0	0	
	IPS 3						0,142690279
		Pujian	0	0	0	0	
		Sangat Memuaskan	1	1	0	0	
		Memuaskan	1	1	0	0	
		Cukup	4	3	1	0,811278124	
		Kurang	2	2	0	0	

Perhitungan pada *node* ini merupakan akhir dari proses pembentukan pohon, semua atribut telah berhasil diklasifikasikan. Dari perhitungan tabel 9 maka menghasilkan bentuk pohon seperti pada gambar 23.



Gambar 23. *Node* 1.3

Rule atau Aturan yang terbentuk dari perhitungan 55 data sampel *training* menghasilkan 13 *rule* dengan keputusan Lulus Tepat Waktu dan 8 *rule* dengan keputusan Tidak Lulus Tepat Waktu. Aturan ini digunakan pada proses *testing* yaitu memprediksi kelulusan mahasiswa yang belum diketahui. Tiap *field* data akan diprediksi dicocokkan dengan *rule* atau aturan yang terbentuk saat proses *training*. Berikut keterangannya:

Prediksi Lulus Tepat Waktu :

1. Jika nilai IPS 4 Pujian, Maka akan Lulus Tepat Waktu.
2. Jika nilai IPS 4 Sangat Memuaskan dan nilai IPS 1 Sangat Memuaskan, Maka akan Lulus Tepat Waktu.
3. Jika nilai IPS 4 Sangat Memuaskan dan nilai IPS 1 Memuaskan, Maka akan Lulus Tepat Waktu.
4. Jika nilai IPS 4 Sangat Memuaskan dan nilai IPS 1 Pujian dan Tahun Masuk 2011, Maka akan Lulus Tepat Waktu.
5. Jika nilai IPS 4 Sangat Memuaskan dan nilai IPS 1 Pujian dan Tahun Masuk 2015, Maka akan Lulus Tepat Waktu.
6. Jika nilai IPS 4 Sangat Memuaskan dan nilai IPS 1 Cukup dan nilai IPS 3 Sangat Memuaskan, Maka akan Lulus Tepat Waktu.
7. Jika nilai IPS 4 Sangat Memuaskan dan nilai IPS 1 Cukup dan nilai IPS 3 Memuaskan, Maka akan Lulus Tepat Waktu.
8. Jika nilai IPS 4 Sangat Memuaskan dan nilai IPS 1 Cukup dan nilai IPS 3 Cukup, Maka akan Lulus Tepat Waktu.
9. Jika nilai IPS 4 Sangat Memuaskan dan nilai IPS 1 Cukup dan nilai IPS 3 Pujian dan nilai IPS 2 Memuaskan, Maka akan Lulus Tepat Waktu.
10. Jika nilai IPS 4 Sangat Memuaskan dan nilai IPK Memuaskan, Maka akan Lulus Tepat Waktu.
11. Jika nilai IPS 4 Sangat Memuaskan dan nilai IPK Sangat Memuaskan dan nilai IPS 1 Sangat Memuaskan, Maka akan Lulus Tepat Waktu.

Jika nilai IPS 4 Sangat Memuaskan dan nilai IPK Sangat Memuaskan dan nilai IPS 1 Use the "Insert Citation" button to add citations to this document.

12. Cukup, Maka akan Lulus Tepat Waktu.
13. Jika nilai IPS 4 Sangat Memuaskan dan Tahun Masuk 2015, Maka akan Lulus Tepat Waktu.

Prediksi Tidak Lulus Tepat Waktu :

1. Jika nilai IPS 4 Kurang, Maka Tidak Lulus Tepat Waktu.
2. Jika nilai IPS 4 Sangat Memuaskan dan nilai IPS 1 Pujian dan Tahun Angkatan 2012, Maka Tidak Lulus Tepat Waktu.
3. Jika nilai IPS 4 Sangat Memuaskan dan nilai IPS 1 Cukup dan nilai IPS 3 Pujian dan nilai IPS 2 Cukup, Maka Tidak Lulus Tepat Waktu.
4. Jika nilai IPS 4 Memuaskan dan nilai IPK Cukup, Maka Tidak Lulus Tepat Waktu.
5. Jika nilai IPS 4 Memuaskan dan IPK Sangat Memuaskan dan nilai IPS 1 Pujian, Maka Tidak Lulus Tepat Waktu.
6. Jika nilai IPS 4 Memuaskan dan IPK Sangat Memuaskan dan nilai IPS 1 Memuaskan, Maka Tidak Lulus Tepat Waktu.
7. Jika nilai IPS 4 Cukup dan Tahun Angkatan 2011, Maka Tidak Lulus Tepat Waktu.

8. Jika nilai IPS 4 Cukup dan Tahun Angkatan 2012, Maka Tidak Lulus Tepat Waktu.

V. KESIMPULAN

Dari hasil Penelitian, perancangan, dan Implementasi yang telah dilakukan dari aplikasi data *mining* untuk memprediksi kelulusan mahasiswa berbasis *web* menggunakan algoritma C45, dapat disimpulkan beberapa simpulan, yaitu :

1. Aplikasi ini dapat memprediksi dini lulus tepat waktu atau tidaknya mahasiswa.
2. Aplikasi ini dapat menjadi bahan evaluasi program studi dalam meningkatkan *system* pembelajaran bagi mahasiswa.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan maka penulis mengajukan beberapa saran kepada pihak yang akan mengembangkan sebagai pengembang selanjutnya antara lain:

1. Aplikasi Penerapan Algoritma C45 Memprediksi Kelulusan Mahasiswa Berbasis *Web* ini dikembangkan lagi dengan menambahkan beberapa variabel atribut lain untuk syarat kelulusan sesuai dengan kebutuhan fungsional.
2. Aplikasi Penerapan Algoritma C45 Memprediksi Kelulusan Mahasiswa Berbasis *Web* ini dikembangkan ke *Smartphone* atau *Android*.
3. Sistem ini dikembangkan lagi ke arah pengguna sistem lain, misal mahasiswa yang dapat memprediksi dini kecenderungan apakah mahasiswa tersebut lulus tepat waktu atau tidak..

REFERENSI

- [1] D. T. Larose, *Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining*. In *Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining*, John Wiley & Son, 2005.
- [2] A. Ibrahim, *Pengertian Aplikasi dan Sejarah Perkembangan Aplikasi*, 2013.
- [3] T. Sutabri, *Analisis Sistem Informasi*. Andi. Yogyakarta, Yogyakarta: Andi, 2012.
- [4] E. Turban, J. E. Aronson and T.-P. Liang, "Chapter 11 Knowledge Acquisition, Representation, and Reasoning," in *Decision Support Systems and Intelligent Systems*, Prentice Hall, 2005.
- [5] J. Han, M. Kamber and J. Pei, *Data Mining: Concepts and Techniques*, Morgan Kaufmann. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-61819-5>, 2012.
- [6] S. Mashlahah, "Prediksi kelulusan mahasiswa menggunakan metode *Decision tree* dengan penerapan algoritma C45 (Doctoral dissertation)," Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim., 2013.
- [7] Kusnawi, "Pengantar solusi data mining," in *Seminar Nasional Teknologi 2007 (SNT 2007)*, yogyakarta, 2007.
- [8] S. T. Suyanto, *Artificial Intelligence: Searching, Reasoning, Planning, dan Learning*, Bandung: Informatika, 2007.
- [9] Craw, "Case Base Reasoning : Lecture 3: CBR Case-Base Indexing," <http://www.comp.rgu.ac.uk/staff/smc/teaching/kbp3/> , 2005.
- [10] Havaluddin, "Memahami Penggunaan UML (Unified Modelling Language). Memahami Penggunaan UML (Unified Modelling Language)," 2011.
- [11] J. Simarmata, *Rekayasa Web, Analisis dan Desain Sistem, Rekayasa Informasi, Rekayasa Hypermedia, Interaksi Manusia dan Komputer, Rekayasa Kebutuhan, Data Mining, Manajemen Proyek*, yogyakarta: Andi offset, 2010.
- [12] R. S. Pressman, *Rekayasa perangkat lunak pendekatan praktisi*, Yogyakarta: Andi Offset, 2002.