

PREDIKSI JUMLAH KELAS PERKULIAHAN DI FAKULTAS TEKNIK UHAMKA DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA *CLASSIFIER*

Atiqah Meutia Hilda¹⁾, Irwan Rahmadi²⁾, Akhmad Rizal Dzikrillah³⁾, Erizal⁴⁾, Dan Mugisidi⁵⁾

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof.DR.HAMKA
Jl.Tanah Merdeka No.6, Kp.Rambutan, Ps.Rebo, Jakarta Timur

E-mail: atiqahmeutihilda@uhamka.ac.id²⁾, irwanrahmaditkj@gmail.com¹⁾, ahmadrizaldzikrillah@uhamka.ac.id³⁾,
erizal@uhamka.ac.id⁴⁾, dan.mugisidi@uhamka.ac.id⁵⁾

Corresponding author : atiqahmeutihilda@uhamka.ac.id

Abstrak

Metode yang digunakan untuk menentukan jumlah kelas perkuliahan di Fakultas Teknik UHAMKA masih menggunakan data jumlah mahasiswa aktif masing-masing angkatan sebagai acuan untuk menentukan jumlah kelas. Kelemahan masih terjadi, disebabkan ada kemungkinan mahasiswa tidak mengambil mata kuliah karena mengulang matakuliah tertentu atau maksimal sks yang tidak mencukupi, selain itu ada kemungkinan mahasiswa mengambil mata kuliah lebih dari yang sudah ditetapkan di dalam kurikulum karena batas maksimal sks yang tinggi akibat memiliki IPS diatas 3.00. Hasil dari kajian pustaka menghasilkan bahwa beberapa algoritma classifier seperti algoritma Artificial Neural Network, Naïve Bayes dan Support Vector Machine adalah sebuah model classifier/klasifikasi yang dapat digunakan untuk memprediksi mahasiswa yang mengambil mata kuliah. Sehingga pada penelitian ini penulis menguji 3 algoritma tersebut untuk mencari algoritma yang terbaik. Variabel yang digunakan dalam prediksi ini adalah semester mahasiswa, jumlah maksimal SKS, angkatan, status pengambilan mata kuliah mengulang/baru, status nilai mata kuliah mengulang nilai C/mengulang nilai D dan E, jenis mata kuliah, SKS mata kuliah dan nilai IPK. Untuk meningkatkan hasil penentuan jumlah kelas, sistem akan memeriksa mahasiswa yang belum mengambil/mengulang untuk memfilter data mahasiswa yang akan diprediksi. Hasil dari pengujian model klasifikasi dengan k-Fold Cross-Validation adalah algoritma naïve bayes memiliki akurasi 66.69%, SVM 85.25% dan neural network 81.16%, sehingga algoritma yang memiliki akurasi tertinggi adalah SVM. Dengan menggunakan algoritma SVM dan data mahasiswa yang sudah di filter sistem prediksi dapat melakukan prediksi pengambilan mata kuliah dengan hasil yang baik untuk membantu ketua program studi untuk menentukan jumlah kelas perkuliahan.

Abstract

The method used to determine the number of lectured classes at the UHAMKA Faculty of Engineering still uses data on the number of active students in each generation as a reference for determining the number of classes. Weaknesses still occur, because there is a possibility that students do not take courses because they are repeating certain courses or the maximum credits are insufficient, besides that there is the possibility of students taking more courses than those specified in the curriculum because the maximum credit limit is high due to having IPS above 3.00 . The results of the literature review show that several classifier algorithms such as the Artificial Neural Network algorithm, Naïve Bayes and Support Vector Machine are a classifier / classification model that can be used to predict students taking courses. So that in this study the authors tested the 3 algorithms to find the best algorithm. The variables used in this prediction are the student semester, the maximum number of credits, batch, the status of taking repeat / new courses, the status of repeating C / repeating D and E scores, type of courses, SKS of courses and GPA scores. To increase the results of determining the number of classes, the system will check students who have not taken / repeated to filter student data that will be predicted. The results of testing the classification model with k-Fold Cross-Validation are that the Naïve Bayes algorithm has an accuracy of 66.69%, SVM 85.25% and neural network 81.16%, so the algorithm that has the highest accuracy is SVM. By using the SVM algorithm and student data that has been filtered by the prediction system, it can predict course taking with good results to help the head of the study program determine the number of classes.

Kata kunci: Artificial Neural Network, Naïve Bayes, Support Vector Machine, prediction of number of lecture classes, k-Fold Cross-Validation

1 PENDAHULUAN

Penjadwalan perkuliahan yang ada di Fakultas Teknik UHAMKA masih menggunakan metode yang manual. Dalam menentukan jumlah kelas KAPRODI Teknik Informatika, Teknik Mesin dan Teknik Elektro menyesuaikan dengan jumlah mahasiswa aktif di masing-masing angkatan.

Metode penentuan jumlah kelas masih memiliki kekurangan ditandai dengan adanya mahasiswa yang belum bisa mengambil mata kuliah tertentu karena semua kelas yang dibuka untuk mata kuliah tersebut sudah terisi penuh. Ada juga jumlah kelas untuk mata kuliah tertentu yang dirasa berlebihan karena ada salah satu kelas yang dibuka dengan jumlah mahasiswa yang lebih sedikit dibanding dengan kelas lain dengan mata kuliah yang sama.

Sistem perkuliahan yang mengharuskan mengulang mata kuliah yang tidak lulus mempengaruhi proses penentuan jumlah kelas, karena mahasiswa memiliki kemungkinan tidak akan memilih mata kuliah yang telah disediakan sesuai kurikulum per semester dan mengulang terlebih dahulu mata kuliah yang mengulang atau bahkan sebaliknya.

Sistem pembatasan jumlah SKS mata kuliah yang bisa diambil mahasiswa dalam 1 semester juga mempengaruhi proses penentuan jumlah kelas, karena akan terbentuk banyak kemungkinan-kemungkinan dari kombinasi mata kuliah yang akan dipilih oleh mahasiswa dalam 1 semester. Mahasiswa memiliki kemungkinan menenggalkan beberapa mata kuliah, bisa juga mengambil mata kuliah yang disediakan untuk angkatan di atas-nya.

Ketika ada pembatasan pengambilan mata kuliah berdasarkan indeks prestasi, hal ini menimbulkan masalah dalam pengambilan mata kuliah yang memiliki prasyarat telah mengambil mata kuliah tertentu di semester sebelumnya. Ketika mahasiswa belum mengambil mata kuliah prasyarat, maka dia tidak bisa mengambil mata kuliah yang memiliki mata kuliah prasyarat

Dengan menggunakan 3 algoritma klasifikasi yang akan dibandingkan dan variabel yang digunakan dalam prediksi ini yang terdiri dari semester mahasiswa, jumlah maksimal SKS, angkatan, status pengambilan mata kuliah mengulang/baru, status nilai mata kuliah mengulang nilai C/mengulang nilai D dan E, jenis mata kuliah, SKS mata kuliah dan nilai IPK. Hasil dari pengujian model klasifikasi dengan k-Fold Cross-Validation adalah algoritma naïve bayes memiliki akurasi 66.69%, SVM 85.25% dan neural network 81.16%, sehingga algoritma yang memiliki akurasi tertinggi adalah SVM. Sistem prediksi akan menggunakan algoritma SVM untuk memprediksi pengambilan matakuliah dari masing-masing mahasiswa untuk mendapatkan jumlah mahasiswa dalam sebuah kelas perkuliahan.

2 DASAR TEORI

Klasifikasi dapat didefinisikan sebagai proses untuk menyatakan suatu objek data sebagai salah satu kategori (kelas) yang telah didefinisikan sebelumnya dengan cara mempelajari sekumpulan data dan membuat sebuah model classifier untuk mengklasifikasi atau mengenali data-data yang baru.^[1] Klasifikasi data secara umum terdiri dari dua langkah penting, yaitu proses pembelajaran (*learning*) dan proses pengujian (*testing*) [2].

Artificial Neural Network (ANN) adalah metode yang membentuk suatu jaringan dengan menerapkan model sistem saraf otak manusia (*neuron*) dalam melakukan pengenalan pola, khususnya klasifikasi [1].

Naïve Bayes adalah *classifier* yang dapat memprediksi probabilitas keanggotaan kelas, seperti probabilitas suatu tuple adalah termasuk kelas tertentu. Pengklasifikasi Naïve Bayesian mengasumsikan bahwa pengaruh nilai atribut pada kelas yang diberikan tidak tergantung pada nilai atribut lainnya. Asumsi ini disebut independensi kondisional kelas. Ini dibuat untuk menyederhanakan perhitungan yang terlibat dan dalam hal ini teorema *bayessian* disebut "*naive*" [2].

$$P(H|X) = \frac{P(X|H)P(H)}{P(X)} \quad (1-1)$$

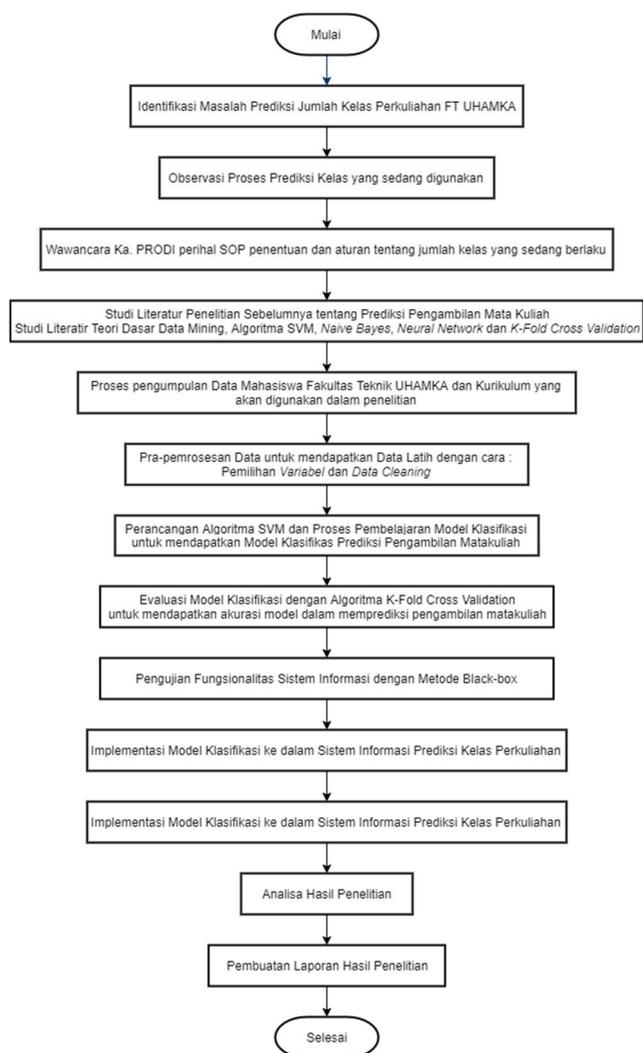
Support Vector Machine (SVM) adalah suatu teknik klasifikasi yang efisien untuk menyelesaikan masalah yang bersifat non-linear. Dalam menentukan label kelas dari data-data, *Support Vector Machine* menggunakan sebuah pemisah yaitu *hyperplane*, pemisah antar kelas tersebut ditentukan dengan cara memaksimalkan jarak antar kelas (margin) dan membelah himpunan data menjadi dua kelas yang sama, sehingga posisi *hyperplane* tepat berada di tengah-tengah 2 kelas tersebut [1].

3 METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah waterfall dengan tahapan yang dilakukan adalah mengidentifikasi masalah yang terjadi pada cara penentuan jumlah kelas di fakultas teknik UHAMKA, selanjutnya melakukan tahapan observasi dan wawancara agar mengetahui lebih dalam masalah yang terjadi serta studi literatur terkait metode-metode yang digunakan oleh penelitian sejenis dalam menyelesaikan masalah yang terjadi.

Langkah selanjutnya adalah mengumpulkan data-data yang diperlukan dan merancang sistem serta menguji algoritma naïve bayes, SVM dan neural network untuk mencari algoritma apa yang memiliki akurasi terbaik. Setelah mendapatkan algoritma yang tepat selanjutnya

meng-implemmentasikan algoritma tersebut dalam sistem prediksi jumlah kelas dan menganalisa hasil dari prediksi kelas tersebut.

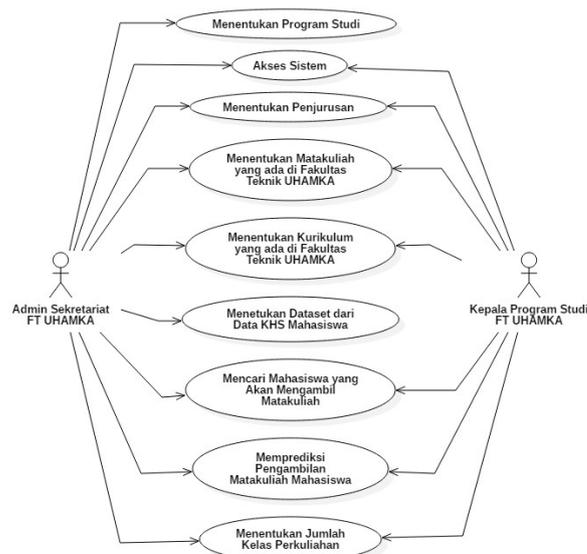


Gambar 1. Diagram Flowchart Metode Penelitian

4 USE CASE DIAGRAM

Use case diagram ini memiliki actor/pengguna sistem yang terdiri dari sekretariat dan ketua program studi FT UHAMKA. Sekretariat FT UHAMKA dapat membuat master data Program Studi, akun untuk akses ketua program studi, penjurusan yang ada di program studi, mata kuliah, kurikulum dan dataset KHS mahasiswa, sedangkan ketua program studi hanya dapat membuat master data mata kuliah, penjurusan dan kurikulum.

Untuk prediksi jumlah kelas dan memeriksa matakuliah yang perlu diambil oleh mahasiswa dapat dilakukan oleh ketua program studi dan sekretariat FT UHAMKA.

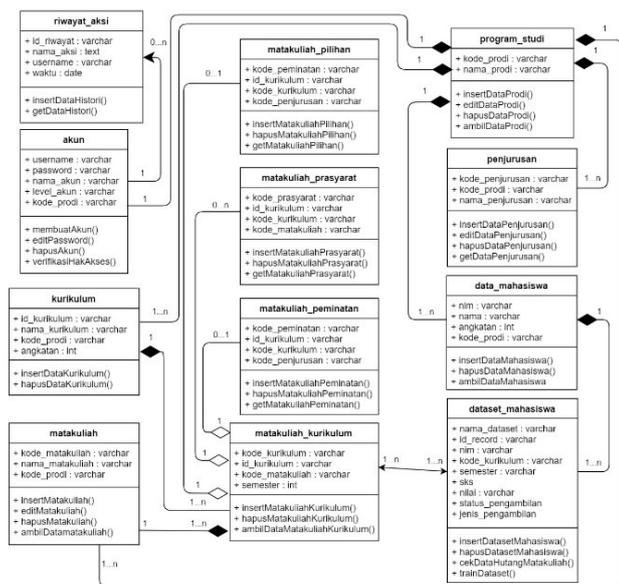


Gambar 2. Use Case Diagram Sistem Prediksi

5 CLASS DIAGRAM

Untuk sistem prediksi jumlah kelas perkuliahan memiliki alur data yang memiliki 12 class yang terdiri dari akun, riwayat aksi, program studi, penjurusan, matakuliah, kurikulum, matakuliah kurikulum, matakuliah peminatan, matakuliah prasyarat, matakuliah pilihan, data mahasiswa dan dataset mahasiswa.

Tabel program_studi digunakan untuk menyimpan data program studi yang ada di Fakultas Teknik UHAMKA. Tabel user digunakan untuk menyimpan data akun, Tabel data_mahasiswa digunakan untuk menyimpan data mahasiswa yang ada di tabel dataset_mahasiswa, Tabel dataset_mahasiswa digunakan untuk menyimpan dataset mata kuliah dengan status pengambilan 'Y' dan dataset mata kuliah dengan status pengambilan 'N', Tabel penjurusan digunakan untuk menyimpan data jenis peminatan yang ada di Fakultas Teknik UHAMKA, Tabel mata kuliah digunakan untuk menyimpan data mata kuliah yang ada di Fakultas Teknik UHAMKA, Tabel kurikulum digunakan untuk menyimpan informasi umum tentang kurikulum, Tabel mata_kuliah_kurikulum digunakan untuk menyimpan data mata kuliah yang digunakan dalam sebuah kurikulum, Tabel mata_kuliah_prasyarat digunakan untuk menyimpan data prasyarat suatu mata kuliah dalam sebuah kurikulum, Tabel mata_kuliah_peminatan digunakan untuk menyimpan data peminatan suatu mata kuliah dalam sebuah kurikulum dan Tabel mata_kuliah_pilihan digunakan untuk menyimpan data pilihan untuk peminatan suatu mata kuliah dalam sebuah kurikulum.

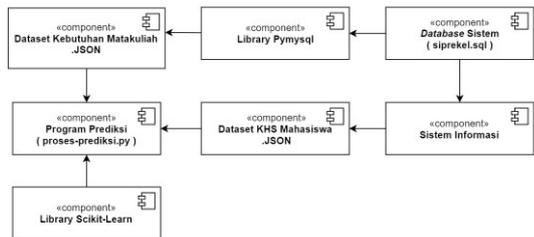


Gambar 3. Class Diagram Sistem Prediksi

6 COMPONENT DIAGRAM

Component diagram dari sistem ini adalah database sistem digunakan dalam sistem informasi untuk menentukan data mata kuliah, kurikulum, dataset KHS mahasiswa dan user. Selain itu dalam menentukan kebutuhan mata kuliah yang akan diambil mahasiswa membutuhkan Pymysql untuk mengakses database sistem.

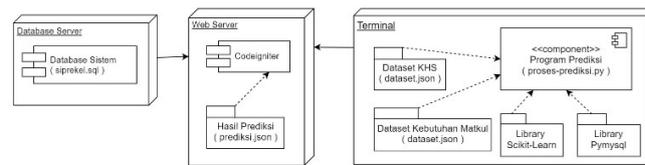
Untuk program python yang digunakan untuk melakukan prediksi, penulis menggunakan library scikit-learn untuk melakukan prediksi dan data yang dibutuhkan pada saat prediksi didapat dari output pencarian kebutuhan mata kuliah yang akan diambil mahasiswa dan dataset pengambilan mata kuliah yang berasal dari data KHS mahasiswa.



Gambar 4. Component Diagram Sistem

7 DEPLOYMENT DIAGRAM

Deployment Diagram menunjukkan susunan fisik sebuah sistem, menunjukkan bagian perangkat lunak mana yang berjalan pada perangkat keras.



Gambar 5. Deployment Diagram Sistem

Sistem ini menggunakan 3 perangkat inti yaitu, database server yang digunakan untuk menyimpan dataset KHS mahasiswa, data kurikulum dan data mata kuliah, data program studi, data penjurusan di masing-masing program studi, dan data akun pengguna sistem tersebut. Web server digunakan untuk menjalankan sistem informasi berbasis web yang dibuat menggunakan framework codeigniter. Terminal/command prompt digunakan untuk mengeksekusi program python yang terdiri dari library scikit-learn. Program ini digunakan untuk memprediksi pengambilan mata kuliah yang hasil output-nya digunakan untuk menentukan jumlah kelas perkuliahan.

8 PRE-PROCESSING DATA

Dalam melakukan preprocessing data, penulis melakukan beberapa strategi yaitu :

1. Mengurangi dataset yang merupakan data-data mahasiswa konversi, yaitu data mahasiswa yang masa waktu kuliahnya lebih dari 7 tahun dan mengalami perubahan NIM. Hal ini dilakukan karena penulis tidak dapat memastikan semester dari mahasiswa tersebut karena NIM mereka sudah di konversi.
2. Penambahan atribut semester dari data KHS mahasiswa, atribut ini dibuat secara manual dengan menambahkannya secara langsung dengan memperhatikan angkatan dan tahun ajaran dari data KHS tersebut.
3. Penambahan Atribut jenis pengambilan yang terdiri dari 'baru' dan 'mengulang' dan Atribut status nilai mata kuliah yang terdiri dari 'normal' dan 'mengulang C'.
4. Pembuatan dataset mata kuliah yang berstatus tidak diambil oleh mahasiswa dalam semester tertentu adalah dengan cara memeriksa mata kuliah yang belum diambil/mengulang sesuai kurikulum yang digunakan oleh masing-masing angkatan. Pemeriksaan meliputi syarat-syarat dari pengambilan mata kuliah tersebut, diantaranya adalah pemeriksaan pengambilan mata kuliah prasyarat dan maksimal pengambilan mata kuliah semester atas yaitu hanya diperbolehkan selisih 2 semester di atas dari semester mahasiswa tersebut. Proses ini dilakukan secara bersamaan dengan proses penambahan Atribut jenis pengambilan dan status nilai, karena sama sama mengacu dengan data KHS yang sudah diunggah sebelumnya.

5. Melakukan *encoding features* data dari data-data yang awalnya memiliki nilai value dengan tipe data string diubah ke dalam bentuk nominal, ini dilakukan untuk meningkatkan *performance* dari model yang akan terbentuk dalam menjalankan perhitungan matematika di dalam algoritma yang ada di *library scikit-learn*.

Dari hasil pengujian yang dilakukan menggunakan metode *k-fold crossvalidation* dapat disimpulkan bahwa akurasi terbaik untuk memprediksi pengambilan matakuliah adalah algoritma SVM dengan kernel RBF yaitu memiliki akurasi 85.25% untuk program studi teknik informatika, 82.95% untuk teknik elektro dan 81.48% untuk teknik mesin.

9 PENGUJIAN ALGORITMA

Pengujian dilakukan kepada 3 algoritma classifier dengan menggunakan variabel/atribut Semester mahasiswa mengambil matakuliah, Maksimal pengambilan SKS (12/15/18/21/24) Jenis Pengambilan (Mengulang / Baru) Status Nilai (Mengulang C / Normal) Jenis Matakuliah (Wajib / Prasyarat), SKS Matakuliah, Semester Matakuliah pada Kurikulum.

Tabel 1. Pengujian dengan Algoritma SVM (Polynomial).

Program Studi	Precision	Recall	F1-Score	Akurasi
TI	0,87	0,87	0,87	84,65%
TE	0,82	0,82	0,82	76,97%
TM	0,82	0,82	0,81	80,22%

Tabel 2. Pengujian dengan Algoritma SVM (Linear).

Program Studi	Precision	Recall	F1-Score	Akurasi
TI	0,86	0,86	0,86	83,02%
TE	0,68	0,69	0,68	63,75%
TM	0,78	0,78	0,78	78,48%

Tabel 3. Pengujian dengan Algoritma SVM (RBF).

Program Studi	Precision	Recall	F1-Score	Akurasi
TI	0,88	0,88	0,88	85,25%
TE	0,84	0,84	0,83	82,96%
TM	0,84	0,84	0,83	81,48%

Tabel 4. Pengujian dengan Algoritma Neural Network.

Program Studi	Precision	Recall	F1-Score	Akurasi
TI	0,88	0,87	0,87	66,96%
TE	0,86	0,85	0,85	65,34%
TM	0,64	0,64	0,50	66,60%

Tabel 5. Pengujian dengan Algoritma Naïve Bayes (Gaussian).

Program Studi	Precision	Recall	F1-Score	Akurasi
TI	0,77	0,72	0,71	37,13%
TE	0,76	0,61	0,46	60,69%
TM	0,77	0,37	0,21	36,51%

10 PENGUJIAN USER

Pengujian ini dilakukan oleh ketua/sekretaris program studi yang ada di fakultas teknik UHAMKA. Dengan jumlah responden sebanyak 3 orang. Pengujian ini dilakukan dengan mengajukan 7 pertanyaan tentang sistem prediksi ini untuk melihat apakah sistem ini sudah cukup baik atau belum untuk menentukan jumlah kelas perkuliahan.

Tabel 6. Penilaian Skala Likert.

Keterangan	Nilai	Skor Kriteria	Interval Bobot
Sangat Baik	5	$(1*3)*7 = 21$	1-21
Baik	4	$(2*3)*7 = 35$	22-35
Cukup	3	$(3*3)*7 = 42$	36-42
Kurang Baik	2	$(4*3)*7 = 84$	43-84
Sangat Kurang Baik	1	$(5*3)*7 = 105$	85-105

Dari 3 orang responden yaitu ketua program studi teknik informatika, teknik elektro dan teknik mesin fakultas teknik UHAMKA didapatkan hasil di tabel 7.

Tabel 7. Tabulasi Nilai Responden.

Penyebaran Respon						
No. Soal	SKB	KB	C	B	SB	BOBOT
1.			2	1		10
2.			1	1	1	12
3.			2	1		10
4.			2	1		10
5.			2	1		10
6.			2	1		10
7.			2	1		10
TOTAL BOBOT						72

Dari hasil pengujian dengan metode skala likert yang ada pada tabel 7 dan memperhatikan interval skala likert pada tabel 6, sistem ini memiliki nilai bobot 72 menunjukkan sistem masuk ke interval “Baik” untuk digunakan sebagai sistem yang membantu menentukan jumlah kelas perkuliahan.

11 HASIL PREDIKSI

data hasil prediksi jumlah kelas perkuliahan teknik informatika

Maksimal jumlah mahasiswa dalam 1 kelas adalah 35 mahasiswa. Detail hasil prediksi dapat dilihat dengan mengklik tombol 'Lihat Detail'

Kode Matakuliah	Nama Matakuliah	Jumlah Mahasiswa Baru	Prediksi Akan Mengambil	Prediksi Tidak Mengambil	Jumlah Kelas	Akurasi	Detail
0202023	Teori Lemah dan Magnet	0 Mahasiswa	32 Mahasiswa	0 Mahasiswa	0 Kelas	87.02	Lihat Detail
0202005	Sistem Digital dan Geometri	0 Mahasiswa	309 Mahasiswa	19 Mahasiswa	9 Kelas (30 Mahasiswa) dan total 309 Mahasiswa	84.87	Lihat Detail
0202045	Kewarganegaraan	82 Mahasiswa	1 Mahasiswa	98 Mahasiswa	2 Kelas (35 Mahasiswa) dan total 83 Mahasiswa	87.02	Lihat Detail
2003003	Struktur Data	0 Mahasiswa	220 Mahasiswa	82 Mahasiswa	8 Kelas (30 Mahasiswa) dan total 240 Mahasiswa	87.02	Lihat Detail
3003003	Analisa Perancangan Sistem	0 Mahasiswa	3 Mahasiswa	18 Mahasiswa	Tidak perlu kelas	87.02	Lihat Detail

Gambar 6. Tampilan Sistem Prediksi

Untuk menentukan jumlah kelas total dari mahasiswa yang telah diprediksi ditentukan dengan rumus :

$$X = \text{Total Mhs} : 35;$$

dan,

$$\text{IF (Total Mhs (mod 35) } \geq 15 \text{) } \{ \\ X + 1 \\ \}$$

X adalah jumlah kelas, dan apabila hasil bagi lebih dari atau sama dengan 15 maka jumlah kelas ditambah 1. Penambahan ini mengikuti kebijakan fakultas untuk melaksanakan kelas perkuliahan minimal 15 mahasiswa dalam 1 kelas.

12 PENUTUP

Hasil pengujian menggunakan metode *k-Fold Cross Validation* dengan jumlah fold 10 pada sistem, menghasilkan akurasi dari masing masing algoritma. Akurasi tertinggi dari Algoritma *Naive Bayes* adalah 66.69% dengan menggunakan model dataset yang sudah di filter berdasarkan mata kuliah yang ingin diprediksi, akurasi tertinggi *Support Vector Machine* adalah 85.25% dengan menggunakan mode dataset seluruh data KHS dan akurasi tertinggi *Neural Network* memiliki adalah 81.16%. Sehingga dari perbandingan akurasi tersebut dapat disimpulkan bahwa algoritma yang memiliki akurasi terbaik adalah Algoritma *Support Vector Machine*.

Setelah melakukan pengujian oleh user untuk fungsional sistem dan diukur dengan skala likert, sistem sudah dapat digunakan untuk memprediksi jumlah kelas perkuliahan di fakultas teknik UHAMKA.

KEPUSTAKAAN

[1] Suyanto, "Data Mining Untuk Klasifikasi dan Klusterisasi Data. Informatika Bandung, Bandung,," J. Chem. Inf. Model., 2017.

[2] J. Han, M. Kamber, and J. Pei, Data Mining: Concepts and Techniques. 2012.

[3] I. K. Syahputra, F. A. Bachtiar, and S. A. Wicaksono, "Implementasi Data Mining untuk Prediksi Mahasiswa Pengambil Mata Kuliah dengan Algoritme Naive Bayes," J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput., vol. 2, no. 11, pp. 5902–5910, 2018.

[4] H. Hazaki, J. L. Buliali, and A. Yuniarti, "APLIKASI UNTUK PREDIKSI JUMLAH MAHASISWA PENGAMBILMATAKULIAH DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA STUDI KASUS DI JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA ITS," Tugas Akhir, pp. 1–8, 2011.

[5] Ashari, "APLIKASI DATA MINING UNTUK MEMREDIKSI MATAKULIAH PILIHAN PADA PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA STMIK AKBA Ashari Program Studi Teknik Informatika , STMIK AKBA," J. Inspir., vol. 3, no. 1, pp. 29–36, 2013.

[6] Jefri; Kusri, "IMPLEMENTASI ALGORITMA C4.5 DALAM APLIKASI UNTUK MEMREDIKSI JUMLAH MAHASISWA YANG MENGULANG MATA KULIAH DI STMIK AMIKOM YOGYAKARTA," Tugas Akhir, pp. 1–14, 2013.

[7] N. Narwanto, "PERBANDINGAN HASIL PREDIKSI JUMLAH PESERTA KULIAH MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC (MAMDANI DAN SUGENO)," Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Multimed. 2015, pp. 13–17, 2015.

[8] L. Ariyani, "KAJIAN PENERAPAN MODEL C45 , SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM), DAN NEURAL NETWORK DALAM PREDIKSI," Fakt. Exacta, vol. 9, no. 1, pp. 72–86, 2016.

[9] D. Widiastuti, "Analisa Perbandingan Algoritma Svm , Naive Bayes , Dan Decision Tree Dalam Mengklasifikasikan Serangan (Attacks)," pp. 1–8, 2007.

[10] K. Naik, SOFTWARE TESTING AND QUALITY ASSURANCE Theory and Practice. Canada: John Wiley & Sons, Inc, 2008.

[11] Sugiyono, "Metode Penelitian Pendidikan pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D,," in METODE PENELITIAN ILMIAH, 2014.