Penerapan *Artificial Neural Network* (ANN) untuk Prediksi Prestasi Akhir Mahasiswa Melalui Nilai Mata Kuliah Dasar Tingkat 1

1st Annisa Rahmawati Suleman
Fakultas Informatika
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
Annisarahma@students.telkomuniversity.ac.id

2nd Irma Palupi
Fakultas Informatika
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
Irmapalupi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak-Predikat kelulusan yang didapatkan mahasiswa dapat berbeda-beda tergantung dengan nilai indeks prestasi kumulatif yang didapatkannya. Pada penelitian ini, metode *artificial neural network* (ANN) digunakan untuk memprediksi predikat kelulusan mahasiswa berdasarkan nilai mata kuliah dasar yang telah dipelajari untuk melihat pengaruh nilai tersebut terhadap predikat kelulusan mahasiswa. Nilai mata kuliah dasar tersebut berjumlah 14 mata kuliah sebagai fitur yaitu, nilai mata kuliah kalkulus I, nilai mata kuliah kalkulus II, nilai mata kuliah matematika diskrit, nilai mata kuliah logika matematika, nilai mata kuliah dasar algoritma dan pemrograman, nilai mata kuliah matriks dan ruang vektor, nilai mata kuliah bahasa indonesia, nilai mata kuliah pendidikan kewarganegaraan , nilai mata kuliah bahasa inggris I, nilai mata kuliah bahasa inggris II, nilai mata kuliah fisika, nilai mata kuliah pengantar teknik informatika, dan nilai mata kuliah literasi TIK. Hasil menunjukkan dengan metode *artificial neural network* (ANN) mampu memprediksi prestasi akhir mahasiswa dengan akurasi terbaik sebesar 73%. Hal ini menunjukkan bahwa mata kuliah dasar tingkat 1 berpengaruh baik dan bisa digunakan untuk memprediksi predikat kelulusan mahasiswa.

Kata kunci - Artificial Neural Network, Nilai, Predikat, Prediksi.

Abstract-*The predicate of graduation obtained by students can varies depending on the cumulative grade point average they get. In this study, the artificial neural network (ANN) method was used to predict the graduation predicate of students based on the grades of basic courses that have been studied to see the effect of these scores on the graduation predicate of students. The value of the basic courses totals 14 courses as features, namely, the value of the calculus I course, the value of the calculus II course, the value of the discrete mathematics course, the value of the mathematical logic course, the value of the basic algorithm and programming course, the value of the matrix and vector space, the value of the Indonesian language course, the value of the civics education course, the value of the English language course I, the value of the English class II, the value of the physics course, the value of the introductory course in informatics engineering, and the value of the ICT literacy course. The results show that the artificial neural network (ANN) method is able to predict the final achievement of students with the best accuracy of 73%. This shows that level 1 basic courses have a good effect and can be used to predict student graduation predicate.*

Keywords- ***Artificial Neural Network, Value, Predicate, Prediction.***

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indeks prestasi mahasiswa merupakan suatu nilai yang penting bagi mahasiswa agar dapat menentukan tingkat kelulusan. Nilai IPK beserta predikat kelulusan yang didapatkan mahasiswa diakhir masa studi yang ditempuhnya dapat berbeda setiap individu. Penilaian dosen berdasarkan nilai mata kuliah dasar tingkat 1 dapat dijadikan sebagai acuan bagi mahasiswa agar nilai-nilai mata kuliah selanjutnya bisa lebih baik dan bisa mendapatkan indeks prestasi yang diharapkan.

Prediksi adalah proses menerka atau memperkirakan tentang sesuatu yang akan terjadi pada masa depan berdasarkan informasi yang didapatkan pada masa lalu dan yang dimiliki sekarang. Metode prediksi ialah dengan mengukur kesalahan atau selisih antara sesuatu yang terjadi dan hasil terkaan atau perkiraan[1]. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan prediksi. Berikut merupakan penelitian yang telah dilakukan dan berhasil dalam menyelesaikan masalah prediksi. Penelitian Sajid Umair dkk [2] menggunakan metode *artificial neural network* (ANN) dan *support vector machine* (SVM) untuk memprediksi nilai mahasiswa. Penelitian ini berhasil mengkombinasikan *latent semantic* analisis dan *support vector* dan didukung oleh *articial neural network* (ANN) dan mendapatkan hasil akurasi yang bagus tetapi data yang digunakan tidak berupa nilai mahasiswa yang didapat sebelumnya melainkan menggunakan data tingkat minat, tingkat pemahaman, tingkat kesulitan dll.

Pada penelitian ini, penulis menggunakan data nilai mata kuliah dasar tingkat 1 untuk

memprediksikan prestasi akhir mahasiswa. Prestasi akhir mahasiswa berupa nilai IPK yang dikonversi menjadi predikat kelulusan berupa cumlaude, dengan pujian, sangat memuaskan, memuaskan, dan tanpa predikat.

B. Perumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana menentukan informasi dan data apa saja yang dibutuhkan untuk memprediksi nilai akhir mahasiswa?
2. Bagaimana metode ANN dapat diimplementasikan dalam proses prediksi prestasi tingkat akhir mahasiswa?
3. Bagaimana menentukan parameter yang terbaik ANN dalam proses prediksi prestasi tingkat akhir mahasiswa?
4. Bagaimana performa model ANN untuk prediksi prestasi akhir mahasiswa?

C. Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan pada hal-hal berikut :

1. Nilai mata kuliah yang akan dijadikan prediksi adalah nilai mata kuliah tingkat dasar mahasiswa.
2. Dataset yang digunakan adalah data nilai-nilai mata kuliah dasar mahasiswa Telkom university fakultas informatika jurusan informatika yang telah lulus pada tahun 2018-2020.
3. Pembangunan model menggunakan *artificial neural network* (ANN).

D. Tujuan

1. Untuk mengetahui informasi dan data apa saja yang dibutuhkan untuk memprediksi nilai akhir mahasiswa.
2. Untuk menentukan dan mengetahui metode ANN dapat diimplementasikan dalam proses prediksi prestasi tingkat akhir mahasiswa.
3. Untuk mengetahui parameter yang terbaik untuk metode ANN dalam proses prediksi prestasi tingkat akhir mahasiswa.
4. Untuk mengetahui performa model ANN untuk prediksi prestasi akhir mahasiswa.

E. Organisasi Tulisan

Penelitian ini dibagi menjadi 5 bagian. Bagian pertama yang berisi pendahuluan dan latar belakang penelitian. Bagian kedua mengenai studi terkait penelitian, bagian 3 mengenai sistem yang dibangun, bagian 4 mengenai hasil pengujian dan bagian 5 mengenai kesimpulan.

II. KAJIAN TEORI

A. Penelitian Prediksi Prestasi Mahasiswa

Sami Abu Naser dkk [3] memprediksi prestasi mahasiswa menggunakan *metode Artificial Neural Network* (ANN) dengan input fitur berupa data nilai sekolah menengah, nilai mata pelajaran seperti matematika I, matematika II, rangkaian kelistrikan I, dan elektronika pada tahun pertama, nomor kredit lulus, nilai rata-rata kumulatif siswa tahun pertama, jenis sekolah menengah, kehadiran dan jenis kelamin. *Artificial Neural Network* (ANN) dimodelkan berdasarkan *Multilayer Perceptron* topology dikembangkan dan dilatih menggunakan data yang mencakup lima generasi lulusan dari Departemen Teknik Al-Azhar Universitas, Gaza. Dengan menggunakan 60% training data, 30% testing data dan 10% validation data, performa yang didapatkan cukup baik yaitu sekitar 84,6%. Sonja ISLJAMOVIC dkk[4] prediksi prestasi mahasiswa menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) dengan 6 model jaringan yang berbeda dan membandingkan model mana yang mendapatkan performa yang bagus. Keenam model tersebut ialah *Quick, Dynamic, multiple, prune, RBFN, Exhaustive prune*. Dengan menggunakan data nilai yang berhubungan dengan pribadi siswa seperti karakteristik (jenis kelamin siswa), informasi sekolah menengah (IPK sekolah menengah dan jenis sekolah menengah atas), penerimaan data (poin ujian masuk) dan nilai ujian tahun pertama (nilai individu pada 11 ujian tahun pertama studi dasar) dan perbandingan data latih dengan data uji adalah 80:20, model jaringan *exhaustive prune* unggul dibandingkan dengan yang lain dengan performa untuk linear koefisien relasi sekitar (89%). Sajid Umair dkk[2] menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Support Vector Machine* (SVM) untuk memprediksi nilai mahasiswa. Penelitian ini menggunakan 3 fitur yaitu *personality profile, past academic performance, biographical data* dan menghasilkan output *behaviour, undergraduate academic performance, language abilities.* Penelitian ini berhasil mengkombinasikan *latent semantic* analisis dan *support vector* dan didukung oleh *artificial neural network* (ANN) dan mendapatkan hasil akurasi yang bagus. Raden Gunawan Santosa dkk[5] menggunakan metode K-Means untuk memprediksi IPK mahasiswa. Fitur yang digunakan ialah profil siswa, status dan lokasi menengah dan nilai ujian masuk universitas dan hasil output berupa IPK mahasiwa. Berdasarkan hasil analisisnya, pengelompokkan k-means mendapatkan akurasi sebesar 78,59%. Anita Desiani dkk[6] menggunakan metode data mining untuk memprediksi IPK mahasiswa yang menggunakan fitur berupa nilai TOEFL, dan latar belakang orang tua mahasiswa. Berdasarkan analisisnya, hasil akurasi pengolahan

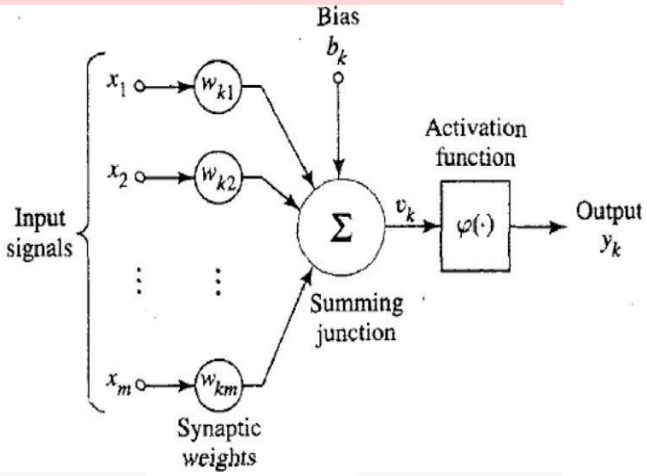
dengan menggunakan algoritma C4.5 adalah 75,18% dan naive bayes 74,47%.

B. Artificial Neural Network

Artificial neural network merupakan sebuah model yang terinspirasi oleh sistem saraf otak manusia dalam melakukan klasifikasi data[7]. Pada tahun 1943, oleh Warren McCulloch dan Walter Pitts jaringan saraf ini pertama kali diusulkan dalam merepresentasikan ide pertama mereka berdasarkan algoritma matematika[2]. Tujuan utama dari ANN adalah menjadikan komputer memiliki kemampuan kognitif seperti otak manusia, memiliki kemampuan *problem solving* dan dapat melakukan proses pembelajaran. Terdapat berbagai jenis algoritma *Arficial Neural Network* tetapi yang akan dibahas pada penelitian ini adalah *feed-forward backpropogation network*.

1. Analogi ANN

Artificial Neural Network dapat dikatakan sebagai suatu representasi dari sel syaraf manusia yang berupa struktur neuron pada otak manusia[8]. Neuron pada otak manusia terdiri dari jutaan sistem syaraf yang saling berhubungan dan berfungsi sebagai penghantar impuls yang dapat membantu manusia melakukan klasifikasi data[9]. Untuk mengimplementasikan kinerja dari sebuah neuron dibuatlah sebuah perceptron. Perceptron merupakan model buatan yang dibuat sedemikian rupa agar mirip dengan kinerja neuron[10]. Perceptron berisikan linear combiner yang diikuti oleh sebuah *hard limiter*[11]. Diilustrasikan pada gambar (Haykin 1999).



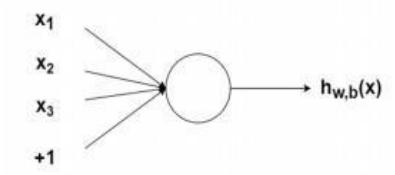
GAMBAR 1.
MODEL PERCEPTRON SEDERHANA.

Perceptron memodelkan neuron pada bagian, Synaptic weights (merepresentasikan Synaptic terminals pada neuron), *Summing junction* (merepresentasikan *cell body* pada neuron), dan *activation function* (merepresentasikan dendrite pada neuron)[11]. Pada gambar model tersebut $wk1, wk2, \ldots wkm$ menotasikan bobot sinaptik yang akan masuk pada *summing junction* dan akan diproses pada *activation function* untuk mengeluarkan sebuah output[12]. Secara umum ANN terdiri dari tiga layer, yaitu input layer, hidden layer, dan output layer. Input layer merupakan lapisan yang membawa data inputan masuk kedalam system untuk kemudian di proses pada hidden layer. Hidden layer merupakan lapisan antara input layer dan output layer, pada hidden layer berisi perceptron yang berisi sebuah linear combiner yang dikuti oleh sebuah hard limiter yang memiliki sekumpulan input pembobot 'weight' dan prosedur untuk menghasilkan output neuron melalui activation function. output layer merupakan lapisan terakhir dari neuron yang menghasilkan output pada sistem.

2. Definisi Formal ANN

Secara formal, ANN dapat didefinisikan sebagai struktur jaringan yang terdiri dari layer, input, dan output. Seperti yang dibahas sebelumnya, Neural Network memiliki 3 layer yaitu input

layer, hidden layer, dan output layer yang bisa dikatakan sebagai jaringan yang terkoneksi oleh layers nodes yang terhubung. Dapat dilihat pada gambar :



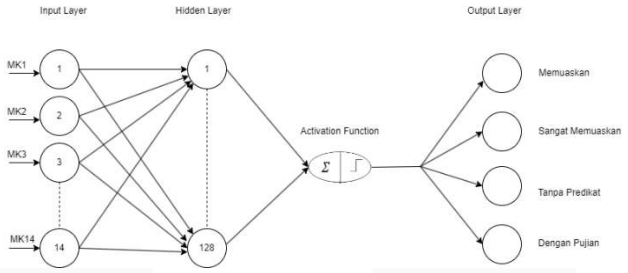
GAMBAR 2.
MODEL LAYER

3. Feed Forward Neural Network

Feed forward Network merupakan salah satu arsitektur jaringan dari *neural network*. Ciri utama ialah *Feed forward neural network* tidak memiliki adanya umpan balik (feedback) berupa jaringan sinaptik ke output layer[13]. *Feed Forward Neural Neural network* terbagi menjadi 2 jenis berdasarkan jumlah layernya yaitu single layer perceptron dan *multi layer perceptron*. Pada penelitian ini, yang akan dibahas lebih lanjut ialah *multi layer perceptron*.

a. Multi Layer Perceptron

Multi Layer Perceptron merupakan model ANN yang paling praktis untuk klasifikasi sederhana. Proses belajar MLP bertujuan menemukan bobot-bobot sinaptik yang paling minimum kesalahan untuk mengklasifikasikan data latih dan data uji[7].Berikut struktur jaringan dari sebuah multi layer perceptron



GAMBAR 3.
ARSITEKTUR MULTILAYER PERCEPTRON

Multi layer perceptron terdiri dari 3 layer yaitu *input layer, hidden layer, dan output layer*. Pada *hidden layer* dan *output layer* terdapat fungsi aktivasi. Terdapat dua fungsi aktivasi yaitu linear dan dan non linear. Berikut beberapa fungsi aktivasi[14] :

1. Fungsi Aktivasi sigmoid

$$f(x) = \frac{1}{(1+e^{-x})} \quad (1)$$

$f(x)$ merupakan fungsi dimana x adalah inputan, anotasi e^{-x} merupakan ekponensial. Fungsi Aktivasi sigmoid mempunyai rentang antara 0 hingga 1.

2. Fungsi Aktivasi tanh

$$f(x) = \frac{1-e^{-x}}{(1+e^{-x})} \quad (2)$$

$f(x)$ merupakan fungsi dimana x adalah inputan, anotasi e^{-x} merupakan ekponensial. Fungsi aktivasi tanh mempunyai rentang -1 hingga 1.

3. Fungsi Aktivasi RelU

$$f(x) = max(0, x) \quad (3)$$

$f(x)$ merupakan fungsi dimana x merupakan inputan dan $Max(0,\ Z)$ adalah suatu perhitungan untuk mencari nilai terbesar dari 0 sampai Z.

4. Backpropagation

Backpropagation merupakan algoritma untuk melatih MLP (*Multi Layer Perceptron*). Backpropagation melakukan pelatihan jaringan dengan cara melakukan perhitungan maju untuk menghitung loss function dan perhitungan mundur yang mempropagasikan balik *loss function* tersebut untuk memperbaiki bobot-bobot sinaptik pada neuron[7].

Berikut adalah langkah-langkah algoritma backpropagation :

a. **Inisialisasi**, arsitektur jaringan, kondisi berhenti, dan bobot secara acak dalam interval tertentu.

b**. Repeat,**

a). Melakukan perhitungan feed forward, yang berupa perkalian masukan dan bobot sinaptik.

b. Melakukan perhitungan loss function antara keluaran jaringan dengan target.

c. Melakukan perhitungan backpropagation untuk memperbaiki bobot-bobot sinaptik dan bias

3. **Until**, kondisi akhir terpenuhi, dimana biasa digunakan maksimum iteration atau bobot tidak mengalami perubahan signifikan.

Hasil akhir dalam pelatihan jaringan dengan algoritma *backpropagation* ialah bobot-bobot sinaptik dan bias yang memetakan prediksi target dengan nilai *loss* yang minimum.

C. Confusion *Matrix*

Confusion matrix digunakan untuk menguji performa model ANN, *confusion matrix* dilakukan dengan cara menghitung nilai akurasi, *precision, recall dan f1- score*. Rumus akurasi yang digunakan pada *confusion matrix* yaitu,

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} \quad (4)$$

Untuk perhitungan *precision, recall dan F-1 Score* digunakan persamaan berikut,

$$Precision = \frac{TP}{(TP+FP)} \quad (5)$$

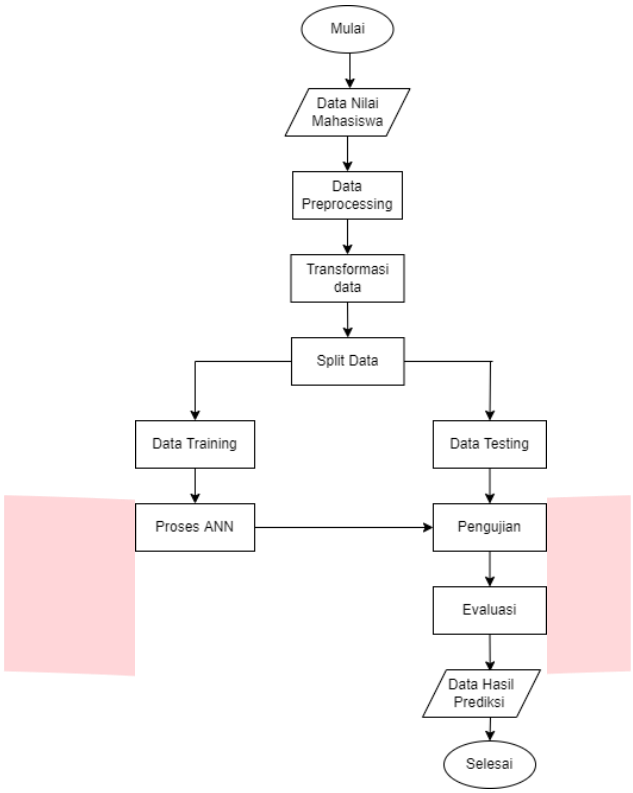
$$Recall = \frac{TP}{(TP+FN)} \quad (6)$$

$$F1\ Score = 2 \cdot \frac{precisio*recall}{precision+recall} \quad (7)$$

Pada penelitian ini, sistem yang akan dibangun untuk memprediksi prestasi akhir mahasiswa menggunakan *Artificial Neural Network* untuk mendapatkan data hasil prediksi dari metode ANN. Adapun diagram alur yang dapat dilihat pada Gambar.4.

III. METODE

A. Gambaran Sistem



GAMBAR 4.
FLOWCHART SISTEM

B. Data

Data yang digunakan adalah data nilai alumni mahasiswa Telkom university fakultas informatika dengan jurusan S1 informatika yang telah lulus pada tahun 2018 hingga 2020. Total data yang ada berjumlah 1573 data set yang terbagi menjadi data *training* 80% dan data *testing* sebesar 20%. Adapun fitur yang akan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel[1].

TABEL 1.
FITUR PENELITIAN

Daftar mata kuliah			
No.	Nama mata kuliah	No	Nama mata kuliah
1.	Dasar Algoritma Pemrograman	8.	Kalkulus II
2.	Agama	9.	Matriks dan Ruang Vektor
3	Bahasa Indonesia	10.	Struktur Data
4.	Bahasa Inggris	11.	Logika Matematika
5.	Kalkulus I	12.	Matematika Diskrit
6.	Pengantar Teknik Informatika	13.	Pendidikan Kewarganegaraan
7.	Fisika	14.	Literasi TIK

Label prediksi yang digunakan adalah predikat kelulusan berupa sangat memuaskan, memuaskan, dengan predikat dan tanpa predikat. Dengan mengambil mata kuliah dasar tingkat 1, mahasiswa dapat memperkirakan untuk semester kedepannya dapat berusaha semaksimal mungkin untuk belajar sehingga bisa mendapatkan prestasi dan predikat sesuai dengan harapannya. Adapun label prediksi yang telah diproses dengan *one hot encoding* dapat terlihat pada Tabel[2].

TABEL 2.
LABEL PREDIKSI

Label	One hot encoding	Output Model

Dengan pujian	[1.0.0.0]	0
Memuaskan	[0.1.0.0]	1
Sangat memuaskan	[0.0.1.0]	2
Tanpa predikat	[0.0.0.1]	3

C. Data Preprocessing

1. *Data Cleaning*

Data preprocessing dilakukan dengan *data cleaning* antara lain mengisi *missing value* dan menghapus beberapa data yang tidak diperlukan dari dataset yang digunakan.

2. *One Hot Encoding*

Data preprocesing juga dilakukan dengan melakukan encode pada inputan data nilai-nilai yang di dapatkan mahasiswa yang merupakan nilai categorical diubah menjadi nilai numerik.

3. Transformasi Data

Transformasi data dilakukan dengan menggunakan scaling data numerik, yaitu *minmax scaler*. Fungsi *minmax scaler* adalah agar data tidak bergantung kepada range data dan skala tertentu. Data ditransformasikan kedalam interval [0,1], menggunakan formula (8).

$$z = \frac{x_i - \min(x_i)}{\max(x_i) - \min(x_i)} \in [0,1] \quad (8)$$

D. Proses ANN

1. Inisialisasi Parameter ANN, pada tahap ini melakukan inisialisasi nilai bias dan nilai bobot secara acak.
2. Perhitungan maju, pada tahap ini perhitungan maju dengan nilai bias dan nilai bobot yang telah ditentukan pada tahap inisialisasi.
3. Perhitungan Mundur, Pada tahap ini melakukan perhitungan mundur dari hasil keluaran pada perhitungan maju yang akan digunakan parameter pada pelatihan.
4. Pengujian, Pada tahap ini dilakukan pengujian Jaringan yang sudah dilatih pada tahapan sebelumnya, nilai bobot yang diperoleh digunakan untuk mengolah data masukan sehingga hasil keluaran yang sesuai.

Untuk estimasi nilai parameter ANN, dilakukan langkah hyperparameter tuning, sehingga model yang diperoleh lebih optimal. Adapun parameter-parameter ANN yang dilakukan tunning, adalah: *learning rate, activation function, batch size, epoch, solver,* dan *nodes*.

E. Skenario dan Observasi

Pada tugas akhir ini, skenario observasi terhadap sistem prediksi prestasi mahasiswa adalah sebagai berikut :

1. Skenario 1

Pada Skenario ini, dataset terbagi menjadi 4 label kelas sesuai dengan predikat kelulusan. Nilai indeks akhir mahasiswa dengan masing-masing kelas memiliki perbedaan jumlah data disetiap kelasnya, yaitu pada kelas ‘sangat memuaskan’ berjumlah 1075 data, kelas ‘memuaskan’ berjumlah 221 data, kelas ‘tanpa predikat’ berjumlah 109 data dan kelas ‘dengan pujian’ berjumlah 190 data atau disebut juga dengan dataset tidak seimbang. Pada dataset tidak seimbang ini, hidden layer yang digunakan hanya 1 dengan node 128, 4 menggunakan fungsi aktifasi sigmoid.

2. Skenario 2

Pada Skenario ini, dataset terbagi menjadi 4 label kelas dengan masing-masing kelas berjumlah sama banyak, yaitu sekitar 109 data pada tiap kelasnya,dataset ini disebut juga dengan dataset seimbang. Pada dataset seimbang ini, hidden layer yang digunakan hanya 1 dengan node 128, 4 menggunakan fungsi aktifasi sigmoid.

3. Skenario 3

Pada Skenario ini, dataset yang digunakan yaitu dataset seimbang, tetapi fitur yang digunakan ialah fitur berupa indeks nilai mahasiswa. Pada dataset seimbang ini, hidden layer yang digunakan hanya 1 dengan node 128, 4 menggunakan fungsi aktifasi sigmoid.

F. Analisis Kebutuhan Sistem

1. Spesifikasi perangkat Lunak

Adapun spesifikasi perangkat lunak yang akan digunakan pada penelitian ini adalah :

a. Sistem Operasi Windows 10 (64-bit)
b. Bahasa Pemrograman Python Jupyter Notebook sebagai tool untuk pembuatan code

2. Spesifikasi Perangkat Keras
Adapun Spesifikasi perangkat keras yang akan digunakan pada penelitian ini adalah :
a. Processor : AMD FX-9800P RADEON R7
b. Memory : 8GB RAM

IV. HASIL DAN ANALISIS

Skenario pengujian terbagi menjadi 2, yaitu skenario data seimbang dan data tidak seimbang, perbandingan data dapat dilihat pada Tabel[3]. Berdasarkan hasil *hyperparameter tuning* ANN, skenario model pengujian menggunakan parameter terbaik menggunakan fungsi aktivasi sigmoid, *batch size* 32,epoch 300 dan *optimizer* yang dipakai yaitu *optimizer* adam hasil pengujian dapat terlihat pada Tabel[5][6], dari 10 data random nilai mata kuliah dasar tingkat 1 mahasiswa yang berjumlah 14 dapat dilihat pada Tabel[1] menunjukkan model sudah berjalan dengan baik sesuai dengan akurasi yang didapatkan dimana 8 dari 10 prediksi data test menghasilkan prediksi yang benar baik dari data yang seimbang maupun data yang tidak seimbang. Hasil *evaluation score cross-validation* dapat terlihat pada gambar dengan beberapa evaluasi nilai menunjukkan hasil performa dengan nilai yang terdiri dari akurasi, *precision*, *recall* dan *f-1 score* dengan data seimbang lebih unggul dalam beberapa kelas dibanding kemudian data seimbang. Untuk data seimbang dengan memakai indeks nilai juga menghasilkan nilai yang bagus sedikit lebih unggul beberapa kelas dibandingkan dengan data yang tidak seimbang. Nilai akurasi terbaik dengan data tidak seimbang memiliki akurasi rata-rata sebesar 74.28%. Akurasi terbaik dari data yang seimbang rata-rata sebesar 68% dan akurasi terbaik untuk data yang memakai indeks nilai adalah sebesar 68%. Dari Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8, dapat terlihat bahwa nilai evaluasi matriks dari data seimbang lebih bagus dibandingkan dengan data tidak seimbang. Hal ini menunjukkan bahwa matriks akurasi tidak dapat dikatakan berhasil untuk mengukur perfoma data yang tidak seimbang. Gambar 9 merupakan *feature importance* dari data seimbang, yaitu permutasi *feature importance*. Misal Y adalah data test, sedangkan Y_j merupakan data test dengan ditambahkan perubahan pada data fitur ke-j, nilai *feature importance* fitur j dapat dihitung seperti pada formula (9).

$$w_j = \frac{|\,acc(Y) - acc(Y_j)|}{\sum_{j=1}^{M} |cc(Y) - acc(Y_j)} \times 100\% \quad (9)$$

Dari hasil *feature importance* dapat terlihat bahwa mata kuliah yang berpengaruh pada nilai predikat kelulusan mahasiswa berdasarkan data, dari yang paling tinggi hingga yang terendah adalah nilai mata kuliah pengantar teknik informatika, selanjutnya adalah nilai mata kuliah struktur data, nilai mata kuliah kalkulus II, nilai mata kuliah kalkulus I, nilai mata kuliah fisika, nilai mata kuliah matematika diskrit, nilai mata kuliah logika matematika, nilai mata kuliah Bahasa inggris, nilai mata kuliah matriks dan ruang vektor, nilai mata kuliah literasi TIK, nilai mata kuliah bahasa indonesia, nilai mata kuliah Pendidikan kewarganegaraan, nilai mata kuliah agama, dan nilai mata kuliah dasar algoritma pemrograman.

TABEL 3.
PERBANDINGAN DATA

Label	Tidak Seimbang	Seimbang
Sangat Memuaskan	1075	109
Memaskan	221	109
Dengan Pujian	190	109
Tanpa Predikat	109	109
Total Data	**1573**	**436**

TABEL 4.
HASIL PENGUJIAN DATA TIDAK SEIMBANG ANN

Model ANN						Confusion matrix				
Neuron	Activation function	Batch Size	Epoch	Train Accuracy	Test Accuracy	Label	Akurasi	Precision	Recall	F1 Score
128,4	Sigmoid	32	300	75.24%	75%	Memuaskan	75%	30%	59%	39%
						Sangat Memuaskan		30%	45%	36%

						Tanpa Predikat		92%	79%	85%
						Dengan Pujian		55%	65%	59%

TABEL 5.
HASIL PENGUJIAN DATA SEIMBANG ANN

Model ANN						Confusion matrix				
Neuron	Activation function	Batch Size	Epoch	Train Accuracy	Test Accuracy	Label	Akurasi	Precision	Recall	F1 Score
128,4	Sigmoid	32	300	72.73%	73%	Memuaskan	73%	96%	93%	95%
						Sangat Memuaskan		42%	67%	51%
						Tanpa Predikat		77%	74%	76%
						Dengan Pujian		80%	55%	65%

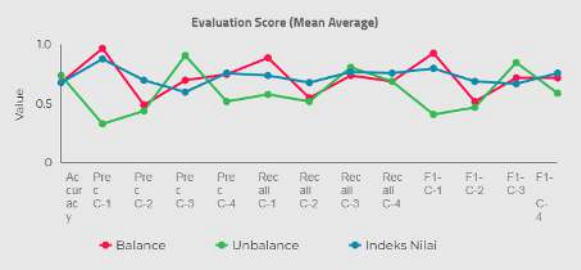
TABEL 6.
SAMPEL HASIL PREDIKSI DATA SEIMBANG ANN.

No.	MK 1	MK 2	MK 3	MK 4	MK 5	MK 6	MK 7	MK 8	MK 9	MK 10	MK 11	MK 12	MK 13	MK 14	Ground Truth	Pred.
1.	66,8	73,73	64,3	67,37	71,4	2,44	47,45	57,2	44,88	51,27	60,1	48,2	84	75,25	1	1
2.	54,4	72,43	80,6	84,42	80,3	77,7	37,2	90,3	58,83	54,95	73,3	67,15	78	90,9	2	2
3.	89	80,25	79,05	85,86	38,8	3,7	51,05	41,2	42,21	60,62	62,7	56,35	72	85,93	2	1
4.	55,2	76,57	82,2	92,75	59,8	50,2	34,4	41	56	65	53,8	71,09	74	87,08	1	1
5.	80,4	81,17	88,2	66,13	82,8	73,2	80,08	72	77,43	79,59	87,3	95,54	85	91,73	0	0
6.	41,1	83,25	83,1	67,87	52,5	62,3	43,95	25,5	48,13	41,78	68,3	60,41	85	88,45	1	3
7.	69,8	83,2	91,6	95	96	74,3	97,25	97,5	85,75	85,69	98,4	92,95	84	86,14	0	0
8.	52,4	64,25	62,08	84	50,8	2,45	30,52	40,6	52,12	59,09	62,2	61,8	73	86,14	2	2
9.	67,5	88,85	77,4	96	93,1	67,8	88,5	89,4	80,7	81,5	96,7	85,74	91	90,7	0	0
10.	52	62,93	65,63	51,97	45,3	2,8	28,85	22,8	27,23	39,18	48	60,44	84	83,88	3	3

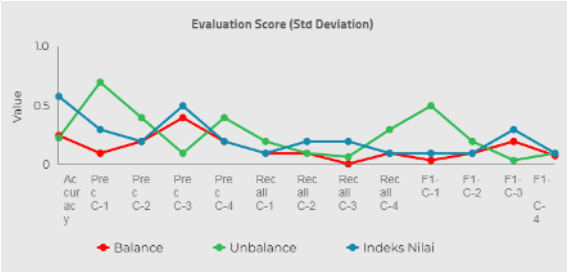
TABEL 7.
SAMPEL HASIL PREDIKSI DATA TIDAK SEIMBANG ANN.

No.	MK 1	MK 2	MK 3	MK 4	MK 5	MK 6	MK 7	MK 8	MK 9	MK 10	MK 11	MK 12	MK 13	MK 14	Ground Truth	Pred.
1.	59,4	60,1	62	74	25,9	2,63	57,3	28,5	33,28	55,7825	61,97	75,83	53,97	81,26	3	3
2.	75	90	75	90	90	90	90	90	62,5	90	90	90	90	90	0	0
3.	54,1	75,6	68	75	25,2	64	46,5	52	57,28	73,8225	42,53	74,1	86,75	82,32	2	2
4.	77,3	82,2	87	80	100	80,4	94,9	98,3	96,5	55,2	96,7	91,34	67	88,55	2	2
5.	67,3	84,1	81	66	54,3	87,3	68,1	55,8	64	76,43	88,51	87,23	86,5	82,6	2	2
6.	71,2	77,1	90	56	97,3	75	90,8	92,8	95,34	85,36	98,21	99,23	85,95	85,71	2	2
7.	54	63,4	81	51	69	81,2	41,3	81	80,05	77,865	64,75	74,22	77,25	82,28	2	2
8.	62,3	89,4	79	92	85,5	91,1	75,1	89,3	76	64,18	88,81	92,26	88,65	86,79	2	2
9.	90	90	75	90	90	75	90	90	90	75	90	90	90	90	2	0
10.	50,5	71,5	83	79	40	57,2	51	41,8	71,75	67,97	85,44	59,46	87	86,77	1	2

A. Hasil K-Fold Cross Validation

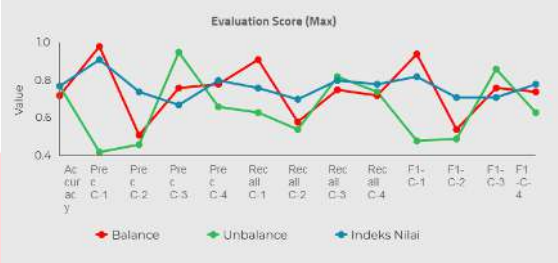


GAMBAR 5. EVALUATION SCORE MEAN

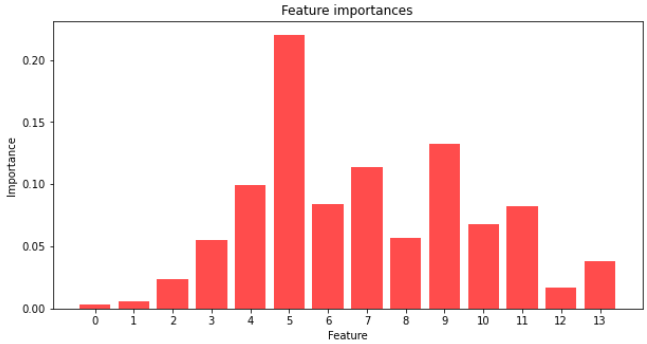


GAMBAR 6. EVALUATION SCORE STD DEVIATION

GAMBAR 7. EVALUATION SCORE MINIMUM



GAMBAR 8. EVALUATION SCORE MAXIMUM



1. Mata kuliah pengantar Teknik informatika (5)
2. Mata kuliah struktur data (9)
3. Mata kuliah kalkulus II (7)
4. Mata kuliah kalkulus I (4)
5. Mata kuliah fisika (6)
6. Mata kuliah matematika diskrit (11)
7. Mata kuliah logika matematika (10)
8. Mata kuliah Bahasa inggris (3)
9. Mata kuliah matriks dan ruang vector (8)
10. Mata kuliah literasi TIK (13)
11. Mata kuliah bahasa Indonesia (2)
12. Mata kuliah Pendidikan kewarganegaraan (12)
13. Mata kuliah agama (1)
14. Mata kuliah dasar algoritma pemrograman (0)

GAMBAR 9.
FEATURE IMPORTANCE

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan bahwa nilai-nilai mata kuliah dasar tingkat 1 dapat berpengaruh terhadap predikat kelulusan mahasiswa. Metode ANN dalam hal ini dapat dimplementasikan untuk memprediksi predikat kelulusan mahasiswa. Hasil *hyperparameter tuning* menunjukkan bahwa parameter model ANN yang terbaik untuk penelitian ini adalah dengan menggunakan fungsi aktifasi sigmoid, jumlah neuron 128 *batch size* 32, dan dengan *epoch* 300. Dengan menggunakan parameter tersebut, model ANN memperoleh hasil akurasi terbaik yaitu sebesar 75.24% untuk data tidak seimbang dan akurasi terbaik sebesar 72.23%. Dengan akurasi tersebut, parameter terbaik metode ANN menggunakan nilai parameter terbaik yang telah didapatkan dengan langkah *hyperparameter tuning*. Kedua data tersebut mendapatkan model ANN terbaik sehingga hasil akurasi tidak berbeda jauh. Pengujian performa model menggunakan *cross-validation* menunjukkan adanya perbedaan akurasi antara data seimbang dan data tidak seimbang. Data seimbang mendapatkan akurasi sebesar 68%, data indeks nilai mendapatkan akurasi sebesar 68%, dan data seimbang sebesar 74.28%.

REFERENSI

[1] Kafil, M. (2019). Penerapan Metode K-Nearest Neighbors Untuk Prediksi Penjualan Berbasis Web Pada Boutiq Dealove Bondowoso. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, *3*(2), 59-66.

[2] Umair, S., & Sharif, M. M. (2018). Predicting students grades using artificial neural networks and support vector machine. In *Encyclopedia of Information*

Science and Technology, Fourth Edition (pp. 5169-5182). IGI Global.

[3] Naser, S. A., Zaqout, I., Ghosh, M. A., Atallah, R., & Alajrami, E. (2015). Predicting student performance using artificial neural network: In the faculty of engineering and information technology. *International journal of hybrid information technology*, *8*(2), 221-228.

[4] Isljamovic, S., & Suknovic, M. (2014). Predicting Students'Academic Performance Using Artificial Neural Network: A Case Study From Faculty Of Orgnizational Scinces. *ICEMIST 2014*, 158.

[5] Santosa, R. G., Lukito, Y., & Chrismanto, A. R. (2021). Classification and Prediction of Students' GPA Using K-Means Clustering Algorithm to Assist Student Admission Process. Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence, 7(1), 1–10.

[6] Desiani, A., Yahdin, S., & Rodiah, D. (2020). Prediksi Tingkat Indeks Prestasi Kumulatif Akademik Mahasiswa dengan Menggunakan Teknik Data Mining. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, *7*(6), 1237-1244.

[7] Suyanto, M. L. (2018). Tingkat Dasar dan Lanjut. *Informatika Bandung*.

[8] Chan, W., Jaitly, N., Le, Q., & Vinyals, O. (2016, March). Listen, attend and spell: A neural network for large vocabulary conversational speech recognition. In *2016 IEEE international conference on acoustics, speech and signal processing (ICASSP)* (pp. 4960-4964). IEEE.

[9] Buscema, M. (1998). Back propagation neural networks. *Substance use & misuse*, *33*(2), 233-270.

[10] Thomas, A. (2017). *An introduction to neural networks for beginners* (pp. 14-15). Technical report in Adventures in Machine Learning.

[11] Simon, H. (1999). *Neural networks: a comprehensive foundation*. Prentice hall.

[12] Lewis, N. D. C. (2017). *Neural networks for time series forecasting with R: An intuitive step by step blueprint for beginners*. AusCov.

[13] Mehlig, B. (2019). *Artificial neural networks*. University of Gothenburg. Department of Physics.

[14] Saraswati, E., Umaidah, Y., & Voutama, A. (2021). Penerapan Algoritma Artificial Neural Network untuk Klasifikasi Opini Publik Terhadap Covid-19. *Generation Journal*, *5*(2), 109-118.