

## **PREDIKSI TINGKAT KELULUSAN MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA UNIVERSITAS BANTEN JAYA MENGUNAKAN ALGORITMA NEURAL NETWORK**

\*Rudianto<sup>1</sup>, Raden Kania<sup>2</sup>, Tifani Intan Solihati<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Informatika, Universitas Banten Jaya

Jl. Syeh Nawawi Albantani, Curug, Serang -Banten

Email: \*<sup>1</sup>[rudianto@unbaja.ac.id](mailto:rudianto@unbaja.ac.id), <sup>2</sup>[kania@unbaja.ac.id](mailto:kania@unbaja.ac.id), <sup>3</sup>[tifaniintansolihati@unbaja.ac.id](mailto:tifaniintansolihati@unbaja.ac.id)

### **Abstract**

*The university strives to provide relevant knowledge. One way the government can use it is to measure the quality of the institution by the number of graduates. The higher the pass rate, the higher the quality of training, which can have a positive impact on the certifications awarded by BAN-PT. This allows researchers to see how research is being conducted at the University of Banten Jaya. To predict graduation rates, students can use a type of artificial neural network algorithm commonly known as neural networks. Artificial neural networks are machine learning techniques developed from Multilayer Perceptron (MLP) and designed to process two-dimensional data. Neural network algorithms belong to the type of deep neural network imaging used. There are several types of neural network techniques. That is, the steps of forward and reverse propagation training. Neural networks are similar to MLPs, but in neural networks each neuron is represented in two dimensions, as opposed to MLP, where each neuron has only one dimension. The results of student graduation in a timely manner and is expected to provide information and can provide input to universities in formulating policies for future improvements.*

**Keywords:** Artificial neural network, multilayer cognition, inverse propagation, prediction accuracy

### **PENDAHULUAN**

Evaluasi lulusan merupakan salah satu poin penilaian dalam akreditasi perguruan tinggi. Penyelesaian studi mahasiswa tepat waktu menjadi salah satu penentu dalam penilaian tersebut. Penyelesaian studi tepat waktu juga menjadi tolok ukur efisiensi dan efektivitas pembelajaran pada sebuah universitas yang menjadi landasan penilaian dari Badan Akreditasi Nasional (BAN) Perguruan Tinggi (PT). Berdasarkan hal tersebut, maka melalui penelitian ini, kami mencoba untuk memprediksi bagaimana tingkat kelulusan Mahasiswa Prodi. Teknik Informatika pada Fakultas Ilmu Komputer Universitas Banten Jaya.

Prediksi lulusan juga diperlukan dalam pengembangan kurikulum dan penerapan kebijakan yang sesuai dengan kecenderungan yang terjadi. Penyelesaian permasalahan kelulusan tepat waktu memerlukan suatu peramalan/prediksi kecenderungan lulusan yang ada pada prodi tersebut, yaitu dengan menggunakan metode yang menghimpun data, dan melakukan klasifikasi data seperti yang terdapat dalam ilmu informasi, perhitungan kinerja, dan visualisasi data.

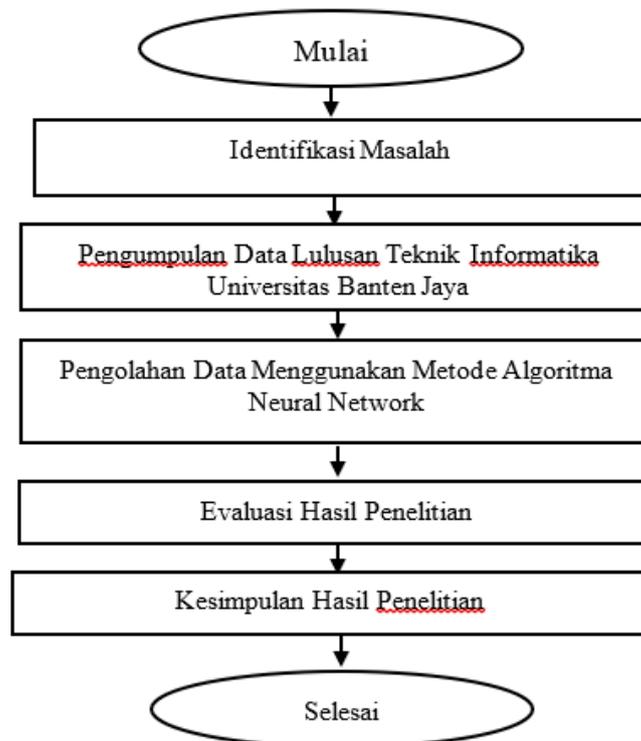
Pada umumnya dalam menghimpun dan mengolah data dalam jumlah besar dapat memanfaatkan konsep data mining yang digunakan di dunia akademik dan kemahasiswaan. Metode Neural Network memungkinkan perencana pendidikan dan pengembang kurikulum menyediakan layanan pendidikan yang lebih baik serta menyesuaikan bantuan kepada siswa (Amoo et al., 2018). Pelaksanaan perencanaan dengan menggunakan algoritma *K-Means clustering* dapat menentukan waktu kelulusan untuk mahasiswa (Syahrin, 2013). Penelitian menggunakan algoritma *K-Means* memiliki empat penggunaan, terdiri dari pemusatan data, menampilkan data yang sudah dipusatkan, menampilkan data dalam bentuk *graphic* dan evaluasi hasil data pemusatan. Pemusatan data digunakan untuk mendapatkan suatu hasil dari data

mahasiswa ke dalam kelompok kelulusannya. Menampilkan data pusat yang dimanfaatkan untuk dapat melihat titik pusat akhir dari proses perhitungan dengan sifat tertentu.

Berdasarkan data yang diterima, untuk program studi Teknik informatika sebanyak 185 mahasiswa menyelesaikan studi mereka dengan rata-rata lebih dari satu tahun diploma. Tentu saja, percepatan ini dimungkinkan jika pemangku kepentingan dalam program penelitian ini dapat memprediksi penyelesaian awal mahasiswa. Mahasiswa yang terburu-buru untuk lulus dari universitas tepat waktu pasti akan mendapatkan nilai bagus dengan sertifikasi kurikulum BAN-PT. Dalam penelitian ini, penulis akan melakukan uji coba dengan menggunakan konsep *learning rate* yang membuat jarak jauh dari nilai nol dan berada pada nilai satu. Dengan semakin besarnya nilai suatu *learning rate*, cara *training* yang sedang berjalan akan lebih cepat. Akan tetapi, suatu nilai *learning rate* yang besar, maka prosedur *training* dapat memenuhi keadaan yang optimal yaitu ketika nilai kesalahan mencapai minimum. Penelitian dengan menggunakan konsep artificial neural network dengan prediksi metode neural network dan *particle swarm optimization* untuk pemetaan kelulusan (Rohmawan, 2013). Dalam penelitian tersebut, tingkat akurasi yang dihasilkan sebesar 87,31%. Dalam hal ini, peneliti akan menggunakan *learning rate neural network* yang dapat berpengaruh tentang keakuratan dari suatu jaringan sebuah sistem. Apabila suatu nilai *learning rate* semakin tinggi, maka akurasi suatu jaringan dapat menurun, dan tentu akan sebaliknya nilai suatu *learning rate* akan mengecil, dengan konsekuensi *mode training* yang lebih lama waktunya.

#### METODE PENELITIAN

Studi ini disusun dalam langkah-langkah sistematis dengan tujuan ke arah mana penelitian ini diarahkan. Persiapan rancangan dalam penelitian dilakukan sebagai berikut :



Gambar 1. Metode Penelitian

### Instrumen Penelitian

*Instrumen* penelitian digunakan untuk mengubah sekumpulan keterangan menjadi informasi yang berguna serta bermanfaat. Pengelompokan dari sebuah data yang bisa digunakan untuk sebuah penelitian ini adalah dengan mengumpulkan informasi lulusan program studi Teknik informatika 2018 dan 2019. Selain itu, data diproses menggunakan *software Rapidminer Studio* untuk menentukan akurasi prediksi *hit rate* mahasiswa. Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini dengan mencari informasi-informasi dan rujukan yang ada di lingkungan Fakultas Teknik informatika Universitas Banten Jaya.

### Machine Learning

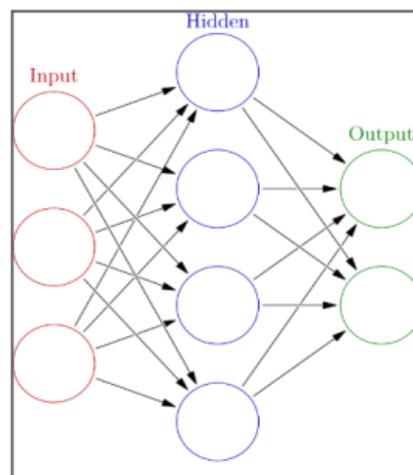
Di zaman sains populer, pembelajaran mesin dapat dianggap sebagai cabang kecerdasan buatan yang banyak digunakan oleh para pembisnis dan akademisi. Kemampuan untuk mengembangkan kumpulan dari berbagai unsur berbasis sebuah, yang nantinya akan digunakan banyak peneliti menggunakan metode (Kartini, 2017). Untuk belajar *machine learning*, perlu banyak diketahui diantaranya pembelajaran terawasi, pembelajaran tak terawasi, pembelajaran semi terawasi, dan pembelajaran penguatan (Masrizal & Hadiansa, 2017). Dari rencana ini, dapat membuat suatu dengan suatu proses klasifikasi (Zainuddin, 2019).

### Data Mining

*Data mining* merupakan proses penambangan data dapat memecahkan masalah dengan menganalisis secara sistematis data yang sudah ada pada dataset yang tersimpan (Witten, 2011). Proses penambangan data, sering disebut sebagai penemuan pengetahuan basis data (KDD), adalah aktivitas yang melibatkan pengumpulan dan penggunaan data historis untuk menemukan pola keteraturan dan hubungan dalam kumpulan data yang besar (Ariansyah & Yakub, 2021). Hasil penambangan data dapat digunakan untuk meningkatkan pengambilan keputusan di masa yang akan mendatang. Beberapa definisi di awal *data mining* berfokus pada pengolahan data dengan tujuan yang sama yakni mendefinisikan *data mining* sebagai proses penjelajahan untuk menemukan pola yang sesuai (Masrizal & Hadiansa, 2017).

### Algoritma Neural Network

Jaringan saraf merupakan algoritmik dengan sebuah model yang terinspirasi oleh aktivitas neuron di otak manusia. Semua neuron di otak manusia saling berhubungan dengan sebuah informasi dari *neuron* tersebut yang mengalir (Widodo et al., 2015).



Gambar 2. Neural Network

Penelitian ini menggunakan metode yang meliputi pengumpulan data, yaitu :

1. Metode proses pengumpulan data  
Data utama adalah data mahasiswa *batch* 2018 dan data mahasiswa 2019. Dari masing-masing, 50% data berasal dari tes. Data mempunyai beberapa atribut yaitu nomor induk mahasiswa, Indeks Prestasi Semester, Satuan Kredit Semester 1 – 4, Indeks Prestasi Kumulatif, dan total kredit.
2. Pelatihan, pembelajaran dan pengujian metode pengumpulan data dengan algoritma *neural network*.

Dengan menggunakan algoritma *neural network* untuk proses pelatihan dari hasil pengumpulan informasi-informasi, proses informasi-informasi lulusan mahasiswa *training* akan diolah terlebih dahulu dengan merubah angka Indeks Prestasi Kumulatif menjadi angka satu atau nol, nilai didefinisikan sebagai masa yang telah berlalu, dan angka nol tidak melewati masa (Pratama, Fandy, Ardian, 2019).

Berdasarkan dari hasil klasifikasi, nilai nol dan satu kemudian akan dilatih menggunakan jaringan syaraf tiruan. Proses *training methode* algoritme *neural network* membutuhkan tiga langkah, yaitu *input data upstream* untuk pelatihan, *backpropagate* nilai kesalahan dan sesuaikan nilai bobot setiap node dari setiap lapisan di Neural Jaringan. Di mulai dengan nilai *input* maju, setiap *input* unit ke-*i* ( $x_i$ ) menerima sinyal *input* berikutnya. akan dipancarkan lapisan tersembunyi  $z_1, \dots, z_p$ . Kemudian, unit tersembunyi ke-*j* menghitung nilai sinyal ( $z_j$ ), akan dipancarkan ke lapisan *output*, menggunakan fungsi aktivasi  $f$  (Rohman & Rochcham, 2019).

$$z_{in_j} = \theta_{1j} +$$

$$z_{in_j} = \theta_{1j} + \sum_{i=1}^n x_i v_j \quad (1)$$

Dan

$$z_j = f(z_j) \quad (2)$$

Dimana nilai  $\theta_{1j}$  = akan menjadi bias hidden unit ke-*j*. Dengan menggunakan nilai bias dan nilai bobot awal dapat kita ambil secara tidak berurutan dari tiap unit *output* ke-*k* ( $Y_k$ ).

$$Y_k = \theta_{2k} + \sum_j z_k w_{jk} \quad (3)$$

dan

$$Y_k = f(Y_k) \quad (4)$$

Jika nilai  $z_k$  = bias ke-*k* dari unit tersembunyi. Selama proses pelatihan, setiap unit keluaran membandingkan nilai target ( $T_m$ ) untuk mendapatkan pola *input* dan menghitung nilai parameter yang dapat memperbarui bobot nilai setiap unit di setiap lapisan.

### Hasil dan Pembahasan

Perkiraan yang akan lulus dengan menggunakan *algorithme neural network* diciptakan dengan membagi informasi-informasi menjadi dua pada data *training* (data 2018) dan pada data uji (data 2019). Perkiraan dengan menggunakan *algorithme neural network* dieksekusi menggunakan aplikasi Rapidminer Studio

### Pengolahan data dengan metode *neural network*

Data awal yang didapat untuk pengolahan data yang akan digunakan berawal dari data dasar yang didapatkan berdasarkan data yang terkumpul di pusat teknologi informasi sebagai data yang akan digunakan dalam penelitian saat ini sebagai berikut :

nipd	nama	fakultas	prodi	jenjang	angkatan	status
1101171001	Mochamad Emir Hezbulla H	Fakultas Ilmu Komputer	Teknik Informatika	S-1	2017/2018 Ganjil	Aktif
1101171002	Aldi Alifa	Fakultas Ilmu Komputer	Teknik Informatika	S-1	2017/2018 Ganjil	Aktif
1101171003	Makhfudin Yahya	Fakultas Ilmu Komputer	Teknik Informatika	S-1	2017/2018 Ganjil	Aktif
1101171006	Saprudin	Fakultas Ilmu Komputer	Teknik Informatika	S-1	2017/2018 Ganjil	Aktif
1101171008	Erwin Kusdyanta	Fakultas Ilmu Komputer	Teknik Informatika	S-1	2017/2018 Ganjil	Aktif
1101171010	Hendri Veflian	Fakultas Ilmu Komputer	Teknik Informatika	S-1	2017/2018 Ganjil	Aktif
1101171011	Ahmad Dimiyati	Fakultas Ilmu Komputer	Teknik Informatika	S-1	2017/2018 Ganjil	Aktif
1101171012	Siswanto	Fakultas Ilmu Komputer	Teknik Informatika	S-1	2017/2018 Ganjil	Aktif
1101171013	Aldo Dianata	Fakultas Ilmu Komputer	Teknik Informatika	S-1	2017/2018 Ganjil	Aktif
1101171015	M Izzat	Fakultas Ilmu Komputer	Teknik Informatika	S-1	2017/2018 Ganjil	Aktif
1101171016	Reynaldi	Fakultas Ilmu Komputer	Teknik Informatika	S-1	2017/2018 Ganjil	Aktif
1101171017	Fatullah Hadha Ramadhan	Fakultas Ilmu Komputer	Teknik Informatika	S-1	2017/2018 Ganjil	Aktif
1101171018	Faizudin	Fakultas Ilmu Komputer	Teknik Informatika	S-1	2017/2018 Ganjil	Aktif
1101171019	Subakti Gunawan	Fakultas Ilmu Komputer	Teknik Informatika	S-1	2017/2018 Ganjil	Aktif
1101171020	Rifki Hermawan	Fakultas Ilmu Komputer	Teknik Informatika	S-1	2017/2018 Ganjil	Aktif
1101171021	Farhan Dzirikie Maulana	Fakultas Ilmu Komputer	Teknik Informatika	S-1	2017/2018 Ganjil	Aktif
1101171022	Firmansyah	Fakultas Ilmu Komputer	Teknik Informatika	S-1	2017/2018 Ganjil	Aktif
1101171024	Noval Wira Yudha	Fakultas Ilmu Komputer	Teknik Informatika	S-1	2017/2018 Ganjil	Aktif
1101171025	Yarham Fitrohiman Pahlawi	Fakultas Ilmu Komputer	Teknik Informatika	S-1	2017/2018 Ganjil	Aktif

Gambar 3. Data Biodata Mahasiswa

Setelah mengumpulkan data biodata mahasiswa berdasarkan prodi Teknik informatika, tahap selanjutnya adalah dengan mengumpulkan data mahasiswa berdasarkan nilai yang didapat selama kuliah. Berikut gambar data mahasiswa berdasarkan nilai :

id	kode_prodi	kd_mk	nipd	id_smt	j_hadir	hadir	quis	tugas	uts	uas	nilai	bobot
61218	55201	TI-43021	1111171185	20171	12	85.71	90.00	90.00	70.00	100.00	A	4.00
61227	55201	TI-43020	1111171185	20171	12	85.71	90.00	90.00	70.00	100.00	A	4.00
72913	25201	KP207	2201141101	20171	12	85.71	60.00	90.00	70.00	80.00	B	3.00
78295	55201	TI-102106	1111171191	20171	12	85.71	60.00	90.00	70.00	80.00	B	2.00
105721	55201	TI-42026	1111171185	20171	12	85.71	60.00	70.00	70.00	70.00	C	2.00
124406	55201	TI-42018	1111171185	20171	12	85.71	60.00	90.00	70.00	80.00	B	3.00
124441	55201	TI-43018	1111171185	20171	12	85.71	90.00	90.00	70.00	100.00	A	4.00
124531	55201	IF-41003	1111171185	20171	12	85.71	90.00	90.00	70.00	100.00	A	4.00
124889	55201	TI-42017	1111171185	20171	12	85.71	90.00	90.00	70.00	100.00	A	4.00
125033	55201	TI-43022	1111171185	20171	12	85.71	90.00	90.00	70.00	100.00	A	4.00
128471	55201	IF-41004	1111171185	20171	12	85.71	60.00	70.00	70.00	70.00	C	2.00
128473	55201	TI-42013	1111171185	20171	12	85.71	60.00	70.00	70.00	70.00	C	2.00
128474	55201	TI-42014	1111171185	20171	12	85.71	60.00	90.00	70.00	80.00	B	3.00
131292	55201	IF-41005	1111171185	20171	12	85.71	90.00	90.00	70.00	100.00	A	4.00
131300	55201	TI-43031	1111171185	20171	12	85.71	60.00	90.00	70.00	80.00	B	3.00
131303	55201	TI-43030	1111171185	20171	12	85.71	60.00	90.00	70.00	80.00	B	3.00
134559	55201	TI-42003	1111171185	20171	12	85.71	60.00	90.00	70.00	80.00	B	3.00
134573	55201	TI-42009	1111171185	20171	12	85.71	60.00	90.00	70.00	80.00	B	3.00
134574	55201	TI-42010	1111171185	20171	12	85.71	60.00	90.00	70.00	80.00	B	3.00
134924	55201	TI-42002	1111171185	20171	12	85.71	90.00	90.00	70.00	100.00	A	4.00
134931	55201	TI-43005	1111171185	20171	12	85.71	60.00	90.00	70.00	80.00	B	3.00
134932	55201	TI-43006	1111171185	20171	12	85.71	60.00	90.00	70.00	80.00	B	3.00

Gambar 4. Data Nilai Mahasiswa

Dari data nilai yang sudah terkumpulkan berdasarkan data yang sudah di dapat tentunya ada data yang mencakup data matakuliah yang pernah di ambil mahasiswa selama masa selama perkuliahan,yang sedang berlangsung,berikut adalah matakuliah yang di ambil selama perkuliahan :

id	id_krs	id_jadwal	id_jadwal_detail	kode_prodi	kd_mk	semester	kelas	kelompok
9314	18	266	222	55201	005219	2	R	01
9315	18	583	549	55201	112214	2	R	01
9316	18	586	552	55201	001211	2	R	01
9317	18	588	554	55201	103218	2	R	01
9318	18	590	556	55201	001212	2	R	01
9319	18	593	559	55201	112215	2	R	01
9320	18	594	561	55201	112216	2	R	01
9321	18	595	563	55201	112217	2	R	01
9322	18	599	567	55201	112213	2	R	01
11523	23	236	914	57201	122208	2	R	02
11524	23	260	921	57201	001205	2	R	02
11525	23	340	297	57201	122201	2	R	02
11526	23	342	299	57201	123225	2	R	02

**Gambar 5.** Data Kode Matakuliah Mahasiswa

Dari data yang sudah dikumpulkan, kemudian data tersebut akan di-filter dan digabungkan yang nantinya akan diolah dengan menggunakan *Software* Rapidminer. Ini digunakan untuk uji coba dan juga menggunakan metode algoritma *neural network*. Data awal yang akan diolah untuk uji coba ini adalah sebagai berikut :

id	periode	semester	matkul	sks	ipk	
15780	2017/2018 Ganjil		5	9	22	2.41
3729	2017/2018 Ganjil		5	9	22	3.18
5269	2017/2018 Ganjil		5	9	22	3.27
6487	2017/2018 Ganjil		5	9	23	3.09
7932	2017/2018 Ganjil		5	9	21	3.48
8802	2017/2018 Ganjil		5	9	22	3.23
11669	2017/2018 Ganjil		5	8	19	2.21
11929	2017/2018 Ganjil		5	9	21	2.67
13151	2017/2018 Ganjil		5	8	19	3.63
13484	2017/2018 Ganjil		5	10	21	2.29
15099	2017/2018 Ganjil		5	7	20	0.55
3598	2017/2018 Ganjil		5	9	22	3.32
3867	2017/2018 Ganjil		5	9	22	3.73
5873	2017/2018 Ganjil		5	9	23	2.96
7008	2017/2018 Ganjil		5	7	19	0.74
8679	2017/2018 Ganjil		5	9	22	2.64

**Gambar 6.** Data IPK Mahasiswa

Setelah data berhasil diolah, maka akan ditampilkan pengaturan sebagai pengujian dapat dilihat pada data Tabel 1 di bawah ini.

**Tabel 1.** Hasil Data Pengujian

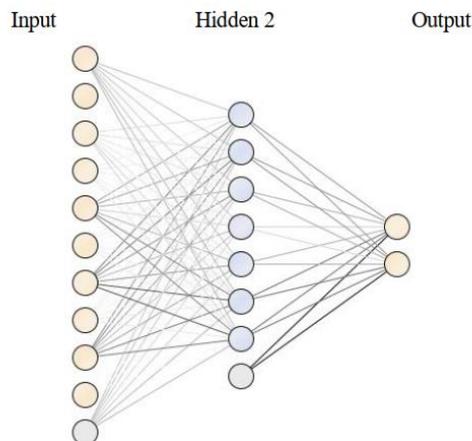
Jumlah <i>Hidden Node</i> Layer 1	Jumlah <i>Hidden Node</i> Layer 2	Akurasi
1	1	97.94 %
1	3	97.94 %
1	5	97.94 %
1	7	97.94 %
1	9	97.94 %
2	1	96.91%
2	3	97.94 %
2	5	97.94 %
2	7	97.94 %
2	9	98.27 %
3	1	96.91 %
3	3	97.94%
3	5	97.94%
3	7	97.94%
3	9	97.94%

Berdasarkan hasil pengujian di atas, untuk lapisan tersembunyi dengan jumlah simpul tersembunyi 3, ini tidak memberikan akurasi dari nilai presentasi 98,27%. Dengan nilai *node input* yang ditentukan, uji coba dua kali. Menguji metode algoritma jaringan syaraf tiruan untuk menentukan akurasi prediksi dengan matriks konfusi dengan mengolah 344 data yaitu :



**Gambar 4.** Matriks Konfusi

Adapun bagian-bagian dalam *methode neural network* yang terbentuk, diperlihatkan dengan menggunakan gambar 5 di bawah ini :



**Gambar 5.** Arsitektur *Neural Network*

Dari hasil yang disajikan gambar di atas, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini dapat menghasilkan keakuratan prediksi dengan tingkat kelulusan 98,27%. Dari nilai yang didapat, tentu terdapat kecocokan untuk digunakan Fakultas Ilmu Komputer Prodi Teknik Informatika dalam mengukur tingkat kelulusan mahasiswa.

### Kesimpulan

Penelitian yang dilakukan di Program Teknik Informatika Universitas Banten Jaya ini dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Penelitian yang dilaksanakan di Universitas Banten Jaya mendapatkan hasil dengan prediksi kelulusan mahasiswa yang cenderung terlambat dikarenakan data *training* yang digunakan kebanyakan cenderung terlambat.
- 2) Banyaknya *input* seperti *node input*, siklus pelatihan, kecepatan pembelajaran, momentum, jumlah lapisan tersembunyi dan kuantitas *Node* tersembunyi.
- 3) Berdasarkan hasil penelitian yang dikerjakan dan hasil penerapan algoritma *neural network*, parameter terpenting adalah indeks keberhasilan.

Penerapan algoritma neural network dalam prediksi kelulusan pada Program Studi Teknik informatika di Universitas Banten Jaya dengan *sample* tahun 2018 dan 2019 dengan nilai presentasi 98,27%. Dari penelitian ini didapatkan sebuah hasil yang dapat meningkatkan jumlah dari parameter *node input layer* penelitian selanjutnya. Diskusikan dan terapkan modelnya berfungsi penuh, akan meningkatkan nilai akurasi hingga hampir 100% penelitian lebih lanjut.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amoo, M. A., Alaba, O. B., & Usman, O. L. (2018). Predictive modelling and analysis of academic performance of secondary school students: Artificial Neural Network approach. *International Journal of Science and Technology Education Research*, 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.5897/ijster2017.0415>
- Ariansyah, T., & Yakub, S. (2021). *Implementasi Data Mining Untuk Mengestimasi Kebutuhan Persediaan Roti Panggang Di Junction Cafe Dengan Menggunakan Metode Regresi Linier Berganda*. 1(1), 1–8.
- Kartini, D. (2017). *PROSIDING seminar nasional sisfotek Penerapan Data Mining dengan Algoritma Neural Network ( Backpropagation ) Untuk Prediksi Lama Studi Mahasiswa*. 3584.
- Masrizal, & Hadiansa, A. (2017). *Prediksi Jumlah Lulusan Mahasiswa STMIK Dumai Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan*. 9(2), 9–14.
- Pratama, Fandy, Ardian. (2019). *Optimalisasi Neural Network Dengan Particle Swarm Optimization Untuk Prediksi Kelulusan Mahasiswa*. 1(2), 62–67.
- Rohman, A., & Rochcham, M. (2019). *KOMPARASI METODE KLASIFIKASI DATA MINING UNTUK PREDIKSI Abstrak*. 5(1), 23–29.
- Rohmawan, E. P. (2013). *Prediksi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu Menggunakan Metode Desicion Tree dan Artificial Neural Network*. 21–30.
- Syahrin, A. (2013). *Implementasi algoritma k-means untuk klasterisasi mahasiswa berdasarkan prediksi waktu kelulusan skripsi*.
- Widodo, A. P., Sarwoko, E. A., & Firdaus, Z. (2015). *AKURASI MODEL PREDIKSI METODE BACKPROPAGATION*. 79–84.
- Witten, I. (2011). *Data Mining Practical learning Tools and Techniques* (Thrid Edit). Elsevier.
- Zainuddin, M. (2019). *Perbandingan 4 Algoritma Berbasis Particle Swarm Optimization ( pso ) Untuk Prediksi Kelulusan Tepat Waktu Mahasiswa*. 13(1), 1–12.