

Neural Network dan Particle Swam Optimization untuk Penunjang Keputusan Antipasi Mahasiswa Pra Lulus Bekerja Sesuai Bidang

Neural Network and Particle Swam Optimization to Support Anticipation Decisions for PreGraduated Students Working according to Fields

Very Kurnia Bakti¹, Dairoh Dairoh², Muhammad Naufal³
Politeknik Harapan Bersama, Indonesia

Informasi Artikel

Genesis Artikel:

Diterima, 14 April 2021
Direvisi, 18 Mei 2021
Disetujui, 3 September 2021

Kata Kunci:

Lulusan
PSO
Neural Network
Algoritma
Politeknik Harapan Bersama

Keywords:

Graduates
PSO
Neural Network
Algorithm
Politeknik Harapan Bersama

ABSTRAK

Lulusan di Perguruan Tinggi yang bekerja sesuai bidang belum ideal dalam tiga tahun terakhir, salah satunya di Politeknik Harapan Bersama. Hal ini masih menunjukkan keselarasan horizontal. Sehingga pertanyaan nya adalah kenapa hal tersebut terjadi dan disebabkan oleh apa saja yang dapat menentukan kualitas lulusan yang bekerja tidak sesuai bidang. Untuk itu, dibuat sebuah model yang dapat digunakan untuk dapat melihat pola lulusan, agar lulusan bisa bekerja sesuai bidang keilmuan. Data set yang digunakan adalah mahasiswa lulusan tahun 2017 hingga 2019 sebanyak 1281 data. Model tersebut menggunakan kombinasi antara Algoritma *Neural network* dengan PSO (*Particle Swam Optimization*). Diperoleh perbandingan akurasi model kombinasi antara *Neural Network* dengan PSO sebesar 71.51% untuk PSO, sedangkan dengan menggunakan metode *Neural Network* sebesar 64.32%. Dari hasil tersebut akurasi *Neural Network* dengan menggunakan optimasi algoritma PSO lebih besar dibandingkan tanpa algoritma PSO hanya menggunakan *Neural Network*.

ABSTRACT

Graduates in tertiary institutions who work by their fields have not been ideal in the last three years, one of which is at the Joint Hope Polytechnic. It still shows horizontal alignment. So the question is why does this happen and is caused by anything that can determine the quality of graduates who work not under the field. For this reason, a model is created that can be used to be able to see the patterns of graduates, so that graduates can work according to their scientific fields. The data set used was 1281 graduate students from 2017 to 2019. The model uses a combination of the Neural Network Algorithm and PSO. The comparison of the combination model accuracy between the Neural Network and PSO is 71.51% for PSO while using the Neural Network method is 64.32%. The results, the accuracy of the Neural Network using the PSO algorithm optimization is greater than without the PSO algorithm using only the Neural Network.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Penulis Korespondensi:

Very Kurnia Bakti,
Program Studi Teknik Komputer,
Politeknik Harapan Bersama,
Email: verykurniabakti@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Kemajuan dalam bidang teknologi komputer memudahkan semua dalam segala aspek, salah satunya dalam perhitungan yang rumit dalam *traffic* serta jumlah data yang banyak dan besar. Fenomena sekarang yang dikenal dengan *big data* ini menguntungkan sebuah institusi yang dapat dijadikan dalam mengambil pertimbangan untuk membuat kebijakan ataupun keputusan penting. Pengambilan keputusan dapat memanfaatkan algoritma sebagai alternatif atau penunjang [1]. Salah satunya sebagai penunjang keputusan dalam lulusan disebuah Perguruan Tinggi yang sesuai bidang lulusan. Persaingan kelulusan mahasiswa di sebuah perguruan tinggi dalam meluluskan mahasiswa serta mendapatkan pekerjaan sesuai bidang saat ini menjadi prioritas pengelola perguruan tinggi untuk dapat mempersiapkan nantinya, agar mampu bekerja sesuai bidang. Sehingga perlu dilakukan evaluasi akan performa lulusan yang berkerja sesuai bidang dengan menerapkan data *mining*. Salah satunya yang dilakukan oleh Meinanda dkk (2009) menerapkan data *mining* dalam memprediksi lamanya waktu belajar mahasiswa dengan menggunakan algoritma *Neural Network* [2] data set yang digunakan adalah data *training* dari data mahasiswa lulusan masa lalu dengan data aktual lulusan mahasiswa. Selain itu data *mining* dengan menggunakan algoritma *Neural Network* juga digunakan untuk melakukan evaluasi pada salah satu program studi terhadap kelulusan mahasiswa yang berdasarkan pada IP yang diperoleh terhadap lamanya kelulusan dari mahasiswa [3]. Salah satu perguruan tinggi vokasi swasta di Jawa Tengah yakni Politeknik Harapan Bersama. Berdasarkan data di bagian akademik Politeknik Harapan Bersama bahwa jumlah mahasiswa tiga angkatan sebanyak 5.000 mahasiswa diketahui berdasarkan data dari *tracer* studi bahwa banyak lulusan Politeknik Harapan Bersama yang bekerja masih tidak sesuai dengan bidang ilmu. Diperoleh Angka kelulusan pada tiga tahun terakhir di *tracer study* Politeknik Harapan Bersama kurang dari 80%. Hal ini, menunjukkan bahwa lulusan Mahasiswa Politeknik Harapan Bersama masih dalam keselarasan horizontal dan belum mencapai nilai ideal. Sehingga muncul pertanyaan apa yang menyebabkan kenapa hal tersebut terjadi serta dipengaruhi apa sajakah yang dapat menentukan kualitas lulusan yang mengakibatkan lulusan tidak bekerja sesuai bidang [4]. Sehingga akan dilakukan model algoritma dengan metode optimal *Neural Network* dengan PSO untuk penunjang keputusan antipasi mahasiswa setelah lulusan yang bekerja sesuai bidang pada lulusan Politeknik Harapan Bersama.

Neural Network merupakan sebuah tiruan dari syaraf yang dalam bentuk sebuah model *non liniear* rumit serta dibangun dengan individu mirip dari perilaku dari model regresi. Sebuah *Neural Network* ini digambarkan seperti sebuah grafik lalu ke beberapa sub dari grafiknya. selain itu, didalamnya terdapat integritas yang mirip gerbang sebuah logika pada sebuah struktur jaringan neuron yang dirancang lebih dulu secara terperinci menggunakan algoritma genetika untuk memprediksi lulusan mahasiswa. memperdikasi kelulusan mahasiswa, diperoleh hasil akurasi dengan *Neural Network* nya sebesar 71.48% kemudian nilai akurasi *Neural Network* menggunakan algoritma genetika didapatkan 99.33% [5]. Dalam model *Neural Network* mesin pembelajarannya ini yakni merupakan sebuah aspek dari sebuah pembelajaran yang menirukan pada sebuah pengalaman di masa yang lalu guna mampu memprediksi kejadian di masa nanti [6]. Definisi dari sebuah *particle swarm optimization* adalah salah satu dari sebuah algoritma dimana pencariannya menggunakan banyaknya individu yang dikelompokkan dalam sekelompok [7]. Hal Algoritma PSO adalah optimasi algoritma yang dapat mudah untuk dipelajari dan dipahami, selain itu dipandang dapat menghasilkan, sederhana dan menunjukkan hasil kerja yang sudah memadai serta handal [8]. Pada *particle* PSO berhubungan dengan suatu *velocity* maksudnya bahwa *particle-particle* didalam PSO bergerak menelusuri sebuah dengan *velocity* secara dinamis yang disesuaikan pada *history* perilaku [7]. Didalam PSO menggunakan konsep *pbest* dan *gbest* yang mirip dengan operasi *crossover* pada *genetic algorithm* (GA) [9]. PSO itu sendiri juga merupakan algoritma yang menirukan perilaku sosial yang berupa tindakan dari individu serta dari pengaruh lainnya dalam kelompok. Sebagai contoh adalah se-ekor burung dan kumpulan dari kawanan burung [7]. Metode algoritma yang dapat dijadikan sebagai *fitur* seleksi dalam melakukan pengolahan data yakni PSO (*Particle Swam Optimization*). Seperti diketahui bahwa algoritma PSO memiliki ciri khas yaitu kemampuan perhitungan dengan metode optimasi yang berdasarkan pada populasi diantaranya berupa *genetic algorithm* (GA) selain itu metode PSO digambarkan pada dasar perilaku kawanan burung yang digambarkan dengan perilaku social yang terdiri atas perilaku individu dan orang lain di dalam kelompok. . Selain itu PSO juga memiliki karakteristik lain yakni berupa karakteristik *non linear* dan *non different ability*, *multiple optime*, dimensi serta dimensi besar yang berdasarkan pada adaptasi yang diturunkan dari teori psikologis sosial [10].

Penelitian [11] telah memprediksi lulusan tepat waktu pada mahasiswa menggunakan PSO dan algoritma C.45 disebuah perguruan tinggi, dengan hasil untuk lulusan di tahun 2000 hingga 2003 pada AMIK PPMI di Tangerang ini diperoleh untuk nilai akurasi dengan PSO 87.56% mengalami peningkatan 1.10% dibanding metode *decision tree* yakni menjadi 87.55%. Hasil dari dengan PSO nampak bahwa PSO mampu mengidentifikasi atribut yang tidak berobot dan mampu meningkatkan nilai akurasi. Penelitian [12] memprediksi mahasiswa pada lulusan tepat waktu dengan membandingkan 4 algoritma, dengan nilai *accuracy* 74.08%, sedangkan untuk masing-masing 4 algoritma yakni dengan didapatkan AUCnya 0,788 dan penambahan pada *fitur* PSO mengalami peningkatan yakni pada nilai akurasi tertinggi di *decision tree* (C.45) diperoleh 5.21% sedangkan untuk nilai pada *nave bayes* yang terendah sebesar 2.13%. Penelitian [13] telah melakukan analisis prediksi pada lulusan mahasiswa dengan *decision tree* dengan PSO pada data mahasiswa lulusan ditahun 2000-2003 hasilnya bahwa PSO, diperoleh hasil terjadi kenaikan akurasi sebesar 1.01% dengan nilai 87.56 dibandingkan hasil dari *decision tree* didaptkan 86.55% Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan PSO mampu memilih atribut

yang tidak dipakai dan tidak berbobot. Oleh karena itu, metode PSO ada peningkatan akurasi tersebut dapat digunakan untuk perguruan tinggi agar dapat menghindari kelulusan mahasiswa tidak tepat waktu. Penelitian [14] telah melakukan proses implementasi algoritma *Neural Network* untuk prediksi tingkat kelulusan mahasiswa. Hasilnya cara kerja dari sebuah algoritma *Neural Network* sama seperti MLP, namun pada *Neural Network* setiap neuronnya dalam bentuk 2 dimensi dan diperoleh akurasi prediksi tingkat kelulusan sebesar 98.27%. Dari permasalahan dan uraian penelitian sebelumnya diatas maka pada penelitian ini dilakukan metode kombinasi antara *Neural Network* dengan menggunakan *fitur* selektif berupa PSO. Sehingga dari penelitian ini diperoleh *output* yang dapat digunakan sebagai penunjang keputusan untuk mengetahui model akurasi lulusan yang sesuai bidang disuatu perguruan tinggi secara akurat sebagai antipasi mahasiswa pra lulusan yang bekerja sesuai bidang [15, 16].

2. METODE PENELITIAN

2.1. Data Penelitian

Pada penelitian ini dipakai data berupa data sekunder dari data *tracer study*, yang diambil dari sistem *tracer study* Politeknik Harapan Bersama untuk tahun lulusan 2017-2019 yang terkumpul. Adapun data yang terkumpul dalam penelitian ini sebanyak 1281 data dengan perbandingan label 657 selaras atau 52% dan 624 atau 48% tidak selaras. Table 1 merupakan atribut yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Atribut yang digunakan dalam Penelitian

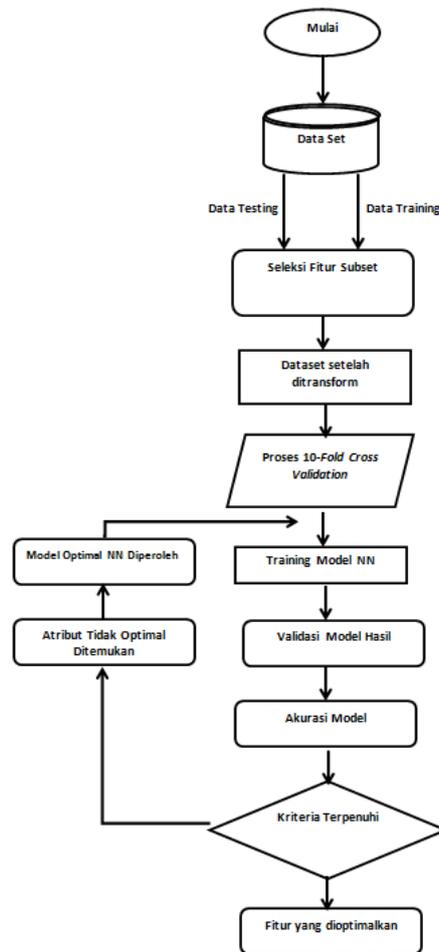
No	Attribute	Range	Keterangan
1	Nim (id)	-	nim mahasiswa (ID)
2	Lulusan	2017-2019	tahun lulus mahasiswa
3	Kode Prodi	-	Kode program studi
4	IPK	2.00-4.00	nilai induk prestasi kumulatif (IPK) yang didapat lulusan
5	Lulus tepat waktu	0 1	status lulus (1) tepat waktu atau (0) tertunda
6	Mendapat beasiswa	0 1	pernah memperoleh bantuan beasiswa selama kuliah 0 (tidak pernah), dan 1 (pernah)
7	Jenis kelamin	0 -1	0 (perempuan) 1 (laki-laki)
8	Umur	18-50	Usia lulusan
9	Kelas	0-1	0 (ekstensi) 1 (reguler)
10	Tempat KP	1-3	Tempat melakukan kerja praktek KP 1 (pemerintahan), 2 (sekolahan), 3 (swasta)
11	Sesuai bidang (label)	0-1	kesesuaian profil lulusan dengan pendidikan yang ditempuh 0 tidak sesuai, dan 1 sesuai

2.2. Processing Data

Pada processing data penelitian ini dilakukan beberapa tahapan antara lain yang tersaji seperti pada Gambar 1 dapat dijelaskan uraian dalam pelaksanaan *processing* data penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Pengolahan data set awal, data set dalam bentuk data pengujian (*testing*) dan pembelajaran (*training*), masing masing partikel mewakili *subset* fitur yang merupakan solusi dari calon data set ditransformasikan kedalam rentang 0 dan 1, kemudian data set dibagi menggunakan metode *3-fold cross validation*, Selanjutnya data set diuji dengan model *Neural Network* dan memvalidasi model yang dihasilkan untuk mendapatkan akurasi model, jika kriteria akurasi memenuhi akan menghasilkan fitur yang di optimalkan, jika kriteria akurasi tidak terpenuhi maka mencari atribut yang tidak di optimal, sehingga menemukan atribut yang tidak optimal maka akan dihilangkan sehingga model optimasi *Neural Network* didapatkan, kemudian dilakukan pengujian ulang dengan model *Neural Network*.
2. Eksperimen dan pengujian metode: Pengujian data dilakukan menggunakan metode *Neural Network* dengan algoritma PSO yang akan menghasilkan akurasi dalam proses penentuan lulusan bekerja sesuai bidang. Tahap uji menggunakan teknik validasi yang bertujuan untuk mendapatkan nilai *accuracy* dan data set diuji menggunakan metode yang diusulkan melalui pemrograman Matlab [17].
3. Evaluasi dan validasi, tahap evaluasi dan validasi dengan pengujian, metode yang diterapkan adalah pengujian dari metode *Neural Network* yang digabungkan algoritma PSO dapat terlihat tingkat nilai akurasi yang didapat dari perhitungan *confusion* matriks, sehingga tujuan penerapan metode *Neural Network* dengan algoritma PSO untuk menentukan lulusan bekerja sesuai

dengan bidangnya dan model validasi yang digunakan adalah metode *3-fold cross validation* untuk mempelajari dan menguji data. Model data dibagi menjadi tiga bagian yang sama. Selanjutnya dilakukan proses pembelajaran (*training*) sebanyak tiga kali. Setiap kalinya dipilih bagian lain dari data set untuk pengujian (*testing*) dan menggunakan dua bagian yang tersisa untuk pembelajaran (*training*). Adapun model *tiga-cross-validation* yang digunakan seperti pada Tabel 2.



Gambar 1. Pelaksanaan *processing* data

Tabel 2. Ilustrasi *3 Fold Cross Validation* [18]

Validasi Ke-n	Dataset
1	■
2	■
3	■

Metode *3-fold cross validation* menjadi metode standar dalam pembelajaran (*training*) dan pengujian data. Penggunaan data set bersifat publik menjadikan penelitian yang dapat di teliti ulang, tidak dapat dipungkiri, dan dapat diverifikasi [18]. Model evaluasi yang diterapkan yaitu penentuan akurasi hasil dari *confusion* matrix yang digunakan untuk melakukan evaluasi terhadap model klasifikasi berdasarkan perhitungan objek *testing* yang ditabulasikan kedalam tabel dimana akan diprediksi benar dan tidak benar. *Confusion* matriks merupakan data set hanya memiliki dua kelas, satu kelas sebagai positif dan kelas yang lain negatif. Terdiri dari empat sel yaitu true positives (TP), false positives (FP), true negatives (TN) dan *false negatives* (FN) [19] seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. *Confusion* matriks untuk 2 model [19]

<i>Classification</i>	<i>Predicted class</i>	
<i>observed class</i>	<i>class = yes</i>	<i>class = no</i>
<i>class = yes</i>	a (<i>true positive -TP</i>)	b (<i>false negative-FN</i>)
<i>class = no</i>	c (<i>false positive-FP</i>)	d (<i>true negative-TN</i>)

Dan untuk menghitung akurasi digunakan persamaan (1) [13].

$$Akurasi = \frac{(TN + TP)}{(TN + FN + TP + FP)} \quad (1)$$

3. HASIL DAN ANALISIS

Pada penelitian ini untuk proses pengolahan menggunakan Matlab dan proses analisis menggunakan *RapidMiner*.

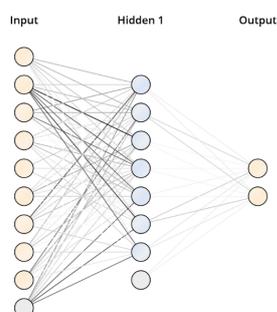
3.1. Hasil

Data yang didapat dari penelitian ini bersifat privat diambil dari Bagian Akademik Politeknik Harapan bersama dan data *tracer study*. Dalam penelitian ini digunakan metode berupa *Neural Network* pada algoritma PSO. Hasil dari penelitian bertujuan untuk mengetahui nilai akurasi apakah peran kerja praktek semasa kuliah lebih efektif dalam memprediksi lulusan bekerja sesuai bidang menggunakan penerapan dari sebuah *Neural Network* menggunakan algoritma PSO. Adapun hasil bobot atribut yang diperoleh dari pengolahan data pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Bobot yang diperoleh

Attribute	Bobot
Tahun lulusan	0.338
Kode prodi	0.192
IPK	0.511
Lulus tepat waktu	0.368
Beasiswa	1
Jenis Kelamin	0
Umur	0.432
Kelas	0.427
KP	0.998

Tabel 4 menunjukkan bahwa atribut yang berpengaruh terhadap lulusan sesuai bidang adalah tahun lulusan, kode prodi, IPK, lulus tepat waktu, beasiswa, umur, kelas dan KP. Sedangkan atribut yang tidak berpengaruh yaitu Jenis Kelamin. Hasil dari *experiment* yang dilakukan pada data set terbentuk arsitektur *Neural Network* seperti pada Gambar 2.

Gambar 2. Hasil arsitek *Neural Network*

Pada Gambar 2 model algoritma *Neural Network* dilakukan proses *training* dengan komposisi *hidden layer* 7, *training cycles* 500, *learning rate* sebesar 0.1 dan momentum 0.9. Sehingga hasil yang diperoleh pada Gambar 2 dengan metode *Neural Network* menghasilkan tiga lapisan (*layer*) yang terdiri lapisan input terdiri dari sembilan node dan satu node bias. Lapisan yang kedua merupakan lapisan yang tak tampak (*hidden layer*) terdiri tujuh node dan satu node bias. Lapisan ketiga merupakan *output layer* terdiri dari dua node yakni atribut kelas 0 dan 1.

3.2. Pengujian

Pengujian model dilakukan setelah dilakukannya eksperimen implementasi *Neural Network* dan *Neural Network* berbasis *particle swarm optimization* hal tersebut dilakukan dengan cara membandingkan nilai *accuracy* dan dalam menentukan tingkat keakurasian dari perbandingan tersebut maka *confusion matrix* yang didapat baik model *Neural Network* itu sendiri ataupun *Neural Network* berbasis *particle swarm optimization* berdasarkan 16384 data yang diolah, dengan hasil perbandingan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Hasil Nilai Akurasi dengan *Neural Network*

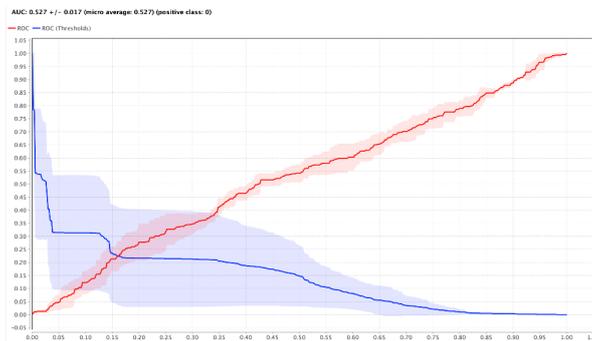
Akurasi 64.32%			
	<i>true 1</i>	<i>true 0</i>	<i>class precision</i>
prediksi 1	784	320	71.01%
prediksi 0	137	40	22.60%
<i>class recall</i>	85.12%	11.11%	

Tabel 5 dapat diklasifikasikan pada *true positive* (TP) sebesar 784 *record*, *false negative* (FN) 137 *record*, *true negative* (TN) 40 *record* dan *false positive* (FP) 320 *Record*. Dari hasil klasifikasi menunjukkan bahwa, tingkat akurasi dengan menggunakan algoritma *Neural Network* adalah sebesar 64.32% sedangkan untuk pengujian data dengan model *Neural Network* yang dioptimasi dengan algoritma PSO hasilnya seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil nilai akurasi PSO dengan NN

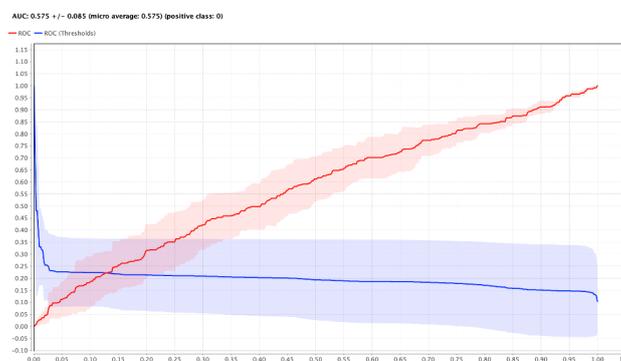
Akurasi 71.51%			
	<i>true 1</i>	<i>true 0</i>	<i>class precision</i>
prediksi 1	915	359	71.82%
prediksi 0	6	1	14.29%
<i>class recall</i>	99.35%	0.28%	

Berdasarkan Tabel 6 dapat diklasifikasikan *true positive* (TP) sebesar 915 *record*, *false negative* (FN) 359 *record*, *true negative* (TN) 1 *record* dan *false positive* (FP) 6 *Record*. Dari hasil pengujian data dengan model *Neural Network* yang dioptimasi dengan PSO diperoleh bahwa dengan menggunakan algoritma PSO ini mempunyai kelebihan, hal ini terlihat bahwa algoritma tersebut dapat mengoptimalkan akurasi. Dengan demikian, metode *Neural Network* dengan algoritma PSO dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi terhadap lulusan sesuai bidang. Hasilnya menunjukkan bahwa model kombinasi Algoritma PSO dapat menghitung dengan karakteristik metode optimasi berbasis populasi seperti algoritma genetika (GA). PSO berdasarkan pada perilaku sekawanan burung [7], dimana perilaku sosial tersebut terdiri dari tindakan individu berpengaruh terhadap individu lain dalam suatu kelompok [10], sedangkan jaringan saraf merupakan sistem adaptif yang mampu mengubah strukturnya untuk menyelesaikan masalah berbasis eksternal. dan informasi internal yang berjalan melalui jaringan. Hasil klasifikasi menunjukkan tingkat akurasi dengan menggunakan algoritma *Neural Network* adalah sebesar 71.51%. Dari hasil akurasi yang diperoleh diatas bahwa *Neural Network* dengan algoritma PSO dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi terhadap lulusan sesuai bidang dan hasilnya menunjukkan bahwa model kombinasi Algoritma PSO dapat menghitung dengan karakteristik metode optimasi berbasis populasi seperti algoritma genetika (GA) untuk dapat menunjang dalam keputusan antipasti mahasiswa sebelum bekerja. penggunaan metode NN dapat dilihat seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik dari implementasi NN

Untuk penggunaan penggabungan *Neural Network* dengan PSO dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik dari penggunaan NN dengan Optimalisasi PSO

4. KESIMPULAN

Diperoleh tingkat akurasi perbandingan untuk model *Neural Network* dengan menggunakan aplikasi *RapidMiner* yakni diperoleh nilai akurasi *Neural Network* dengan optimasi algoritma PSO 71.51% sedangkan dengan hanya menggunakan *Neural Network* saja diperoleh 64.32%. Maka dapat dikatakan bahwa nilai akurasi *Neural Network* dengan menggunakan optimasi algoritma PSO lebih besar dibandingkan tanpa algoritma PSO hanya menggunakan *Neural Network*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih untuk P3M dan bagian dari divisi alumni Politeknik Harapan Bersama yang memberikan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Y. Guo, "A Comprehensive Review of Deep Learning Methods and Applications," in *Deep learning for visual understanding*. Leiden University, 2017.
- [2] M. H. Meinanda, M. Annisa, N. Muhandri, and d. K. Suryadi, "Prediksi Masa Studi Sarjana dengan Artificial Neural Network," *Internetworking Indonesia Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 31–35, 2009.
- [3] A. F. Mutiara Ayu Banjarsari, H. Irwan Budiman, "Penerapan K-Optimal pada Algoritma KNN untuk Prediksi Kelulusan Tepat Waktu Mahasiswa Program Studi Ilmu Komputer FMIPA UNRAM Berdasarkan IP Sampai dengan Semester 4," *Klik - Kumpulan Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 2, pp. 159–173, 2015.
- [4] V. Kurnia Bakti, M. Noval, and E. Purnomo Bayu Aji, "Sistem Pre Kompilasi Data Tracer Studi Online Ditjen Belmawa

- Ristekdikti(Studi Kasus: Politeknik Harapan Bersama),” *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, vol. 2, no. 1, pp. 50–53, 2017.
- [5] I. Ali and L. Sularto, “Optimasi Parameter Artificial Neural Network Menggunakan Algoritma Genetika untuk Prediksi Kelulusan Mahasiswa,” *Jurnal ICT : Information Communication & Technology*, vol. 18, no. 1, pp. 54–59, aug 2019.
- [6] M. Inthachot, V. Boonjing, and S. Intakosum, “Artificial Neural Network and Genetic Algorithm Hybrid Intelligence for Predicting Thai Stock Price Index Trend,” *Computational Intelligence and Neuroscience*, vol. 2016, pp. 1–8, 2016.
- [7] U. Juhardi and Andilala, “Optimalisasi Penjualan Motor Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO),” *Jurnal Media Infotama*, vol. 15, no. 2, pp. 71–78, 2019.
- [8] D. Ana, R. Wati, and Y. A. Rochman, “Model Penjadwalan Matakuliah Secara Otomatis Berbasis Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO),” *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 2, no. 1, pp. 22–31, 2013.
- [9] A. Setiawan, L. W. Santoso, and R. Adipranata, “Penerapan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) untuk Optimisasi Pembangunan Negara dalam Turn Based Strategy Game,” *Jurnal Infra*, vol. 7, no. 1, pp. 249–255, 2019.
- [10] Ridwansyah and E. Purwaningsih, “Particle Swarm Optimization Untuk Meningkatkan Akurasi Prediksi Pemasaran Bank,” *Jurnal PILAR Nusa Mandiri*, vol. 14, no. 1, pp. 83–88, 2018.
- [11] R. Maulida, “Prediksi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu dengan Algoritma C4 . 5 dengan Particle Swarm Optimization pada Univeristas XYZ,” *Journal of Artificial Intelligence and Innovative Applications*, vol. 1, no. 3, pp. 138–144, 2020.
- [12] M. Zainuddin, “Metode Klasifikasi Berbasis Particle warm Optimazion (PSO) untuk Prediksi Kelulusan Tepat Waktu Mahasiswa,” *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, vol. 13, no. 1, pp. 1–12, oct 2018.
- [13] H. Hendra, M. A. Azis, and S. Suhardjono, “Analisis Prediksi Kelulusan Mahasiswa Menggunakan Decission Tree Berbasis Particle Swarm Optimization,” *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, vol. 9, no. 1, pp. 102–107, mar 2020.
- [14] R. Ridwan, H. Lubis, and P. Kustanto, “Implementasi Algoritma Neural Network dalam Memprediksi Tingkat Kelulusan Mahasiswa,” *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 4, no. 2, pp. 286–293, apr 2020.
- [15] R. L. Rose, B. D. A. Selvi, and R. L. R. Singh, “Development of Hybrid Algorithm Based on PSO and NN to Solve Economic Emission Dispatch Problem,” *Circuits and Systems*, vol. 07, no. 09, pp. 2323–2331, 2016.
- [16] A. Alrijadjis, “Implementasi Metode PSO-LDW untuk Optimasi Kontroler PID Pada Plant Orde Tinggi,” in *Industrial Electronic Seminar*, 2010, pp. 1–4.
- [17] M. N. Alam, “Codes in MATLAB for Particle Swarm Optimization,” *ResearchGate*, vol. 8, pp. 1–10, 2016.
- [18] H. Moayedi, A. Osouli, H. Nguyen, and A. S. A. Rashid, “A novel Harris hawks’ Optimization and K-Fold Cross-Validation Predicting Slope Stability,” *Engineering with Computers*, vol. 37, no. 1, pp. 369–379, jan 2021.
- [19] S. Ruuska, W. Hämäläinen, S. Kajava, M. Mughal, P. Matilainen, and J. Mononen, “Evaluation of The Confusion Matrix Method in The Validation of An Automated System for Measuring Feeding Behaviour of Cattle,” *Behavioural Processes*, vol. 148, pp. 56–62, mar 2018.