



**Kata Kunci:**  
Prediksi; Regresi  
Linear; Particle  
Swarm Optimization;  
Neural Network

**Keywords:**  
Prediction;  
Regresi Linear;  
Particle Swarm  
Optimization;  
Neural Network

#### INDEXED IN

Crossref  
Google Scholar  
Garba Rujukan Digital: Garuda

#### CORRESPONDING AUTHOR

Muhamad Ziaul Haq  
Fakultas Teknik Universitas  
Muhammadiyah Palu, Indonesia

#### EMAIL

[muhziaulhaq1@gmail.com](mailto:muhziaulhaq1@gmail.com)

#### OPEN ACCESS

e ISSN 2623-2022



Copyright (c) 2023 Jurnal Kolaboratif Sains

## Prediksi Indeks Prestasi Kumulatif Mahasiswa berdasarkan Nem dengan Menggunakan Algoritma *Neural Network* Berdasarkan *Particle Swarm Optimization*

*Prediction of Student Cumulative Achievement Index Based on NEM  
Using Particle Swarm Optimization Based Neural Network Algorithm*

Muhamad Ziaul Haq<sup>1\*</sup>, Nursalim<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palu, Indonesia

**Abstrak:** Proses Penerimaan Mahasiswa Baru (PMB) pada berbagai perguruan tinggi di Indonesia baik itu perguruan tinggi negeri ataupun swasta melakukan seleksi terhadap calon mahasiswanya dengan melihat pada Nilai Ebtanas Murni (NEM). Guna menganalisis hubungan antara nilai NEM calon mahasiswa dengan prestasi akademik yang dicapai di STMIK Adhi Guna (dalam hal ini digunakan indeks prestasi kumulatif (IPK) dengan analisis korelasi dan regresi linier ganda. Variabel penelitian yang digunakan adalah hasil IPK kelulusan mahasiswa sebagai variabel dependen (terikat), dan nilai mata pelajaran Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris, dan Matematika sebagai variabel independen (bebas). Penelitian ini menggunakan 2 algoritma yang berbeda yaitu *Neural Network* (NN) dan *Particle Swarm Optimization* (PSO) untuk membandingkan hasil dan mencari tingkat akurasi terbaik diantara kedua algoritma tersebut. Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa *Neural Network* berbasis *Particle Swarm Optimization* adalah algoritma yang paling baik dibandingkan dengan *Neural Network* untuk mengukur tingkat korelasi antara NEM dan Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) mahasiswa. *Neural Network* pada penelitian ini menghasilkan akurasi terkecil 0,214 dengan Time = 4 s. *Neural Network* berbasis PSO menghasilkan akurasi terkecil 0,132.

**Abstract:** Until now in the process of admission (PMB) at various universities throughout Indonesia both state and private colleges make the selection of prospective students to look at the NEM. To analyze the relationship between the value of the NEM prospective students who achieved academic achievement in STMIK Adhi Guna (in this case used grade point average (GPA) with correlation analysis and multiple linear regression. Variables used in this study is the result of graduation GPA as the dependent variable (bound), and the value of Indonesian subjects, English, and Mathematics as an independent variable (independent). Study uses two different algorithms, namely *Neural Network* (NN) and *Particle Swarm Optimization* (PSO) to compare the results and find the best accuracy among the second algorithm. From the research that has been done can be concluded that the *Neural Network*-based *Particle Swarm Optimization* algorithm is best compared with the *Neural Network* to measure the degree of correlation between the NEM and the grade point average (GPA) of students. *Neural Network* in this study produced the smallest accuracy of 0.214 with Time = 4 s. *Neural Network*-based PSO produces the smallest accuracy of 0.132.

Jurnal Kolaboratif Sains (JKS)

Volume 6 Issue 2 Februari 2023

Pages: 147-153

## LATAR BELAKANG

Nilai Ujian Nasional ini selain sebagai salah satu indikator kelulusan siswa, juga sebagai satu-satunya penentu kompetisi masuk sekolah negeri di jenjang berikutnya, kecuali untuk tingkat universitas yang memiliki sistem penerimaan tersendiri yaitu PMB. Hingga saat ini dalam proses penerimaan mahasiswa baru (PMB) pada berbagai perguruan tinggi di seluruh Indonesia baik itu perguruan tinggi negeri ataupun swasta melakukan seleksi terhadap calon mahasiswanya dengan melihat pada NEM. Indeks Prestasi Kumulatif adalah mekanisme penilaian keseluruhan prestasi terhadap mahasiswa dalam sistem perkuliahan selama kuliah.

STMIK Adhi Guna adalah salah satu perguruan tinggi swasta yang ada di Kota Palu. Untuk mendapatkan calon mahasiswa yang berkualitas dan berprestasi secara akademik maka STMIK Adhi Guna mengadakan sistem penerimaan mahasiswa baru (PMB) setiap tahunnya. Hingga saat ini IPK dijadikan standar untuk mengetahui sampai dimana mahasiswa itu berprestasi sehingga perlu diadakan penelitian untuk memprediksi Indeks Prestasi Mahasiswa dengan berdasarkan jumlah NEM pada saat proses Penerimaan Mahasiswa Baru (PMB) di STMIK Adhi Guna. Dalam melakukan proses prediksi IPK mahasiswa peneliti mengambil sampel yaitu jumlah NEM pada proses Penerimaan Mahasiswa Baru (PMB) dan IPK mahasiswa pada saat mahasiswa tersebut menyelesaikan studinya.

Penelitian ini menggunakan 2 algoritma yang berbeda yaitu *Neural Network* (NN) dan *Particle Swarm Optimization* (PSO). Algoritma *neural network* memiliki beberapa kelemahan antara lain membutuhkan pelatihan terlebih dahulu untuk pembelajaran dan membutuhkan ukuran data yang besar. Pada algoritma PSO mempunyai konsep sederhana, mudah diimplementasikan dan efisien dalam perhitungan jika dibandingkan dengan algoritma matematika dan teknik optimasi heuristik lainnya.

## TINJAUAN LITERATUR

**Neural Network.** Jaringan Syaraf Tiruan adalah paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel syaraf biologi, sama seperti otak yang memproses suatu informasi. Elemen mendasar dari paradigma tersebut adalah struktur yang baru dari sistem pemrosesan informasi (Fitryadi and Sutikno 2016). Jaringan Syaraf Tiruan, seperti manusia, belajar dari suatu contoh. Jaringan Syaraf Tiruan dibentuk untuk memecahkan suatu masalah tertentu seperti pengenalan pola atau klasifikasi karena proses pembelajaran (Tandrian and Kusnadi 2018).

"Suatu *neural network* (NN), adalah suatu struktur pemroses informasi yang terdistribusi dan bekerja secara paralel, yang terdiri atas elemen pemroses (yang memiliki memori lokal dan beroperasi dengan informasi lokal) yang diinterkoneksi bersama dengan alur sinyal searah yang disebut koneksi. Setiap elemen pemroses memiliki koneksi keluaran tunggal yang bercabang (fan out) ke sejumlah koneksi kolateral yang diinginkan (setiap koneksi membawa sinyal yang sama dari keluaran elemen pemroses tersebut). Keluaran dari elemen pemroses tersebut dapat merupakan sebarang jenis persamaan matematis yang diinginkan. Seluruh proses yang berlangsung pada setiap elemen pemroses harus benar-benar dilakukan secara lokal, yaitu keluaran hanya bergantung pada nilai masukan pada saat itu yang diperoleh melalui koneksi dan nilai yang tersimpan dalam memori lokal" (Zurada 1992).

Berdasarkan dari arsitektur (pola koneksi), Jaringan Syaraf Tiruan dapat dibagi kedalam dua kategori :

**Struktur feedforward.** Sebuah jaringan yang sederhana mempunyai struktur *feedforward* dimana signal bergerak dari input kemudian melewati lapisan tersembunyi dan akhirnya mencapai unit output (mempunyai struktur perilaku yang stabil). Tipe jaringan *feedforward* mempunyai sel syaraf yang tersusun dari beberapa lapisan. Lapisan input bukan merupakan sel syaraf. Lapisan ini hanya memberi pelayanan dengan mengenalkan suatu nilai dari suatu variabel. Lapisan tersembunyi dan lapisan output sel syaraf terhubung satu sama lain dengan lapisan sebelumnya. Kemungkinan yang timbul adalah adanya hubungan dengan beberapa unit dari lapisan sebelumnya atau terhubung semuanya (lebih baik) (Asrul 2014).

**Struktur recurrent (feedback).** Jika suatu jaringan berulang (mempunyai koneksi kembali dari output ke input) akan menimbulkan ketidakstabilan dan akan menghasilkan dinamika yang sangat kompleks. Jaringan yang berulang sangat menarik untuk diteliti dalam Jaringan Syaraf Tiruan, namun sejauh ini structure *feedforward* sangat berguna untuk memecahkan masalah. Yang termasuk dalam stuktur *recurrent (feedback)* : 1) *Competitive networks*; 2) *Self-organizing maps*; 3) *Hopfield networks*; 4) *Adaptive-resonance theory models* (Novianto, Wibawa, and Romdlony 2020).

**Particle Swarm Optimization.** PSO adalah salah satu teknik optimasi dan termasuk jenis teknik komputasi evolusi. Metode ini memiliki *robust* yang bagus untuk memecahkan persoalan yang mempunyai karakteristik *non linear* dan *non differentiability*, *multiple optima*, dimensi besar melalui adaptasi yang diturunkan dari teori psikologi-sosial (Kennedy and Eberhart 1995) (Gaing 2004). Metode ini diinspirasi oleh dinamika gerak kawanan burung atau ikan dalam mencari makanan. Mereka bergerak secara bersamaan dalam suatu kelompok dan bukan tiap individu. Mereka menggunakan konsep kerjasama dimana tiap informasi di-*sharing* dalam kelompok. Konsep PSO sangat berbeda dengan GA. Konsep GA adalah persaingan berdasarkan seleksi alam, sehingga menggunakan operator evolusi seperti mutasi dan *crossover*.

Dalam prosesnya metode PSO dipengaruhi oleh sifat individu dan kelompok dalam mendapatkan solusi optimal. Sebagai pengganti operator evolusi, misalnya untuk persoalan optimasi d-variabel, akan disebar kawanan partikel (misalnya sebanyak n-partikel) dalam ruang d-dimensi secara acak. Masing-masing partikel merupakan kandidat solusi dan mempunyai nilai *fitness* tertentu. Kemudian tiap partikel akan bergerak dengan kecepatan tertentu yang dipengaruhi oleh pengalaman terbang sendiri dan pengalaman terbang partikel lainnya.

Contoh, partikel ke-i dinyatakan sebagai

$X_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{id})$  dalam ruang d-dimensi.

Posisi terbaik sebelumnya dari partikel ke-I disimpan dan dinyatakan sebagai

$pbest_i = (pbest_{i1}, pbest_{i2}, \dots, pbest_{id})$ .

Indeks partikel terbaik diantara semua partikel dalam kawanan atau *group* dinyatakan sebagai *gbest*.

Kecepatan partikel ke-i dinyatakan sebagai :  $V_i = (V_{i1}, V_{i2}, \dots, V_{id})$  Modifikasi kecepatan dan posisi tiap partikel dapat dihitung menggunakan kecepatan saat ini dan jarak dari  $pbest_{i,d}$  ke  $gbest_d$  seperti ditunjukkan persamaan berikut ini :

$$V_{i,m}^{(t+1)} = W N_{i,m}^{(t)} + C_1 * R * (pbest_{i,m} - x_{i,m}^{(t)}) + c_2 * R * (gbest_m - x_{i,m}^{(t)}) \quad (2.4)$$

$$x_{i,m}^{(t+1)} = x_{i,m}^{(t)} + v_{i,m}^{(t+1)} \quad (2)$$

$i = 1, 2, \dots, n$

$m = 1, 2, \dots, d$

dimana :

$n$  : jumlah partikel dalam kelompok

$d$  : dimensi.

$t$  : penunjuk iterasi (generasi).

$V_{i,m}$  : kecepatan partikel ke-i pada iterasi ke t

$w$  : factor bobot inersia.

$c1, c2$  : konstanta akselerasi (*learning rate*).

$R$  : bilangan random (0 – 1).

$X_{i,d}$  : posisi saat ini dari partikel ke-i pada iterasi ke-t.

$pbest_i$  : posisi terbaik sebelumnya dari partikel ke-i.

$gbest$  : partikel terbaik diantara semua partikel dalam satu kelompok/populasi.

**Regresi Linear.** Analisis regresi merupakan salah satu teknik analisis data dalam statistika yang seringkali digunakan untuk mengkaji hubungan antara beberapa variable dan meramal suatu variabel [6].

Istilah “regresi” pertama kali dikemukakan oleh Sir Francis Galton (1822-1911), seorang antropolog dan ahli meteorology terkenal dari Inggris. Dalam makalahnya yang berjudul “*Regression towards mediocrity in hereditary stature*”, yang dimuat dalam *Journal of the Anthropological Institute*, volume 15, hal.246-263, tahun 1885. Galton menjelaskan bahwa biji keturunan tidak cenderung menyerupai biji induknya dalam hal besarnya, namun lebih mediuoker (lebih mendekati rata-rata) lebih kecil daripada induknya kalau induknya besar dan lebih besar daripada induknya kalau induknya sangat kecil (Kutner et al. 2004).

Dalam mengkaji hubungan antara beberapa variable menggunakan analisis regresi, terlebih dahulu peneliti menentukan satu variabel yang disebut dengan variable tidak bebas dan satu atau lebih variable bebas. Jika ingin dikaji hubungan atau pengaruh satu variable bebas terhadap variable tidak bebas, maka model regresi yang digunakan adalah model regresi linier sederhana. Kemudian jika ingin dikaji hubungan atau pengaruh dua atau lebih variable bebas terhadap variable tidak bebas, maka model regresi yang digunakan adalah model regresi linier berganda (*multiple linear regression model*). Kemudian untuk mendapatkan model regresi linier sederhana maupun model regresi linier berganda dapat diperoleh dengan melakukan estimasi terhadap parameter-parameternya menggunakan metode tertentu. Adapun metode yang dapat digunakan untuk mengestimasi parameter model regresi linier sederhana maupun model regresi linier berganda adalah dengan metode kuadrat terkecil (*ordinary least square/OLS*) dan metode kemungkinan maksimum (*maximum likelihood estimation/ML*) (Draper, Smith, and Sumantri 1992).

## METODE

**Jenis Penelitian.** Penelitian yang dilaksanakan adalah jenis penelitian eksperimen, yaitu mencari dan membandingkan tingkat nilai RMSE antara algoritma *Neural Network* (NN) dan *Neural Network* berbasis *Particle Swarm Optimization* (PSO) dalam melakukan prediksi Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) Mahasiswa berdasarkan NEM di STMIK Adhi Guna.

**Pengumpulan Data.** Data uji yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari STMIK Adhi Guna telah diolah dengan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* yang didalamnya terdapat NEM dan indeks prestasi kumulatif (IPK) mahasiswa selama mengikuti pendidikan di STMIK Adhi Guna. Pada data NEM diperoleh ketika mahasiswa tersebut baru masuk dan mengikuti proses penerimaan mahasiswa baru (PMB). Data NEM yang diambil adalah jumlah NEM. Data indeks prestasi kumulatif (IPK) yang diambil pada saat mahasiswa tersebut menyelesaikan pendidikannya di STMIK Adhi Guna.

**Pengolahan Data Awal.** Sebelumnya data NEM dan IPK dibagi menjadi data latih dan data uji melalui proses *cross validation*. Proses ini dijalankan supaya data menyebar secara merata dan model yang terbentuk tidak ketat terhadap tipe data tertentu. Penggunaan nilai *k-fold* pada proses *cross validation* yang digunakan adalah  $k=10$ ,  $k=20$  dan  $k=30$ . Data latih merupakan data acuan untuk proses terbentuknya model prediksi, sedangkan data uji merupakan data yang digunakan untuk menguji model tersebut. Sebelumnya data NEM dan IPK Mahasiswa diolah dengan menggunakan *Aplikasi Microsoft Office Excel versi 2007* dan dimasukkan kedalam perangkat lunak *Rapidminer versi 5.0*.

Keluaran atau target yang diinginkan adalah IPK mahasiswa yang bersangkutan yang tercantum pada transkrip akademik setelah menyelesaikan studi S1 dan nantinya akan dilakukan perbandingan antara IPK aktual dan IPK prediksi dengan menggunakan algoritma NN dan setelah dioptimasi dengan PSO.

**Experiment dan Pengujian.** *Experiment* dan pengujian pada penelitian ini menggunakan software *Rapidminer versi 5.3* untuk mengetahui perbedaan tingkat nilai RMSE antara algoritma *neural network* dengan *neural network* berbasis *particle swarm optimization* akan melakukan pelatihan dan pengujian data untuk memilih parameter yang tepat agar mendapatkan nilai RMSE terbaik dan untuk itu diperlukan

pengaturan (*adjustment*) untuk menentukan parameter – parameter *neural network* (NN) dan *neural network* berbasis *particle swarm optimization* (PSO).

**Evaluasi dan Validasi Hasil.** Pada bagian ini dijelaskan evaluasi dan validasi hasil penerapan metode pada penelitian yang dilakukan. Evaluasi dan validasi hasil dilakukan dengan membandingkan antara algoritma *neural network* (NN) dan *neural network* (NN) dioptimasi dengan *particle swarm optimization* (PSO) serta algoritma lainnya.

## HASIL DAN DISKUSI

Data yang digunakan dan akan diolah pada penelitian ini adalah data NEM dan IPK mahasiswa. Pada data NEM yang diambil yaitu jumlah NEM dan IPK sebagai *output* (keluaran).

**Tabel 1.** Atribut Dataset

Nama Atribut	Keterangan
Jumlah	Jumlah dari beberapa nilai mata pelajaran yang diujikan pada saat ujian nasional

**Experiment dan Pengujian.** Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, dengan melakukan pengujian-pengujian terhadap parameter-parameter yang ditentukan, maka didapatkan hasil terbaik sebagai berikut:

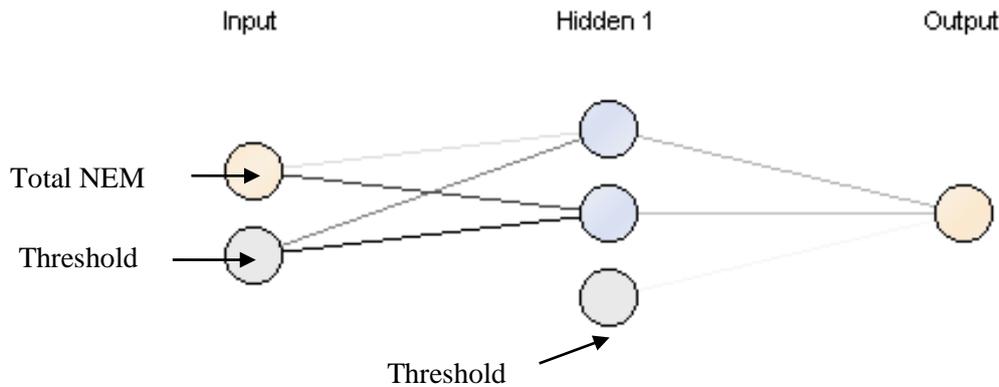
<i>K-fold</i>	= 10
<i>Training cycles</i>	= 2000
<i>Learning rate</i>	= 0.1
<i>Momentum</i>	= 0.7
<i>Nilai RMSE</i>	= 0.22
<i>Time</i>	= 4 s

Hasil lengkap dari konfigurasi parameter untuk menghasilkan nilai RMSE terbaik dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini:

**Tabel 2.** Hasil Eksperimen mendapatkan nilai RMSE terbaik

<i>k-fold</i>	<i>Training cycle</i>	<i>Momentum</i>	<i>Lerning Rate</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Time</i>
<i>k= 3</i>	500	0.7	0.1	0.23	0 s
	1000	0.7	0.1	0.23	0 s
	1500	0.7	0.1	0.23	0 s
	2000	0.7	0.1	0.23	1 s
<i>k = 5</i>	500	0.7	0.1	0.239	0 s
	1000	0.7	0.1	0.239	1 s
	1500	0.7	0.1	0.238	1 s
	2000	0.7	0.1	0.238	2 s
<i>k = 10</i>	500	0.7	0.1	0.221	1 s
	1000	0.7	0.1	0.221	2 s
	1500	0.7	0.1	0.221	3 s
	2000	0.7	0.1	0.22	4 s

Arsitektur *neural network* terbaik yang didapatkan dari percobaan, dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



**Gambar 1.** Arsitektur *Neural Network* dengan nilai RMSE terbaik.

**Evaluasi dan Validasi Hasil.** Untuk mencari nilai RMSE terbaik untuk mengukur tingkat korelasi antara NEM dan IPK maka penulis mencoba membandingkan algoritma *neural network*, *neural network* berbasis *particle swarm optimization* dan regresi linear. Adapun untuk membandingkannya adalah dengan menghitung nilai RMSE dari algoritma tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 2.** Perbandingan nilai MSE dan RMSE

	<i>Neural Network</i>	<i>Neural Network + PSO</i>	<i>Linear regresi</i>
mse	0.0521	0.0477	0.0460
rmse	0.2282	0.2185	0.2144

Berdasarkan tabel diatas diketahui mempunyai nilai MSE 0.0521 dan RMSE 0.2282, algoritma *Neural Network* berbasis PSO mempunyai nilai MSE 0.0477 dan RMSE 0.2185, dan algoritma *Linear regresi* mempunyai nilai MSE 0.0460 dan RMSE 0.2144. Dapat dilihat bahwa algoritma *Neural Network* berbasis PSO mempunyai nilai MSE dan RMSE terendah, maka dapat disimpulkan bahwa algoritma *Neural Network* berbasis PSO adalah algoritma terbaik untuk mengukur korelasi antara NEM dan IPK.

## KESIMPULAN

Studi ini menyimpulkan *Neural Network* berbasis *Particle Swarm Optimization* adalah algoritma yang paling baik dibandingkan dengan *Neural Network* untuk mengukur tingkat korelasi antara NEM dan Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) mahasiswa. *Neural Network* pada penelitian ini menghasilkan nilai RMSE terkecil 0.2282 dengan Time = 4 s. *Neural Network* berbasis PSO menghasilkan nilai RMSE terkecil 0.2185. *Neural Network* berbasis PSO mempunyai nilai nilai RMSE terbaik dan apat mengurangi nilai error.

## REKOMENDASI

Penelitian ini dapat dikembangkan lebih jauh yang nantinya diharapkan dapat membentuk suatu sistem pendukung keputusan faktor NEM dalam pengambilan keputusan pada proses penerimaan mahasiswa baru (PMB) dan diharapkan ada metode yang lebih baik untuk memprediksi IPK mahasiswa.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Asrul, Junaidi. 2014. "Reconnecting Sambungan Rumah (Sr) Pada Gardu 079 Sovia Untuk Mengurangi Losses Di PT PLN (Persero) Rayon Bukittinggi (Menggunakan Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan)." *Elektron: Jurnal Ilmiah* 6(1): 16–27.
- Draper, Norman Richard, Harry Smith, and Bambang Sumantri. 1992. *Analisis Regresi Terapan*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Fitryadi, Khairil, and Sutikno Sutikno. 2016. "Pengenalan Jenis Golongan Darah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Perceptron." *Jurnal Masyarakat Informatika* 7(1): 1–10.
- Gaing, Zwe-Lee. 2004. "A Particle Swarm Optimization Approach for Optimum Design of PID Controller in AVR System." *IEEE transactions on energy conversion* 19(2): 384–91.
- Kennedy, James, and Russell Eberhart. 1995. "Particle Swarm Optimization." In *Proceedings of ICNN'95-International Conference on Neural Networks*, IEEE, 1942–48.
- Kutner, Michael H, Christopher J Nachtsheim, John Neter, and William Wasserman. 2004. *4 Applied Linear Regression Models*. McGraw-Hill/Irwin New York.
- Novianto, Rizka Putra, Ig Prasetya Wibawa, and Muhammad Zakiyullah Romdlony. 2020. "Analisis Pendeteksi Gelombang Tsunami Dengan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan." *eProceedings of Engineering* 7(1).
- Tandrian, Alvin Hanjaya, and Adhi Kusnadi. 2018. "Pengenalan Pola Tulang Daun Dengan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation." *Ultima Computing: Jurnal Sistem Komputer* 10(2): 53–58.
- Zurada, Jacek M. 1992. "Introduction to Artificial Neural Systems, West, St." *Paul, Minn* 13.