

## Jaringan Syaraf Tiruan dengan Algoritma Backpropagation dalam Memprediksi Hasil Asesmen Nasional Berbasis Komputer (ANBK) SMP Se Kota Sawahlunto

Andre Yuberta<sup>1✉</sup><sup>1</sup>Dinas Pendidikan Kota Sawahlunto[yubertaa@gmail.com](mailto:yubertaa@gmail.com)

### Abstract

The National Computer-Based Assessment for SMP level is a quality assessment program for all SMP level schools. This has only been simulated in 2019 and in 2021 this is the first stage of testing. Adaptation to ANBK needs to be done quickly so that the School Quality Score becomes good from time to time and the main goal of the education unit, namely the development of student competence and character, is achieved. Finding a solution to improve the quality of SMP in Sawahlunto City based on ANBK using ANN with Backpropagation Algorithm. The data used in this study was sourced from the Education Office of Sawahlunto City where as many as 11 schools participated in ANBK at the junior high school level. Based on the 2021 ANBK simulation data, the results obtained are above the minimum competency of 11 schools. Furthermore, the data is processed using Matlab software. The processing implementation involves four input variables (reading literacy, numeracy, character survey and learning environment survey). Of the 33 data tested using variations of test data and training data, which are then processed using variations in the learning rate and number of epoch parameters. From the test results obtained the level of accuracy of pattern recognition on the backpropagation method with a learning rate variation of 0.2 and the number of epochs 1000. The results of testing this method are as many as 11 junior high schools that have passed. So that the level of accuracy is 99,9987%. The prediction results of ANBK SMP in Sawahlunto City can already describe the quality of education in SMP in Sawahlunto City. With an achievement level above the district/city average of 36.36%, it can become accurate information to improve the quality of teaching and learning and improve student achievement.

Keywords: Artificial Neural Networks, Backpropagation, Computer-Based National Assessment, Student, Education.

### Abstrak

Asesmen Nasional Berbasis Komputer tingkat SMP adalah program penilaian mutu pada seluruh sekolah tingkat SMP. Hal ini baru dilakukan simulasi pada Tahun 2019 dan Tahun 2021 ini adalah tahap pertama pengujian. Adaptasi terhadap ANBK perlu dilakukan dengan cepat agar Nilai Mutu Sekolah menjadi baik dari waktu ke waktu dan tujuan utama satuan pendidikan yakni pengembangan kompetensi dan karakter murid tercapai. Menemukan solusi untuk meningkatkan mutu sekolah SMP Se Kota Sawahlunto berbasis ANBK menggunakan JST dengan Algoritma Backpropagation. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari Dinas Pendidikan Kota Sawahlunto dimana sebanyak 11 sekolah yang mengikuti ANBK tingkat SMP. Berdasarkan data simulasi ANBK Tahun 2021 didapatkan hasil yang diatas kompetensi minimum 11 Sekolah. Selanjutnya data diolah menggunakan software Matlab. Pelaksanaan pengolahannya adalah melibatkan empat variabel masukan (literasi membaca, numerasi, survei karakter dan survei lingkungan belajar). Dari 33 data yang diuji menggunakan variasi data uji dan data latihan yang selanjutnya diolah menggunakan variasi parameter learning rate dan jumlah epoch. Dari hasil pengujian diperoleh tingkat akurasi pengenalan pola pada metode backpropagation variasi learning rate 0,2 dan jumlah epoch 1000. Hasil dari pengujian terhadap metode ini adalah sebanyak 11 SMP yang lulus. Sehingga tingkat akurasinya sebesar 99,9987%. Hasil prediksi ANBK SMP Se Kota Sawahlunto sudah dapat menggambarkan mutu pendidikan SMP Se Kota Sawahlunto. Dengan tingkat pencapaian diatas rata rata kab/kota 36,36% sudah dapat menjadi informasi yang akurat untuk memperbaiki kualitas belajar-mengajar dan meningkatkan prestasi murid.

Kata kunci: Jaringan Syaraf Tiruan, Backpropagation, Asesmen Nasional Berbasis Komputer, Siswa, Pendidikan.

*JidT is licensed under a Creative Commons 4.0 International License.*



### 1. Pendahuluan

Pendidikan adalah mata air perubahan, perubahan ke arah yang lebih baik dan menjadi salah satu modal untuk merubah nasib dan perbaikan ekonomi keluarga. Perubahan pun dialami oleh pendidikan itu sendiri, salah satunya adalah penerapan ANBK (Asesmen

Nasional Berbasis Komputer) yang termasuk baru dan menjadi bahan untuk menentukan penilaian mutu masing masing sekolah khususnya tingkat SMP.

Tiga Instrumen utama dari Asesmen Nasional adalah Asesmen Nasional adalah Asesmen Kompetensi Minimum yang mengukur literasi membaca dan

literasi matematika (numerasi), survei karakter dan survei lingkungan belajar. Ketiga instrumen ini digunakan untuk untuk penilaian keberhasilan ANBK di SMP se Kota Sawahlunto.

Berlimpahnya data mahasiswa di Perguruan Tinggi terutama mahasiswa baru membuka peluang pihak akademik untuk dapat mengukur prestasi akademik mahasiswa secara lebih tepat. Data-data tersebut apabila digali dengan tepat akan membuat pihak Perguruan Tinggi mendapatkan pengetahuan atau pola-pola prestasi akademik mahasiswa baru [1]. Untuk menumbuhkan kemauan mahasiswa dalam memahami setiap mata kuliah, merujuk kepada penelitian yang sudah dilakukan para peneliti sebelumnya, diantaranya faktor-faktor yang berkontribusi pada prestasi belajar mahasiswa mahasiswa [2]. Ada beberapa metode yang digunakan dalam mengidentifikasi atau memprediksi potensi peserta didik dalam menentukan jurusan diantaranya adalah jaringan syaraf tiruan [3]. Sekolah bisa mengambil kesuksesan mutu perguruan tinggi, Prestasi akademik pada dunia pendidikan merupakan salah satu tolak ukur dari keberhasilan proses belajar mengajar [4]. *Neural Network* atau Jaringan Syaraf adalah paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel syaraf biologi atau otak. Jaringan Syaraf (*Neural Network*) sama seperti manusia yaitu belajar dari suatu contoh, sehingga Jaringan Syaraf (*Neural Network*) dibentuk untuk memecahkan suatu masalah tertentu seperti pengenalan pola atau klasifikasi karena proses pembelajaran [5]. JST ditentukan oleh tiga hal, yaitu: (1) Pola hubungan antar-neuron (disebut arsitektur jaringan); (2) Metode untuk menentukan bobot penghubung (disebut metode training/ learning/ algoritma); (3) Fungsi aktivasi (fungsi transfer) [6]. Jaringan saraf tiruan memiliki kemampuan untuk memperoleh dan mempertahankan suatu pengetahuan (informasi berbasis) dan dapat didefinisikan sebagai satu set unit pengolahan, diwakili oleh neuron buatan, saling terkait oleh banyak interkoneksi (sinapsis buatan), di implementasikan oleh vektor dan matriks bobot sinaptik [7]. Metode jaringan saraf tiruan *backpropagation*, merupakan algoritma pembelajaran untuk memperkecil tingkat *error* dengan cara menyesuaikan bobotnya berdasarkan perbedaan output dan target yang akan dicapai [8]. Setiap pola informasi input dan output yang diberikan menjadi buatan jaringan saraf diproses dalam neuron di mana neuron dikumpulkan dalam lapisan disebut lapisan neuron [9].

*Backpropagation* merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi (*supervised learning*) dan biasanya digunakan oleh *perceptron* dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyi [10]. Proses algoritma *Backpropagation* dilakukan dengan mendefinisikan nilai awal untuk variabel-variabel yang diperlukan seperti menentukan nilai

input, nilai output, nilai bobot, nilai bias, learning rate ( $\alpha$ ) dan nilai batas ambang/threshold [11]. Pada proses *backpropagation* ini mempunyai dua proses penting yaitu *feed forward* dan *backward*. *Feed Forward* digunakan dalam proses *training* yang mana dilakukan perhitungan aktivasi yang didapat dari perkalian nilai input dan *weight* (bobot). Hasil dari nilai aktivasi dijadikan nilai input oleh layer yang berada didepanya. Sedangkan *backward* pada proses ini dilakukan perubahan nilai *weight* (bobot) supaya nilai *output* yang dihasilkan sesuai keinginan. Selain perubahan bobot, pada proses ini juga dilakukan perhitungan nilai *error*. Nilai *error* ini merepresentasikan tingkat kesalahan yang dari *backpropagation* [12]. Dalam *backpropagation*, fungsi aktivasi yang dipakai harus memenuhi beberapa syarat yaitu: kontinu, terdiferensial dengan mudah dan merupakan fungsi yang tidak turun. Fungsi aktivasi yang memenuhi karakteristik tersebut yaitu fungsi *sigmoid* biner, *sigmoid bipolar* dan *linear* [13]. Algoritma *Backpropagation Neural Network* menggunakan fungsi pelatihan *Gradient Descent* dengan *Adaptive Learning rate* digunakan pada penelitian berupa data Ekspor Migas dan lainnya di Provinsi Jawa Timur dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2019 [14]. Algoritma pembelajaran *Backpropagation* (BPLA) telah menjadi algoritma pembelajaran yang terkenal di antara JST. JST *backpropagation* telah banyak dan berhasil diterapkan dalam aplikasi yang beragam, seperti pengenalan pola, pemilihan lokasi dan evaluasi kinerja [15].

Banyak metode yang dapat digunakan untuk memprediksi tingkat pertumbuhan ekonomi dalam bidang matematika, salah satunya adalah *backpropagation*. Penelitian dengan metode *backpropagation* telah banyak dilakukan [16]. Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian yang telah dilakukan, algoritma *Backpropagation* dapat memprediksi jumlah kendaraan di Riau [17]. Metode yang digunakan untuk membantu proses prediksi adalah *Backpropagation*. Salah satunya sebuah penelitian berupa prediksi agar dapat mengetahui berapa jumlah penjualan produk-produk Ramayana yang terprediksi di tahun yang akan datang [18]. Temuan yang diperoleh berupa rancangan optimal untuk melakukan prediksi yaitu dengan menggunakan multilayer. Hasil pengujian sistem prediksi produksi padi yang terdiri dari 75 kali pengujian pada di 19 daerah di Sumatera Barat, diperoleh tingkat akurasi mencapai 88,14% atau dengan tingkat *error* yang relatif rendah yaitu 11,86% [19]. Algoritma *Backpropagation* untuk memprediksi produksi susu berdasarkan produksi-produksi data sebelumnya. Produksi susu cenderung berubah sehingga sulit untuk diprediksi. Untuk melakukan pengujian ini digunakan *software* Matlab R2011b yang dimana ini sangat membantu dalam melakukan penelitian [20].

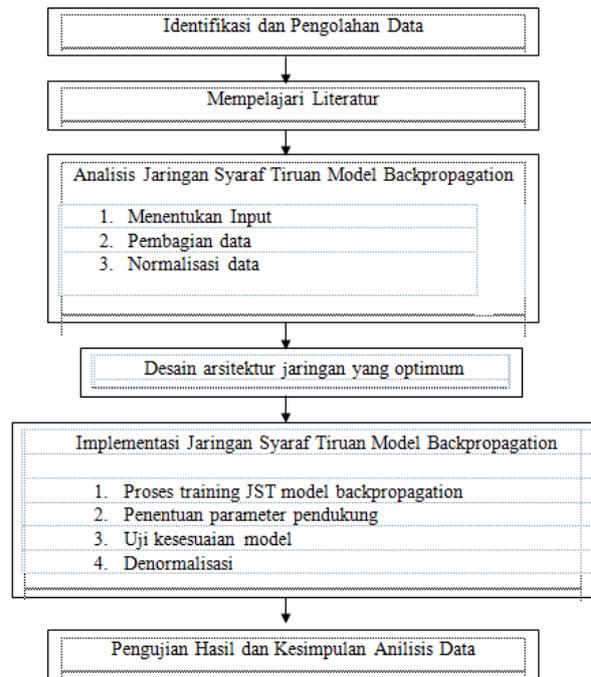
Metode Backpropagation adalah salah satu jaringan otak dengan kemampuan dapat merumuskan ilmu yang akan datang dan dapat melakukan prediksi [21]. JST mempunyai rasa empati tinggi dalam data, memiliki noise bias mengambil hubungan yang lengkap antar masukan dan keluaran [22]. Walaupun begitu, juga terdapat kekurangan pada metode ini, salah satunya tidak dapat dilihat secara rinci hasil prediksi didapatkan dan hasil pelatihan yang berubah-ubah. Semua ini terjadi karena metode ini tidak memperlihatkan model structural Serta jaringan syaraf tiruan dapat memproduksi perkiraan yang akurat jika keluaran yang masuk diluar jalur dalam pelatihan tidak mencukupi. JST merupakan salah satu produksi buatan pemikiran manusia yang bekerja mensimulasikan proses pembelajaran kedalam otak manusia. Kata buatan tersebut diartikan jaringan syaraf tiruan ini dipaparkan memakai software computer yang memiliki keahlian kerja perhitungan selama kerja belajar. Jaringan syaraf adalah gabungan input / output yang saling berhubungan dan memiliki bobot tertentu [23]. Jaringan syaraf tiruan didesain menggunakan aturan umum dengan semua model jaringan yang dimilikinya dengan konsep dasar yang sama. Tujuan yang dicapai akan berhasil ditentukan dengan arsitektur jaringan sangat, karena tidak semua masalah dapat masalah dapat diselesaikan dengan satu arsitektur. Ada 3 macam jenis arsitektur jaringan syaraf tiruan [24], yaitu jaringan lapis satu, jaringan banyak lapis dan jaringan lapis komplit. Backpropagation adalah salah satu model jaringan syaraf tiruan yang memiliki multi layer. Sama dengan model jaringan syaraf yang lain, memiliki kinerja dalam mengenal pola yang dipakai untuk kerja pelatihan dan merangsang jaringan secara baik untuk input yang sama tapi tidak serupa kemudian dipakai dalam kinerja pelatihan [25].

Metode metode yang paling tepat digunakan untuk memprediksi hasil ANBK ini salah satunya adalah Jaringan Syaraf Tiruan. Jaringan Syaraf Tiruan sangat dibutuhkan untuk memperoleh hasil yang akurat.

Belum adanya alat yang digunakan untuk memprediksi hasil ANBK tahun depan mendorong dilakukannya penelitian ini. Menguji hasil metode Jaringan Syaraf Tiruan dengan Algoritma *Backpropagation* ke dalam bentuk aplikasi *Matlab* untuk memprediksi hasil ANBK SMP Se Kota Sawahlunto.

**2. Metodologi Penelitian**

Kerangka kerja dalam suatu penelitian dibutuhkan agar setiap tahapan penelitian dapat diselesaikan dengan tepat. Berikut adalah kerangka kerja yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

Berdasarkan kerangka kerja pada Gambar 1 diatas, setiap tahapan kerangka kerja dapat dijelaskan sebagai berikut:

**2.1 Identifikasi dan Pengolahan Data**

Pada tahap ini dilakukan pengamatan dan pengumpulan yang diperoleh dari Seksi Kurikulum dan Peserta Didik Pembinaan Pendidikan Dasar Dinas Pendidikan Kota Sawahlunto yang meliputi data jumlah siswa dari tiap SMP di Kota Sawahlunto dari tahun 2019 sampai tahun 2021 beserta data nilai rata rata ANBK dari simulasi Tahun 2019 sampai dengan asesmen Tahun 2021. Data tersebut akan digunakan untuk prediksi hasil ANBK pada Tahun 2022 sehingga dapat memetakan mutu sekolah khususnya SMP di Kota Sawahlunto.

**2.2 Mempelajari Literatur**

Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan dalam penelitian, selanjutnya dilakukan pembahasan secara teoritis mengenai metode yang digunakan dalam penelitian berdasarkan hasil studi literatur. Hal ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana metode yang digunakan dalam kajian teorinya sebelum digunakan dalam penelitian.

**2.3 Analisis Jaringan Syaraf Tiruan Model Backpropagation**

Pada tahap ini dilakukan prediksi hasil ANBK SMP Se Kota Sawahlunto menggunakan jaringan syaraf tiruan model backpropagation kemudian menghitung MSE (Mean Square Error) dan MAPE (Mean Absolute Percentage Error) dari hasil peramalan. Dalam menganalisis data dengan model backpropagation digunakan software MATLAB sebagai alat bantu

perhitungan. Untuk melakukan peramalan digunakan algoritma backpropagation yang memerlukan beberapa langkah. Langkah-langkah dalam algoritma backpropagation kemudian dibagi kedalam beberapa tahap, yaitu:

a. Menentukan Input

Identifikasi input didasarkan pada nilai rata rata masing masing Sekolah SMP Se Kota Sawahlunto dalam rentang waktu 2019 sampai dengan 2021 untuk memastikan data yang akan diinput adalah data yang stationer.

b. Pembagian data

Data yang telah diinput dibagi menjadi 2 yaitu data untuk proses training dan data untuk proses testing. Komposisi yang digunakan adalah 75% data untuk proses training dan 25% data untuk proses testing.

c. Normalisasi data

Data yang telah diinput dan dibagi menjadi 2 kemudian dinormalisasi menggunakan perintah prestid dalam MATLAB. Fungsi aktivasi yang digunakan pada hidden layer adalah sigmoid biner (tansig), sedangkan pada output layer adalah fungsi aktivasi linier (purelin). Hal ini dilakukan dengan meletakkan data pada *range* tertentu. Proses ini juga dapat dilakukan dengan bantuan mean dan standar deviasi.

2.4 Desain arsitektur jaringan yang optimum

Dalam menentukan arsitektur jaringan yang optimum dilihat dari nilai MSE dan MAPE yang terkecil setelah melakukan proses pelatihan (*training*).

Proses penentuan arsitektur jaringan yang optimum adalah:

- a. Menentukan banyaknya *neuron* pada *hidden layer*
- b. Menentukan *input* yang optimal
- c. Menentukan *output* yang optimal

2.5 Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Model Backpropagation

- a. Proses *training* JST model *backpropagation*, yaitu Menentukan bobot model dan menentukan maksimum jumlah epoch.
- b. Penentuan parameter pendukung, yaitu kinerja tujuan, learning rate, rasio untuk menaikkan learning rate, rasio untuk menurunkan learning rate, maksimum kegagalan, maksimum kinerja kerja, gradien minimum, momentum, jumlah epoch yang akan ditunjukkan kemajuannya, dan waktu maksimum untuk pelatihan.

2.6 Pengujian Hasil dan Kesimpulan Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan uji kesesuaian model dan denormalisasi untuk mendukung pengujian hasil dan kesimpulan hasil analisis data, setelah proses selesai

maka data akan didenormalisasi atau dikembalikan ke proses semula.sekaligus memberikan saran yang berkaitan dengan pengembangan penelitian dimasa yang akan datang terkait prediksi dan kesesuaian akurasi target hasil ANBK SMP Se Kota Sawahlunto.

3. Hasil dan Pembahasan

Langkah-langkah untuk memprediksi menggunakan JST Backpropagation adalah sebagai berikut :

- a. Mempersiapkan data hasil ANBK time series untuk prediksi. Pada contoh ini digunakan data rata-rata ANBK di Kota Sawahlunto pada tahun 2019 sampai dengan tahun 2021. Pada algoritma jaringan syaraf tiruan backpropagation ini digunakan fungsi aktivasi sigmoid biner di mana fungsi ini bernilai antara 0 s.d 1. Namun fungsi sigmoid biner tersebut sejatinya tidak pernah mencapai angka 0 maupun 1. Oleh sebab itu, data ANBK perlu dinormalisasi terlebih dahulu salah satu contohnya ke dalam range 0,1 s.d 0,9 menggunakan Persamaan (1).

$$X' = \frac{0,8 (X - b)}{(a - b)} + 0,1 \tag{1}$$

Dimana X' adalah data hasil normalisasi, X adalah data asli/data awal, a adalah nilai maksimum data asli, dan b adalah nilai minimum data asli.

Data ANBK dan setelah dinormalisasi tampak pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Tabel Nilai ANBK SMP Se Kota Sawahlunto

No	Nama Sekolah	2019	2020	2021
1	SMP 1	2.3	2.4	2.4
2	SMP 2	2.1	2.1	2.15
3	SMP 3	1.9	2.01	2.01
4	SMP 4	1.9	2.04	2.04
5	SMP 5	1.9	2.06	2.06
6	SMP 6	1.83	1.83	1.83
7	SMP 7	1.83	1.9	1.94
8	SMP 8	2.06	2.1	2.1
9	SMP 9	1.83	1.9	1.94
10	SMP SDI SILUNGKANG	2.1	2.19	2.19
11	SMP MUHAMMADIYAH	1.83	1.96	1.96

Tabel 2. Normalisasi

No	2019	2020	2021
1	0.759649	0.900000	0.900000
2	0.478947	0.478947	0.549123
3	0.198246	0.352632	0.352632
4	0.198246	0.394737	0.394737
5	0.198246	0.422807	0.422807
6	0.100000	0.100000	0.100000
7	0.100000	0.198246	0.254386
8	0.422807	0.478947	0.478947
9	0.100000	0.198246	0.254386
10	0.478947	0.605263	0.605263
11	0.100000	0.282456	0.282456

- b. Setelah data latih dan data uji disiapkan dalam format xlsx (excel), dilakukan pemrograman untuk melakukan pelatihan jaringan. Arsitektur jaringan

syaraf tiruan yang digunakan pada contoh ini adalah 3-7-1 yang artinya terdiri dari 3 nilai masukan (data ANBK 3 tahun di lakukan transpose position), 7 neuron pada hidden layer, dan satu nilai keluaran yaitu data hasil ANBK pada tahun berikutnya.

Nilai MSE yang dihasilkan pada proses pengujian menunjukkan bahwa jaringan syaraf tiruan propagasi balik cukup baik untuk memprediksi Hasil ANBK. Nilai tersebut dapat ditingkatkan performansinya dengan cara memperbanyak data latih serta mengubah-ubah parameter yang mempengaruhi performansi jaringan seperti error goal, jumlah epoch, arsitektur jaringan, jenis fungsi aktivasi, dan lain lain. Tingkat akurasi penelitian ini adalah 99,9987 yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Prediksi ANBK Tahun 2022

No	ANBK 2021	Prediksi	Target 2022
1	2.4	2.42	2.42
2	2.15	2.17	2.17
3	2.01	2.03	2.03
4	2.04	2.06	2.06
5	2.06	2.08	2.08
6	1.83	1.85	1.85
7	1.94	1.96	1.96
8	2.1	2.12	2.12
9	1.94	1.96	1.96
10	2.19	2.21	2.21
11	1.96	1.98	1.98

Hasil pengujian prediksi terhadap data ANBK yang dibagi sesuai peringkat diatas rata-rata kab/kota dengan dibawah rata rata kab/kota maka didapat hasil yang sesuai dengan data yang ada yakni 4 Sekolah diatas rata rata dan 7 lainnya masih dibawah rata rata kab/kota. Angka prediksi pengujian berjumlah 33.60% mendekati angka real 36.36% yang Diatas rata rata kab/kota.

#### 4. Kesimpulan

Hasil dari simulasi Jaringan Syaraf Tiruan dengan Algoritma Backpropagation telah berhasil memprediksi keberhasilan dari ANBK SMP Se Kota Sawahlunto. setiap tahun terjadi peningkatan hasil dan selalu diatas rata rata Provinsi dan Nasional sehingga sangat baik untuk pemetaan mutu pendidikan. Penelitian ini dapat menjadi rujukan prediksi yang akan datang.

#### Daftar Rujukan

[1] Aprizal, Y., Zainal, R. I., & Afriyudi, A. (2019). Perbandingan Metode Backpropagation dan Learning Vector Quantization (LVQ) Dalam Menggali Potensi Mahasiswa Baru di STMIK PalComTech. *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, 18(2), 294–301. doi:10.30812/matrik.v18i2.387

[2] Guntoro, G., Costaner, L., & Lisnawita, L. (2019). Prediksi Jumlah Kendaraan di Provinsi Riau Menggunakan Metode Backpropagation. *Informatika Mulawarman: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 14(1), 50. doi:10.30872/jim.v14i1.1745

[3] Hasan, N. F., Kusri, K., & Fatta, H. A. (2019). Peramalan Jumlah Penjualan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Pada Perusahaan Air Minum Dalam Kemasan. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 5(2). doi:10.28932/jutisi.v5i2.1607

[4] Imam Fahrur Rozi, Yushintia Pramitarini, & Novia Puspitasari. (2020). ANALISIS MENGENAI CALON PRESIDEN INDONESIA 2019 DI TWITTER MENGGUNAKAN METODE BACKPROPAGATION. *Jurnal Informatika Polinema*, 6(2), 27–31. doi:10.33795/jip.v6i2.306

[5] Indrayati Sijabat, P., Yuhandri, Y., Widi Nurcahyo, G., & Sindar, A. (2020). Algoritma Backpropagation Prediksi Harga Komoditi terhadap Karakteristik Konsumen Produk Kopi Lokal Nasional. *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 11(1), 96–107. doi:10.31849/digitalzone.v11i1.3880

[6] Jafaar, I. M., Sahari, A., & Lusiyanti, D. (2020). Prediksi Tingkat Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Sulawesi Tengah Menggunakan Metode Backpropagation. *JURNAL ILMIAH MATEMATIKA DAN TERAPAN*, 16(2), 126–134. doi:10.22487/2540766x.2019.v16.i2.14986

[7] Kusanti, J., & Tjendrowasono, T. I. (2019). FUNGSI GLCM PADA BACKPROPAGATION UNTUK IDENTIFIKASI SIDIK JARI. *Infotekmesin*, 10(2), 15–21. doi:10.35970/infotekmesin.v10i2.40

[8] Kusumodestoni, R. H., Sucipto, A., Ismiati, S. N., & Abid, M. N. (2019). Penerapan Algoritma Backpropagation Pada Game Pengenalan Nahwu Di Mi Darul Falah Jepara. *POSITIF : Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi*, 5(2), 103. doi:10.31961/positif.v5i2.831

[9] Lubis, M. R. (2019). Model Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Meningkatkan Penguasaan Mahasiswa Pada Matakuliah Algoritma Dan Pemrograman. *Paradigma - Jurnal Komputer Dan Informatika*, 21(1), 91–94. doi:10.31294/p.v21i1.5079

[10] Muflih, G. Z., Sunardi, S., & Yudhana, A. (2019). Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Prediksi Curah Hujan di Wilayah Kabupaten Wonosobo. *MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, 4(1), 45. doi:10.30651/must.v4i1.2670

[11] Octariadi, B. C. (2020). PENGENALAN POLA TANDA TANGAN MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN BACKPROPAGATION. *Jurnal Teknoinfo*, 14(1), 15. doi:10.33365/jti.v14i1.462

[12] Pratiwi, H., & Harianto, K. (2019). Perbandingan Algoritma ELM Dan Backpropagation Terhadap Prestasi Akademik Mahasiswa. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer Dan Informatika)*, 3(2), 282. doi:10.30645/j-sakti.v3i2.147

[13] Prayoga, Y., Hartama, D., Jalaluddin, J., Sumarno, S., & Nasution, Z. M. (2019). Increasing Prediction Accuracy with the Backpropagation Algorithm (Case Study: Pematangsiantar City Rainfall). *IJISTECH (International Journal of Information System & Technology)*, 3(1), 11. doi:10.30645/ijistech.v3i1.27

[14] Febriyati, N.A, GS, & Daengs, A. (2020). Analysis of Backpropagation Algorithm Using the Traingda Function for Export Prediction in East Java. *IJISTECH (International Journal of Information System & Technology)*, 4(1). doi:10.30645/ijistech.v4i1.95

[15] Situmorang, M., Wanto, A., & Nasution, Z. M. (2019). Architectural Model of Backpropagation ANN for Prediction of Population-Based on Sub-Districts in Pematangsiantar City. *IJISTECH (International Journal of Information System & Technology)*, 3(1). doi:10.30645/ijistech.v3i1.39

- [16] Putra, H., & Ulfa Walmi, N. (2020). Penerapan Prediksi Produksi Padi Menggunakan Artificial Neural Network Algoritma Backpropagation. *Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi*, 6(2), 100–107. doi:10.25077/teknosi.v6i2.2020.100-107
- [17] Putri, M. K. E. (2019). Identifikasi Citra Batu Mulia dengan Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation. *Eksplora Informatika*, 9(1), 11–16. doi:10.30864/eksplora.v9i1.256
- [18] Rinjani, S. N., Hoyyi, A., & Suparti, S. (2019). PEMODELAN FUNGSI TRANSFER DAN BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK UNTUK PERAMALAN HARGA EMAS (Studi Kasus Harga Emas Bulan Juli 2007 sampai Februari 2019). *Jurnal Gaussian*, 8(4), 474–485. doi:10.14710/j.gauss.v8i4.26727
- [19] Saragih, J. R., Hartama, D., & Wanto, A. (2020). JURNAL ILMIAH INFORMATIKA, 8(01), 59. doi:10.33884/jif.v8i1.1847
- [20] Syafiq, M., Hartama, D., Kirana, I. O., Gunawan, I., & Wanto, A. (2020). Prediksi Jumlah Penjualan Produk di PT Ramayana Pematangsiantar Menggunakan Metode JST Backpropagation. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 7(1), 175. doi:10.30865/jurikom.v7i1.1963
- [21] ] Saputra, W., Tulus., Zarlis, M., Sembiring, R. W., & Hartama, D. (2017). Analysis Resilient Algorithm on Artificial Neural Network Backpropagation. *International Conference on Information and Communication Technology (IconICT), Series: Journal of Physics: Conference Series*, 930. DOI: <http://doi.org/10.1088/1742-6596/930/1/012035> .
- [22] Apriyani, Y. (2018). Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Prediksi Nilai UN Siswa SMPN 2 Cihaurbeuti. *IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology)*, 3(1), 63–70.
- [23] Amrin, A. (2018). Perbandingan Metode Neural Network Model Radial Basis Function dan Multilayer Perceptron Untuk Analisa Risiko Kredit Mobil. *Jurnal Paradigma*, 20(1), 31–38
- [24] Zola, F., Nurcahyo, G. W., & Santony, J. (2018). Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Algoritma Backpropagation Untuk Memprediksi Prestasi Siswa. *Jurnal Teknologi dan Open Source*, 1(1), 58–72. DOI: <http://dx.doi.org/10.36378/jtos.v1i1.12> .
- [25] ] Yanto, M., Defit, S., & Nurcahyo, G. W. (2015). Analisis Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Jumlah Reservasi Kamar Hotel dengan Metode Backpropagation (Studi Kasus Hotel Grand Zuri Padang). *Jurnal KomTekInfo*, 2(1).