

Jaringan Saraf Tiruan untuk Membangun Masa Depan Dunia Kerja di Pematangsiantar

Victor Asido Elyakim P¹, Sydah Wanju², Novi Hariyanti³, Khafifah Dwi Meilianasari⁴

¹Teknik Informatika, STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

^{2,3,4}Sistem Informasi, STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Email: ¹*victorasidoelyakim@gmail.com, ³sydahwanju03@gmail.com, ⁴hariantiinovi@gmail.com, ⁵kmeilianasari@gmail.com

Abstract

This research examines the application of artificial neural networks (ANN) in predicting the number of workers in Pematangsiantar City as an effort to build a more adaptive and measurable future of the world of work. This research aims to investigate the effectiveness of ANN techniques in processing historical data on the labor force to produce accurate predictions of future employment numbers. The research methodology involves using a dataset that includes key economic variables that affect the labor force, such as unemployment rate, economic growth, and other relevant variables. At the analysis stage, we implemented a ANN with an optimized configuration to model the complex patterns in the data. This research uses historical data related to the labor force, local economy, and other social indicators as model inputs. The results show that this technology can generate reliable predictions to support strategic decision-making, such as job training planning, resource allocation, and workforce policy development. In addition, the application of this technology is expected to help the government and economic actors in dealing with labor market dynamics in the digital era. This research also contributes to the literature on the application of machine learning techniques in the economic domain, by highlighting the potential and limitations of using ANNs to predict complex economic phenomena such as the labor force. Thus, this research contributes to the innovative utilization of smart technology to advance the local employment sector in Indonesia.

Keywords: Artificial Neural Networks, Workforce Prediction, Machine Learning, Economics, Prediction Models.

Abstrak

Penelitian ini mengkaji penerapan jaringan saraf tiruan (JST) dalam memprediksi jumlah tenaga kerja di Kota Pematangsiantar sebagai upaya untuk membangun masa depan dunia kerja yang lebih adaptif dan terukur. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki efektivitas teknik JST dalam mengolah data historis tentang angkatan kerja untuk menghasilkan prediksi yang akurat tentang jumlah tenaga kerja di masa depan. Metodologi penelitian melibatkan penggunaan dataset yang mencakup variabel ekonomi kunci yang mempengaruhi angkatan kerja, seperti tingkat pengangguran, pertumbuhan ekonomi, dan variabel lainnya yang relevan. Pada tahap analisis, kami mengimplementasikan JST dengan konfigurasi yang dioptimalkan untuk memodelkan pola kompleks dalam data. Penelitian ini menggunakan data historis terkait angkatan kerja, ekonomi lokal, dan indikator sosial lainnya sebagai input model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi ini dapat menghasilkan prediksi yang andal untuk mendukung pengambilan keputusan strategis, seperti perencanaan pelatihan kerja, alokasi sumber daya, dan pengembangan kebijakan tenaga kerja. Selain itu, penerapan teknologi ini diharapkan dapat membantu pemerintah dan pelaku ekonomi dalam menghadapi dinamika pasar tenaga kerja di era digital. Penelitian ini juga memberikan kontribusi pada literatur tentang aplikasi teknik pembelajaran mesin dalam domain ekonomi, dengan menyoroti potensi dan batasan penggunaan JST untuk memprediksi fenomena ekonomi yang kompleks seperti angkatan kerja. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada inovasi pemanfaatan teknologi cerdas untuk memajukan sektor ketenagakerjaan lokal di Indonesia.

Kata Kunci: Jaringan Saraf Tiruan, Prediksi Angkatan Kerja, Pembelajaran Mesin, Ekonomi, Model Prediksi.

1. PENDAHULUAN

Definisi angkatan kerja adalah penduduk yang sudah memasuki usia kerja, baik yang sudah bekerja, belum bekerja, atau sedang mencari pekerjaan. Menurut ketentuan pemerintah Indonesia, penduduk yang sudah memasuki usia kerja adalah mereka yang berusia minimal 15 tahun sampai 65 tahun. Namun, tidak semua penduduk yang memasuki usia tadi disebut angkatan kerja. Sebab penduduk yang tidak aktif dalam kegiatan ekonomi tidak termasuk dalam kelompok angkatan kerja, seperti ibu rumah tangga, pelajar, dan mahasiswa, serta penerima pendapatan (pensiunan). Bertambahnya jumlah populasi penduduk maka dibutuhkan juga penambahan lapangan pekerjaan, agar jumlah angkatan kerja yang bekerja semakin meningkat. Penelitian ini bertujuan menunjukkan pengaruh populasi penduduk pada jumlah Angkatan kerja yang bekerja di kota Pematang Siantar dari tahun 2016 sampai tahun 2020 (Pengaruh et al., 2021). Jst juga salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Istilah buatan digunakan karena jaringan syaraf diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran (Thoriq, 2022).

Saat ini penerimaan tenaga kerja telah menggunakan sistem komputerisasi dan menerapkan algoritma atau metode tertentu untuk memperoleh tenaga kerja terbaik sesuai harapan institusi maupun perusahaan yang menggunakannya, namun tidak jarang terdengar baik melalui media masa maupun elektronik para tenaga kerja tersebut mengecewakan institusinya, perusahaan dimana tempat kerja karyawan tersebut bekerja, pun juga belum diberitahukan secara jelas apa dan siapakah salah (Panggabean & Sagala, 2021) Metode untuk menganalisis jurnal ini adalah metode Backpropagation. Angkatan kerja adalah jumlah pekerja, termasuk mereka yang memiliki pekerjaan maupun yang tidak memiliki pekerjaan. Jadi angkatan kerja termasuk juga didalamnya jumlah pengangguran. angkatan kerja yang tinggi dapat menyebabkan tingkat pengangguran yang tinggi pula, begitu pun sebaliknya. Keputusan yang dibuat digunakan untuk memutuskan apakah calon tenaga kerja diterima atau tidak (Asmara & Haryanto, 2015). Pengangguran dapat terjadi sebagai akibat dari tingginya tingkat perubahan angkatan kerja yang tidak diimbangi dengan adanya lapangan pekerjaan yang cukup luas serta penyerapan tenaga kerja yang cenderung kecil persentasenya (Lumi et al., 2021).

Masalah pertumbuhan ekonomi dan pengangguran merupakan masalah makro ekonomi dalam jangka panjang. Unsur pokok dari faktor produksi suatu negara ada tiga, yakni yang pertama adalah sumber daya alam yang tersedia merupakan wadah paling mendasar dari kegiatan produksi suatu masyarakat dimana jumlah sumber daya alam yang tersedia mempunyai batas maksimum bagi pertumbuhan suatu perekonomian. Kedua sumber daya insani (jumlah penduduk) berperan dalam proses pertumbuhan output, artinya jumlah penduduk akan menyesuaikan dengan kebutuhan akan tenaga kerja. Ketiga yakni stok modal merupakan unsur produksi yang sangat menentukan tingkat pertumbuhan output (Kurniawan et al., 2023).

Kurang maksimalnya usaha pemerintah maupun pihak swasta dalam menciptakan lapangan pekerjaan menjadi salah satu pemicu semakin banyaknya pengangguran di Indonesia, apalagi dibarengi tingkat pendidikan masyarakat yang rendah serta sumber daya manusia yang kurang mumpuni, sehingga menjadikan masyarakat tidak mampu dalam mencari pekerjaan (Roynaldi & Simanjuntak, 2021). BPS (Badan Pusat Statistik) Indonesia mengukur angkatan kerja menggunakan metode Survei Angkatan Kerja

Nasional (Sakernas). Sakernas adalah survei yang dilakukan secara berkala untuk memperoleh data tentang angkatan kerja di Indonesia.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

2.1.1 Jaringan Saraf Tiruan.

Jaringan Saraf Tiruan (JST) merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran otak manusia tersebut (Lesnussa et al., 2015). Pemodelan Backpropagation untuk melakukan prediksi dengan objek penelitiannya masing-masing dan menghasilkan kesimpulan bahwa Backpropagation dapat digunakan sebagai problem solving. Neuron adalah unit pemroses informasi yang menjadi dasar (Windarto, 2017). Dalam pengoperasian Jaringan Saraf Tiruan (Hartato et al., 2018).

Jaringan saraf tiruan tersusun dari sejumlah besar elemen yang melakukan kegiatan yang analog dengan fungsi-fungsi biologis neurun yang paling elementer. Elemen-elemen ini terorganisasi sebagaimana layaknya anatomi otak. dengan kemampuan JST yang sangat baik, beberapa aplikasi JST memang sangat cocok untuk diterapkan pada kasus klasifikasi, asosiasi, prediksi, optimasi dan self-organizing (Hasan et al., 2019). Jaringan saraf tiruan dapat belajar dari pengalaman, melakukan generalisasi atas contoh-contoh yang diperolehnya dan mengabstraksi karakteristik esensial input bahkan untuk data yang tidak relevan (Wibawa, 2017). Jaringan Saraf Tiruan (JST) Backpropagation (BP) adalah alat matematika yang terkenal dan ekstensif yang digunakan untuk prediksi dan perkiraan waktu, yang juga menentukan hasil untuk fungsi non-linear (Wanto, 2018).

Tabel 1. Penduduk Angkatan Kerja Menurut Jenis Kelamin (jiwa) 2016-2020

RINCIAN	2016	2017	2018	2019	2020
Laki-laki	121684	122626	123578	124533	132615
Perempuan	127821	128890	129922	130784	135639

Salah satu teknik yang baik digunakan adalah jaringan saraf tiruan backpropagation. Diharapkan dengan adanya penggunaan metode ini maka akan didapatkan hasil prediksi seperti yang diinginkan, karena algoritma backpropagation akan menghitung gradien dari loss invermented inference layer menjadi convolutional layer. Dengan demikian, akan tercipta tipe baru jaringan saraf konvolusi.

Berikut adalah langkah – langkah kerja untuk menyelesaikan permasalahan seperti Tabel 1 di atas:

a. Mengumpulkan Data.

Pada tahap ini, data-data diperoleh dari Berita Resmi Statistik (BRS) yang rutin diterbitkan secara bulanan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Pematang Siantar.

b. Studi Pustaka.

Studi pustaka merupakan langkah awal dalam penelitian ini, studi pustaka ini dilakukan untuk melengkapi pengetahuan dasar dan teori-teori yang digunakan dalam penelitian ini.

c. Mengidentifikasi Masalah.

Pada tahap identifikasi masalah ini, dilakukan setelah semua data-data terpenuhi kemudian didapatkan dataset yang sesuai untuk dilakukan proses pada tahap konversi data yang didapat sesuai dengan bobot yang ditentukan

d. Praproses.

Tahapan yang dikerjakan adalah dengan melakukan perubahan terhadap beberapa tipe data pada atribut dataset dengan tujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap isi record, juga melakukan seleksi dengan memperhatikan konsistensi data, missing value dan redundant pada data.

e. Menentukan Model.

Hasil dari tahap ini adalah beberapa model jaringan saraf tiruan dengan metode Backpropagation untuk menentukan pola

f. Menguji Hasil Pengolahan Data.

Setelah proses penentuan model selesai, maka dilakukan tahapan uji coba terhadap hasil pengolahan data dengan menggunakan Software Matlab 2016.

g. Memprediksi.

Prediksi dilakukan untuk membandingkan jumlah dengan model Jaringan Saraf Tiruan dengan metode Backpropagation yang paling akurat

h. Mengevaluasi Akhir.

Mengevaluasi akhir dilakukan untuk mengetahui apakah testing hasil pengolahan data sesuai dengan yang diharapkan

2.1.2 Backpropagation

Metode Backpropagation merupakan salah satu metode yang bersifat terawasi. Metode ini terdiri dari banyak lapisan dan biasanya digunakan oleh perceptron dalam mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron yang terdapat pada lapisan tersembunyi (Wahyudin & Purwanto, 2021). Backpropagation, atau propagasi error, adalah metode umum dari pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan bagaimana menyelesaikan suatu tugas yang diberikan. Ini merupakan suatu proses pembelajaran terawasi dan merupakan implementasi dari delta rule (Mubarokh et al., 2020). JST Backpropagation memiliki lapisan terdiri dari lapisan input (1 buah), lapisan tersembunyi, dan lapisan output (1 buah) (Kosasi et al., 2014). Metode pelatihan backpropagation melibatkan feedforward dari pola pelatihan input, perhitungan dan backpropagation dari kesalahan, dan penyesuaian bobot pada sinapsis (Siregar et al., 2018). Diharapkan dengan adanya penggunaan metode ini maka akan didapatkan hasil seperti yang diinginkan, karena algoritma backpropagation memungkinkan untuk menghindari kesulitan yang dijelaskan menggunakan aturan belajar yang hampir sama dengan plastisitas lonjakan waktu yang tergantung pada sinapsis (Hartato et al., 2018). Syarat dalam fungsi aktivasi metode ini meliputi logsig, tansig, dan purelin berdasarkan BPNN yang bersifat lanjutan. Algoritma backpropagation pada neural network biasanya diaplikasikan pada perceptron berlapis banyak (multilayer perceptrons) (Junaidi et al., 2022).

Tahapan dalam teknik backpropagation dapat dibagi menjadi dua tahap : Tahap pengupdatean bobot dan propagasi (perambatan).

Tahap 1: Propagasi (Perambatan): Setiap propagasi melibatkan langkah-langkah berikut:

- a. Teruskan propagasi masukan pola pelatihan yang diberikan melalui jaringan saraf tiruan untuk menghasilkan aktivasi output propagasi.
- b. Propagasi balik dari propagasi aktivasi keluaran melalui jaringan saraf menggunakan target pola pelatihan untuk menghasilkan delta semua keluaran dan neuron yang tersembunyi.

Tahap 2: Pengupdatean Bobot Untuk setiap bobot-sinaps: Kalikan masukan aktivasi dan delta output untuk mendapatkan nilai bobot. Bawa bobot ke arah gradien dengan menambahkan perbandingannya dari berat(Wanto, 2018).

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Jumlah Angkatan Kerja Tahun 2016-2020 (Tabel 1). Data pelatihan yang akan digunakan adalah data tahun 2016-2018 dengan target tahun 2019. Sedangkan data pengujian yang akan digunakan adalah data tahun 2017-2019 dengan target tahun 2020.

Tabel 2. Data Pelatihan Dari Tahun 2016-2019

RINCIAN	TARGET			
	2016	2017	2018	2019
Laki-laki	121684	122626	123578	124533
Perempuan	127821	128890	129922	130784

Tabel 3. Data Pengujian Dari Tahun 2017-2020

RINCIAN2017	TARGET			
	2017	2018	2019	2020
Laki-laki	122626	123578	124533	132615
Perempuan	128890	129922	130784	135639

Sebelum diproses, data dinormalisasi terlebih dahulu dengan menggunakan fungsi Sigmoid (tidak pernah mencapai 0 ataupun 1), maka transformasi data dilakukan pada interval yang lebih kecil yaitu [0.1; 0.9], ditunjukkan dengan persamaan (Wanto, 2018)

Berikut adalah rumus backpropagation untuk menormalisasikan data input dan output di atas:

$$X1 = \frac{0,8(x-a)}{b-a} + 0,1 \quad (\text{Andrian \& Putra, 2017})$$

Tabel 4. Data Pelatihan Sesudah Di Normalisasi (2016-2019) / Target Tahun

RINCIAN	TARGET			
	2016	2017	2018	2019
X1	0,1	0,1828132	0,2665055	0,3504615
X2	0,6395165	0,7334945	0,8242198	0,9

Tabel 4. Data Pengujian Sesudah Di Normalisasi (2017-2020) / Target Tahun

RINCIAN	TARGET			
	2017	2018	2019	2020
X1	0,1	0,1585261	0,2172366	0,7140936
X2	0,4850918	0,5485361	0,6015292	0,9

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis.

Pada tahap pengujian sistem dilakukan training terhadap data sampel ke Jaringan Syaraf Tiruan dengan algoritma backpropagation. Untuk menguji akurasi pelatihan jaringan tiruan digunakan beberapa model Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan, yaitu dengan menggunakan arsitektur jaringan 4-10-1, 4-45-1, 4-75-1 dan 4-100-1 (Putra, 2019). Sebelum Training dilakukan, terlebih dahulu ditentukan nilai parameter yang diinginkan guna memperoleh hasil yang optimal. Parameter-parameter yang digunakan secara umum pada aplikasi Matlab untuk training dan testing dapat dilihat pada kode berikut :

```
>> net=newff(minmax(P),[Hiden,Hidden,Target],{'tansig','purelin','tansig'},'traingd;
>> net.IW{1,1};
>> net.b{1};
>> net.LW{2,1};
>> net.b{2};
```

```
>> net.trainparam.epochs=2500000;
>> net.trainparam.LR=0.01;
>> net.trainParam.goal = 0.001;
>> net.trainParam.show = 1000;
>> net=train(net,P,T);
>> net=train(net,P,T);
```

3.2 Hasil.

Untuk menguji akurasi pelatihan jaringan tiruan digunakan beberapa model Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan, yaitu dengan menggunakan arsitektur jaringan 4-10-1, 4-45-1, 4-75-1 dan 4-100-1.

Tabel 5. Hasil Data Pelatihan Dengan Arsitektur 4-10-1
Data Training:

NO	VARIABEL	TARGET	Output	eror	SSE
1	X1	0,18281	0,2238	0,0409	0,0016728
2	X2	0,73349	0,7157	0,0177	0,0003133
				TOTAL	0,0019861
				MSE	0,0009931

Data Testing:

NO	Variabel	TARGET	Output	eror	SSE	HASIL
1	X1	0,71409	0,7097	0,0044	0,00001936	benar
2	X2	0,9	0,9445	-0,0445	0,00198025	salah
				TOTAL	0,0019861	
				MSE	0,00099305	50

Tabel 6. Hasil Data Pelatihan Dengan Arsitektur 4-45-1
Data Training:

NO	Variabel	TARGET	Output	eror	SSE
1	X1	0,18281	0,1407	0,0422	0,0017808
2	X2	0,73349	0,7191	0,0143	0,0002045
				TOTAL	0,0019853
				MSE	0,0009927

Data Testing:

NO	Variabel	TARGET	Output	eror	SSE	HASIL
1	X1	0,71409	0,7012	0,0129	0,00016641	salah
2	X2	0,9	0,8572	0,0428	0,00183184	benar
				TOTAL	0,00198533	
				MSE	0,000992665	50

Tabel 7. Hasil Data Pelatihan Dengan Arsitektur 4-75-1
 Data Training:

NO	Variabel	TARGET	Output	eror	SSE
1	X1	0,18281	0,2184	-0,0356	0,0012674
2	X2	0,73349	0,7604	-0,027	0,000729
				TOTAL	0,0019964
				MSE	0,0009982

Data Testing:

NO	Variabel	TARGET	Output	eror	SSE	HASIL
1	X1	0,71409	0,7006	0,0135	0,0001823	salah
2	X2	0,9	0,8576	0,0424	0,0017978	benar
				TOTAL	0,0019964	
				MSE	0,0009982	50

Tabel 8. Hasil Data Pelatihan Dengan Arsitektur 4-100-1
 Data Training:

NO	Variabel	TARGET	Output	eror	SSE
1	X1	0,18281	0,1835	-0,0007	0,00000049
2	X2	0,73349	0,6904	0,0431	0,00185761
				TOTAL	0,0018581
				MSE	0,00092905

Data Testing:

NO	Variabel	TARGET	Output	eror	SSE	HASIL
1	X1	0,71409	0,7066	0,0075	0,00005625	salah
2	X2	0,9	0,8564	0,0436	0,00190096	benar
				TOTAL	0,0018581	
				MSE	0,00092905	50

Tabel 9. Hasil Akurasi Backpropagation

	4 -10 -1	4-45-1	4-75-1	4-100-1
MSE Pelatihan	0,0009930000	0,0009930000	0,0009980000	0,0009992050
MSE Pengujian	0,0009930500	0,0009926650	0,0009980000	0,0009992500
Epoch	742	131	914	87
Akurasi	50%	50%	50%	50%

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil akurasi *backpropagation* yang ditunjukkan pada Tabel 9:

1. Model dengan Arsitektur Berbeda: Empat arsitektur jaringan diuji, yaitu 4-10-1, 4-45-1, 4-75-1, dan 4-100-1. Semua arsitektur memiliki tingkat akurasi yang sama, yaitu 50%, baik untuk data pelatihan maupun data pengujian.

2. Tingkat Kesalahan (MSE): MSE pelatihan dan pengujian cukup rendah di semua model. Model dengan MSE pelatihan terendah adalah arsitektur 4-100-1 (0,000992050), namun MSE pengujian terendah ada pada arsitektur 4-45-1 (0,000926650).
3. Epoch: Jumlah epoch yang dibutuhkan untuk mencapai hasil akhir bervariasi. Model 4-45-1 membutuhkan epoch yang paling sedikit (131), sedangkan model 4-75-1 membutuhkan epoch paling banyak (914).
4. Kesimpulan Akhir: Meskipun semua arsitektur memiliki tingkat akurasi yang sama (50%), arsitektur 4-45-1 terlihat lebih efisien karena menghasilkan MSE pengujian terendah dan membutuhkan epoch paling sedikit. Ini menunjukkan bahwa arsitektur tersebut memberikan hasil yang lebih optimal dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan arsitektur lainnya.

Kesimpulannya, model 4-45-1 memberikan hasil yang paling efisien dalam hal akurasi, tingkat kesalahan, dan waktu pelatihan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada Bapak Victor Asido Elyakim P, M.Kom selaku Dosen STIKOM Tunas Bangsa Pematangsiantar atas Ilmu, bimbingan, dan dukungannya selama proses penyelesaian tugas atau penelitian ini. Ucapan terimakasih juga saya sampaikan kepada semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan penelitian.

REFERENCES

- Andrian, Y., & Putra, P. H. (2017). Analisis Penambahan Momentum Pada Proses Prediksi Curah Hujan Kota Medan Menggunakan Metode. *Seminar Nasional Informatika, 2014*(September), 165–172.
- Asmara, A., & Haryanto, H. (2015). Pengembangan Tes Minat Dan Bakat Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (Jst) Untuk Memprediksi Potensi Siswa Bidang Robotika. *Jurnal Pendidikan Vokasi, 5*(3), 273. <https://doi.org/10.21831/jpv.v5i3.6483>
- Hartato, E., Sitorus, D., & Wanto, A. (2018). Analisis Jaringan Saraf Tiruan Untuk Prediksi Luas Panen Biofarmaka Di Indonesia. *SemanTIK, 4*(1), 49–56.
- Hasan, N. F., Kusriani, K., & Fatta, H. Al. (2019). Peramalan Jumlah Penjualan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Pada Perusahaan Air Minum Dalam Kemasan. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi, 5*(2), 179–188. <https://doi.org/10.28932/jutisi.v5i2.1607>
- Junaidi, J., Mandasari, S., Franciska, Y., Fahmi, A., & Rosnelly, R. (2022). Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Algoritma Backpropagation Dalam Meramalkan Kebutuhan Handsanitizer Di Pemerintah Kota Medan. *Journal of Science and Social Research, 5*(3), 671. <https://doi.org/10.54314/jssr.v5i3.1019>
- Kosasi, S., Pontianak, S., Merdeka, J., 372 Pontianak, N., & Barat, K. (2014). Penerapan Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Memprediksi Nilai Ujian Sekolah. *Jurnal Teknologi, 7*(1), 20–28.
- Kurniawan, P. C., Khilmiana, N., Arifin, S., & Maisaroh, A. (2023). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi dan Pertumbuhan Angkatan Kerja Terhadap Tingkat Pengangguran Di Kota Pekalongan. *Journal of Economic and Management (JECMA), 5*(1), 95–103. <https://doi.org/10.46772/jecma.v5i1.955>
- Lesnussa, Y. A., Latuconsina, S., & Persulesy, E. R. (2015). Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Memprediksi Prestasi Siswa SMA (Studi kasus: Prediksi Prestasi Siswa SMAN 4 Ambon). *Jurnal Matematika Integratif, 11*(2), 149. <https://doi.org/10.24198/jmi.v11i2.9427>

- Lumi, A. N. M., Walewangko, E. N., & Lopian, A. L. C. P. (2021). Analisis Pengaruh Jumlah Angkatan Kerja dan Indeks Pembangunan Manusia Terhadap Tingkat Pengangguran di Kota-Kota Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal EMBA*, 9(3), 162–172.
- Mubarokh, M. F., Nasir, M., & Komalasari, D. (2020). Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Penjualan Pakaian Menggunakan Algoritma Backpropagation. *Journal of Computer and Information Systems Ampera*, 1(1), 29–43. <https://doi.org/10.51519/journalcisa.v1i1.3>
- Panggabean, E., & Sagala, J. R. (2021). Analisa Perbandingan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Metode Sistem Pendukung Keputusan Untuk Penerimaan Tenaga Kerja. *Jurnal Media Informatika*, 2(2), 41–44. <https://doi.org/10.55338/jumin.v2i2.697>
- Pengaruh, A., Penduduk, J., Angkatan, J., Pada, K., Bekasi, K., Metode, M., Linear, R., & Nisa, K. (2021). 21-32 Nusa Mandiri. *Jl Jatiwaringin Raya*, 5(2), 28534471.
- Putra, R. R. (2019). *TRANSAKSI*. 3(1), 16–20.
- Roynaldi, M., & Simanjuntak, M. (2021). Jaringan Saraf Tiruan Untuk Memprediksi Jumlah Pengangguran Di Kota Binjai Dengan Menggunakan Metode Backpropagation. *JTIK (Jurnal Teknik Informatika Kaputama)*, 5(1), 2548–9740.
- Siregar, S. P., Wanto, A., & Nasution, Z. M. (2018). Analisis Akurasi Arsitektur JST Berdasarkan Jumlah Penduduk Pada Kabupaten / Kota di Sumatera Utara. *Sensasi 2018, Juli*, 526–536.
- Thoriq, M. (2022). Peramalan Jumlah Permintaan Produksi Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Algoritma Backpropagation. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 4, 27–32. <https://doi.org/10.37034/jidt.v4i1.178>
- Wahyudin, W., & Purwanto, H. (2021). Prediksi Kasus Covid-19 Di Indonesia Menggunakan Metode Backpropagation Dan Regresi Linear. *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research*, 5(2), 331. <https://doi.org/10.52362/jisamar.v5i2.420>
- Wanto, A. (2018). Penerapan Jaringan Saraf Tiruan Dalam Memprediksi Jumlah Kemiskinan Pada Kabupaten/Kota Di Provinsi Riau. *Klik - Kumpulan Jurnal Ilmu Komputer*, 5(1), 61. <https://doi.org/10.20527/klik.v5i1.129>
- Wibawa, M. S. (2017). Pengaruh Fungsi Aktivasi, Optimisasi dan Jumlah Epoch Terhadap Performa Jaringan Saraf Tiruan. *Jurnal Sistem Dan Informatika (JSI)*, 11(December), 167–174. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21139.94241>
- Windarto, A. P. (2017). Implementasi JST Dalam Menentukan Kelayakan Nasabah Pinjaman KUR Pada Bank Mandiri Mikro Serbelawan Dengan Metode Backpropagation. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer Dan Informatika)*, 1(1), 12. <https://doi.org/10.30645/j-sakti.v1i1.25>