

PREDIKSI KEKUATAN TARIK DAN BENDING KOMPOSIT SERAT TKKS MENGGUNAKAN *ARTIFICIAL NEURO FAZZY* *INFERENCE SYSTEM (ANFIS)*

ABDUL GANI ^{1*}, AGUS MUJIANTO ¹

¹Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur 1: gani32713@gmail.com

¹Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur 1: am713@umkt.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.xxxxx/xxxxx>

*Correspondensi: Abdul Gani

Email: gani32713@gmail.com

Published: Januari, 2024



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstrak: *Adaptive Neuro Fuzzy Inference Sistem (ANFIS)* merupakan metode yang mengkombinasikan antara jaringan saraf tiruan dengan logika fuzzy. ANFIS yang dapat memprediksi dengan baik menggunakan data yang tidak perlu besar. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi kekuatan tarik dan bending pada komposit serat tandan kosong kelapa sawit menggunakan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)*. Data yang digunakan adalah data data uji bending pada komposit TKKS dengan komposisi serat dan matriks polimer. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 25 data latih training dan 12 data latih testing, menggunakan dua masukan *membershif function* kurva trapmf dan otput linier dengan menggunakan epoch sebanyak 200, dan metode optimasi hybrid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ANFIS dapat digunakan untuk memprediksi kekuatan tarik dan bending pada komposit TKKS dengan akurasi yang baik dan mendapatkan nilai RMSE training 0,0096531, dan nilai RMSE testing 0.06024. dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam mengembangkan bahan komposit serat TKKS dan penggunaannya dalam berbagai aplikasi Teknik

Keywords: Komposite, Artificial Neuro Fuzzy Inference Sistem (ANFIS), Prediksi

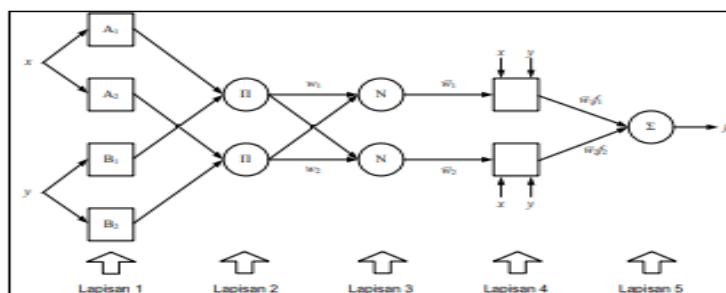
PENDAHULUAN

Indonesia sebagai Negara dengan keanekaragaman hayati yang luas memiliki peluang yang besar untuk mengeksplorasi pemanfaatan bahan serat alam. Kelapa sawit (*Elaeisguineensis*) merupakan salah satu komoditi dengan produktivitas terbesar di Indonesia. Berdasarkan data dari kementerian pertanian, pada tahun 2015 tercatat produksi kelapa sawit sebesar 31,284,306.00 ton dengan produktivitas sebesar 3,679.00 Kg/Ha (Rahmasita dkk., 2017). Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah padat industri minyak kelapa sawit yang dewasa ini hanya dibuang di tempat, atau dibakar sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan. Salah satu usaha dalam mengatasi hal tersebut adalah memanfaatkannya untuk pembuatan material baru (Termoset, 2017). Dalam bidang teknologi material mulai berkembang khususnya pada material komposit. Dimana material komposit memiliki sifat mekanik yang kuat, tahan korosi, ringan dan ramah lingkungan, sehingga menjadi bahan alternatif selain logam. Penggunaan serat alam dapat mengurangi berat kendaraan sampai dengan 40% sehingga lebih irit bahan bakar (Zulkifli dkk., 2018).

Komposit suatu matrial yang dapat dibentuk dari kombinasi dua atau lebih matrialse hingga nantinya menghasilkan matrial komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang sangat berbeda dari matrial pembentuknya, kemudian komposit memiliki sifat mekanik yang sangat lebih bagus dari pada logam, kemudian komposit memiliki sifat mekanik yang sangat lebih bagus dari pada logam, kekakuan jenis (modulus youn/density) dan kekuatan jenis ini lebih tinggi dari pada logam (Gunandar, 2021).

Untuk melakukan prediksi serat tandan kosong kelapa sawit ada banyak metode yang digunakan salah satunya dengan metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) yang merupakan gabungan dari Jaringan Syaraf Tiruan (Artificial Neural Network) dan Logika Fuzzy (Fuzzy Inference System). Dari penggabungan 2 metode tersebut ANFIS memiliki kelebihan dalam melakukan prediksi data time series. Namun penggunaan metode ANFIS juga terdapat kekurangan. Kekurangan tersebut yaitu dapat menurunnya akurasi yang didapat, Penurunan tersebut dikarenakan data yang digunakan banyak yang bernilai error serta tidak bervariasi (Muzani dkk., 2022). Dalam ANFIS akan didapat Error Tolerance tiap kali melakukan training dengan melakukan perubahan epoch dan metode perbaikannya (Afriliana, 2016).

ANFIS merupakan kendali yang termasuk dalam jaringan adaptif. Dimana dapat diartikan bahwa kendali tersebut dapat menyesuaikan atau beradaptasi dengan data dan keadaan sistem yang ada. Kendali ANFIS adalah kendali yang menggabungkan fitur kemampuan belajar jaringan saraf dan pengambilan keputusan dari kendali fuzzy (Elektro dkk., 2011). Hal tersebut bertujuan untuk menggabungkan kelebihan dari kedua kendali tersebut. Metode ANFIS dipilih karena pada dasarnya Neural Network dapat belajar dari pengalaman/data sebelumnya (Azhar dan Mahmudy, 2018). ANFIS merupakan pendekatan dimana dalam melakukan pengaturan, aturan digunakan algoritma pembelajaran terhadap sekumpulan data sehingga pada ANFIS juga memungkinkan aturan-aturan untuk beradaptasi (Fajrian noor dkk 2019). ANFIS adalah jaringan Neural-Fuzzy yang terdiri dari atas lima lapisan dan setiap lapisan terdapat node. Terdapat dua macam node yaitu node adaptif (bersimbol kotak) artinya parameter bisa berubah dengan proses pembelajaran dan node tetap (bersimbol lingkaran) (Nilawati dkk 2015). Dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1 Struktur ANFIS

Neuro-fuzzy adalah sistem inferensi fuzzy yang dilatih menggunakan algoritma pembelajaran dari turunan sistem neural network. Neuro-fuzzy salah satu dari sistem hybrid di soft computing untuk memperoleh algoritma yang lebih sempurna (muksan dkk 2019).

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output (Septiani, 2018). Logika fuzzy digunakan untuk menerjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (linguistic). Logika fuzzy berbeda dengan logika digital atau diskrit, karena memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 (nol) hingga 1 (satu). Dengan logika fuzzy, komputer dapat mengolah ketidakpastian sehingga dapat digunakan untuk memutuskan sesuatu yang membutuhkan kepintaran manusia dalam penalaran (Elektro dkk., 2011).

Metode normalisasi yang digunakan pada penelitian ini adalah normalisasi minmax. Normalisasi min-max adalah transformasi suatu variabel dengan merubah nilai variabelnya menjadi berukuran lebih kecil (Lara, 2022). Normalisasi ini bertujuan untuk mendapatkan data dengan ukuran yang lebih kecil yang mewakili data yang asli tanpa kehilangan karakteristik sendirinya. (Bettiza dan Uperiati, 2021).

Matlab salah satu *software* yang dikembangkan dalam bidang pengaturan yang dilengkapi tombol *control toolbox*. *Toolbox* dilengkapi dengan berbagai macam fungsi pendukung yang berguna dalam analisis system control. Fungsi yang sering digunakan untuk menganalisis system adalah feedback, step, rlocus, series. Analisis system, *software* hanya membutuhkan masukan berupa fungsi alih yang ditulis dalam taransformasi laplace(Kawasan frekuensi) atau matriks ruang keadaan.(Lestari, 2017).

METODE

Metode Penelitian

Dlam penelitian ini melakukan prediksi kekuatan uji bending serat tandan kosong kelapa sawit. Pemodelan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *Artificial Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) dengan bantuan softwer Matlab. Melakukan proses prediksi ANFIS menggunakan software Matlab dengan menetapkan parameter-parameter seperti pemilihan jumlah fungsi keanggotaan (*membership finction*), memilih tipe fungsi keanggotaan, eror goal, dan epoch (jumlah interasi). Kemudian dilakukan training dan testing sampai ditemukan model data terbaik yang selanjutnya akan dibuat acuan dlam peroses prediksi, validasi dari kerjaan anfis menggunakan penghitungan nilai MAPE.

Pengumpulan data

Pengumpulan data harus sudah dilakukan sebulum membuat permodelan. Data yang diperoleh kemudian dikelompokan menjadi data yang akan menjadi input dan otput. Metode ANFIS membutuhkan proses pemebelajaran atau learning agar bisa menghasilkan keputusan. Oleh karna itu dari 47 data yang dihasilkan dari uji bending serat tandan kosong kelapa sawit dibagi menjadi dua bagian, 25 data yang digunakan sebagai data training dan 12 data digunakan untuk data testing. untuk data input menggunakan lama perendaman, fraksi volume, dan Panjang serat. Sedangkan untuk data output/target menggunakan hasil dari uji bending.

Pada data training menggunakan data dengan fraksi volume 10%,20%,30%,40%, dengan Panjang serat 1cm, 3cm, 5cm, lama perendaman 6jam, 8 jam, 10 jam. Seperti pada tabel 4.1 dibawah ini

Tabel 1 Data Training

| No | Lama perendaman (Jam) | Fraksi Volume (%) | Panjang Serat (cm) | Hasil Uji (KN/mm ²) |
|----|-----------------------|-------------------|--------------------|---------------------------------|
| 1 | 6 | 10 | 1 | 0,385 |
| 2 | 6 | 10 | 3 | 0,297 |
| 3 | 6 | 10 | 7 | 0,265 |
| 4 | 6 | 20 | 1 | 0,266 |
| 5 | 6 | 20 | 3 | 0,223 |
| 6 | 6 | 20 | 7 | 0,215 |
| 7 | 6 | 30 | 1 | 0,235 |
| 8 | 6 | 30 | 3 | 0,297 |
| 9 | 6 | 30 | 7 | 0,311 |
| 10 | 6 | 40 | 1 | 0,196 |
| 11 | 6 | 40 | 3 | 0,166 |
| 12 | 6 | 40 | 7 | 0,307 |
| 13 | 8 | 10 | 1 | 0,244 |
| 14 | 8 | 10 | 3 | 0,214 |
| 15 | 8 | 10 | 7 | 0,257 |
| 16 | 8 | 20 | 1 | 0,196 |

| | | | | |
|----|---|----|---|-------|
| 17 | 8 | 20 | 3 | 0,174 |
| 18 | 8 | 20 | 7 | 0,314 |
| 19 | 8 | 30 | 1 | 0,180 |
| 20 | 8 | 30 | 3 | 0,244 |
| 21 | 8 | 30 | 7 | 0,191 |
| 22 | 8 | 40 | 1 | 0,181 |
| 23 | 8 | 40 | 3 | 0,172 |
| 24 | 8 | 40 | 7 | 0,292 |
| 25 | 6 | 10 | 1 | 0,385 |

Data yang digunakan dalam data testing ialah data dengan Panjang serat 5 cm, dengan fraksi volume 10%, 20%, 30%, 40%. Dan lama perendaman 6jam, 8 jam, 10 jam. Seperti tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 2 Data Testing

| No | Lama Perendaman (jam) | Fraksi Volume (%) | Panjang Serat (cm) | Hasil Uji (KN/mm ²) |
|----|-----------------------|-------------------|--------------------|---------------------------------|
| 1 | 6 | 10 | 5 | 0,261 |
| 2 | 6 | 20 | 5 | 0,213 |
| 3 | 6 | 30 | 5 | 0,266 |
| 4 | 6 | 40 | 5 | 0,257 |
| 5 | 8 | 10 | 5 | 0,132 |
| 6 | 8 | 20 | 5 | 0,146 |
| 7 | 8 | 30 | 5 | 0,197 |
| 8 | 8 | 40 | 5 | 0,239 |
| 9 | 10 | 10 | 5 | 0,262 |
| 10 | 10 | 20 | 5 | 0,286 |
| 11 | 10 | 30 | 5 | 0,148 |
| 12 | 10 | 40 | 5 | 0,353 |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Data

Setelah kedua data di peroleh maka akan dilakukan proses pengolahan data menggunakan aplikasi MATLAB dengan menggunakan metode Artificial Neuro Fuzzy Inference System. Data training diolah sehingga mendaptkan hasil yang telah tertera pada tabel 3

Tabel 3 Hasil Prediksi dan Error Data Training

| No | Hasil Uji | Hasil Prediksi | Nilai Error | Persentase Kegagalan (%) |
|----|-----------|----------------|-------------|--------------------------|
| 1 | 0,385 | 0,384 | 0,001 | 0.156 |
| 2 | 0,297 | 0,298 | -0,001 | 0.438 |
| 3 | 0,265 | 0,265 | 0,000 | 0.000 |
| 4 | 0,266 | 0,268 | -0,002 | 0.827 |
| 5 | 0,223 | 0,221 | 0,002 | 0.987 |
| 6 | 0,215 | 0,215 | 0,000 | 0.000 |
| 7 | 0,235 | 0,253 | 0,000 | 0.040 |
| 8 | 0,297 | 0,261 | 0,018 | 6.487 |
| 9 | 0,311 | 0,311 | 0,000 | 0.000 |
| 10 | 0,196 | 0,177 | 0,019 | 9.643 |
| 11 | 0,166 | 0,185 | -0,019 | 11.386 |
| 12 | 0,307 | 0,307 | 0,000 | 0.000 |
| 13 | 0,244 | 0,246 | -0,002 | 0.984 |
| 14 | 0,214 | 0,212 | 0,002 | 1.121 |

| | | | | |
|----|-------|-----------|----------|--------|
| 15 | 0,257 | 0,257 | 0,000 | 0.000 |
| 16 | 0,196 | 0,192 | 0,004 | 2.041 |
| 17 | 0,174 | 0,178 | -0,004 | 2.299 |
| 18 | 0,314 | 0,314 | 0,000 | 0.000 |
| 19 | 0,180 | 0,194 | -0,014 | 7.833 |
| 20 | 0,244 | 0,210 | 0,034 | 13.975 |
| 21 | 0,191 | 0,191 | 0,000 | 0.000 |
| 22 | 0,181 | 0,169 | 0,012 | 6.851 |
| 23 | 0,172 | 0,184 | -0,012 | 7.209 |
| 24 | 0,292 | 0,292 | 0,000 | 0.000 |
| 25 | 0,385 | 0,385 | 0,001 | 0.156 |
| | | Rata-rata | | 2.897% |
| | | MSE | 0,001516 | |

Sedangkan untuk data testing yang telah diolah dan mendapatkan hasil yang tertera pada tabel 4.

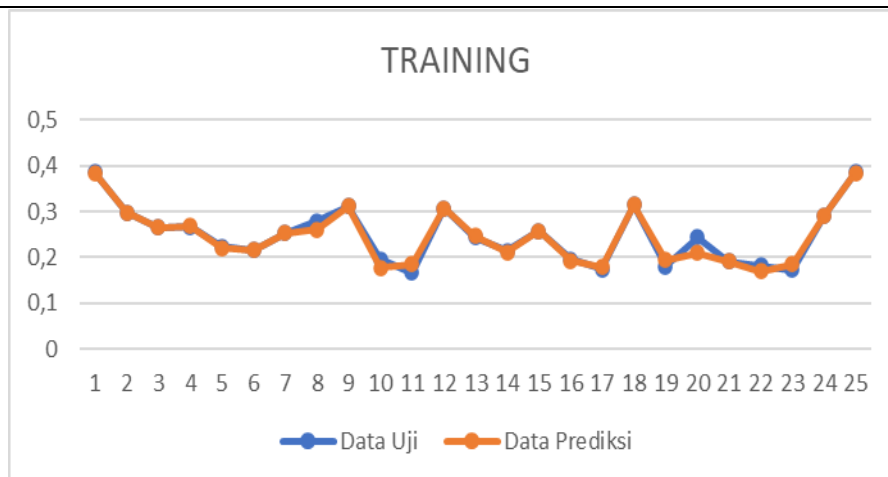
Tabel 4 Hasil Prediksi dan Error Data Testing

| No | Hasil Uji | Hasil Prediksi | Nilai Error | Persentase kegagalan (%) |
|----|-----------|----------------|-------------|--------------------------|
| 1 | 0.261 | 0.203 | 0,058 | 22.146 |
| 2 | 0.213 | 0.158 | 0.055 | 25.869 |
| 3 | 0.266 | 0.259 | 0.007 | 2.519 |
| 4 | 0.257 | 0.249 | 0,008 | 3.035 |
| 5 | 0.132 | 0.175 | -0.043 | 32.879 |
| 6 | 0.146 | 0.203 | -0.057 | 39.041 |
| 7 | 0.197 | 0.207 | -0.009 | 4.822 |
| 8 | 0.239 | 0.297 | -0.058 | 24.184 |
| 9 | 0.262 | 0.276 | -0.014 | 5.153 |
| 10 | 0.286 | 0.276 | 0,011 | 3.671 |
| 11 | 0.184 | 0.276 | -0.092 | 49.728 |
| 12 | 0.353 | 0.276 | 0.078 | 21.955 |
| | | Rata-rata | | 19.583% |
| | | MSE | 0.004775 | |

Pembahasan

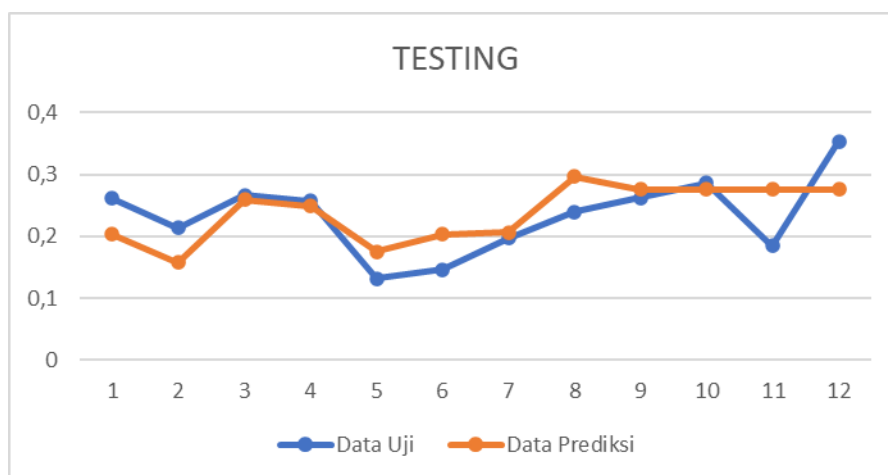
Hasil dan pelatihan dan pengujian data teraining pada tabel 3 bisa dilihat bahwa persentase kegagalan berada ditingkat 2.897% yang berarti bahwa tingkat keberhasilan saat memprediksi menggunakan metode *Artificial Neuro fuzzy inference system* mencapai 97.103% dan sudah sangat mendekati dengan data hasil uji yang asli. Dimana dengan kegagalan terbesar terjadi pada tabel nomor 20 dengan eror mencapai 13.975%, dan memiliki nilai MSE sebesar 0.001516.

Pada gambar 2 menunjukkan perbandingan data aktual dengan data prediksi hasil olahan dari ANFIS. Data aktual didapatkan dari hasil penelitian uji tarik dengan bentuk garis berwarna biru, sedangkan data prediksi digambarkan dengan garis berwarna oren. Dari grafik perbandingan prediksi antara data aktual dengan hasil pengujian ANFIS dapat dilihat bahwa secara garis besar hasil penentuan dengan anfis sudah mendekati nilai aktual.



Gambar 2 Grafik Data Testing

Sedangkan untuk data testing digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana model dapat menggeneralisasi dan melakukan prediksi yang akurat pada data baru. Pengujian data testing memberikan informasi tentang kinerja model diluar data training. Dilihat dari data diatas yang memiliki persentase kegagalan yang jauh berbeda dengan data training. Persentase kegagalan dalam data testing yaitu mencapai 19.583%. yang memiliki tingkat keberhasilan yang berjumlah 80.428%. sehingga data testing kurang tepat untuk menjadikan acuan. Untuk eror tertinggi terdapat pada no 11 dengan nilai persentase 49%. Sedangkan untuk nilai MSE dari data testing memiliki nilai 0.004775. dapat dilihat pada garfik data Digambar 3



Gambar 3 Grafik Data Testing

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan hasil skenario yang telah dilakukan menunjukkan bahwa parameter maksimal epoch cukup signifikan mempengaruhi nilai MAPE yang dihasilkan. Sehingga, dapat dinyatakan bahwa terhadap besaran nilai parameter maksimal epoch yang berbanding terbalik dengan nilai MAPE yang dihasilkan. *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* telah berhasil diterapkan untuk memprediksi hasil uji Tarik Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan hasil prediksi yang tidak telalu jauh dengan nilai hasil uji, yang menghasilkan nilai persentase kegagalan untuk data training sebesar 2.897% yang berarti bahwa tingkat keberhasilan mencapai 97.103%. dan juga sudah mendekati dengan hasil uji yang asli.

Dengan nilai MSE sebesar 0.001516. untuk data testing menghasilkan nilai persentase kegagalan sebesar 19.583%. yang memiliki tingkat keberhasilan yang bernilai mencapai 80.428% sedangkan untu nilai MSE dari data testing memiliki nilai 0.004775.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriliana, I. (2016). Prediksi Indeks Kualitas Air Sungai Pemali Comal Dengan Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System. 58–62.
- Azhar, M. I., & Mahmudy, W. F. (2018). Prediksi Curah Hujan Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (Anfis). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(11), 4932–4939.
<https://Openlibrarypublications.Telkomuniversity.Ac.Id/Index.Php/Engineering/Article/View/2790%0ahttps://Openlibrarypublications.Telkomuniversity.Ac.Id/Index.Php/Engineering/Article/Download/2790/2646>
- Bettiza, M., & Uperiati, A. (2021). Implementasi Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (Anfis) Untuk Prediksi Curah Hujan. *Student Online Journal (Soj) Umrah - Teknik*, 2(1), 186–196.
- Elektro, S. T., Teknik, F., Negeri, U., Elektro, S., Teknik, F., & Surabaya, U. N. (2011). Desain Sistem Pengaturan Sudut Aero Pendulum Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (Anfis) Berbasis Matlab Aldo Tri Prasetyo Endryansyah , Bambang Suprianto , Puput Wanarti Rusimamto Abstrak. 387–395.
- Gunandar, A. R. I. W. (2021). Program Studi Teknik Mesin.
- Kasus, S., Hulu, K., & Utara, S. (2019). Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode Anfis (Studi Kasus: Kabupaten Hulu Sungai Utara). 5, 24–29.
- Lara. (2022). No Title2005–2003, 8.5.2017, הארץ. הכי קשה לראות את מה שבאמת לנגד העינים.
[Www.Aging-Us.Com](http://www.Aging-Us.Com)
- Lestari, Y. D. (2017). Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Prediksi Penjualan Jamur Menggunakan Algoritma Backropagation. *Jurnal Isd*, 2(1), 2477–2863.
- Muzani, M. A., Utami, E., & Hartanto, A. D. (2022). Optimasi Anfis Untuk Prediksi Data Time Series. *Jatisi (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 9(3), 2449–2460.
<https://doi.org/10.35957/jatisi.v9i3.2956>
- Nilawati, L., Wahyudi, M., Informatika, M., Selatan, J., Komputer, I., & Selatan, J. (2015). Penilaian Properti Menggunakan Metode Anfis. 23–28.
- Rahmasita, M. E., Farid, M., & Ardhyanta, H. (2017). Analisa Morfologi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Penguat Komposit Absorpsi Suara. 6(2).
- Septiani, M., & Informatika, M. (2018). Analisis Penerimaan Matakuliah Zahir Untuk Mahasiswa Menggunakan Metode Anfis. 4(1).
- Termoset, K. (N.D.). No Title.
- Time, P., & Dan, S. (2019). *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Kejuruan (Jiptek)*. 12(1), 65–73.
- Zulkifli, Z., Hermansyah, H., & Mulyanto, S. (2018). Analisa Kekuatan Tarik Dan Bentuk Patahan Komposit Serat Sabuk Kelapa Bermatriks Epoxyterhadap Variasi Fraksi Volume Serat. *Jtt (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 6(2), 90. <https://doi.org/10.32487/jtt.v6i2.459>

