

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

Firdausa (2020) Melakukan penelitian tentang menggunakan jaringan saraf tiruan untuk peramalan dan analisis jumlah penumpang kereta api Jabodetabek antara tahun 2018 dan 2014. Untuk menemukan kesalahan minimum, pendekatan ANN menggunakan trial epochs. Pada percobaan 10000 zaman, hasil kesalahan terkecil berakhir. Kesalahan terbesar, 23,7%, dan kesalahan terkecil, 0,49%, keduanya dihasilkan oleh 10.000 percobaan. Berdasarkan temuan studi tersebut, JST mampu mengantisipasi jumlah penumpang KAI di wilayah Jabodetabek (2018–2014) dengan cukup akurat.

Yanis, dkk. (2020) Melakukan penelitian tentang menggunakan jaringan syaraf tiruan untuk menganalisis kekasaran permukaan hasil proses side milling. Pendekatan Jaringan Syaraf Tiruan digunakan untuk memprediksi kekasaran permukaan. Teknik jaringan backpropagation umpan maju, struktur jaringan dengan tiga input, n lapisan tersembunyi, dan satu output, fungsi pelatihan dan pembelajaran menggunakan Levenberg-Marquardt, dan kinerja dinilai dengan MSE adalah prasyarat untuk JST. Temuan menunjukkan bahwa hubungan antara kecepatan potong dan kekasaran berbanding terbalik, dengan kecepatan potong yang lebih tinggi menghasilkan nilai kekasaran yang lebih halus dan sebaliknya, sedangkan hubungan antara gerak makan dan kedalaman makan dan kekasaran adalah langsung, dengan gerak makan yang lebih tinggi dan nilai kedalaman makan yang memimpin. ke nilai kekasaran yang lebih tinggi. Kekasaran meningkat. Abrasi permukaan.

Faisal, dkk. (2018) Melakukan penelitian tentang prediksi stabilitas lereng menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy. Pendekatan hibrid digunakan dalam pekerjaan ini untuk prediksi SF. Untuk mendapatkan nilai keluaran yang diinginkan, aturan dan fungsi keanggotaan disesuaikan. Data yang digunakan bermacam-macam, antara lain 60 data, 50 data, 40 data, 30 data, dan 20 data yang berbeda berupa ganjil, genap, kelipatan, SF, beda tinggi, dan beda kohesi. menggunakan Matrix Confusion dan tes RMSE untuk memvalidasi temuan. Temuan menunjukkan bahwa fungsi keanggotaan, aturan, volume data, pengacakan data, hasil keluaran, dan nilai jarak dari masukan semuanya berdampak pada prediksi antara SF ANFIS dan SF asli. Prediksi ANFIS 20 SF Variant Data dengan hasil terbaik memiliki nilai Recall 1, Precision 1,

Rohman (2018) Melakukan penelitian tentang Menggunakan jaringan saraf tiruan dengan metodologi pelatihan metadis, umur kelelahan komposit yang dipengaruhi oleh pemuatan amplitudo variabel dapat diprediksi. Sebuah meta-heuristik dengan teknik berbasis gradien digunakan dalam penyelidikan ini. Nilai rata-rata dari tiga puluh percobaan yang berbeda digunakan untuk membuat satu prediksi tentang umur kelelahan. 67% dari data kelelahan eksperimental kain E-glass/epoxy digunakan untuk pengujian, dan 33% digunakan untuk pelatihan (layup [(45)/(0)2]S). Model NN terbaik dari tiga ukuran kinerja adalah MLP-DE dengan 25-30 node tersembunyi, terhitung 93,75% dari total jumlah data prediksi yang dapat digunakan dan memiliki MSE dan R2 masing-masing sebesar 0,138 dan 0,9532. Ketiga model NN pada penelitian ini memiliki rata-rata R2 sebesar 0,9370-0,9532. penelitian menunjukkan akurasi yang baik. Di sisi lain, pelatihan menyumbang 22% dan pengujian untuk 78% dari keseluruhan data kelelahan eksperimental E-glass/polyester ([90/0/45/0]S layup). Untuk menggunakan 74,76% dari total jumlah data prediktif, MLP-GA dengan 25–30 node

tersembunyi lebih disukai. Rata-rata MSE dan R2 model NN memiliki nilai yang hampir identik, yaitu masing-masing 0,2445–0,2490 dan 0,8556–0,88575. Tiga model NN dalam penyelidikan ini menunjukkan akurasi yang cukup baik, menurut rata-rata R2. Dengan pengecualian MLP-PSO untuk material E-glass/epoxy, yang memiliki akurasi lebih rendah, akurasi model metaheuristik NN dalam penelitian ini umumnya setara dengan NN-gradien.

Firdausa, dkk. (2020) Melakukan penelitian tentang Perangkat lunak analisis struktural 2000 (SAP 2000) memprediksi dan menganalisis berat bangunan. menggunakan pendekatan jaringan saraf. Bahkan JST sendiri sudah sering digunakan untuk membuat prediksi tentang berbagai topik. Karena fakta menarik tersebut serta meluasnya penggunaan JST dalam penelitian prediktif. Pada percobaan 200 zaman, hasil kesalahan terendah berakhir. Kesalahan terbesar, 38%, dan kesalahan terkecil, 0,02%, keduanya dihasilkan oleh percobaan 200 zaman..

Arifah, dkk. (2017) Melakukan penelitian tentang penggunaan neural network pada Matlab untuk mengantisipasi penggunaan daya listrik di wilayah Ponorogo Jawa Timur. Eksperimen saraf adalah pendekatan studi yang digunakan. Menurut temuan penelitian, jaringan saraf menggunakan pendekatan backpropagation dapat secara akurat memperkirakan konsumsi energi dengan tingkat kesalahan mean square error (MSE) sebesar 0,7% dan penggunaan bulanan rata-rata 265 MVA..

Sudarsono (2016) Melakukan penelitian tentang Studi kasus di Kota Bengkulu menggunakan jaringan syaraf tiruan untuk mengantisipasi laju pertumbuhan penduduk dengan menggunakan metode backpropagation. Dalam penelitian ini, observasi langsung adalah metodologi yang digunakan. Pengujian dijalankan menggunakan program Matlab. Unit masukan, unit lapisan tersembunyi, dan unit keluaran membentuk arsitektur jaringan yang digunakan dalam percobaan. Nilai Performance dan epochs untuk masing-masing arsitektur tidak sama, sesuai dengan hasil pengujian tersebut. Hasil pengujian Algoritma Backpropagation dapat digunakan untuk menghasilkan prediksi, tetapi seberapa akurat prediksi tersebut sangat bergantung pada pengaturan untuk Learning Rate dan jumlah neuron di HiddenLayer. Semakin banyak unit yang ada di lapisan terkubur, hasil ramalan akan lebih mendekati nilai yang diinginkan.

Hayadi, dkk. (2021) melakukan penelitian tentang Membuat model peramalan menggunakan teknik propagasi balik jaringan saraf tiruan untuk anggota KB aktif di rute pemerintah. Model 4-5-1, 4-7-1, 4-8-5-1, dan 4-9-7-1 diuji, bersama dengan kesalahan percobaan yang sesuai, menggunakan program Matlab. Hasil analisis menunjukkan bahwa model arsitektur terbaik yang memiliki tingkat akurasi 71% dan menjadi tolok ukur untuk peramalan peserta KB aktif di jalur pemerintah adalah 4-8-5-1. Melalui saluran resmi, model JST dapat digunakan untuk meramalkan jumlah pengguna KB aktif, memungkinkan pemerintah untuk mempersiapkan diri.

Rohmawan (2018) Melakukan penelitian tentang Prognosis kelulusan mahasiswa tepat waktu. Pendekatan pohon keputusan dan jaringan syaraf tiruan adalah metode yang digunakan dalam penelitian ini. B. Keakuratan pendekatan pohon keputusan adalah 74,51%, sedangkan jaringan syaraf tiruan adalah 79,74%, menurut temuan pengujian. Karena data yang digunakan dalam penelitian ini termasuk data label, pendekatan jaringan syaraf tiruan lebih akurat daripada metode pohon keputusan.

Penelitian-penelitian ini merujuk pada penggunaan ANN pada banyak bidang namun belum ada yang meneliti di bidang kekuatan material, sehingga penelitian tentang ini perlu dilakukan.

## 2.2 Kajian Teori

### 2.2.1 Artificial Neural Network (ANN)

Artificial Neural Network (ANN) atau Jaringan Saraf Tiruan adalah sebuah model matematika yang terinspirasi dari cara kerja sistem saraf pada otak manusia. ANN adalah salah satu jenis Algoritma Machine Learning yang digunakan untuk mempelajari pola-pola kompleks pada data dan memperoleh kemampuan untuk melakukan prediksi atau klasifikasi. ANN terdiri dari beberapa lapisan neuron atau node yang terhubung dengan bobot (weight) dan fungsi aktivasi. Setiap neuron menerima sinyal input, mengalikan sinyal tersebut dengan bobot tertentu, menjumlahkan hasil perkalian tersebut, dan kemudian memberikan keluaran dengan menggunakan fungsi aktivasi. Keluaran dari neuron tersebut kemudian menjadi input bagi neuron pada lapisan berikutnya, dan proses ini berulang hingga keluaran akhir dihasilkan.

Secara umum, terdapat tiga jenis lapisan pada ANN, yaitu:

1. Lapisan *Input*: Lapisan yang menerima data masukan atau *input* dari luar sistem. Setiap *neuron* pada lapisan ini menerima nilai *input* yang dihubungkan ke *neuron* pada lapisan berikutnya.
2. Lapisan Tersembunyi: Lapisan yang bertindak sebagai pemroses utama pada ANN. Setiap neuron pada lapisan ini menerima sinyal *input* dari *neuron* pada lapisan sebelumnya, mengalikan sinyal tersebut dengan bobot tertentu, dan kemudian memberikan keluaran dengan menggunakan fungsi aktivasi. Jumlah lapisan tersembunyi pada ANN bervariasi tergantung pada kompleksitas data yang dipelajari.
3. Lapisan *Output*: Lapisan yang memberikan keluaran atau hasil akhir dari sistem. Setiap neuron pada lapisan ini menerima sinyal *input* dari *neuron* pada lapisan sebelumnya, mengalikan sinyal tersebut dengan bobot tertentu, dan kemudian memberikan keluaran dengan menggunakan fungsi aktivasi yang sesuai dengan tujuan akhir dari sistem.

Training ANN dilakukan dengan menggunakan dataset yang sudah diketahui labelnya (supervised learning). Dalam training, ANN akan menyesuaikan bobot-bobotnya secara otomatis sehingga keluaran yang dihasilkan semakin mendekati label yang sebenarnya. Proses ini dilakukan dengan meminimalkan nilai fungsi error (loss function) yang mengukur kesalahan prediksi pada setiap iterasi training.

Backpropagation adalah salah satu dari beberapa algoritma yang telah diterapkan pada pendekatan JST. Salah satu teknik yang paling umum, efisien, dan mudah dipelajari untuk mengoptimalkan pelatihan jaringan syaraf tiruan pada jaringan multilayer yang rumit adalah algoritma backpropagation. Jaringan multi-lapisan dengan banyak lapisan tersembunyi menggunakan backpropagation untuk melakukan pembelajaran terawasi dalam upaya mengurangi kesalahan pada jaringan yang menghasilkan output. Pelatihan backpropagation, yang menggabungkan parameter laju pembelajaran dan momentum, dapat dipercepat dengan menggunakan fungsi pelatihan laju pembelajaran variabel (trainingdx), yang menghasilkan hasil yang relatif lebih akurat. (Putra & Walmi, 2020)

### 2.2.2 Algoritma *Backpropagation*

Algoritma Back-Propagation Jaringan saraf tiruan dilatih melalui proses metodis yang disebut backpropagation. Salah satu algoritma yang sering digunakan dalam penyelesaian masalah yang sulit adalah jaringan backpropagation. Karena metode pelatihannya didasarkan pada hubungan langsung, algoritme ini juga digunakan dalam aplikasi regulasi. Layar tersembunyi terdiri dari p unit (ditambah bias), propagasi balik terdiri dari n masukan (ditambah bias), dan terdapat m unit keluaran. Bias untuk output ke-k dan unit tersembunyi ke-j, masing-masing, adalah  $V_{oj}$  dan  $W_{ok}$ . Karena bias output selalu sama dengan 1, maka bias  $V_{oj}$  dan  $W_{ok}$  berfungsi seperti bobot.. (Sudarsono, 2016)

Dibawah adalah persamaan matematika algoritma backpropagation :

```

% Feedforward
z = Wx + b; % Aktivasi lapisan tersembunyi
h = f(z); % Keluaran lapisan tersembunyi
y = Vh + c; % Aktivasi lapisan output
o = g(y); % Keluaran lapisan output (jika diperlukan)

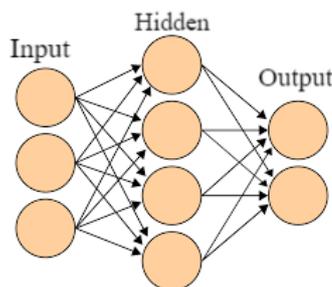
% Menghitung gradien pada lapisan output
delta_o = ∂E/∂o; % Selisih antara output dan target
∂g_y = ∂g(y)/∂y; % Gradien fungsi aktivasi pada lapisan output
∂E_V = delta_o * h'; % Gradien bobot V
∂E_c = delta_o; % Gradien bias c

% Menghitung gradien pada lapisan tersembunyi
delta_h = ∂E/∂h .* ∂f(z)/∂z; % Gradien pada lapisan tersembunyi
∂E_W = delta_h * x'; % Gradien bobot W
∂E_b = delta_h; % Gradien bias b

% Memperbarui bobot dan bias
W = W - η * ∂E_W; % Perbarui bobot W
b = b - η * ∂E_b; % Perbarui bias b
V = V - η * ∂E_V; % Perbarui bobot V
c = c - η * ∂E_c; % Perbarui bias c

```

Dalam contoh di atas, inputnya adalah x, lapisan tersembunyi terhubung ke lapisan output dengan bobot dan bias W dan b, dan lapisan tersembunyi terhubung ke lapisan input dengan bobot dan bias V dan c. Fungsi aktivasi untuk lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran masing-masing adalah f dan g.  $\eta$  adalah laju pembelajaran (learning rate).  $\partial E/\partial o$ ,  $\partial g(y)/\partial y$ ,  $\partial E/\partial h$ ,  $\partial f(z)/\partial z$  adalah gradien yang dihitung menggunakan aturan rantai (chain rule). (Kim, 2019)



Gambar 2.1 Jaringan Saraf Tiruan (Sudarsono, 2016)

Algoritma Backpropagation adalah algoritma yang digunakan dalam Jaringan Syaraf Tiruan (Artificial Neural Network) untuk melakukan pelatihan (training) dengan menggunakan metode pembelajaran berbasis error.

### **2.2.3 Prediksi**

Prediksi adalah proses penentuan berapa banyak permintaan yang akan ada di masa depan, yang meliputi persyaratan kuantitas, kualitas, waktu, dan lokasi untuk memenuhi permintaan barang atau jasa. Tingkat permintaan barang yang diantisipasi untuk terwujud selama waktu tertentu di masa depan dikenal sebagai prediksi permintaan..( Fachrudin Pakaja, dkk.2012)

### **2.2.4 Komposit**

Material komposit adalah material yang dua atau lebih material penyusunnya digabungkan melalui pencampuran yang tidak merata, dimana karakteristik mekanik material penyusunnya berbeda satu sama lain. Bahan komposit dengan fitur dan kualitas mekanis yang berbeda dari bahan pembentuk akan dibuat dari kombinasi ini. Kita bebas mendesain kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan memodifikasi komposisi material pembentuknya karena material komposit memiliki sifat material konvensional pada umumnya dari proses pembuatannya melalui pencampuran yang tidak homogen. Komposit adalah berbagai sistem multifase yang memiliki karakteristik campuran, yaitu campuran komponen tulangan dan matriks.. (Zulkifli, Hermansyah, & Mulyanto, 2018)

### **2.2.5 Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)**

Yang dimaksud dengan “tandan buah kosong” (EFB) adalah serat yang tersisa setelah buah dikeluarkan dari tandan buah segar yang telah disterilkan (dengan penguapan pada 294 kPa selama satu jam). TKKS adalah serat alami populer yang murah, dapat terurai secara hayati, dan tidak beracun. Tandan buah kosong dari pohon kelapa sawit merupakan produk alami yang mengandung filamen tebal dan kasar. Hal ini membuat tandan kosong sawit lebih murah untuk produksi skala kecil, lebih efektif daripada sumber daya industri yang tidak terbarukan, dan berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. TKKS digunakan sebagai bahan baku di sejumlah industri, termasuk pembuatan kertas, formulasi komposit, dan pembangkit listrik. TKKS yang memiliki massa-energi 3700 Kkal kg<sup>-1</sup> dapat digunakan dalam komposit polimer untuk mengatasi masalah lingkungan, khususnya yang berkaitan dengan. Gambar 1 (a) menunjukkan sketsa tandan kosong kelapa sawit pembuangan limbah kelapa sawit. Metode retting digunakan untuk memisahkan serabut sawit dari tandan kosong sawit. Retting mekanis (ditempa), retting kimia (dimasak dengan bahan kimia), retting uap, dan retting air adalah semua prosedur retting yang memungkinkan. Di antara berbagai prosedur, retting air adalah salah satu yang paling sering digunakan. Teknik ekstraksi lainnya mencemari air, sedangkan ekstraksi mekanis lebih ramah lingkungan.. (Rahmasita, Farid, & Ardhyana, 2017)

### **2.2.6 Mean Squared Error (MSE)**

MSE (Mean Squared Error) adalah suatu metrik evaluasi yang digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan atau selisih antara nilai prediksi dengan nilai sebenarnya pada suatu model atau sistem. MSE menghitung rata-rata dari kuadrat selisih antara setiap nilai prediksi dengan nilai sebenarnya. (Sara et al., 2019)

Rumus untuk menghitung MSE adalah:

$$MSE = (1/n) * \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

dimana: n adalah jumlah sampel data

$y_i$  adalah nilai sebenarnya

$\hat{y}_i$  adalah nilai prediksi

Pada rumus di atas, setiap selisih antara nilai prediksi dan nilai sebenarnya dikuadratkan terlebih dahulu, kemudian dijumlahkan, dan dibagi dengan jumlah total sampel data. Hasil MSE semakin kecil, maka semakin baik pula performa model atau sistem