

Nama : Muhamad Rizq Rihaz

NIM : 1103210192

## 1. Hidden Layers

### Eksperimen:

- Variasi jumlah hidden layers: **1, 2, dan 3**.
- Kombinasi dengan jumlah neuron: **4, 8, 16, 32, dan 64**.

### Hasil:

- Model dengan **2 hidden layers** memberikan performa terbaik, mencapai akurasi tertinggi sekitar **98.05%** ketika dikombinasikan dengan **32 neuron**.
- Model dengan **1 hidden layer** menunjukkan peningkatan performa yang lebih lambat seiring bertambahnya jumlah neuron.
- Model dengan **3 hidden layers** mengalami sedikit penurunan performa, menunjukkan bahwa menambah hidden layer lebih banyak tidak selalu meningkatkan akurasi.

### Kesimpulan:

- **Optimal: 2 hidden layers.**
- Menambah hidden layers lebih dari 2 tidak memberikan manfaat signifikan untuk dataset ini.

## 2. Jumlah Neuron

### Eksperimen:

- Variasi jumlah neuron per layer: **4, 8, 16, 32, dan 64**.
- Dikombinasikan dengan jumlah hidden layers yang berbeda.

### Hasil:

- **32 neuron** adalah jumlah optimal, memberikan akurasi terbaik, terutama pada model dengan 2 hidden layers.
- Penambahan jumlah neuron hingga **64** memberikan peningkatan yang kecil, tetapi terkadang menurunkan performa karena kompleksitas model bertambah.

- Jumlah neuron yang terlalu sedikit (4 atau 8) menghasilkan akurasi yang lebih rendah karena kapasitas model terlalu kecil untuk mempelajari data secara efektif.

#### Kesimpulan:

- **Optimal: 32 neuron per layer.**
- Menambah lebih dari 32 neuron hanya bermanfaat untuk model dengan lebih dari 2 hidden layers.

### 3. Fungsi Aktivasi

#### Eksperimen:

- Fungsi aktivasi yang diuji: **Identity, Sigmoid, ReLU, Softmax, dan Tanh.**

#### Hasil:

- **ReLU** memberikan performa terbaik dengan akurasi sekitar **90.24%**.
- **Softmax** dan **Tanh** memiliki akurasi yang cukup baik tetapi lebih rendah dibandingkan ReLU.
- **Identity** dan **Sigmoid** menghasilkan akurasi yang rendah, sekitar **79.51%**, karena keterbatasannya dalam menangani masalah vanishing gradient pada hidden layers.

#### Kesimpulan:

- **Optimal: ReLU.**
- ReLU adalah fungsi aktivasi paling cocok untuk hidden layers karena kemampuannya mencegah vanishing gradient.

### 4. Jumlah Epoch

#### Eksperimen:

- Variasi jumlah epoch: **1, 10, 25, 50, 100, dan 250.**

#### Hasil:

- Performa model meningkat dengan bertambahnya jumlah epoch.
- Akurasi tertinggi (**99.51%**) dicapai pada **100 epoch** dengan learning rate 0.01.

- Setelah 100 epoch, akurasi tidak meningkat secara signifikan meskipun epoch bertambah hingga 250.

#### Kesimpulan:

- **Optimal: 100 epoch.**
- Tidak perlu menggunakan epoch lebih dari 100 untuk dataset ini karena tidak memberikan manfaat tambahan yang signifikan.

## 5. Learning Rate

#### Eksperimen:

- Variasi learning rate: **10.0, 1.0, 0.1, 0.01, 0.001, dan 0.0001.**

#### Hasil:

- **Learning rate 0.01** menghasilkan performa terbaik dengan akurasi hingga **99.51%.**
- **Learning rate terlalu besar (10.0 atau 1.0)** menghasilkan akurasi rendah (sekitar 50%), karena model tidak stabil saat melakukan pembaruan parameter.
- **Learning rate terlalu kecil (0.0001)** menghasilkan akurasi yang rendah karena model belajar terlalu lambat.

#### Kesimpulan:

- **Optimal: 0.01.**
- Learning rate yang terlalu besar atau terlalu kecil tidak efektif untuk dataset ini.

## 6. Batch Size

#### Eksperimen:

- Variasi batch size: **16, 32, 64, 128, 256, dan 512.**

#### Hasil:

- **Batch size 32** menghasilkan akurasi tertinggi (**93.17%**).
- Batch size terlalu kecil (16) atau terlalu besar (256, 512) menurunkan akurasi karena model mengalami kesulitan dalam mempelajari pola optimal:
  - Batch size kecil menghasilkan pembaruan gradien yang lebih variatif tetapi memerlukan lebih banyak iterasi.

- Batch size besar menghasilkan pembaruan gradien yang lebih stabil tetapi kehilangan variasi dalam data.

### **Kesimpulan:**

- **Optimal: Batch size 32.**
- Batch size ini memberikan keseimbangan antara stabilitas gradien dan efisiensi pelatihan.

### **Kesimpulan Akhir untuk Hyperparameter:**

- **Hidden Layers: 2.**
- **Jumlah Neuron per Layer: 32.**
- **Fungsi Aktivasi: ReLU.**
- **Jumlah Epoch: 100.**
- **Learning Rate: 0.01.**
- **Batch Size: 32.**

### **Rekomendasi:**

Konfigurasi optimal ini menghasilkan model dengan akurasi tinggi, efisien dalam pelatihan, dan mampu menangkap pola pada dataset dengan baik. Eksperimen tambahan dapat dilakukan untuk dataset yang lebih kompleks atau jika memori komputasi memungkinkan mencoba kombinasi parameter lebih besar.