

Nama : Rizki Ramadhan

NIM : 1103213091

Machine Learning

Classification Model: MLP Regression

Dataset : [Wine Quality - UCI Machine Learning Repository](#)

Setelah melakukan Hypertuning dengan mencoba beberapa konfigurasi :

```
# 4. Hyperparameter Tuning
hidden_layers_options = [1, 2, 3] # Jumlah hidden layers yang akan diuji
hidden_neurons_options = [4, 8, 16, 32, 64] # Jumlah neuron di setiap hidden layer
activation_functions = ['relu', 'sigmoid', 'tanh', 'softmax'] # Fungsi aktivasi yang akan diuji
epochs_options = [25, 50, 100] # Jumlah epoch yang akan diuji
learning_rates = [0.01, 0.001, 0.0001] # Learning rates yang akan diuji
batch_sizes = [32, 64, 128] # Ukuran batch yang akan diuji
```

Makan hasil akurasi dan juga hyperparameter dapat dibedakan berdasarkan aktivasi fungsinya :

A. ReLu

```
Best Hyperparameters for each Activation Function:

Activation Function: Relu
Best Hyperparameters: {'hidden_layers': 2, 'hidden_neurons': 64, 'activation_fn': 'tanh', 'epochs': 100, 'lr': 0.01, 'batch_size': 32}
Best Accuracy: 62.6530612244898
```

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa konfigurasi hyperparameter terbaik untuk model MLP dengan fungsi aktivasi ReLU adalah menggunakan dua hidden layers, masing-masing dengan 64 neuron, dengan pelatihan selama 100 epoch, learning rate 0.01, dan batch size 32. Akurasi terbaik yang diperoleh adalah 62.65%, yang sedikit lebih rendah dibandingkan dengan konfigurasi menggunakan fungsi aktivasi tanh pada eksperimen sebelumnya.

Meskipun fungsi aktivasi ReLU sering kali digunakan untuk meningkatkan kecepatan konvergensi dan mencegah masalah vanishing gradient, pada eksperimen ini, hasil akurasi tidak mengalami peningkatan signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa konfigurasi lain, seperti jumlah hidden layers dan jumlah neuron, lebih berperan dalam meningkatkan performa model daripada pengaruh penggunaan fungsi aktivasi ReLU.

Secara keseluruhan, meskipun akurasi 62.65% tergolong cukup, model dengan konfigurasi ini menunjukkan bahwa faktor seperti jumlah hidden layers dan kapasitas neuron memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap hasil model daripada perubahan fungsi aktivasi saja.

B. Sigmoid

```
Activation Function: Sigmoid
Best Hyperparameters: {'hidden_layers': 3, 'hidden_neurons': 64, 'activation_fn': 'sigmoid', 'epochs': 100, 'lr': 0.01, 'batch_size': 64}
Best Accuracy: 64.08163265306122
```

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa untuk model MLP dengan fungsi aktivasi *sigmoid*, konfigurasi hyperparameter terbaik terdiri dari tiga hidden layers, masing-masing dengan 64 neuron, pelatihan selama 100 epoch, learning rate sebesar 0.01, dan batch size 64. Akurasi terbaik yang dicapai adalah 64.08%. Hasil ini menunjukkan bahwa fungsi aktivasi *sigmoid* memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan *ReLU*, yang sebelumnya menghasilkan akurasi 62.65%.

Fungsi aktivasi *sigmoid* memiliki karakteristik yang membatasi output dalam rentang [0, 1], yang membuatnya cocok untuk tugas-tugas klasifikasi biner, tetapi juga dapat digunakan dalam jaringan yang lebih dalam untuk klasifikasi multi-kelas. Pada eksperimen ini, konfigurasi dengan tiga hidden layers dan 64 neuron di setiap layer terbukti memberikan keseimbangan yang baik antara kapasitas model dan kemampuan generalisasi, yang tercermin dalam peningkatan akurasi dibandingkan dengan penggunaan *ReLU*.

C. Tanh

```
Activation Function: Tanh
Best Hyperparameters: {'hidden_layers': 3, 'hidden_neurons': 64, 'activation_fn': 'tanh', 'epochs': 100, 'lr': 0.01, 'batch_size': 128}
Best Accuracy: 67.55102040816327
```

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa untuk model MLP dengan fungsi aktivasi *tanh*, konfigurasi hyperparameter terbaik terdiri dari tiga hidden layers, masing-masing dengan 64 neuron, pelatihan selama 100 epoch, learning rate 0.01, dan batch size 128. Akurasi terbaik yang dicapai adalah 67.55%, yang merupakan akurasi tertinggi dibandingkan dengan konfigurasi sebelumnya menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid* dan *ReLU*.

Fungsi aktivasi *tanh*, yang memiliki rentang output antara -1 dan 1, memberikan performa yang lebih baik pada eksperimen ini dibandingkan dengan fungsi *sigmoid* atau *ReLU*. Hal ini mungkin disebabkan oleh kemampuannya untuk menangani informasi yang lebih kaya dan lebih stabil dalam representasi data. Penambahan jumlah hidden layers dan neuron, serta penggunaan batch size yang lebih besar, memungkinkan model untuk belajar dengan lebih efektif, yang tercermin pada peningkatan akurasi.

Secara keseluruhan, akurasi 67.55% menunjukkan bahwa konfigurasi dengan fungsi aktivasi *tanh* ini memberikan hasil terbaik sejauh ini. Ini menunjukkan bahwa *tanh* lebih efektif dalam menangkap pola-pola yang lebih kompleks dalam dataset, terutama ketika dikombinasikan dengan struktur jaringan yang lebih dalam dan kapasitas yang lebih besar.

D. Softmax

```
Activation Function: Softmax  
Best Hyperparameters: {'hidden_layers': 2, 'hidden_neurons': 64, 'activation_fn': 'tanh', 'epochs': 100, 'lr': 0.01, 'batch_size': 32}  
Best Accuracy: 58.673469387755105
```

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa untuk model MLP dengan fungsi aktivasi *softmax*, konfigurasi hyperparameter terbaik terdiri dari dua hidden layers, masing-masing dengan 64 neuron, pelatihan selama 100 epoch, learning rate 0.01, dan batch size 32. Akurasi terbaik yang dicapai adalah 58.67%, yang merupakan akurasi terendah dibandingkan dengan fungsi aktivasi lainnya seperti *tanh*, *sigmoid*, dan *ReLU*.

Fungsi aktivasi *softmax* biasanya digunakan untuk tugas klasifikasi multi-kelas, mengubah output model menjadi probabilitas yang dijumlahkan hingga 1. Namun, pada eksperimen ini, hasil akurasi yang lebih rendah menunjukkan bahwa meskipun *softmax* cocok untuk klasifikasi multi-kelas, kombinasi hyperparameter yang dipilih mungkin tidak optimal untuk dataset ini.

Secara keseluruhan, akurasi 58.67% menunjukkan bahwa *softmax* menghasilkan kinerja yang lebih rendah dibandingkan dengan fungsi aktivasi lainnya dalam model MLP ini.

Best Hyperparameters

```
Best Hyperparameters: {'hidden_layers': 3, 'hidden_neurons': 64, 'activation_fn': 'tanh', 'epochs': 100, 'lr': 0.01, 'batch_size': 128}  
Best Accuracy: 67.55102040816327
```

Kesimpulannya, konfigurasi hyperparameter terbaik yang ditemukan untuk model MLP adalah menggunakan tiga hidden layers dengan 64 neuron di setiap layer, fungsi aktivasi *tanh*, pelatihan selama 100 epoch, learning rate 0.01, dan batch size 128. Akurasi terbaik yang dicapai dengan konfigurasi ini adalah 67.55%, yang menunjukkan performa optimal dalam klasifikasi pada dataset ini.

Penggunaan tiga hidden layers dan 64 neuron di setiap layer terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan model untuk menangkap pola-pola yang lebih kompleks. Fungsi aktivasi *tanh* memberikan performa yang lebih baik dibandingkan dengan fungsi aktivasi lain yang diuji, dengan hasil akurasi tertinggi di antara semua konfigurasi yang dilakukan.

Sebaliknya, konfigurasi dengan fungsi aktivasi *softmax* menghasilkan akurasi terendah, yaitu 58.67%, meskipun dengan pengaturan hyperparameter yang serupa. Hal ini menunjukkan bahwa, meskipun *softmax* cocok untuk masalah klasifikasi multi-kelas, kombinasi hyperparameter yang digunakan dalam eksperimen ini tidak optimal untuk mencapai performa terbaik pada dataset tersebut.