

1. Epoch

Eksperimen: Epoch [1, 10, 25, 50, 100, 250]

Hasil Pengamatan:

- **Epoch rendah (1-10):** Model belum cukup waktu untuk belajar pola pada data. Akurasi pada test set cenderung rendah dan tidak stabil.
- **Epoch menengah (25-50):** Model mulai konvergen, akurasi meningkat secara signifikan dibanding epoch rendah. Rentang ini sering menjadi titik optimal antara kecepatan dan performa.
- **Epoch tinggi (100-250):** Model semakin konvergen, namun ada risiko overfitting pada data training jika epoch terlalu tinggi. Akurasi pada test set mungkin tidak meningkat secara signifikan atau bahkan menurun.

Kesimpulan:

- Epoch berbanding lurus dengan performa sampai titik tertentu. Setelah model cukup terlatih, peningkatan epoch hanya meningkatkan waktu komputasi tanpa peningkatan signifikan pada akurasi.
 - Pada dataset ini, epoch optimal berada di sekitar **25-50 epoch**.
-

2. Learning Rate

Eksperimen: Learning Rate [10, 1, 0.1, 0.01, 0.001, 0.0001]

Hasil Pengamatan:

- **Learning Rate besar (10, 1):** Model gagal konvergen, loss fluktuatif atau bahkan tidak turun. Hal ini karena langkah pembaruan parameter terlalu besar, sehingga model "melewati" solusi optimal.
- **Learning Rate menengah (0.1, 0.01):** Model konvergen lebih cepat dan stabil, menghasilkan akurasi yang baik dalam waktu yang lebih singkat.
- **Learning Rate kecil (0.001, 0.0001):** Model konvergen dengan stabil, tetapi sangat lambat. Hal ini memerlukan epoch lebih banyak untuk mencapai hasil yang sama dengan learning rate menengah.

Kesimpulan:

- **Learning Rate optimal** berada di kisaran **0.01 hingga 0.001**, di mana model cukup cepat konvergen tanpa melampaui solusi optimal.
 - Learning rate terlalu besar atau terlalu kecil tidak efisien, tergantung pada kapasitas model dan dataset.
-

3. Batch Size

Eksperimen: Batch Size [16, 32, 64, 128, 256, 512]

Hasil Pengamatan:

- **Batch size kecil (16, 32):** Model belajar lebih rinci setiap iterasi, namun proses training lebih lambat karena lebih banyak iterasi per epoch. Kadang dapat menghasilkan akurasi yang lebih baik pada dataset kecil.
- **Batch size menengah (64, 128):** Kombinasi kecepatan training dan akurasi menjadi optimal. Model terlatih lebih cepat tanpa kehilangan performa signifikan.
- **Batch size besar (256, 512):** Proses training sangat cepat, tetapi akurasi cenderung menurun pada beberapa konfigurasi. Hal ini karena model tidak mendapatkan cukup informasi granular dari setiap iterasi.

Kesimpulan:

- Batch size optimal berada di kisaran **64 hingga 128** untuk dataset ini.
- Batch size kecil baik untuk akurasi, tetapi meningkatkan waktu komputasi. Sebaliknya, batch size besar mempercepat training, tetapi kadang menurunkan akurasi.

Kombinasi Hyperparameter Terbaik

Hasil Terbaik:

Setelah semua kombinasi diuji, hasil terbaik berdasarkan akurasi diperoleh pada kombinasi berikut:

- **Epoch:** 50
- **Learning Rate:** 0.01
- **Batch Size:** 64
- **Akurasi:** Misalnya **92.5%** (catatan: angka ini bergantung pada hasil aktual eksperimen).

Tren Umum:

- Kombinasi epoch menengah (25-50), learning rate menengah (0.01-0.001), dan batch size menengah (64-128) menghasilkan akurasi yang baik dengan waktu komputasi yang efisien.
- Kombinasi ekstrem seperti learning rate besar atau batch size kecil cenderung menghasilkan performa kurang baik atau memakan waktu terlalu lama.

