

## Tugas Week 12 Machine Learning

Nama : Rizki Ramadhan

NIM : 1103213091

CNN dengan Cifar10 Dataset

Kita dapat bagi menjadi beberapa bagian berdasarkan hyperparameter yang digunakan :

- A. Berdasarkan hasil training dengan konfigurasi **Kernel Size 3, MaxPool2d, Optimizer SGD**, dan berbagai jumlah **epoch** (5, 50, 100, 250, dan 350), berikut adalah analisisnya:

Model CNN dengan kernel size 3, MaxPool2d, optimizer SGD, dan berbagai jumlah epoch menunjukkan performa yang bervariasi. Pada epoch 5, model mencatat loss 391.9651, validation loss 0.8907, dan akurasi 69.50%, menunjukkan model masih dalam tahap awal belajar. Pada 50 epoch, loss menurun menjadi 4.7970 dengan validation loss 1.6133 dan akurasi meningkat ke 73.99%. Namun, kenaikan validation loss mengindikasikan overfitting, dengan early stopping terpicu pada epoch ke-14. Tren serupa terlihat pada 100 epoch, dengan loss 5.7146, validation loss 1.5975, dan akurasi 74.29%, di mana early stopping kembali aktif di epoch ke-15. Pada 250 dan 350 epoch, performa stagnan, masing-masing mencatat validation loss 1.7069 dan 1.7067 dengan akurasi 72.56% dan 73.33%. Early stopping terus terpicu, menunjukkan model sulit meningkatkan generalisasi meskipun dilatih lebih lama. Hasil ini mengindikasikan bahwa model cenderung konvergen lebih awal, tetapi tidak mampu mempelajari pola lebih baik pada epoch yang lebih tinggi.

- B. Berdasarkan hasil training dengan konfigurasi Kernel Size: 3, Pooling: MaxPool2d, Optimizer: RMSProp, Epochs: 5,50,100,250,350 :

Hasil pelatihan model CNN dengan kernel size 3, pooling MaxPool2d, dan optimizer RMSProp menunjukkan performa yang tidak konsisten. Pada epoch 5, model mencatatkan loss 918.5653, validation loss 1.3604, dan akurasi 50.90%. Meskipun ada penurunan loss di eksperimen 50 epoch menjadi 621.6157 dengan akurasi 56.64%, validation loss sedikit meningkat. Pada eksperimen 100 epoch, loss menurun ke 540.2433, tetapi akurasi turun menjadi 53.18% dan validation loss meningkat menjadi 1.7703. Eksperimen dengan 250 dan 350 epoch menunjukkan pola serupa dengan akurasi yang fluktuatif (57.21% dan 54.90%) dan validation loss tetap tinggi. Early stopping terpicu di hampir semua eksperimen, menunjukkan bahwa RMSProp tidak efektif dalam meningkatkan generalisasi model untuk dataset ini.

- C. Berdasarkan hasil training dengan konfigurasi Kernel Size: 3, Pooling: MaxPool2d, Optimizer: Adam, Epochs: 5,50,100,250,350 :

Model CNN dengan kernel size 3, pooling MaxPool2d, dan optimizer Adam menunjukkan performa stabil namun terbatas. Pada epoch 5, model mencapai loss 268.9320, validation loss 0.8743, dan akurasi 72.05%, namun pada eksperimen dengan 50 epoch, validation loss meningkat menjadi 1.7651 dan akurasi sedikit turun ke 71.68%. Meskipun loss terus menurun pada eksperimen dengan 100, 250, dan 350 epoch, validation loss tetap tinggi (1.7323–1.9730)

dan akurasi stagnan di sekitar 71%. Early stopping terpicu di semua eksperimen, mengindikasikan model mencapai batas generalisasi awal, meskipun Adam mempercepat konvergensi, generalisasi tetap terbatas.

Berdasarkan hasil eksperimen, optimizer **Adam** menunjukkan performa terbaik dibandingkan dengan **SGD** dan **RMSProp**. Adam mampu mencapai akurasi tertinggi sebesar 72.05% pada epoch 5 dan mempertahankan kestabilan di sekitar 71% pada eksperimen dengan jumlah epoch lebih besar, meskipun validation loss cenderung meningkat. Sementara itu, SGD mencatat akurasi lebih tinggi pada beberapa eksperimen (hingga 74.29%) tetapi mengalami overfitting lebih cepat dan memerlukan lebih banyak epoch untuk mencapai konvergensi. RMSProp memiliki performa terendah, dengan akurasi maksimal 57.21% dan validation loss yang cenderung tinggi. Dengan efisiensi dan kestabilannya, Adam menjadi pilihan terbaik untuk konfigurasi model dan dataset ini.

D. Berdasarkan hasil training dengan konfigurasi Kernel Size: 3, Pooling: AvgPool2d, Optimizer: **SGD**, Epochs: 5,50,100.250.350 :

Hasil training dengan konfigurasi kernel size 3, pooling AvgPool2d, dan optimizer SGD menunjukkan performa yang cukup stabil dengan akurasi maksimal 69.87% pada 250 epoch. Pada epoch 5, model mencatat loss sebesar 571.4027, validation loss 0.9840, dan akurasi 65.92%, yang mengindikasikan tahap awal pembelajaran yang cukup baik. Namun, pada eksperimen dengan 50 hingga 350 epoch, meskipun loss pada data pelatihan menurun signifikan (hingga 10.4944 pada 250 epoch), validation loss terus meningkat, menunjukkan tanda-tanda overfitting. Early stopping yang konsisten terpicu di semua eksperimen setelah epoch ke-16 hingga ke-18, memperlihatkan bahwa model sulit untuk meningkatkan performa validasi meskipun jumlah epoch ditingkatkan. Dengan akurasi yang fluktuatif di kisaran 68–69% dan validation loss yang tetap tinggi, konfigurasi ini belum optimal untuk generalisasi model.

E. Berdasarkan hasil training dengan konfigurasi Kernel Size: 3, Pooling: AvgPool2d, Optimizer: **RMSProp**, Epochs: 5,50,100.250.350 :

Hasil training dengan konfigurasi kernel size 3, pooling AvgPool2d, dan optimizer RMSProp menunjukkan performa yang kurang optimal dalam hal akurasi dan generalisasi. Pada epoch 5, model menghasilkan loss sebesar 1051.8368, validation loss 1.5702, dan akurasi 44.07%, yang menunjukkan tahap awal pembelajaran yang lambat. Pada eksperimen dengan jumlah epoch yang lebih banyak, akurasi meningkat hingga 55.78% pada epoch 250, tetapi validation loss tetap tinggi di angka 2.4385. Early stopping terpicu secara konsisten pada epoch ke-16 hingga ke-17 di semua eksperimen, menandakan bahwa model mengalami stagnasi pembelajaran tanpa peningkatan signifikan dalam generalisasi. Validation loss yang fluktuatif dan cenderung tinggi pada setiap eksperimen mengindikasikan bahwa optimizer RMSProp kurang efektif dalam memfasilitasi pembelajaran yang stabil untuk konfigurasi model ini.

F. Berdasarkan hasil training dengan konfigurasi Kernel Size: 3, Pooling: AvgPool2d, Optimizer: **Adam**, Epochs: 5,50,100,250,350

Hasil training dengan kernel size 3, pooling AvgPool2d, dan optimizer Adam menunjukkan performa yang cukup stabil dengan akurasi terbaik sebesar 70.91% pada 100 epoch. Pada epoch 5, model mencatat validation loss rendah 0.9065 dan akurasi 69.34%, tetapi validation loss cenderung meningkat pada epoch lebih tinggi, mengindikasikan overfitting meskipun loss pelatihan menurun. Early stopping terpicu secara konsisten pada epoch ke-14 hingga ke-15, menunjukkan bahwa model mencapai batas generalisasi lebih awal. Secara keseluruhan, optimizer Adam membantu konvergensi cepat, tetapi generalisasi masih terbatas dengan konfigurasi ini.

Berdasarkan hasil training dengan tiga optimizer (SGD, RMSProp, dan Adam) pada konfigurasi kernel size 3 dan pooling AvgPool2d, **Adam** menunjukkan performa terbaik. Adam mampu mencapai akurasi tertinggi sebesar 70.91% pada 100 epoch, dengan awal pembelajaran yang stabil (akurasi 69.34% pada epoch 5) dibandingkan optimizer lainnya. Meskipun validation loss cenderung meningkat pada epoch lebih tinggi, Adam konsisten menghasilkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan **SGD** yang hanya mencapai 69.87% dan **RMSProp** yang tertahan di 55.78%. Dengan kemampuan konvergensi cepat dan performa yang lebih stabil, Adam menjadi pilihan paling optimal untuk konfigurasi model ini.

G. Berdasarkan hasil training dengan konfigurasi Kernel Size: 5, Pooling: MaxPool2d, Optimizer: **SGD**, Epochs: 5,50,100,250,350 :

Hasil training dengan konfigurasi kernel size 5, pooling MaxPool2d, dan optimizer SGD menunjukkan performa yang cukup baik dengan akurasi tertinggi sebesar 73.66% pada 100 epoch. Pada epoch 5, model mencatatkan loss 342.4977, validation loss 0.8524, dan akurasi 71.81%, menunjukkan pembelajaran awal yang stabil. Namun, pada semua eksperimen dengan jumlah epoch lebih tinggi, validation loss meningkat meskipun loss pelatihan menurun, mengindikasikan adanya overfitting. Early stopping konsisten terpicu pada epoch ke-15 di semua eksperimen, menandakan bahwa model mencapai batas generalisasi lebih awal. Secara keseluruhan, konfigurasi ini menunjukkan kinerja yang stabil, tetapi generalisasi model tetap terbatas pada validation data.

H. Berdasarkan hasil training dengan konfigurasi Kernel Size: 5, Pooling: MaxPool2d, Optimizer: **RMSProp**, Epochs: 5,50,100,250,350 :

Hasil training dengan konfigurasi kernel size 5, pooling MaxPool2d, dan optimizer RMSProp menunjukkan performa yang sangat buruk pada sebagian besar eksperimen. Pada epoch 5, model menghasilkan loss sebesar 1439.8588, validation loss 2.3031, dan akurasi hanya 10.17%, yang menandakan bahwa model kesulitan dalam mengenali pola sejak awal pelatihan. Pada eksperimen dengan 50 epoch, meskipun loss menurun menjadi 1161.5834, validation loss tetap tinggi di 1.9030 dan akurasi hanya mencapai 28.36%. Pada eksperimen 100, 250, dan 350 epoch, model tidak mampu menunjukkan perbaikan yang signifikan, dengan validation loss yang tetap tinggi (sekitar 2.3028–2.3055) dan akurasi yang sangat rendah (sekitar 9–54%). Early stopping terpicu dengan cepat pada hampir semua eksperimen, mengindikasikan bahwa model tidak mampu belajar lebih lanjut setelah beberapa epoch.

Secara keseluruhan, penggunaan optimizer RMSProp pada konfigurasi ini sangat tidak efektif, dan model tidak mampu mengoptimalkan pembelajaran dengan baik.

- I. Berdasarkan hasil training dengan konfigurasi Kernel Size: 5, Pooling: MaxPool2d, Optimizer: **Adam**, Epochs: 5,50,100,250,350 :

Hasil training dengan konfigurasi kernel size 5, pooling MaxPool2d, dan optimizer Adam menunjukkan kinerja yang stabil dengan akurasi terbaik sebesar 71.59% pada 50 epoch. Pada epoch 5, model mencapai loss sebesar 259.5127, validation loss 0.9256, dan akurasi 71.55%, menunjukkan performa yang baik di tahap awal pelatihan. Namun, pada eksperimen dengan jumlah epoch yang lebih tinggi, meskipun loss pelatihan menurun (hingga 36.2986 pada 250 epoch), validation loss meningkat secara konsisten (sekitar 2.02), mengindikasikan adanya overfitting. Early stopping terpicu pada epoch ke-13 hingga ke-14 di semua eksperimen, menandakan bahwa model mencapai batas generalisasi lebih awal. Meskipun optimizer Adam membantu mempercepat konvergensi, model tetap mengalami kesulitan dalam menghindari overfitting dan meningkatkan akurasi pada data validasi.

Berdasarkan hasil training dengan tiga optimizer (SGD, RMSProp, dan Adam), **Adam** menunjukkan performa terbaik. Dengan akurasi 71.55% pada epoch 5 dan stabil di sekitar 71% pada eksperimen dengan jumlah epoch lebih tinggi, Adam memberikan hasil yang lebih konsisten dibandingkan optimizer lainnya. Meskipun terjadi sedikit overfitting (terlihat dari peningkatan validation loss), Adam lebih efisien dalam mempercepat konvergensi dan menghindari penurunan performa yang signifikan pada pelatihan lebih lanjut. Sementara itu, **SGD** mencapai akurasi lebih tinggi pada beberapa eksperimen (73.66%), tetapi juga mengalami overfitting yang lebih cepat. **RMSProp**, di sisi lain, menunjukkan performa yang sangat buruk dengan akurasi yang sangat rendah, menjadikannya pilihan yang kurang efektif. Dengan demikian, **Adam** adalah optimizer yang paling optimal di antara ketiganya.

- J. Berdasarkan hasil training dengan konfigurasi Kernel Size: 5, Pooling: AvgPool2d, Optimizer: **SGD**, Epochs: 5,50,100.250.350 :

Hasil training dengan konfigurasi kernel size 5, pooling AvgPool2d, dan optimizer SGD menunjukkan peningkatan stabil pada akurasi, mencapai 70.51% pada epoch 350. Pada epoch 5, akurasi awal tercatat 65.30%, dan meskipun loss terus menurun, validation loss tetap tinggi di sekitar 1.7-1.8. Early stopping terpicu pada epoch 15–16 di semua eksperimen, mengindikasikan model mencapai batas generalisasi lebih awal. Meskipun ada peningkatan akurasi, model tetap mengalami overfitting karena validation loss yang stagnan, menunjukkan performa yang terbatas dalam menggeneralisasi ke data validasi.

- K. Berdasarkan hasil training dengan konfigurasi Kernel Size: 5, Pooling: AvgPool2d, Optimizer: **RMSProp**, Epochs: 5,50,100.250.350 :

Hasil training dengan konfigurasi kernel size 5, pooling AvgPool2d, dan optimizer RMSProp menunjukkan peningkatan akurasi yang sangat terbatas. Pada epoch 5, model mencatatkan loss 1441.3585, validation loss 1.8997, dan akurasi 30.81%, menunjukkan kesulitan model dalam mengenali pola sejak awal. Pada eksperimen dengan 50 epoch, akurasi meningkat menjadi 48.07%, namun validation loss tetap tinggi di 1.6146. Pada eksperimen dengan 100 hingga 350 epoch, meskipun ada penurunan loss, akurasi stagnan di sekitar 52-58%, sementara validation loss tetap tinggi (1.4591 hingga 1.7714). Early stopping terpicu pada epoch ke-24 hingga ke-42, menunjukkan bahwa model tidak mampu belajar lebih lanjut setelah mencapai batas kemampuan pada data validasi. Secara keseluruhan, penggunaan RMSProp dalam konfigurasi ini kurang efektif, karena model kesulitan dalam meningkatkan generalisasi dan performa pada data validasi.

- L. Berdasarkan hasil training dengan konfigurasi Kernel Size: 5, Pooling: AvgPool2d, Optimizer: **Adam**, Epochs: 5,50,100.250.350 :

Hasil training dengan konfigurasi kernel size 5, pooling AvgPool2d, dan optimizer Adam menunjukkan hasil yang stabil dengan akurasi terbaik sebesar 70.51% pada epoch 5. Pada eksperimen dengan 50 hingga 350 epoch, meskipun loss pelatihan menurun, validation loss tetap tinggi, berkisar antara 1.9076 hingga 2.0493, dan akurasi cenderung stagnan di sekitar 69-70%. Early stopping terpicu pada epoch ke-14 hingga ke-15 di semua eksperimen, menandakan bahwa model mencapai batas generalisasi lebih awal. Meskipun optimizer Adam membantu mempercepat konvergensi, model masih mengalami overfitting karena validation loss yang tidak menunjukkan perbaikan yang signifikan, meskipun jumlah epoch ditingkatkan.

Dari tiga optimizer yang diuji (SGD, RMSProp, dan Adam), **Adam** menunjukkan performa yang paling baik. Meskipun mengalami overfitting dengan validation loss yang stagnan di sekitar 1.9-2.0 dan akurasi yang sedikit menurun pada epoch yang lebih tinggi, Adam tetap menghasilkan akurasi terbaik di awal pelatihan (70.51% pada epoch 5) dan lebih efisien dalam konvergensi dibandingkan optimizer lainnya. **SGD** mencatatkan akurasi tertinggi pada beberapa eksperimen, tetapi juga lebih cepat mengalami overfitting, sementara **RMSProp** memiliki performa yang lebih buruk dengan akurasi yang lebih rendah (sekitar 52-58%) dan

kesulitan dalam mengoptimalkan pembelajaran. Dengan demikian, **Adam** adalah pilihan terbaik di antara ketiganya.

M. Berdasarkan hasil training dengan konfigurasi Kernel Size: 7, Pooling: MaxPool2d, Optimizer: **SGD**, Epochs: 5,50,100.250.350 :

Hasil training dengan konfigurasi kernel size 7, pooling MaxPool2d, dan optimizer SGD menunjukkan performa yang cukup stabil dengan peningkatan akurasi yang relatif baik. Pada epoch 5, model mencapai loss 352.2757, validation loss 0.8759, dan akurasi 70.92%, menunjukkan pembelajaran awal yang baik. Pada eksperimen dengan 50 hingga 350 epoch, meskipun loss terus menurun, validation loss tetap tinggi di sekitar 1.7-1.8, dengan akurasi yang sedikit meningkat, mencapai 72.04% pada 350 epoch. Early stopping terpicu pada epoch ke-14 hingga ke-15 di semua eksperimen, menunjukkan bahwa model mengalami stagnasi dalam pembelajaran setelah sejumlah epoch. Secara keseluruhan, model menunjukkan peningkatan yang stabil, tetapi overfitting tetap terjadi karena validation loss yang tidak mengalami penurunan signifikan, meskipun loss pelatihan menurun.

N. Berdasarkan hasil training dengan konfigurasi Kernel Size: 7, Pooling: MaxPool2d, Optimizer: **RMSProp**, Epochs: 5,50,100.250.350 :

Hasil training dengan konfigurasi kernel size 7, pooling MaxPool2d, dan optimizer RMSProp menunjukkan performa yang sangat buruk. Pada epoch 5, model mencatatkan loss sebesar 1422.4756, validation loss 2.2324, dan akurasi hanya 15.31%, yang menunjukkan bahwa model kesulitan untuk belajar dengan baik pada awal pelatihan. Pada eksperimen dengan 50 hingga 350 epoch, meskipun loss sedikit menurun, validation loss tetap sangat tinggi (sekitar 2.303), dan akurasi tetap rendah di sekitar 9-10%. Early stopping terpicu dengan cepat pada hampir semua eksperimen, mengindikasikan bahwa model tidak dapat memperbaiki performanya setelah beberapa epoch. Secara keseluruhan, optimizer RMSProp tidak efektif untuk konfigurasi ini, karena model tidak mampu belajar atau mengoptimalkan fungsinya dengan baik.

O. Berdasarkan hasil training dengan konfigurasi Kernel Size: 7, Pooling: MaxPool2d, Optimizer: **Adam**, Epochs: 5,50,100.250.350 :

Hasil training dengan konfigurasi kernel size 7, pooling MaxPool2d, dan optimizer Adam menunjukkan hasil yang stabil dengan akurasi tertinggi 70.43% pada epoch 5. Pada eksperimen dengan 50 hingga 350 epoch, meskipun loss pelatihan menurun, validation loss meningkat secara signifikan, berkisar antara 2.0677 hingga 2.4082, dan akurasi menurun menjadi 67.49% hingga 69.63%. Early stopping terpicu pada epoch ke-14 di semua eksperimen, menunjukkan bahwa model mencapai batas generalisasi lebih awal. Meskipun optimizer Adam membantu dalam konvergensi cepat, model cenderung mengalami overfitting karena validation loss yang tidak menunjukkan perbaikan yang signifikan meskipun jumlah epoch meningkat.

Dari tiga optimizer yang diuji (SGD, RMSProp, dan Adam), SGD menunjukkan performa terbaik. Pada konfigurasi dengan SGD, model mampu mencapai akurasi tertinggi 73.66% pada epoch tertentu, meskipun mengalami sedikit overfitting pada eksperimen dengan epoch lebih tinggi. Adam juga memberikan hasil yang stabil, tetapi validation loss meningkat lebih

signifikan dan akurasi cenderung stagnan di sekitar 69-70%. Sementara itu, **\*\*RMSProp\*\*** memiliki performa terburuk, dengan akurasi yang sangat rendah (sekitar 9-15%) dan validation loss yang tinggi di hampir semua eksperimen. Dengan demikian, SFD adalah pilihan terbaik dari ketiga optimizer tersebut.

P. Berdasarkan hasil training dengan konfigurasi Kernel Size: 7, Pooling: AvgPool2d, Optimizer: **SGD**, Epochs: 5,50,100.250.350 :

Hasil training dengan konfigurasi kernel size 7, pooling AvgPool2d, dan optimizer SGD menunjukkan kinerja yang cukup baik meskipun terjadi overfitting. Pada epoch 5, model mencatatkan loss 475.1422, validation loss 0.9160, dan akurasi 68.49%. Pada eksperimen dengan 50 hingga 350 epoch, meskipun loss pelatihan menurun secara signifikan, validation loss tetap tinggi di sekitar 1.7 hingga 2.0, dan akurasi sedikit meningkat, mencapai 69.76% pada 350 epoch. Early stopping terpicu pada epoch ke-15 hingga ke-16 di hampir semua eksperimen, menunjukkan bahwa model mencapai batas generalisasi lebih awal. Meskipun ada peningkatan akurasi, overfitting tetap terjadi karena validation loss yang tidak menurun secara signifikan meskipun jumlah epoch ditingkatkan.

Q. Berdasarkan hasil training dengan konfigurasi Kernel Size: 7, Pooling: AvgPool2d, Optimizer: **RMSProp**, Epochs: 5,50,100.250.350 :

Hasil training dengan konfigurasi kernel size 7, pooling AvgPool2d, dan optimizer RMSProp menunjukkan hasil yang bervariasi dengan peningkatan akurasi yang terbatas. Pada epoch 5, model mencatatkan loss 2169.2577, validation loss 1.9258, dan akurasi 29.31%, yang menunjukkan bahwa model kesulitan untuk belajar pada tahap awal. Pada eksperimen dengan 50 epoch, akurasi meningkat menjadi 53.53%, tetapi validation loss masih cukup tinggi di 1.3971, menandakan adanya peningkatan yang terbatas dan overfitting. Pada eksperimen dengan 100 hingga 350 epoch, akurasi stagnan di sekitar 49-51%, dengan validation loss tetap tinggi (1.4068 hingga 2.1135). Early stopping terpicu pada hampir semua eksperimen, mengindikasikan bahwa model tidak dapat memperbaiki performanya setelah sejumlah epoch. Secara keseluruhan, optimizer RMSProp kurang efektif dalam mengoptimalkan pembelajaran pada konfigurasi ini, karena model kesulitan dalam meningkatkan akurasi dan generalisasi pada data validasi.

R. Berdasarkan hasil training dengan konfigurasi Kernel Size: 7, Pooling: AvgPool2d, Optimizer: **Adam**, Epochs: 5,50,100.250.350 :

Hasil training dengan konfigurasi kernel size 7, pooling AvgPool2d, dan optimizer Adam menunjukkan kinerja yang stabil tetapi terbatas. Pada epoch 5, model mencatatkan loss 350.3540, validation loss 0.9992, dan akurasi 68.95%, menunjukkan performa yang cukup baik di awal pelatihan. Namun, pada eksperimen dengan jumlah epoch yang lebih tinggi, meskipun loss pelatihan menurun, validation loss tetap tinggi di sekitar 2.1 hingga 2.3, dengan akurasi stagnan di sekitar 66-68%. Early stopping terpicu pada epoch ke-15 hingga ke-14 di semua eksperimen, menunjukkan bahwa model mencapai batas generalisasi lebih awal. Meskipun optimizer Adam membantu dalam konvergensi cepat, model tetap mengalami overfitting karena validation loss yang tidak menunjukkan penurunan signifikan.

Dari tiga optimizer yang diuji (SGD, RMSProp, dan Adam), SGD menunjukkan performa terbaik. Pada eksperimen dengan SGD model mencapai akurasi tertinggi 73.66% pada beberapa epoch, meskipun mengalami overfitting lebih cepat pada eksperimen dengan epoch lebih tinggi. Adam juga memberikan hasil yang stabil, namun validation loss tetap tinggi (sekitar 2.1-2.3) dan akurasi stagnan di sekitar 66-70%. Sementara itu, RMSProp menunjukkan performa yang paling buruk, dengan akurasi rendah (sekitar 29-53%) dan validation loss yang tinggi. Oleh karena itu, SGD adalah optimizer yang paling optimal dari ketiganya.

## KESIMPULAN SEMUA

Dari seluruh eksperimen yang dilakukan dengan berbagai konfigurasi optimizer, kernel size, dan pooling, optimizer SGD menunjukkan performa terbaik dengan akurasi tertinggi mencapai 73.66%, meskipun ada sedikit overfitting pada eksperimen dengan epoch lebih tinggi. Meskipun menggunakan kernel size 5 atau 7, pooling MaxPool2d memberikan hasil yang lebih stabil dan efektif dibandingkan dengan AvgPool2d. Di sisi lain, RMSProp terbukti memiliki performa paling buruk, dengan akurasi yang sangat rendah (sekitar 9-53%) dan validation loss yang sangat tinggi, menunjukkan bahwa optimizer ini kurang efektif dalam mengoptimalkan pembelajaran untuk konfigurasi ini. Secara keseluruhan, kombinasi SGD dengan kernel size 5 dan pooling MaxPool2d memberikan hasil terbaik dibandingkan pengaturan lainnya.