

ADVISOR

STUDENT

Ir. Kartono
Pinaryanto, S.T.,
M.Cs.

Paulus Caesario
Dito Putra Hartono
205314159

Metode Transfer Learning untuk Klasifikasi Citra Tulis Tangan Aksara Jawa

OUTLINE

- I Pendahuluan
- II Metodologi Penelitian
- III Skenario Pengujian
- IV Hasil dan Analisis
- V Kesimpulan dan Saran

PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG.

Aksara Jawa, Deep Learning, Transfer Learning.

Deep Learning

- **meningkatkan *state-of-the-art*** dalam, visual object recognition, object detection dan banyak domain lainnya (Lecun et al., 2015).
- **citra tulis tangan kurdis akurasi 83%** (Ahmed et al., 2022).

Transfer Learning

- menghasilkan **akurasi 98% pada citra aksara jawa** dengan model **ResNeXt** (Kesaulya et al., 2022).
- dan **91% pada citra aksara sunda** (Khalifa et al., 2022).

RUMUSAN MASALAH

- Bagaimana cara melakukan implementasi transfer learning pada kasus citra huruf tulis tangan aksara jawa?
- Berapa akurasi yang diperoleh dari metode transfer learning?
- Dari ketiga *pre-trained* model yang penulis ambil, manakah yang terbaik?

BATASAN MASALAH

1. Fokus terhadap **citra huruf tulis tangan aksara Jawa**
2. *Transfer learning* dengan VGG, Inception, Xception
3. Data penelitian adalah aksara Jawa **tanpa pasangan (carakan)**
4. Mencari *pre-trained* model terbaik yang diajukan

AKSARA JAWA

AKSARA CARAKAN (nglegena)

𑀀 𑀂 𑀄 𑀆 𑀈

ha na ca ra ka

𑀊 𑀌 𑀎 𑀐 𑀒

da ta sa wa la

𑀔 𑀖 𑀘 𑀚 𑀜

pa dha ja ya nya

𑀞 𑀠 𑀢 𑀤 𑀦

ma ga ba tha nga

AKSARA PASANGAN (mati)

𑀇

h

𑀉

n

𑀋

c

𑀍

r

𑀏

k

𑀑

d

𑀓

t

𑀕

s

𑀗

w

𑀙

l

𑀛

p

𑀝

dh

𑀟

j

𑀡

y

𑀣

ny

𑀥

m

𑀧

g

𑀩

b

𑀫

th

𑀭

ng

TUJUAN

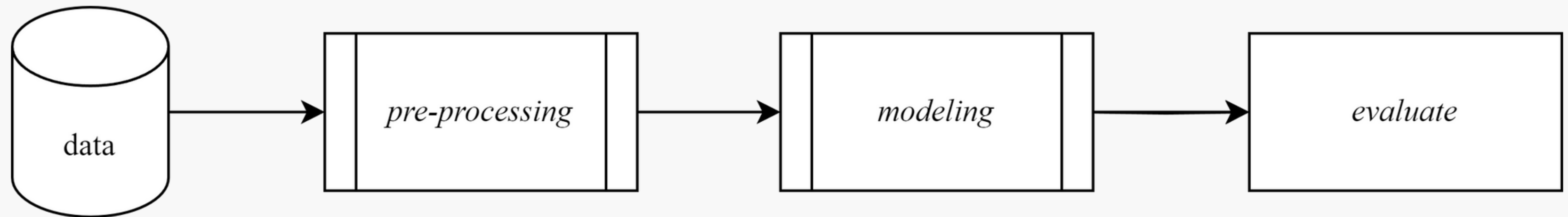
- .klasifikasi citra huruf aksara Jawa
- .evaluasi kinerja model

MANFAAT

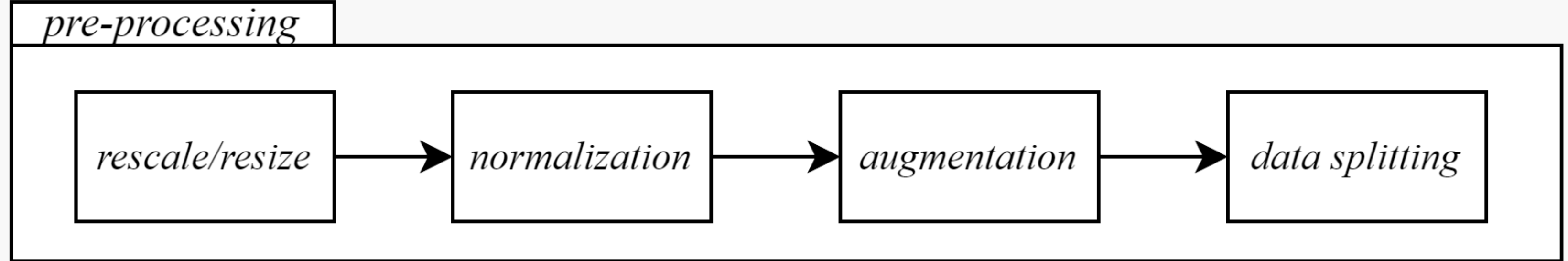
- mengetahui performa model dalam kasus ini.
- membantu orang awam memahami aksara Jawa.
- referensi penelitian lebih lanjut.

METODOLOGI PENELITIAN

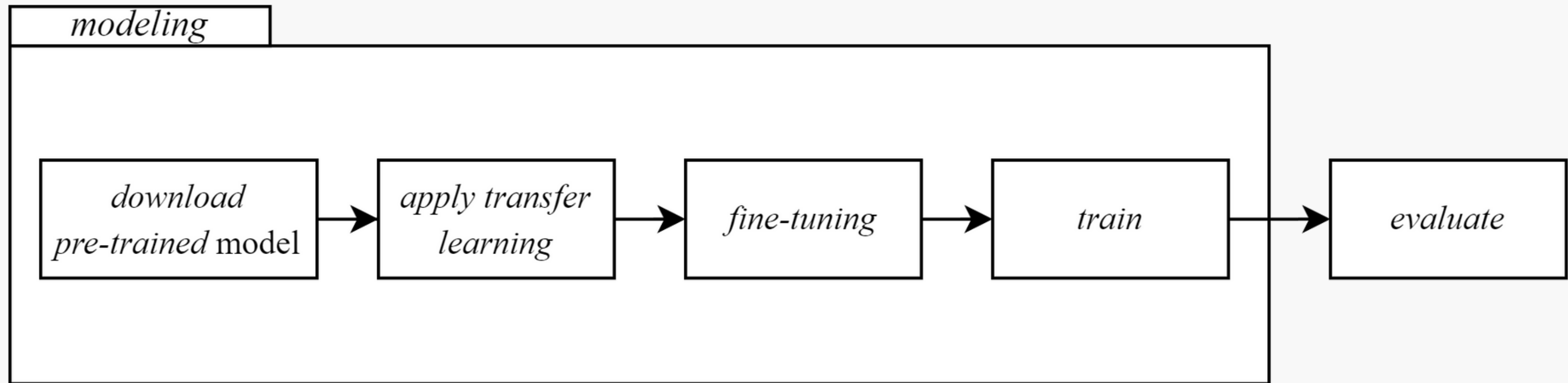
ALUR PENELITIAN



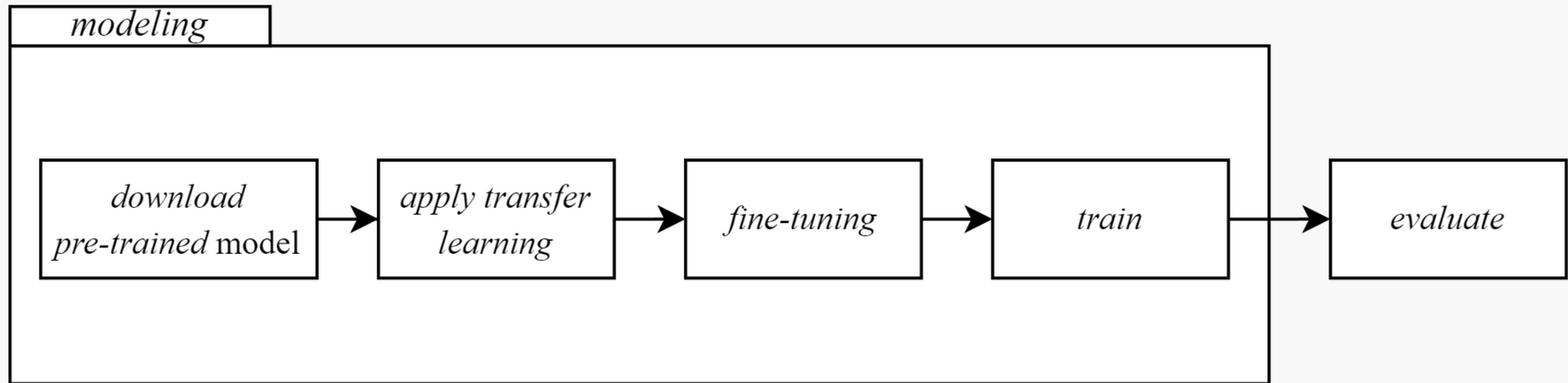
PRE-PROCESSING



MODELING



MODELING



PREVIEW

DATA 1

<https://www.kaggle.com/datasets/vzrengamani/hanacaraka>



1583

DATA 2

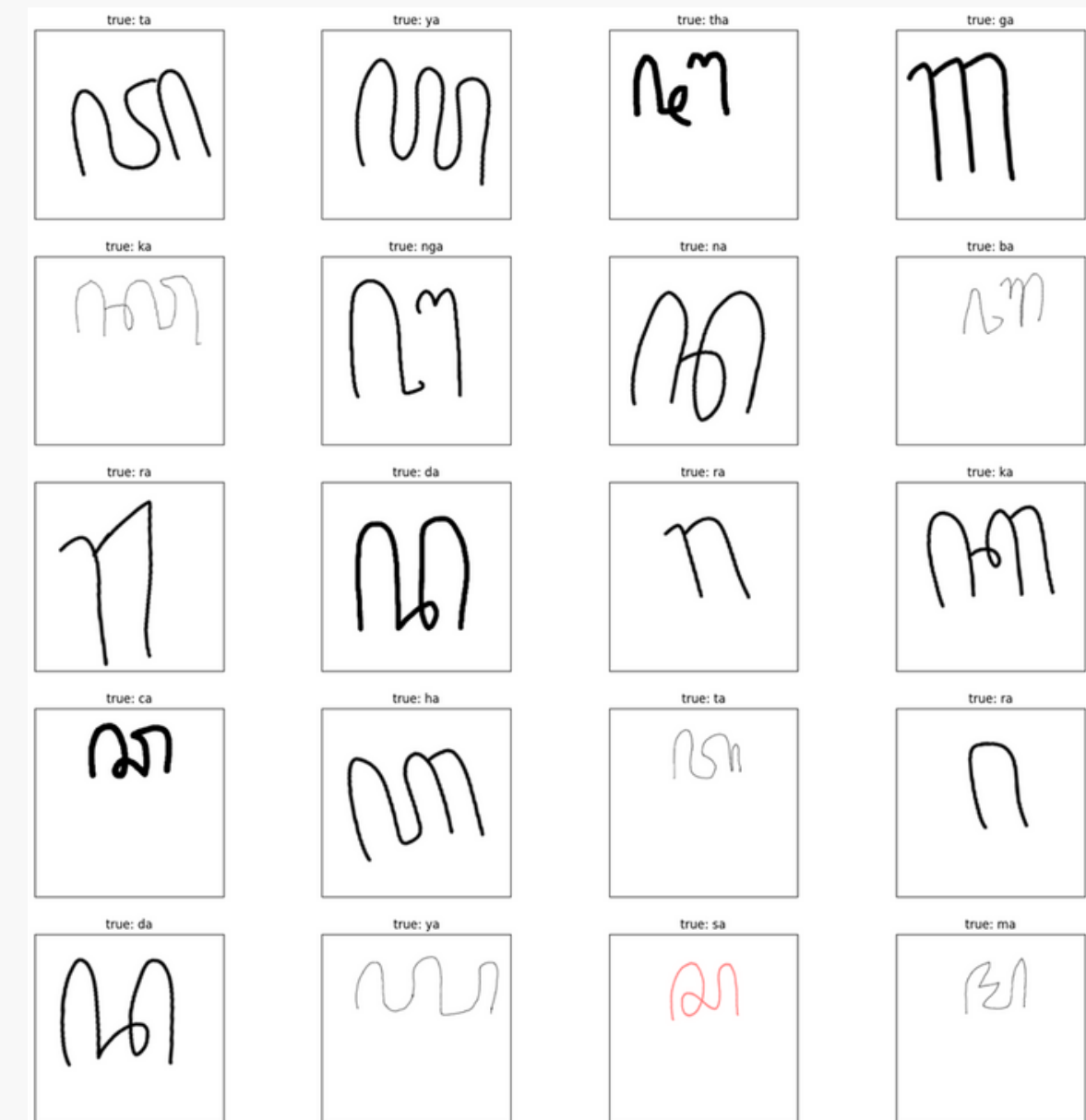
<https://www.kaggle.com/datasets/phiard/aksara-jawa>



2659

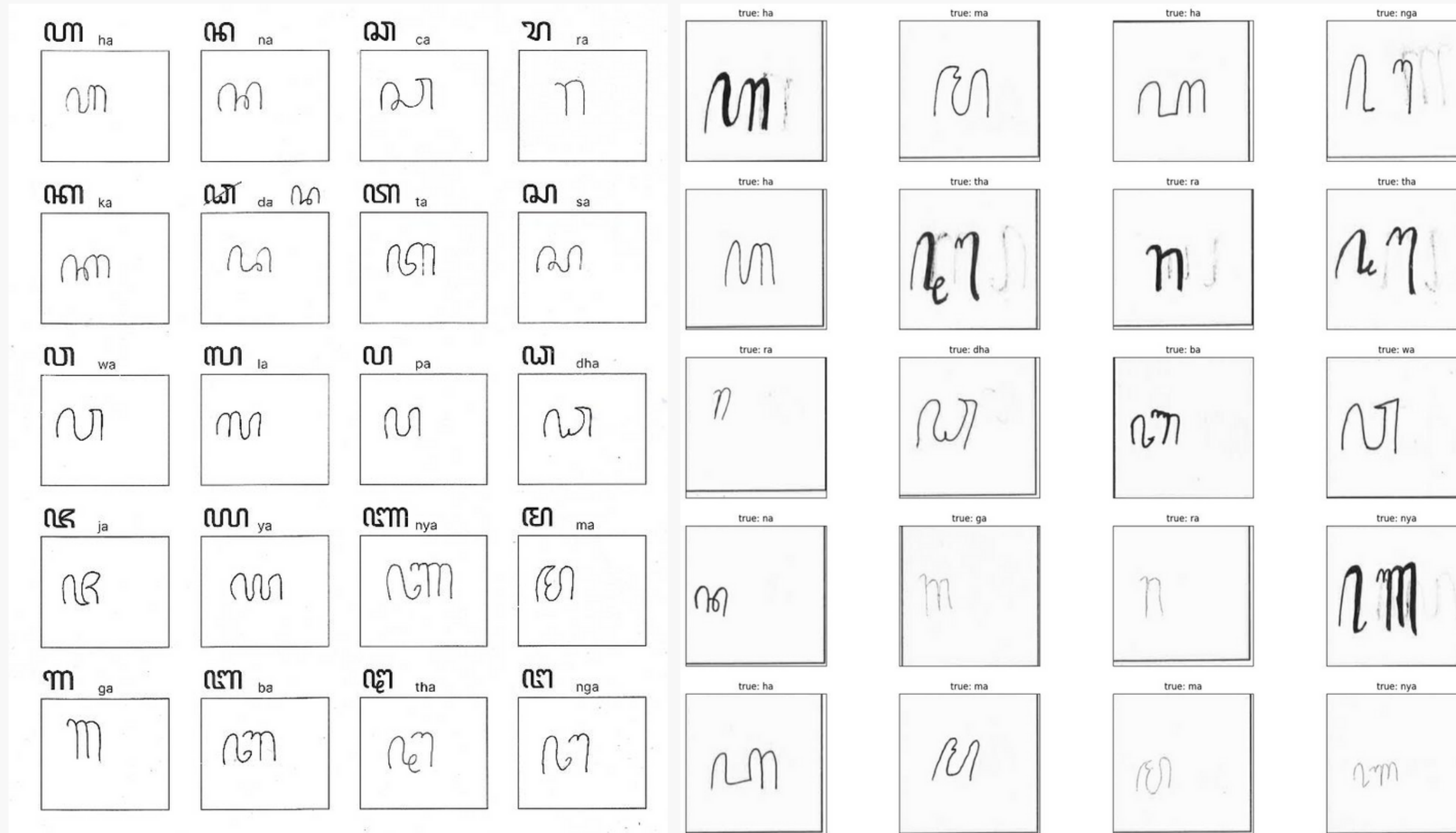
MERGE

4242



4242

DATA TAMBAHAN



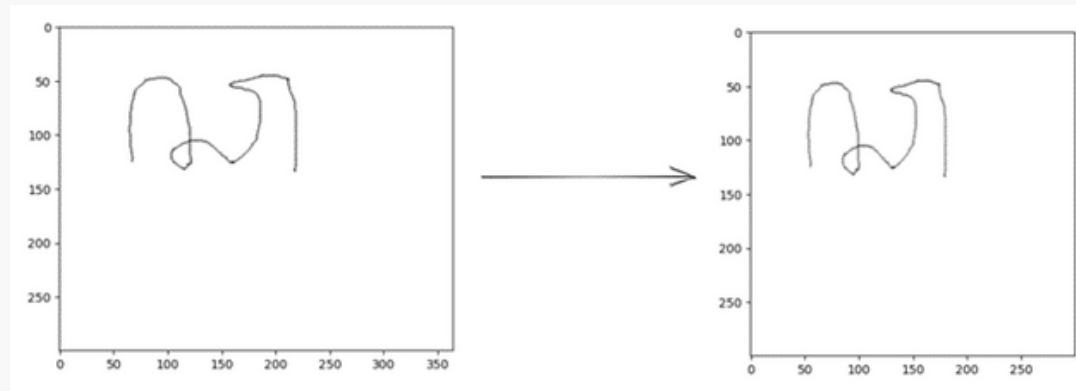
catatan: perlu diingat bahwa data pelatihan (slide sebelumnya) merupakan data yang berasal dari **tulisan tangan digital**.

Sedangkan data pada slide ini berasal dari **tulisan tangan di atas kertas, bukan digital**.

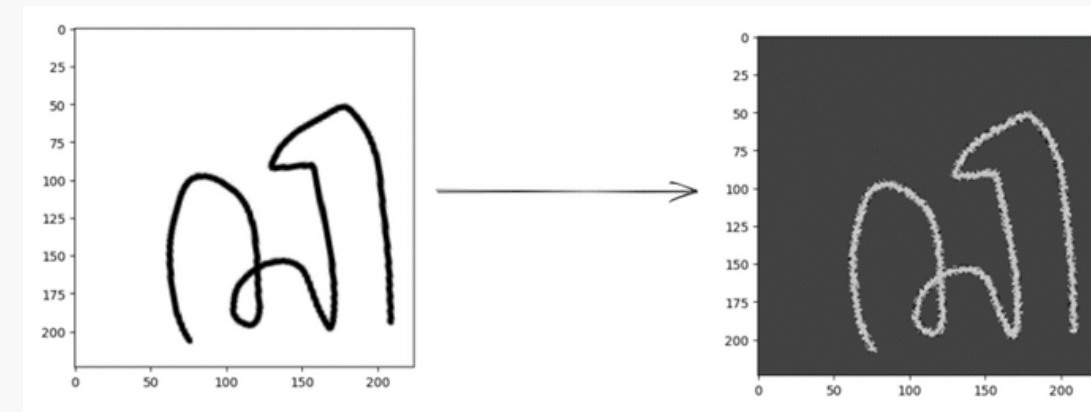
PREPROCESSING

rescale

364 x 300 --> 300 x 300

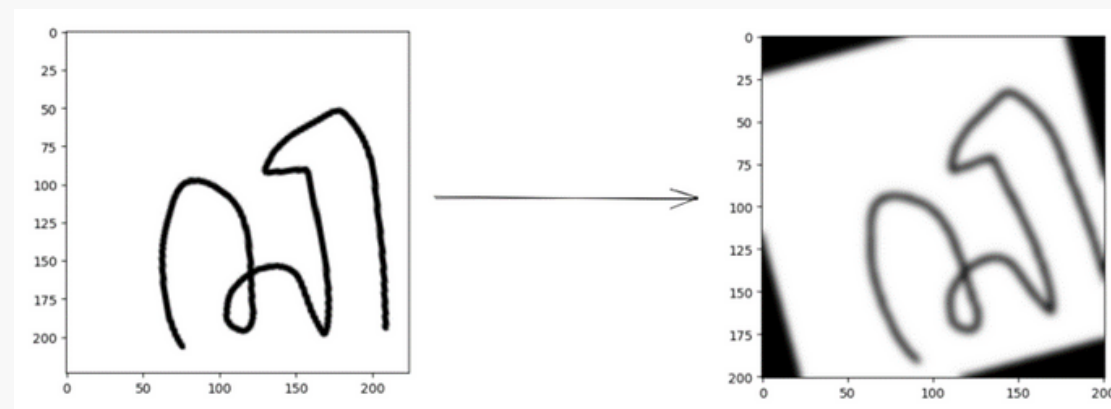


standardization

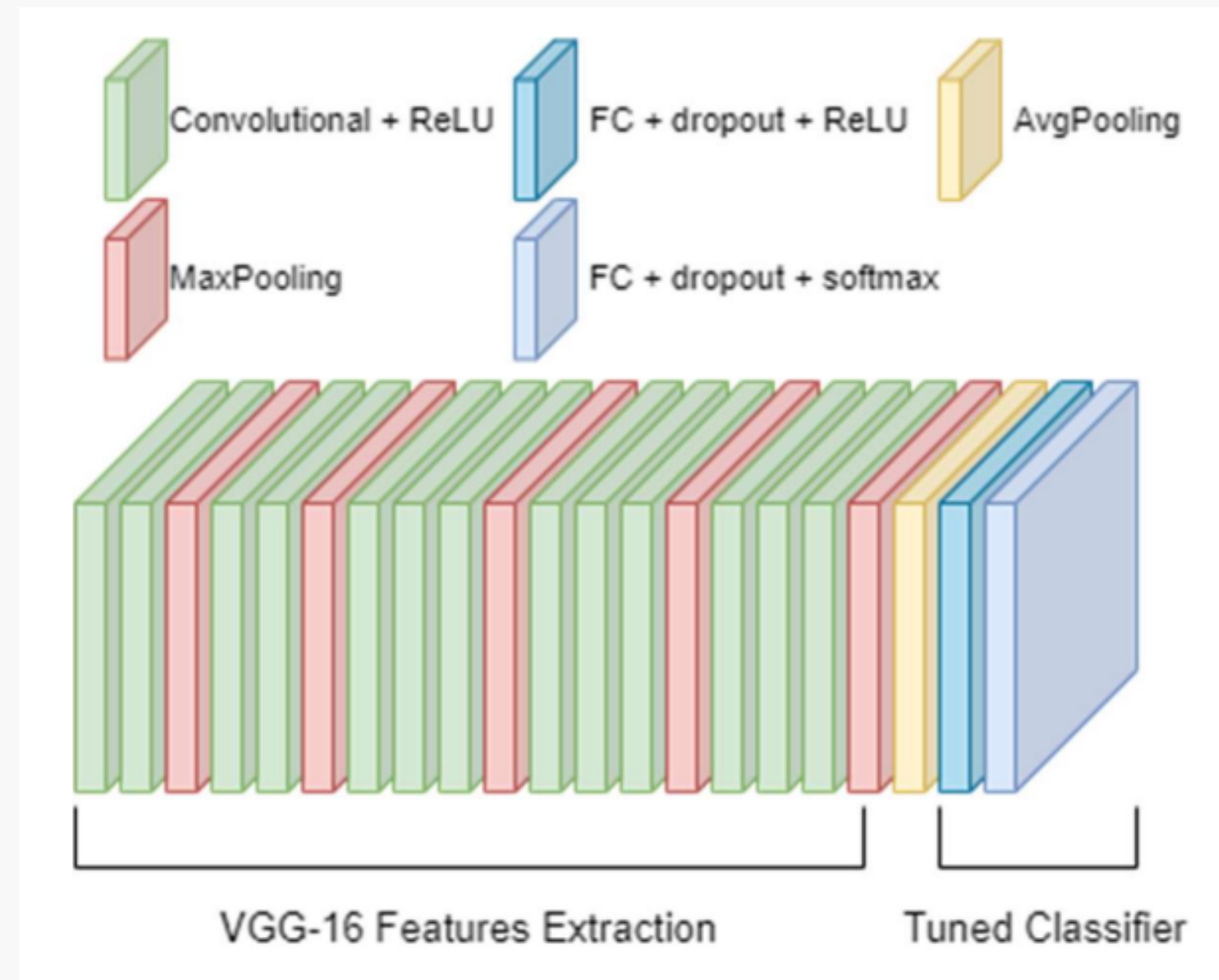


augmentation

- Rotation: 15°
- Image Scale: 0.9
- Blur Effect



TRANSFER LEARNING



*ILLUSTRATION OF **VGG16** MODEL ARCHITECTURE USED*

(Rizky, et al., 2023)

FINE TUNING

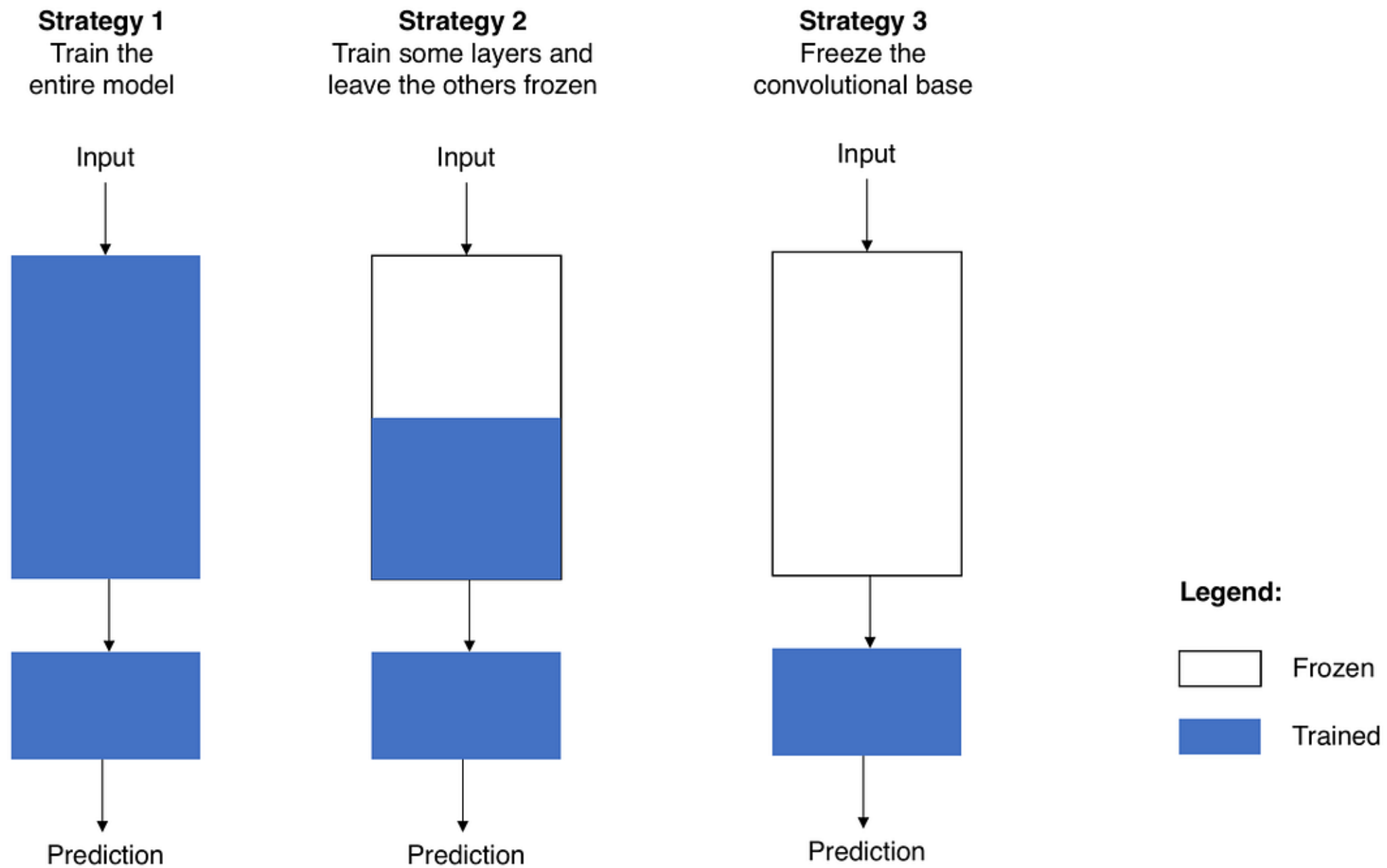


ILLUSTRATION OF FREEZING LAYER TO DO FINE TUNING

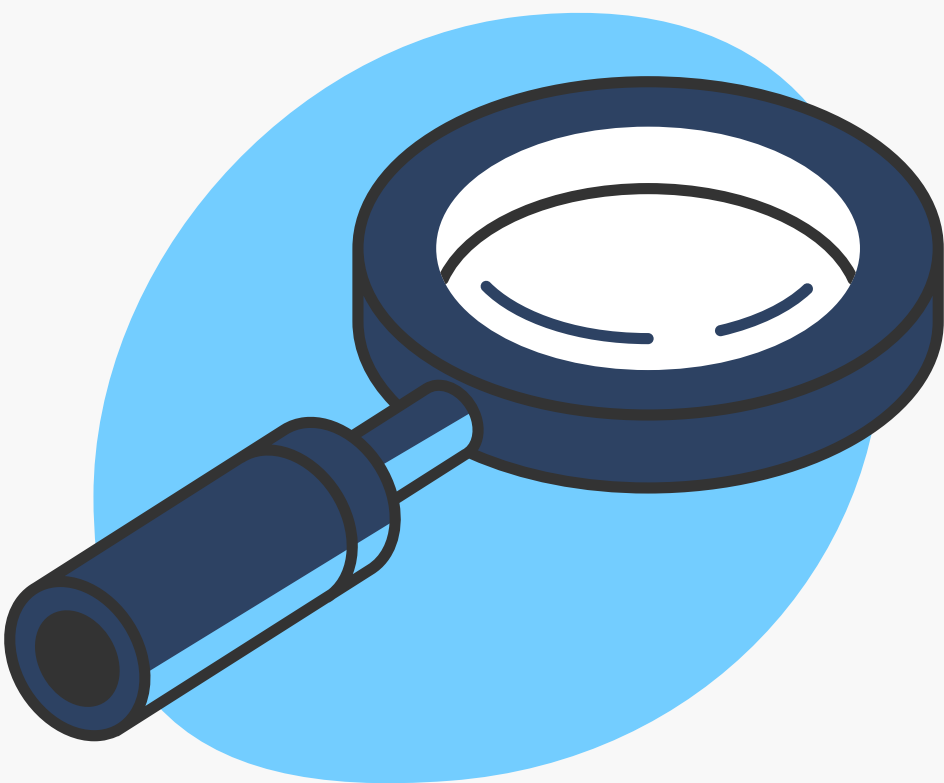
sumber: <https://yeseullee0311.medium.com/pytorch-transfer-learning-alexnet-how-to-freeze-some-layers-26850fc4ac7e>

SKENARIO PENGUJIAN

MODEL	AUGMENTASI	FREEZE	LEARNING RATE	LAYER	OPTIMIZER
VGG	Yes, No	Full, ½, None	0.001, 0.0001	1, 2	Adam, SGD
Inception	Yes, No	Full, ½, None	0.001, 0.0001	1, 2	Adam, SGD
Xception	Yes, No	Full, ½, None	0.001, 0.0001	1, 2	Adam, SGD

total 144 skenario pengujian.

HASIL DAN ANALISIS



Tabel 4.1 Hasil Pelatihan Model berdasarkan Skenario Pengujian

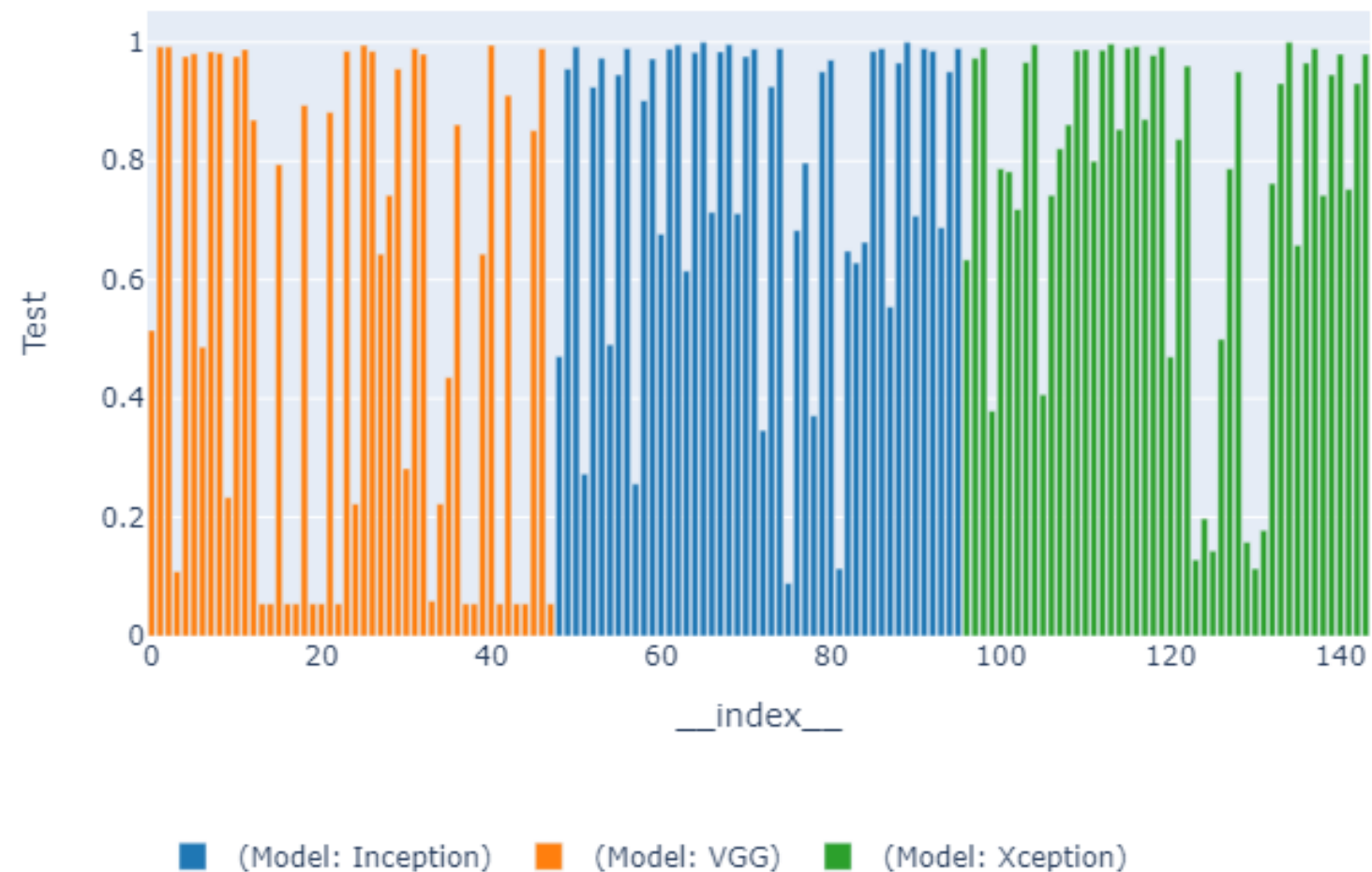
Id	Model	Augmentasi	Freeze	Learning Rate	Layer	Optimizer	Train	Validation	Test	Test Loss	Time (min)	Epoch
1	VGG	Yes	Full	0.001	1	SGD	0.21	0.55	0.51	2.63	67	50
2	VGG	Yes	½	0.001	1	SGD	1.00	0.99	0.99	0.04	62	30
3	VGG	Yes	None	0.001	1	SGD	0.99	0.99	0.99	0.03	50	13
4	VGG	Yes	Full	0.0001	1	SGD	0.07	0.12	0.11	2.95	66	50
5	VGG	Yes	½	0.0001	1	SGD	0.97	0.98	0.98	0.07	107	50
6	VGG	Yes	None	0.0001	1	SGD	0.96	0.98	0.98	0.06	118	33
7	VGG	Yes	Full	0.001	2	SGD	0.23	0.53	0.49	2.38	65	50
8	VGG	Yes	½	0.001	2	SGD	0.99	0.99	0.98	0.07	59	28
9	VGG	Yes	None	0.001	2	SGD	0.99	0.99	0.98	0.09	72	19
10	VGG	Yes	Full	0.0001	2	SGD	0.07	0.22	0.23	2.92	67	50
...

141	Xception	No	None	0.001	2	Adam	0.99	1.00	0.98	0.13	15	14
142	Xception	No	Full	0.0001	2	Adam	0.80	0.82	0.75	0.87	16	50
143	Xception	No	½	0.0001	2	Adam	1.00	0.97	0.93	0.21	8	14
144	Xception	No	None	0.0001	2	Adam	1.00	1.00	0.98	0.04	14	15

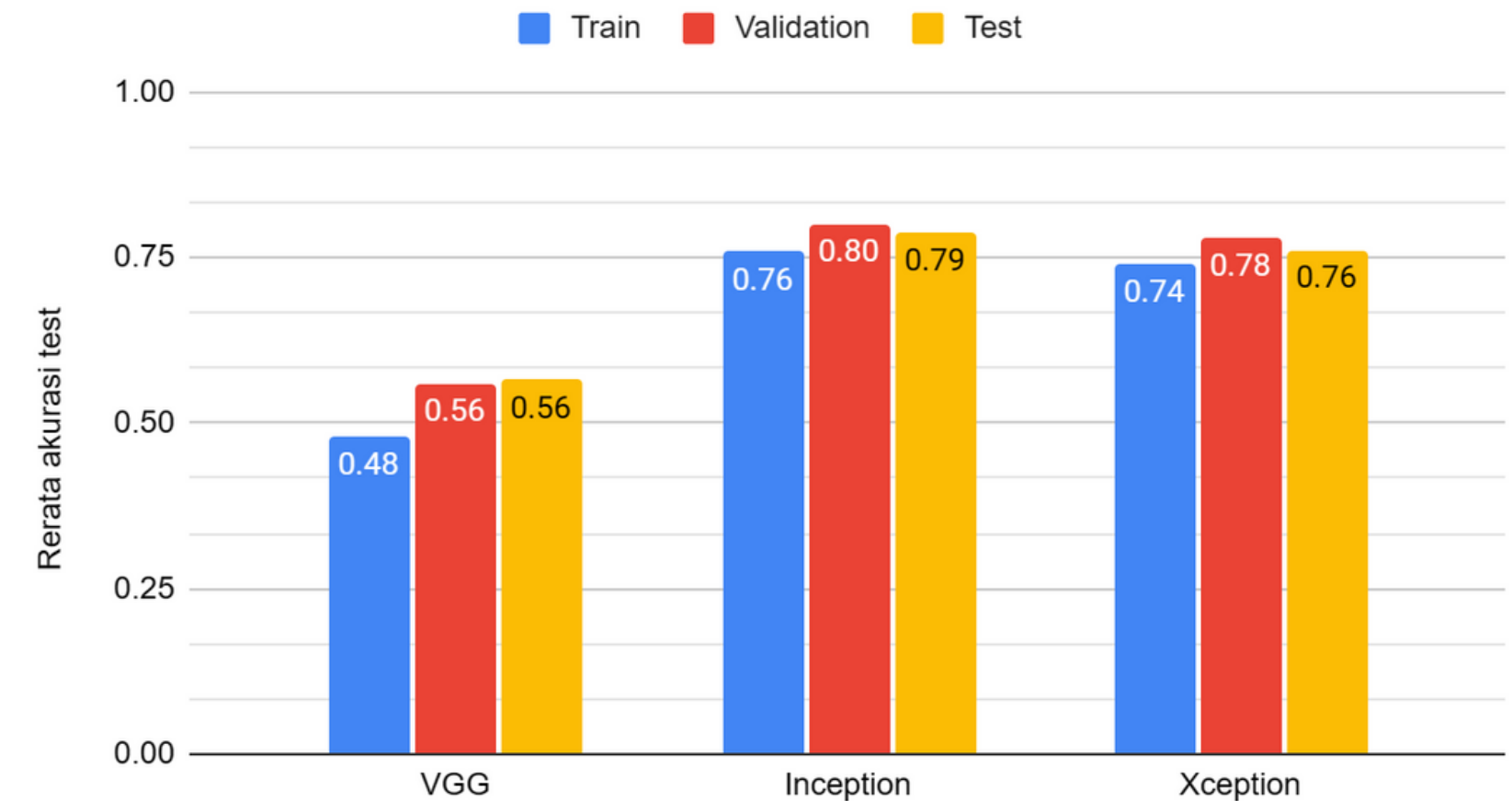
performa test set

rerata performa setiap model terhadap akurasi

Test by __index__



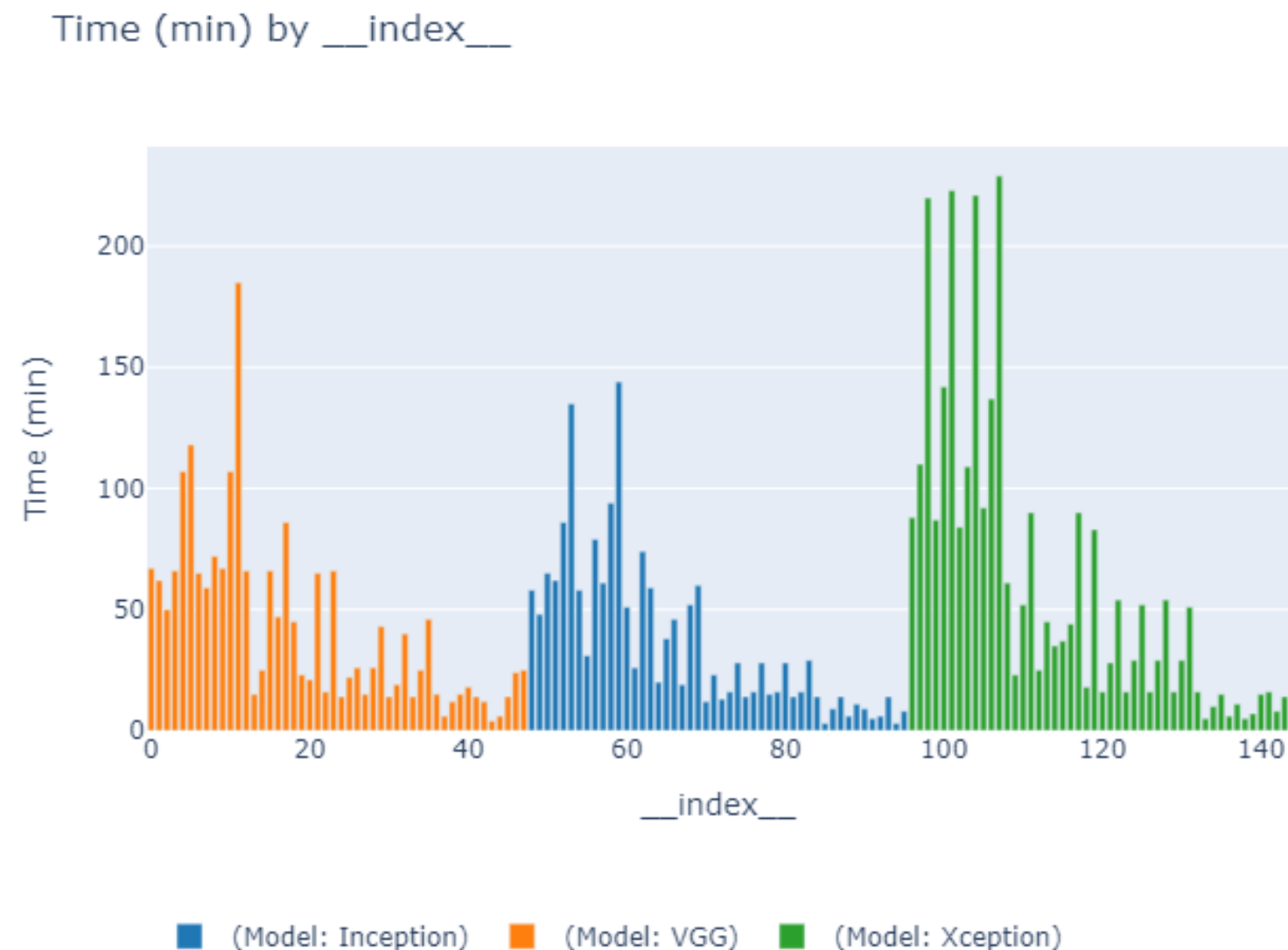
Rerata Hasil Akurasi Test



hasil keseluruhan performa test berdasarkan setiap index, color-formatted berdasarkan setiap model.

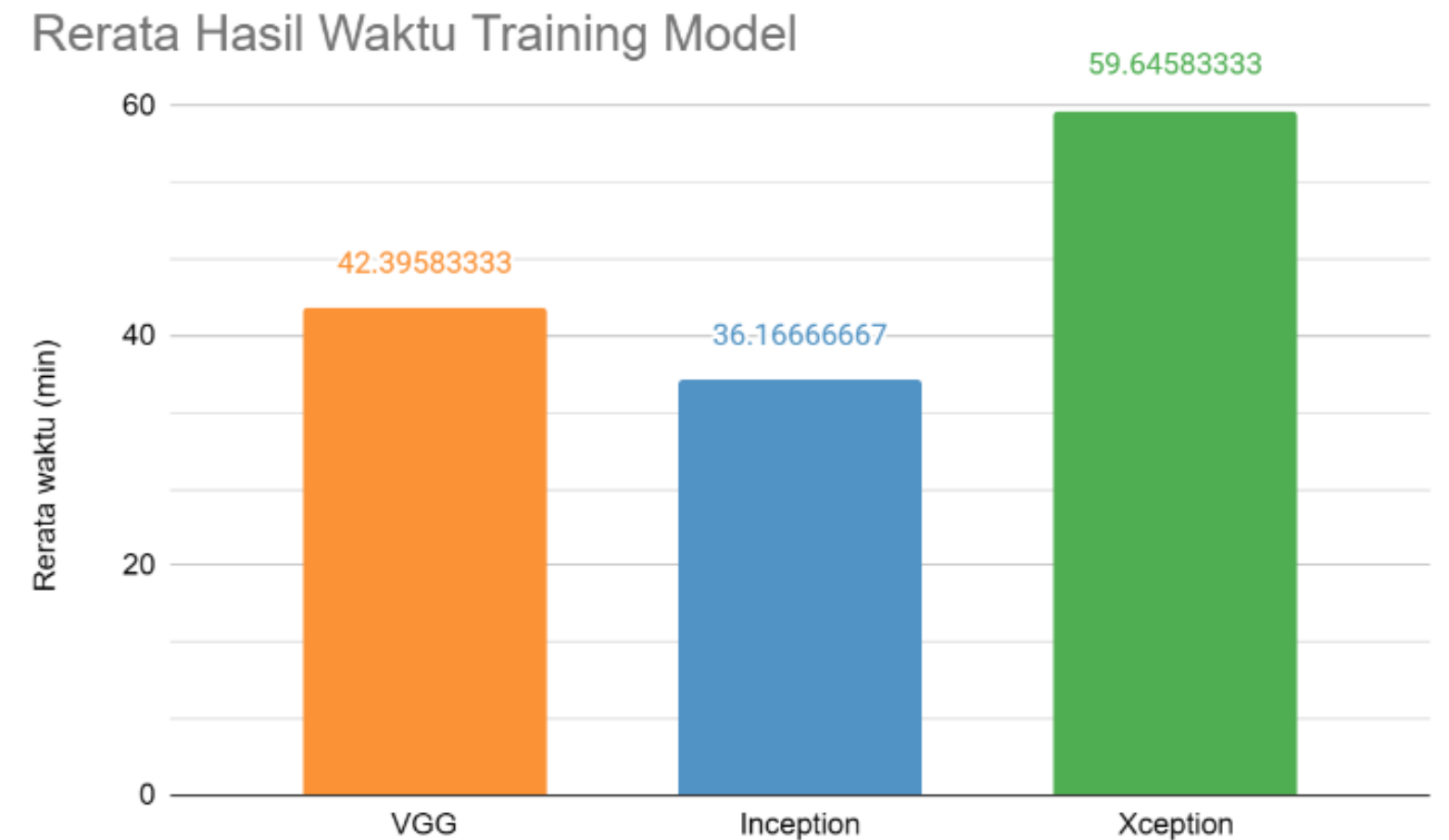
pada grafik di atas, **inception** memiliki rerata performa akurasi terbaik.

performa training time set



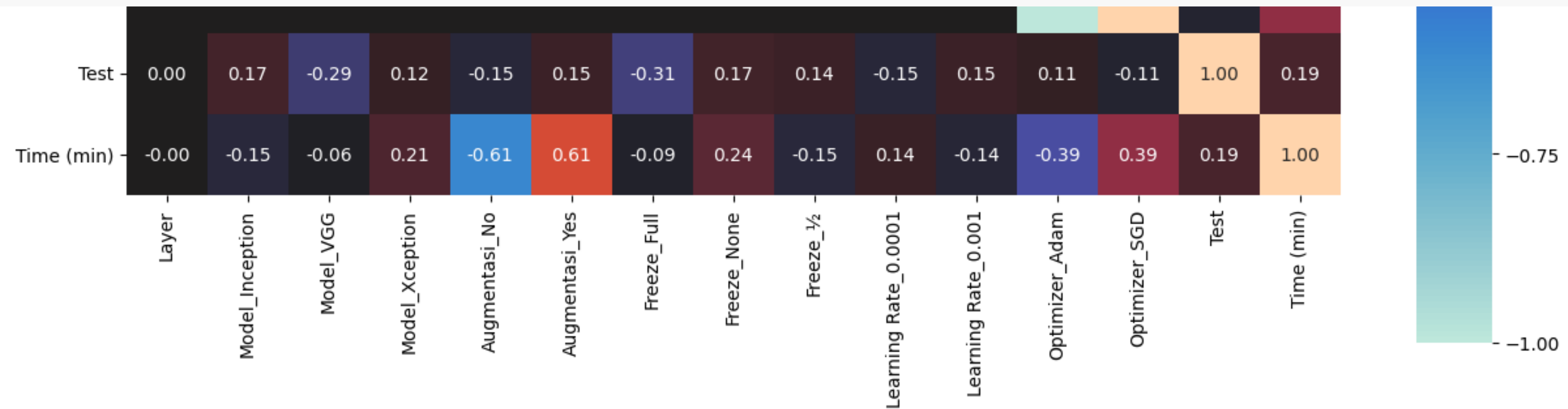
hasil keseluruhan performa training time berdasarkan setiap index, color-formatted berdasarkan setiap model.

rerata performa setiap model terhadap training time



pada grafik di atas, **inception** memiliki rerata performa training time tercepat.

evaluasi dampak parameter terhadap performa model



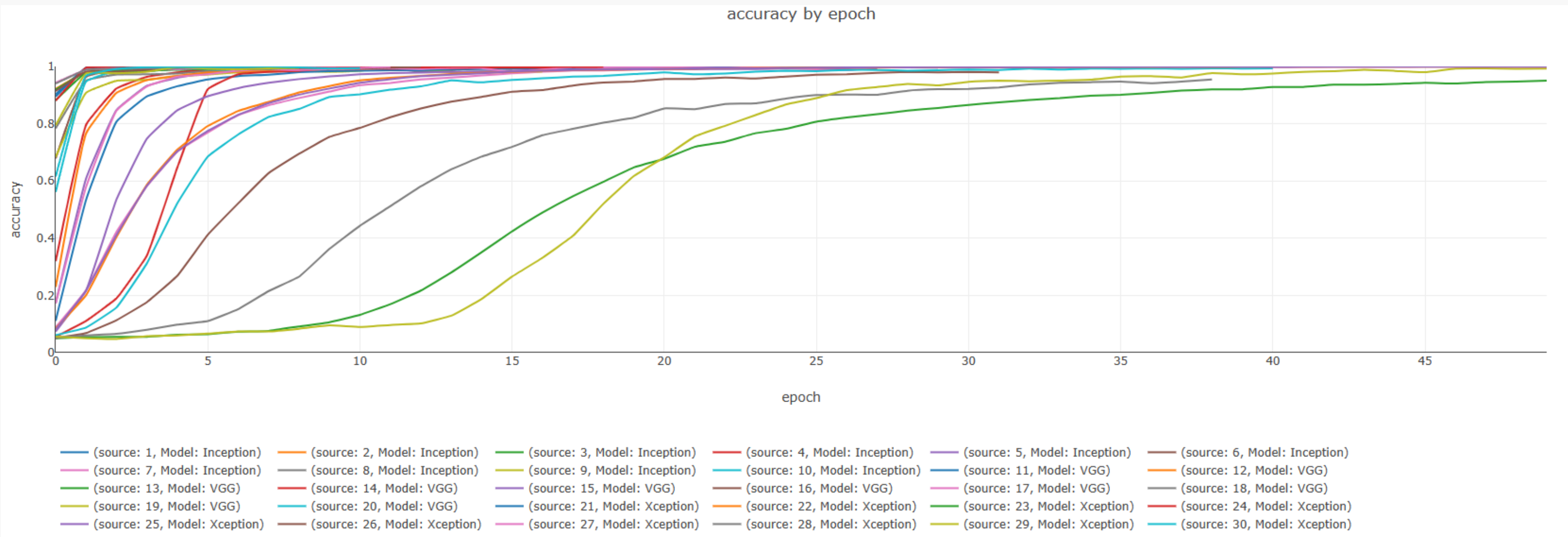
correlation matrix hasil tabel uji skenario

gambar di atas merupakan hasil correlation matrix keseluruhan parameter terhadap performa model dari segi akurasi dan training time.

augmentasi, freeze, dan learning rate berdampak signifikan terhadap **performa akurasi**.

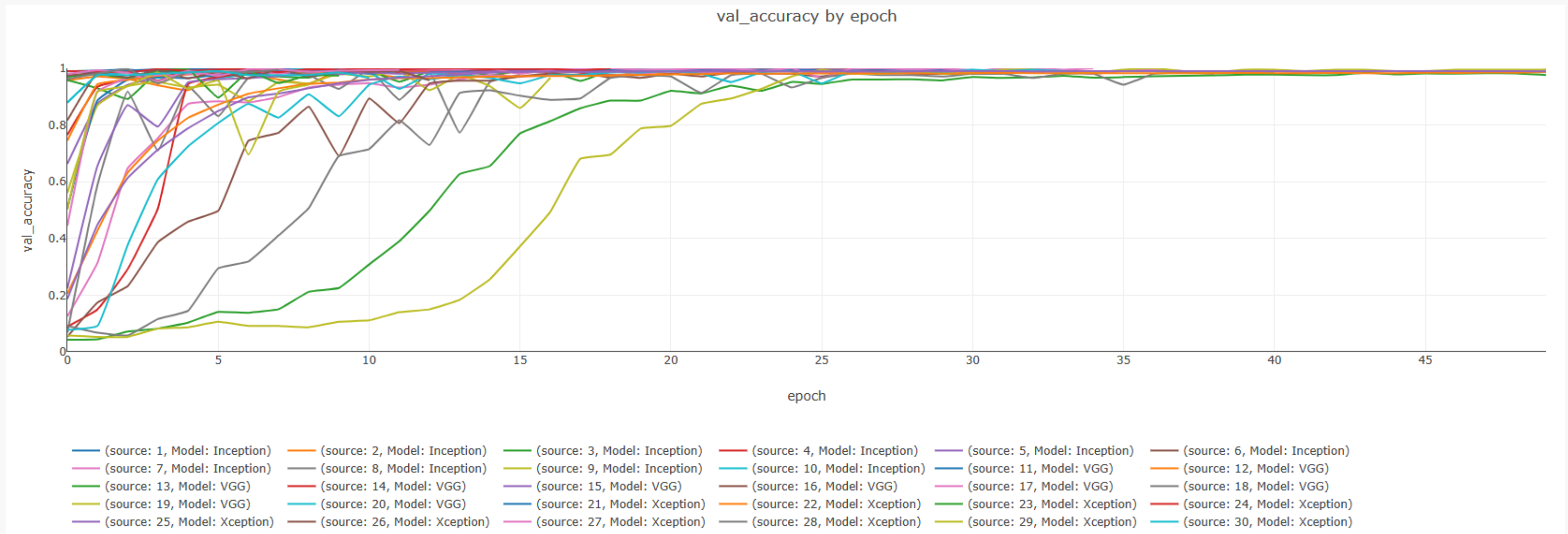
augmentasi, freeze, optimizer, dan learning rate berpengaruh erat terhadap **performa training time**.

history training 10 model terbaik berdasarkan akurasi training tiap epoch



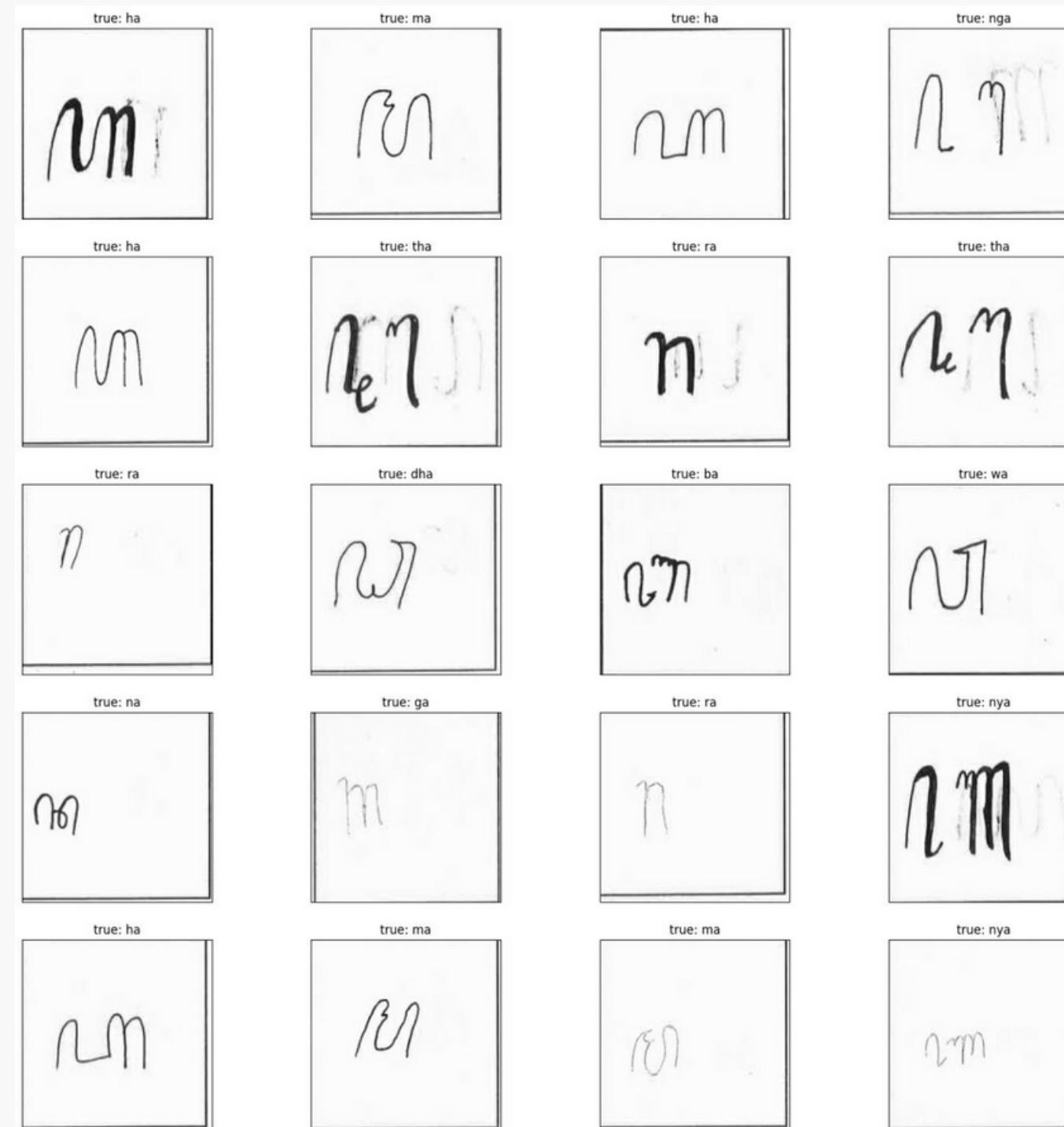
Terlihat jelas bahwa semua model terbaik telah mampu “belajar” secara efektif dari dataset yang digunakan untuk pelatihan.

history training 10 model terbaik berdasarkan akurasi validation tiap epoch

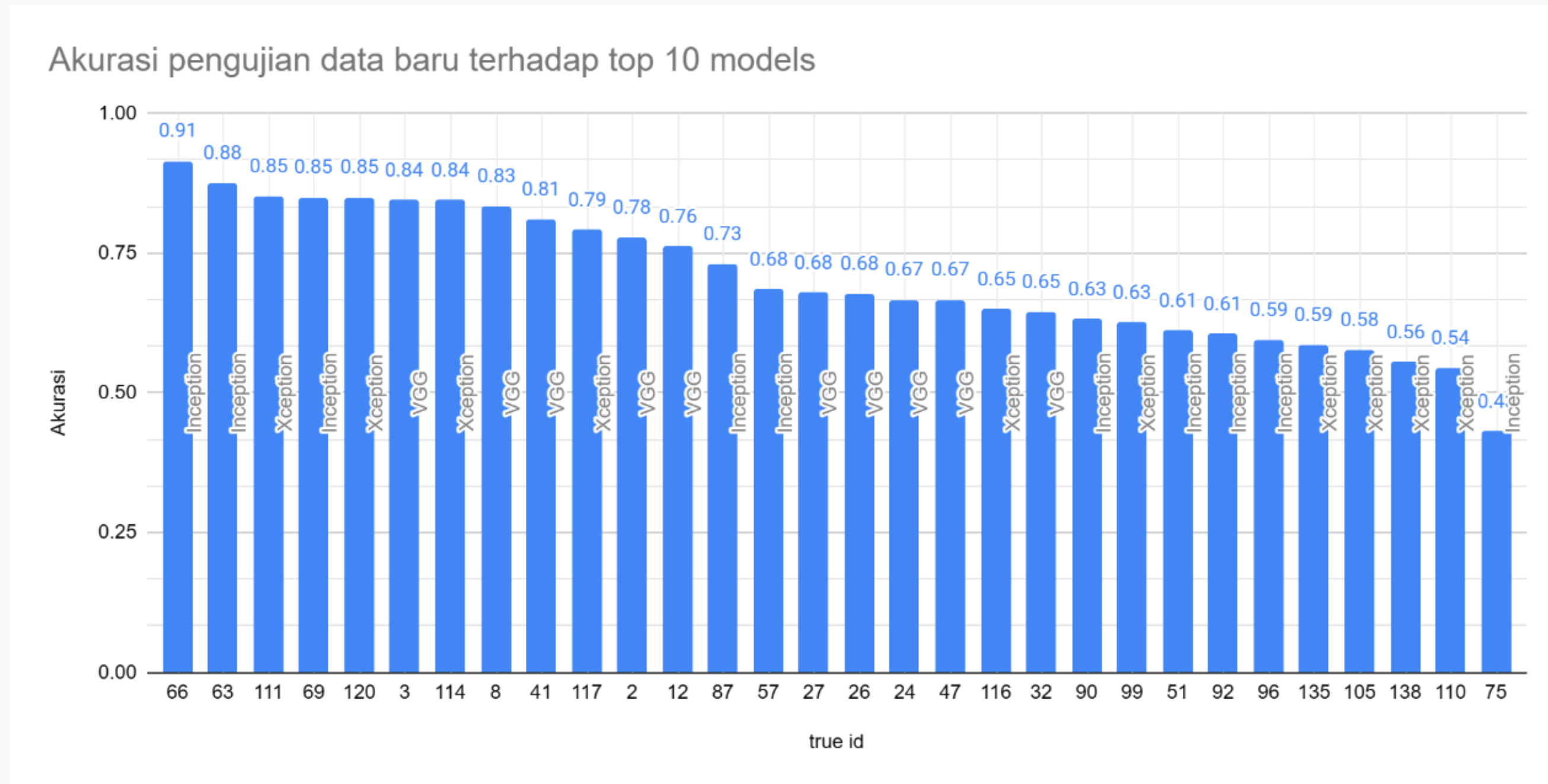


setiap model telah mengalami konvergensi, dengan peningkatan akurasi yang bertahap dan penurunan loss yang landai walaupun terjadi fluktuasi dalam akurasi validasi dan loss dalam epoch 1 – 25.

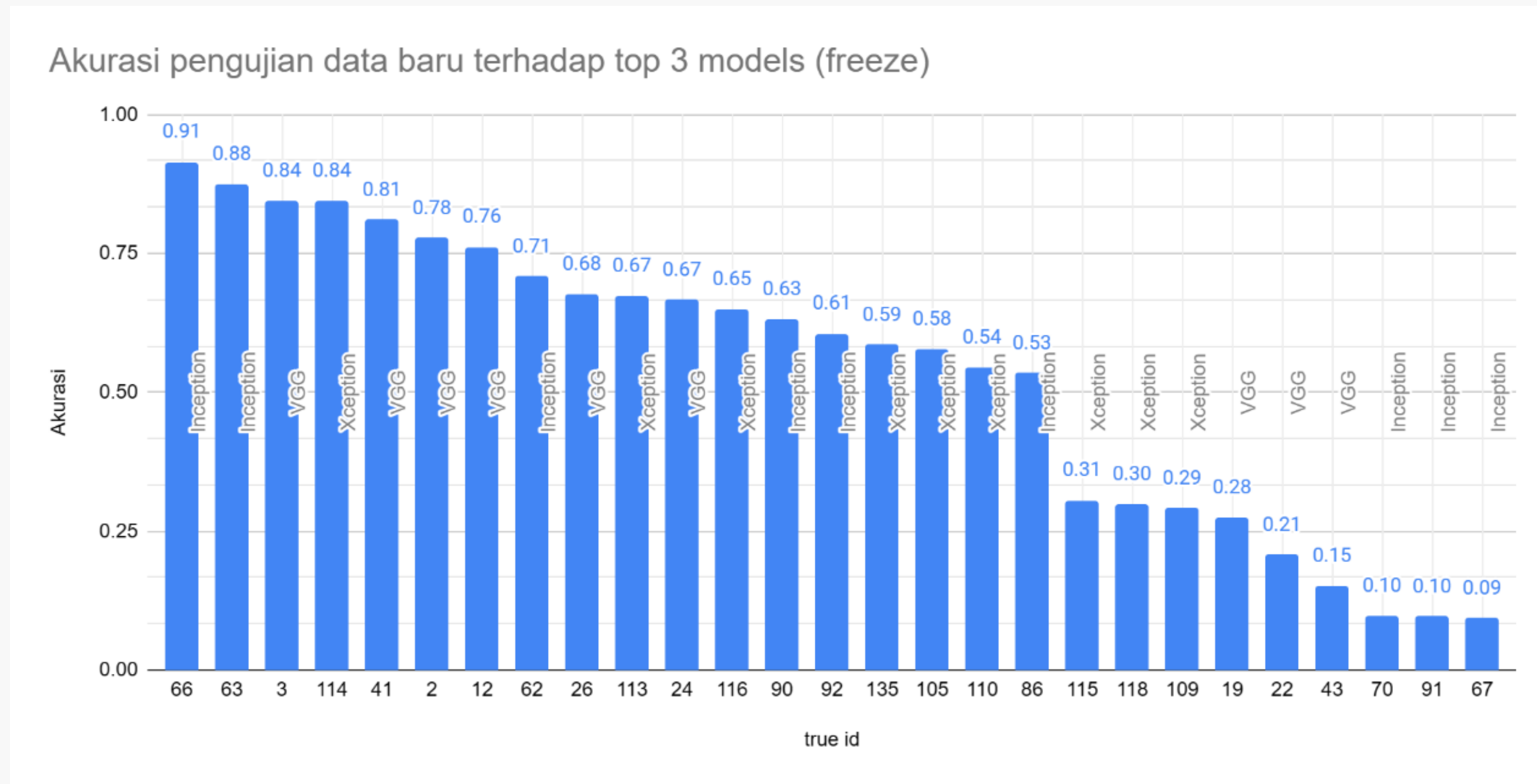
pengujian model dengan data tambahan



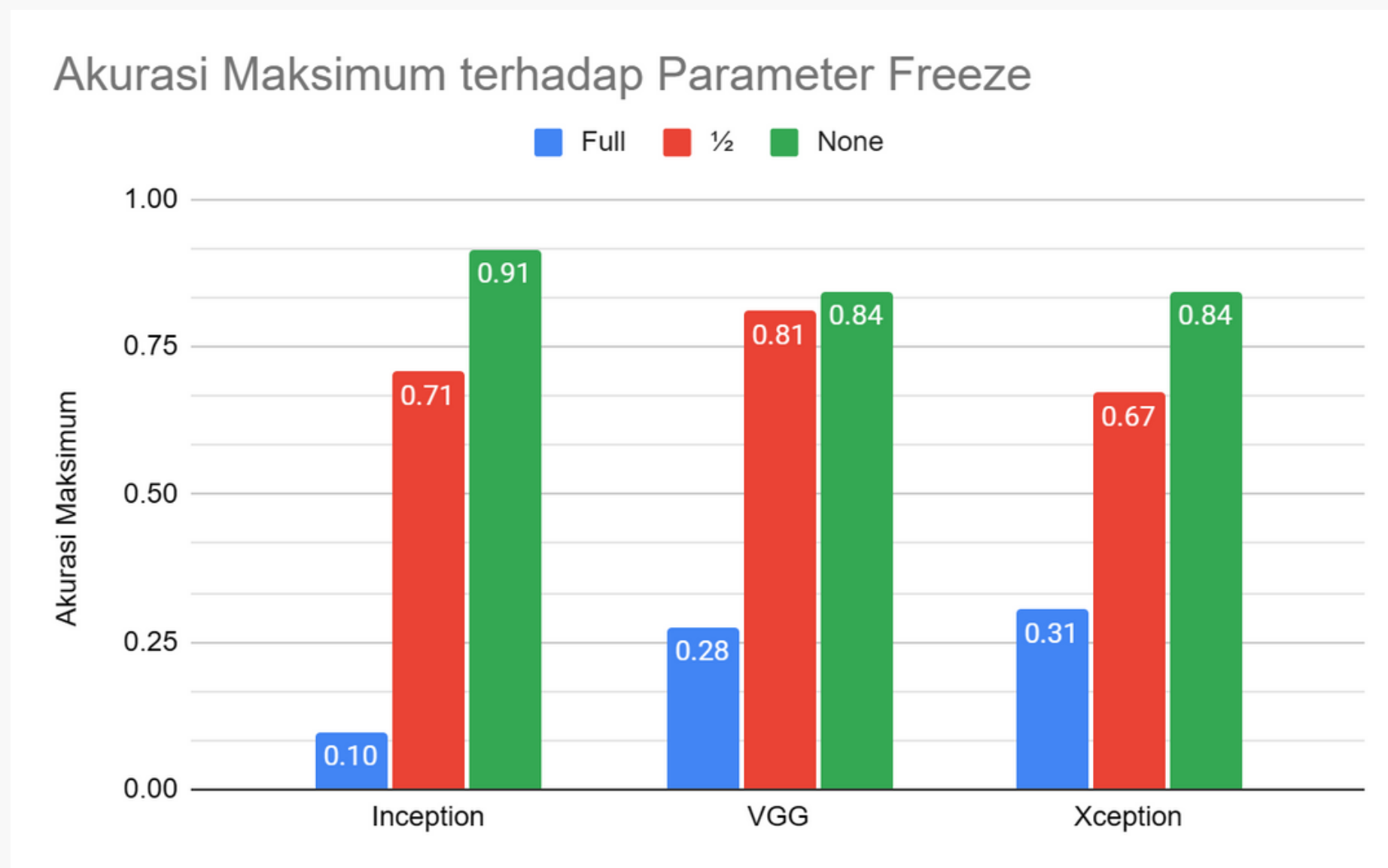
hasil pengujian model - model terbaik dengan data uji coba tambahan



hasil pengujian model - model terbaik dengan data uji coba tambahan



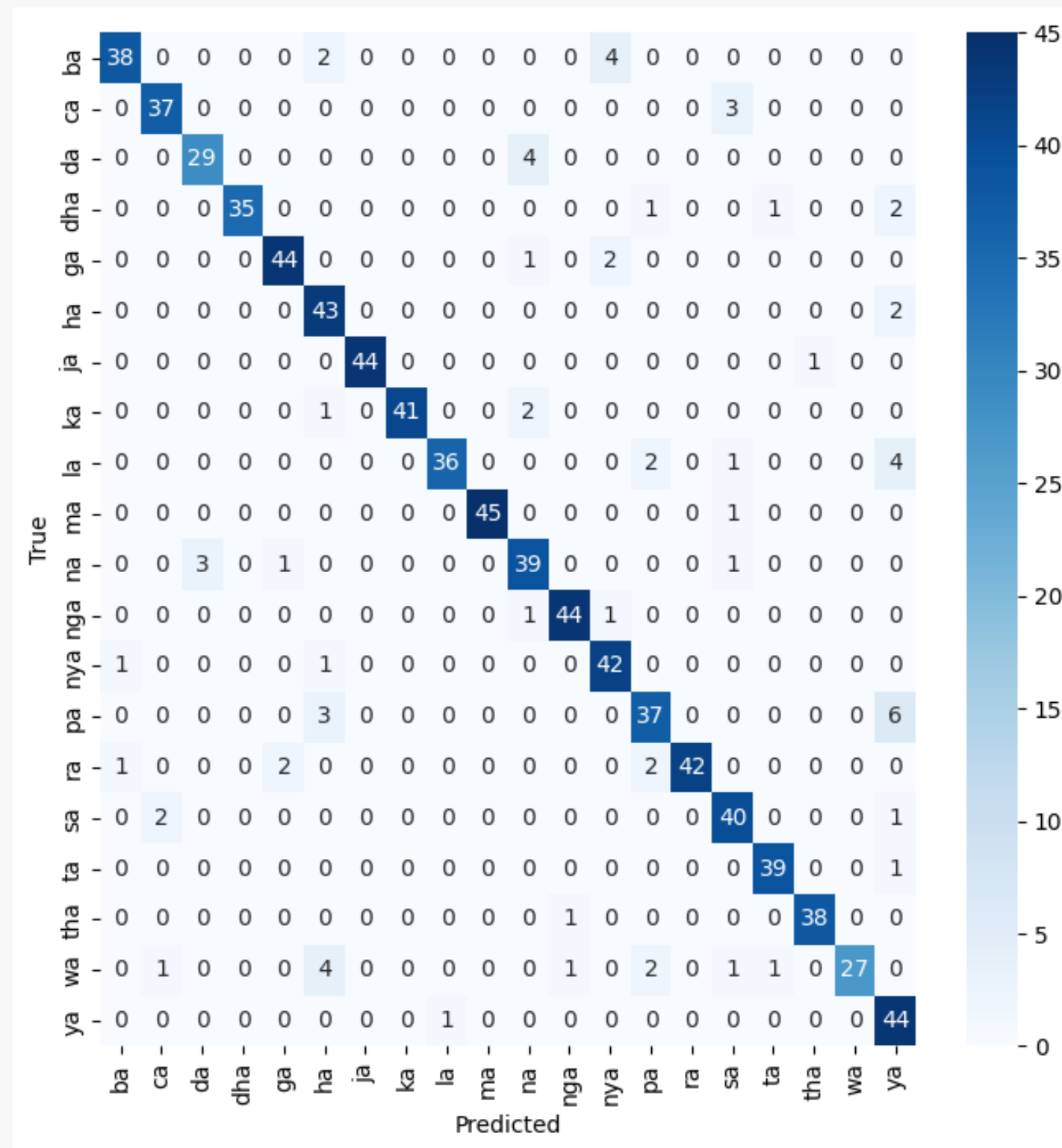
hasil pengujian model – model terbaik dengan data uji coba tambahan



Nilai maksimum yang dicapai dari **parameter full freeze hanya mencapai 31%** pada model Xception.

Informasi yang dapat diperoleh dari bar-chart adalah fitur yang diperoleh dari pre trained model yang dilatih dengan data ImageNet **kurang sesuai** dengan fitur yang dibutuhkan dalam kasus penelitian ini (citra tulis tangan aksara Jawa).

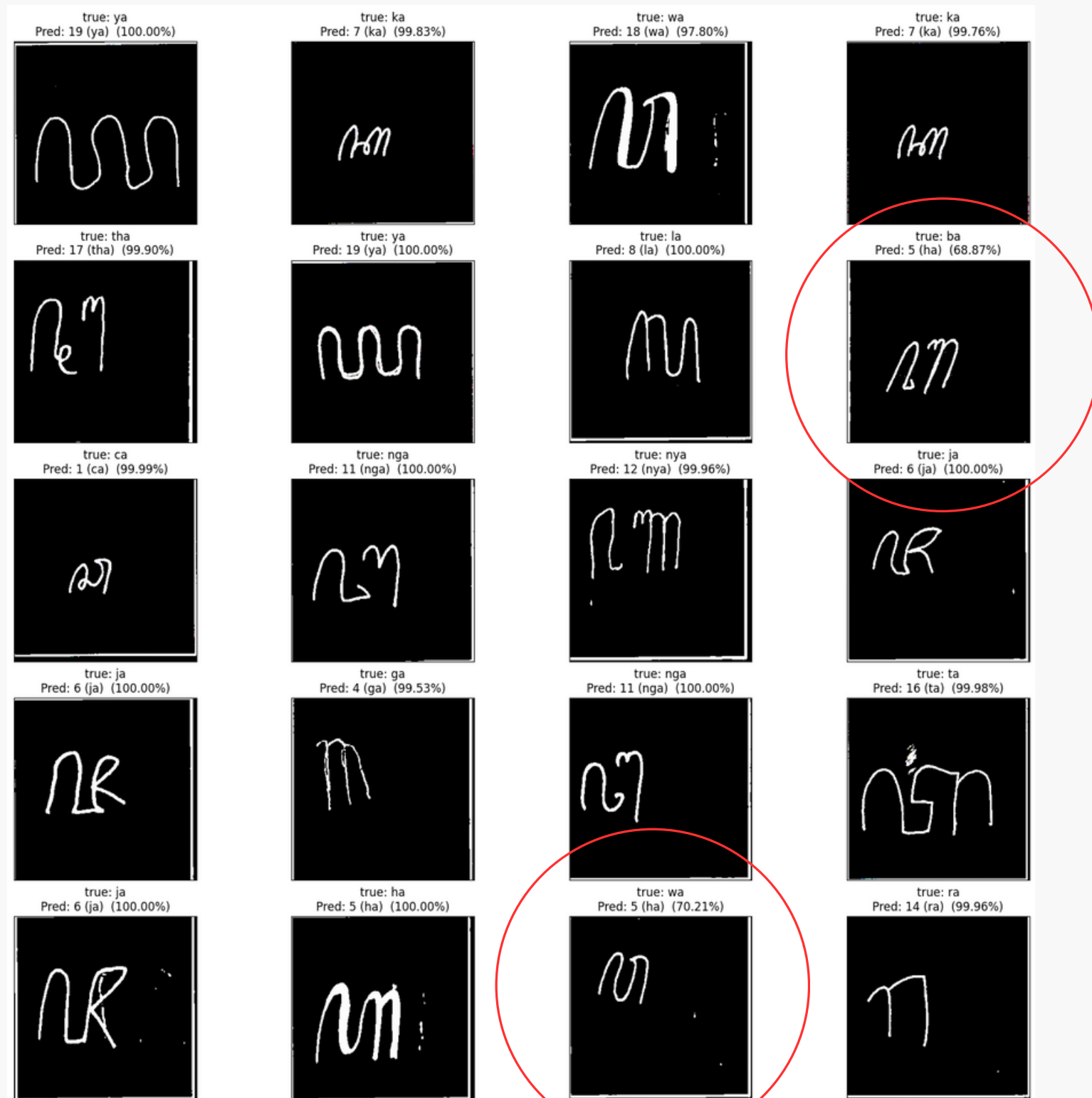
hasil pengujian model - model terbaik dengan data uji coba tambahan



confusion matrix model dengan true_id = 66

berdasar hasil evaluasi tersebut, model sudah bisa mengenali fitur masing - masing kelas dengan baik.

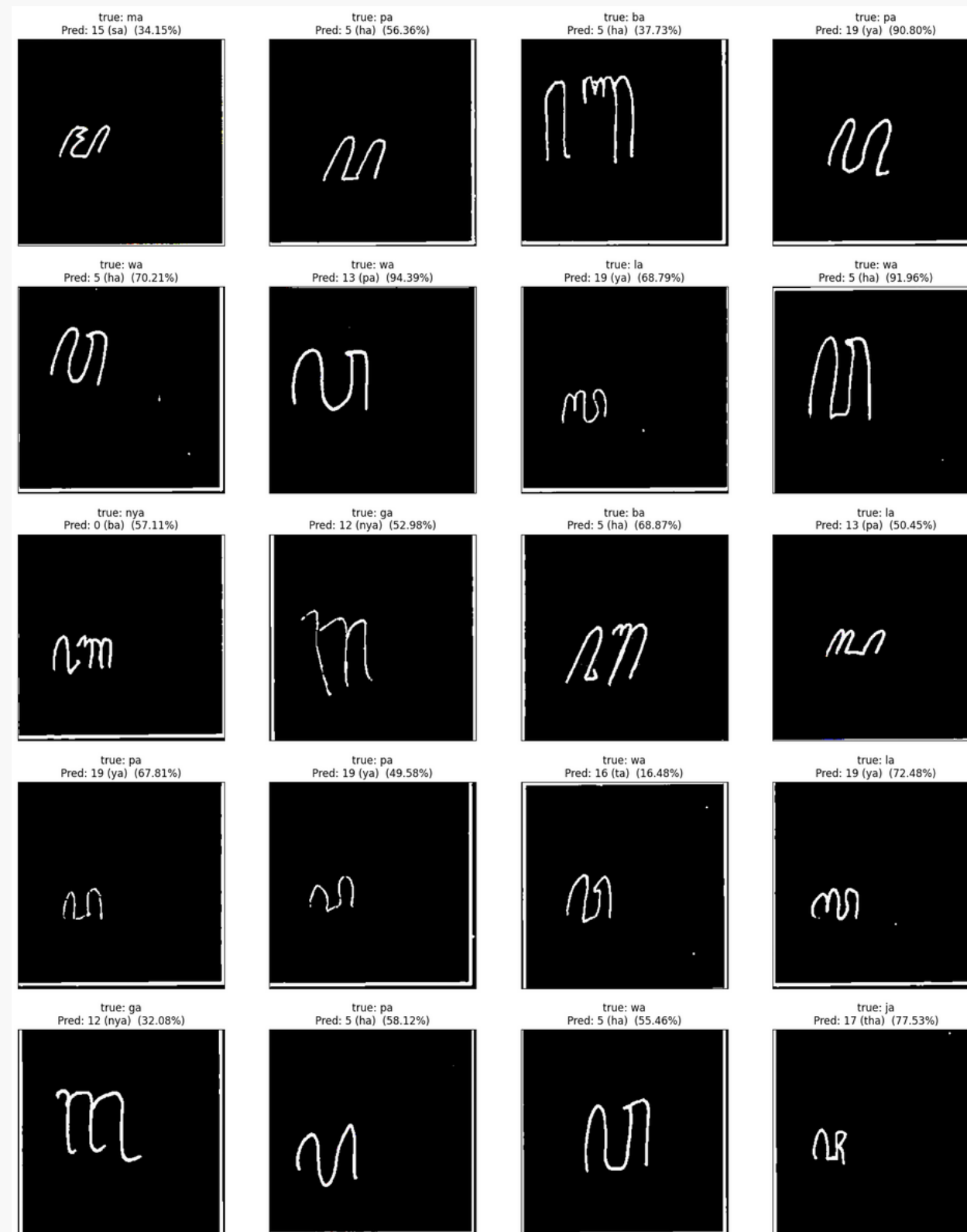
hasil pengujian model – model terbaik dengan data uji coba tambahan



detail visualisasi prediksi, masih terdapat 2 data yang salah dari 20 prediksi yang ada.

visualisasi predikis 20 data secara acak

hasil pengujian model – model terbaik dengan data uji coba tambahan



visualisasi predikis 20 data **salah** secara acak

Penulis mengamati bahwa data yang diprediksi secara tidak tepat memiliki karakteristik sebagai berikut:

- **Tulisan aksara Jawa yang miring** , yang menyulitkan model untuk mengenali bentuk dan posisi huruf.
- **Tulisan yang tidak ditengah** , yang menyebabkan model untuk mengabaikan sebagian informasi pada gambar.
- **Tulisan yang terlalu kecil** , yang mengurangi resolusi dan kualitas gambar.
- **Tulisan aksara Jawa yang kurang rapi**, yang menimbulkan ambiguitas dan kesalahan dalam pengenalan huruf.

KESIMPULAN DAN SARAN

kesimpulan

- Dari ketiga model yang diuji, yaitu VGG16, Inception V3, dan Xception, **model Inception V3 menunjukkan performa terbaik.**
- Nilai akurasi tertinggi yang dicapai **mencapai 100% pada data testing.** Namun, ketika diuji dengan data baru di luar data latih, **akurasi turun hingga sekitar 90%.**
- **Nilai parameter freeze yang paling cocok untuk kasus ini adalah “None”** yaitu melatih kembali keseluruhan arsitektur model di bagian feature extractor.
- Parameter **augmentasi data, pembekuan lapisan model (freeze layer), dan optimizer** memiliki pengaruh yang signifikan terhadap **performa model.**
- Dalam tahap pelatihan model, parameter yang berdampak signifikan terhadap waktu penyelesaian pelatihan adalah **augmentasi, pembekuan lapisan model (freeze layer), optimizer , dan learning rate**

saran

- Memperbanyak variasi data latih
- Melakukan augmentasi data secara lebih luas dan representatif dengan data kasus dunia nyata
- Menggunakan model *State-of-the-art* (SOTA)
- Melakukan hyperparameter tuning optimization yang lebih bervariasi (menambah pengujian skenario)
- Mengembangkan model deteksi untuk menangani input gambar yang lebih kompleks
- Menggunakan model yang sudah dibuat pada platform web atau mobile

TERIMA KASIH