

ARIZAL AKBAR Z

Sains Komputasi ITB



BRIN  
BADAN RISET  
DAN INOVASI NASIONAL

# Aerofoil

Memudahkan pelaksana  
laboratorium mengetahui prediksi  
koefisien aerodinamika airfoil





# Sudut Pandang

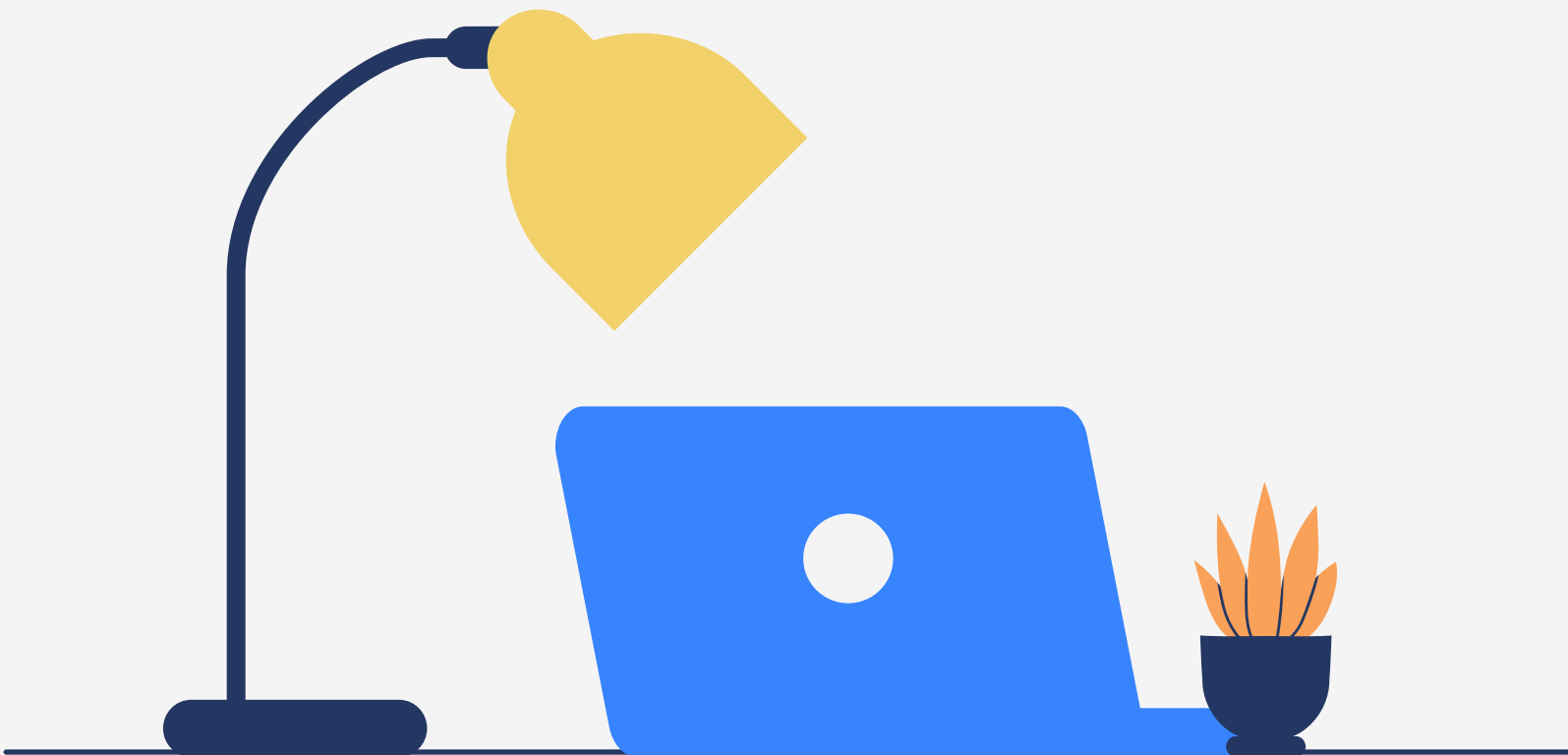


Tidak semua pelaksana laboratorium mengenal CFD.

Cukup geometri  
airfoil dan sudut  
serang...?

# Gagasan

Sebelum menjawab pertanyaan tersebut, prediksi seperti apa yang diharapkan?



Prediksi koefisien gaya aerodinamika

Geometri dan sudut serang untuk prediksi  $c_l$ ,  $c_d$  dan  $c_m$ .



Prediksi distribusi koefisien tekanan

Geometri dan sudut serang untuk prediksi distribusi tekanan  $c_p$ .



Inverse design airfoil...

$c_l$ ,  $c_d$ ,  $c_m$  atau  $c_p$  untuk memprediksi geometri airfoil.

# Dimulai dari Referensi

Metode Deep Learning dengan memanfaatkan **Convolutional Neural Network** (CNN) tergolong baru dalam memprediksi koefisien aerodinamika beserta inverse design airfoil.

Sekar dkk (inverse design cp)

2019

Langkah berikutnya

• Yuan, Z dkk (cl, cd dan cm)

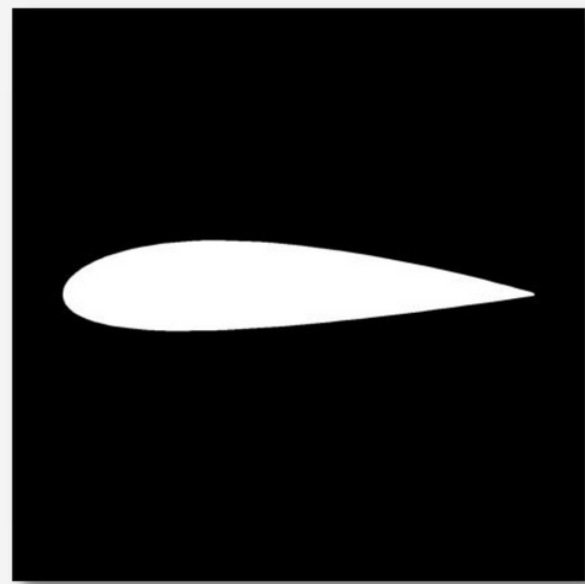
2018

• Hui, X dkk (distribusi cp)

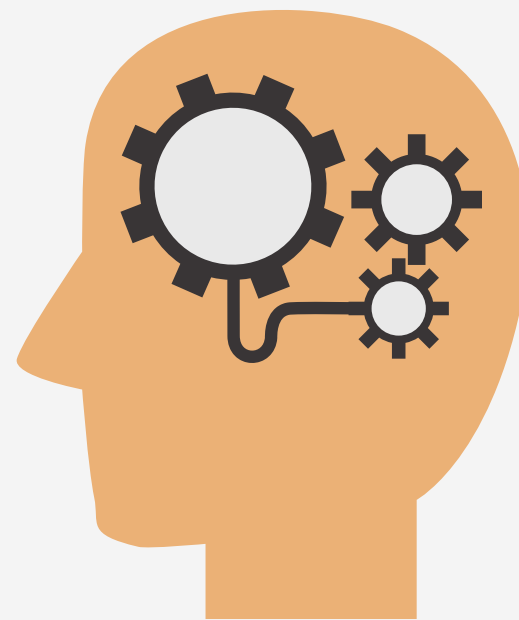
2020

# Sekilas CNN

CNN memerlukan gambar sebagai inputan dan output berupa prediksi yang diharapkan.



Gambar



CNN



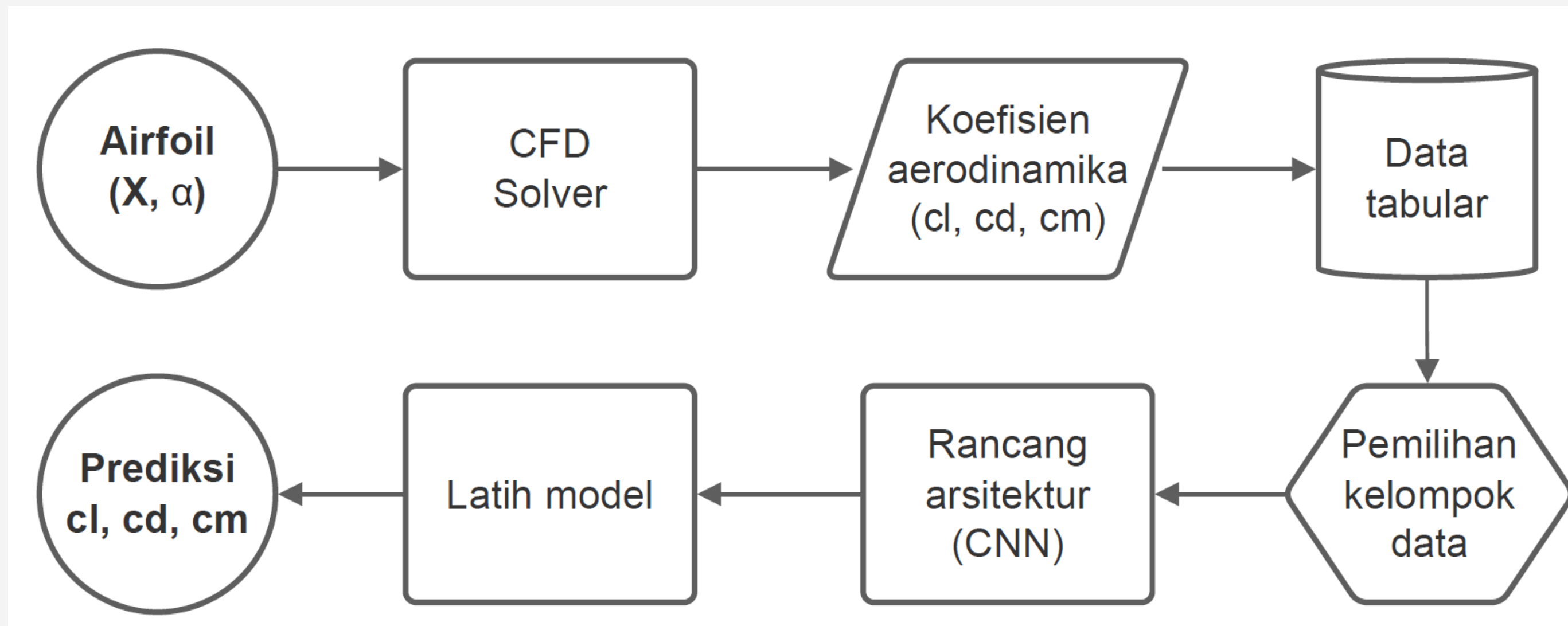
Prediksi  
cl, cd &  
cm.

# Kegiatan Riset



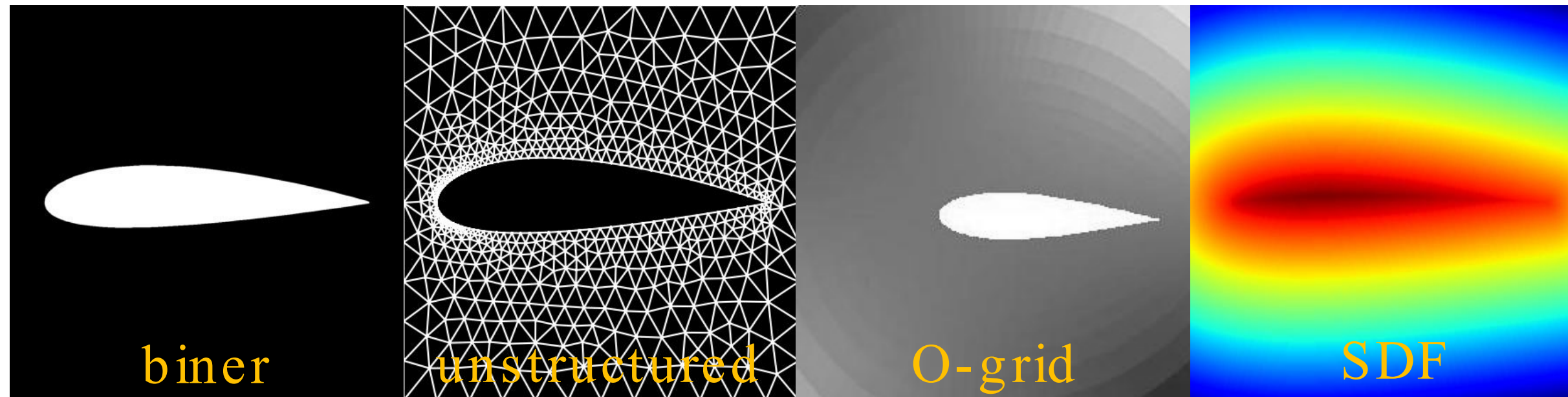
# Alur Metodologi Riset

Berikut ilustrasi singkat alur kegiatan riset yang dilakukan secara umum.



# Membuat Gambar Airfoil

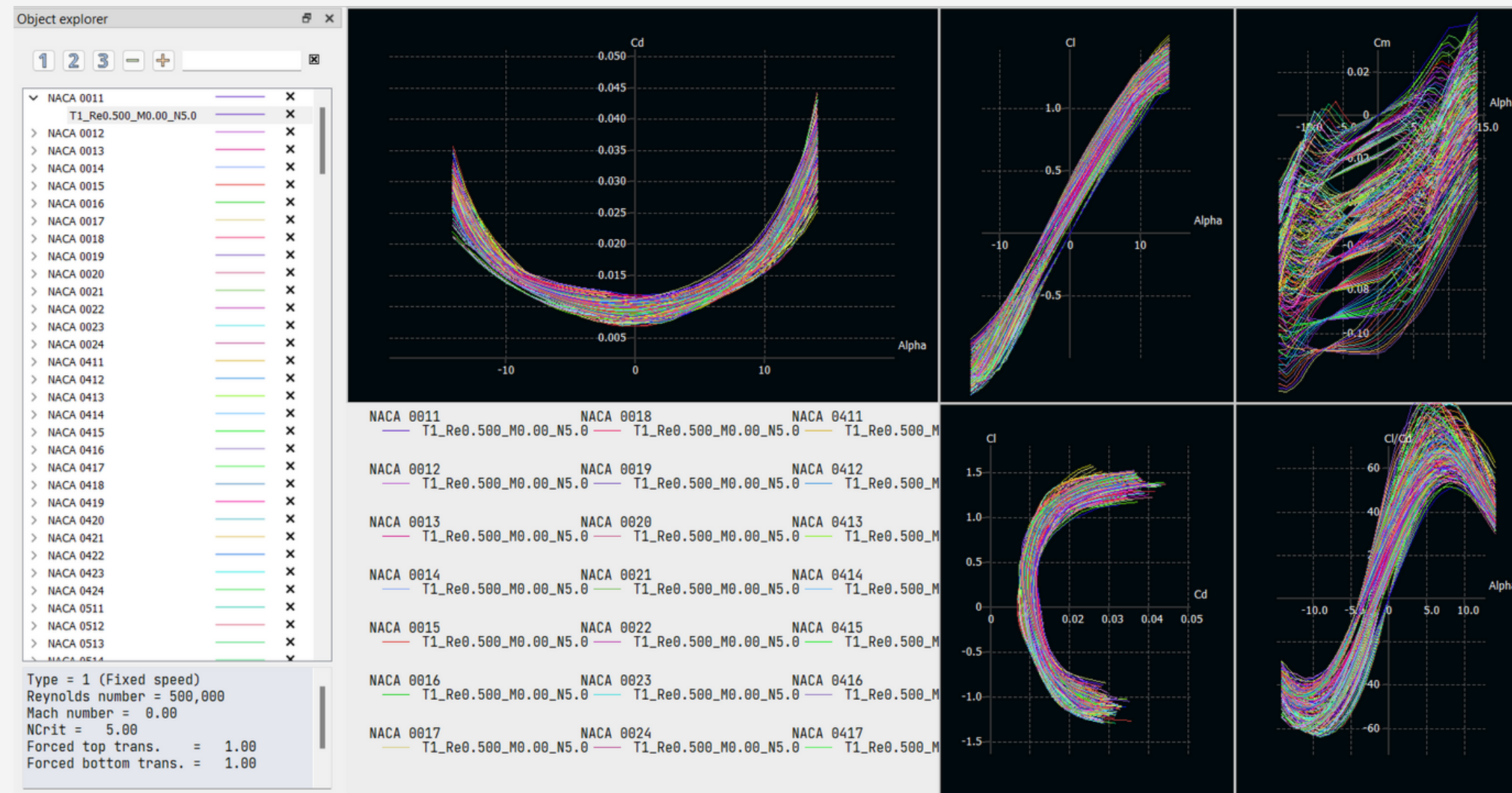
Sekali lagi, gambar (geometry representation) airfoil diperlukan dalam CNN sebagai inputan.





# Mengumpulkan Data Latih

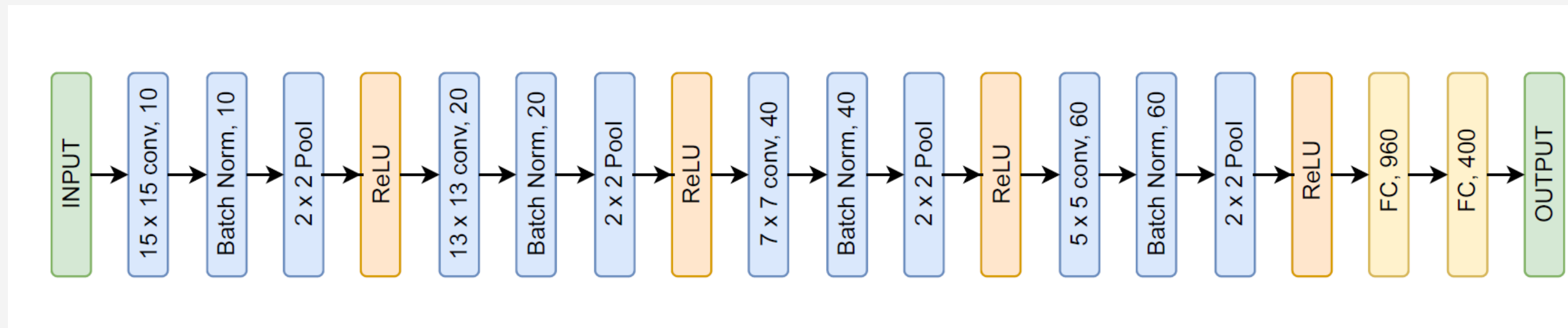
Koleksi data latih berupa koefisien aerodinamika berupa output atau label melalui XFLR5. Koleksi data terkumpul sebanyak 22796 untuk NACA 4.



# Modifikasi Arsitektur CNN

Arsitektur CNN yang digunakan berdasarkan arsitektur LeNet-5 (Y. LeCun, dkk) disertai modifikasi.

LeNet-5 digunakan untuk klasifikasi dokumen sedangkan riset ini berkaitan dengan regresi.

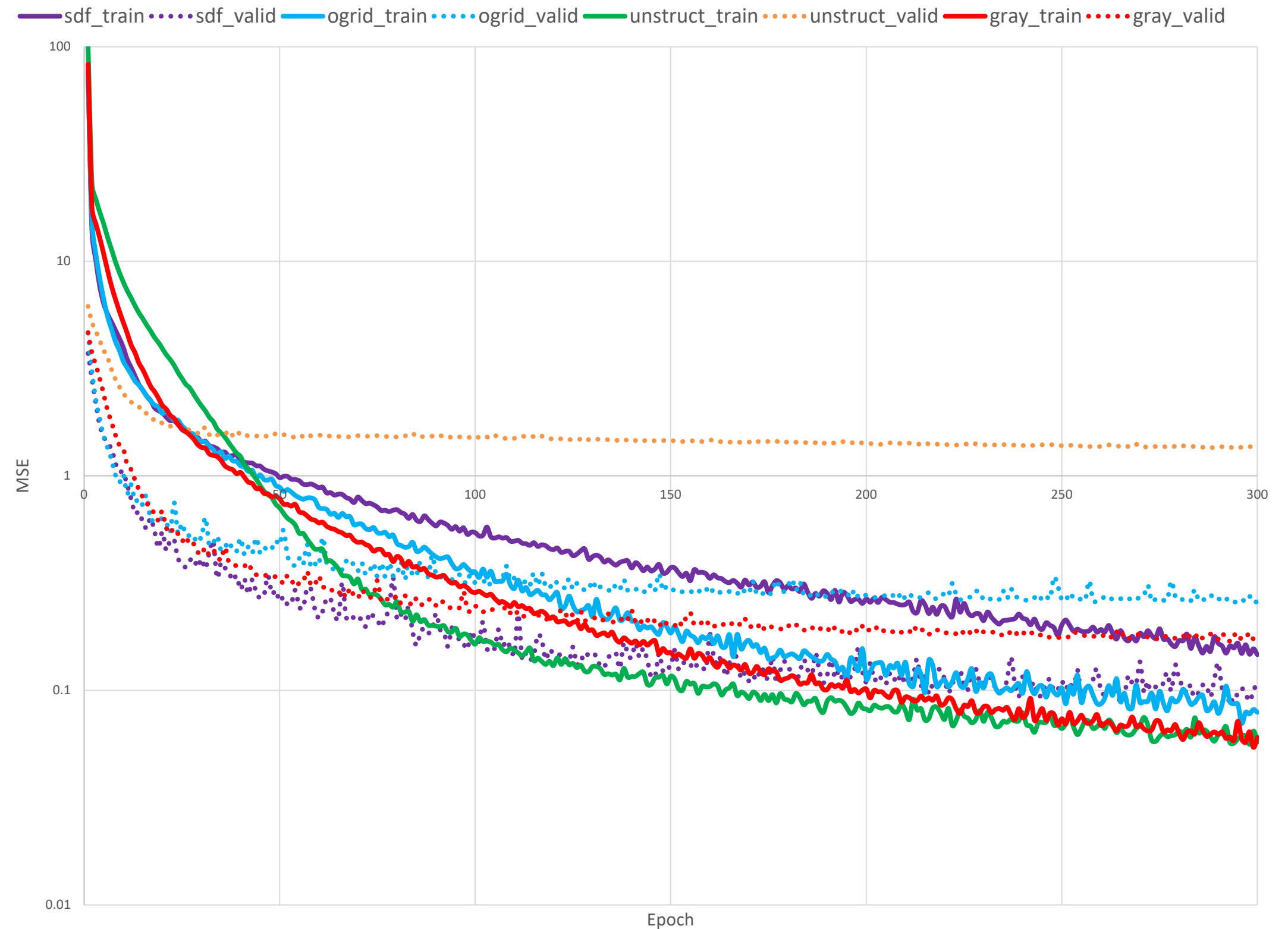


# Pelatihan Model

Untuk data latih sebanyak 22796 NACA4 dengan 300 epoch.

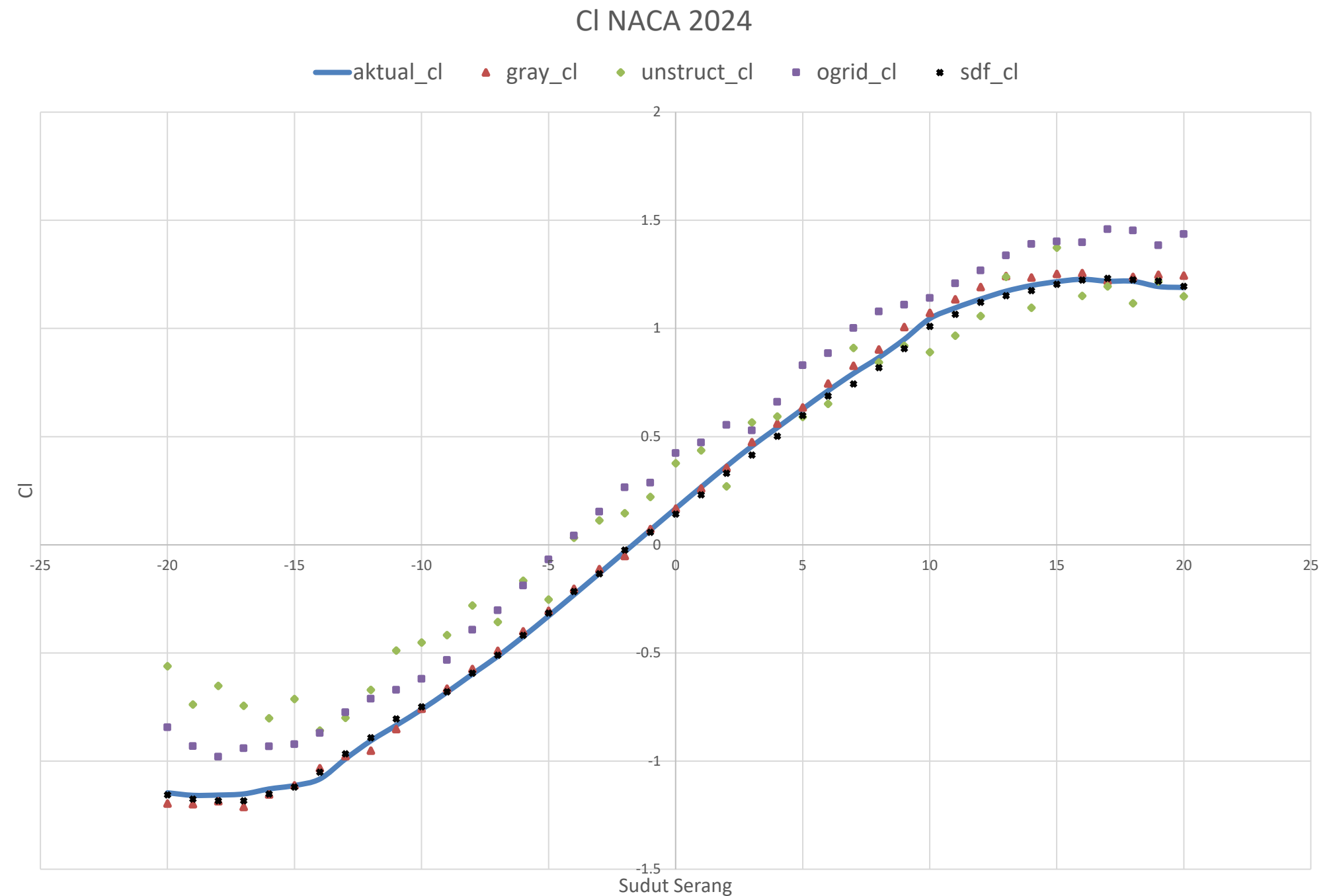


Grafik Pelatihan



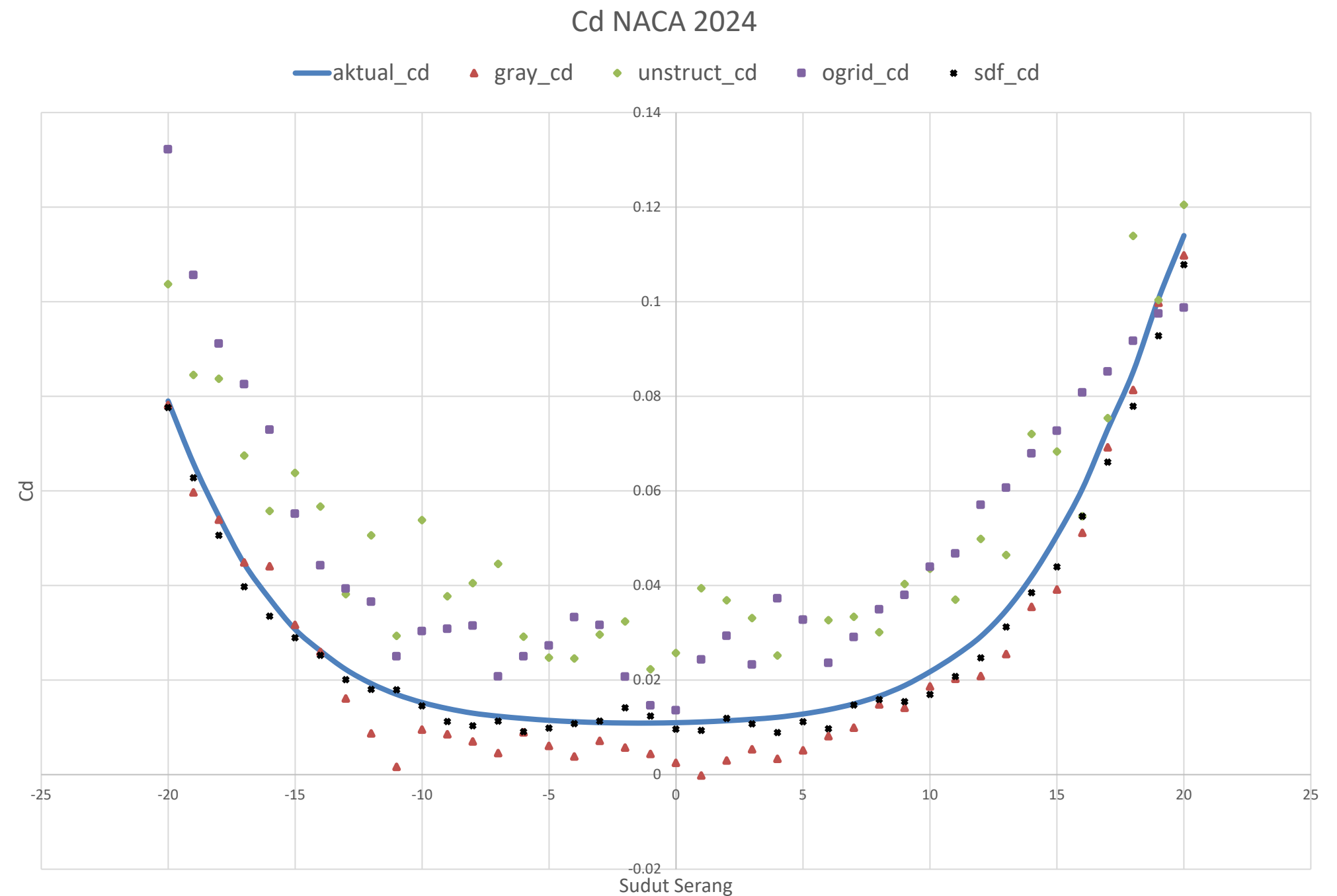
# Uji Model

Model yang sudah dilatih,  
digunakan untuk uji pada data  
yang belum pernah dilihat selama  
pelatihan, yaitu **NACA 2024**



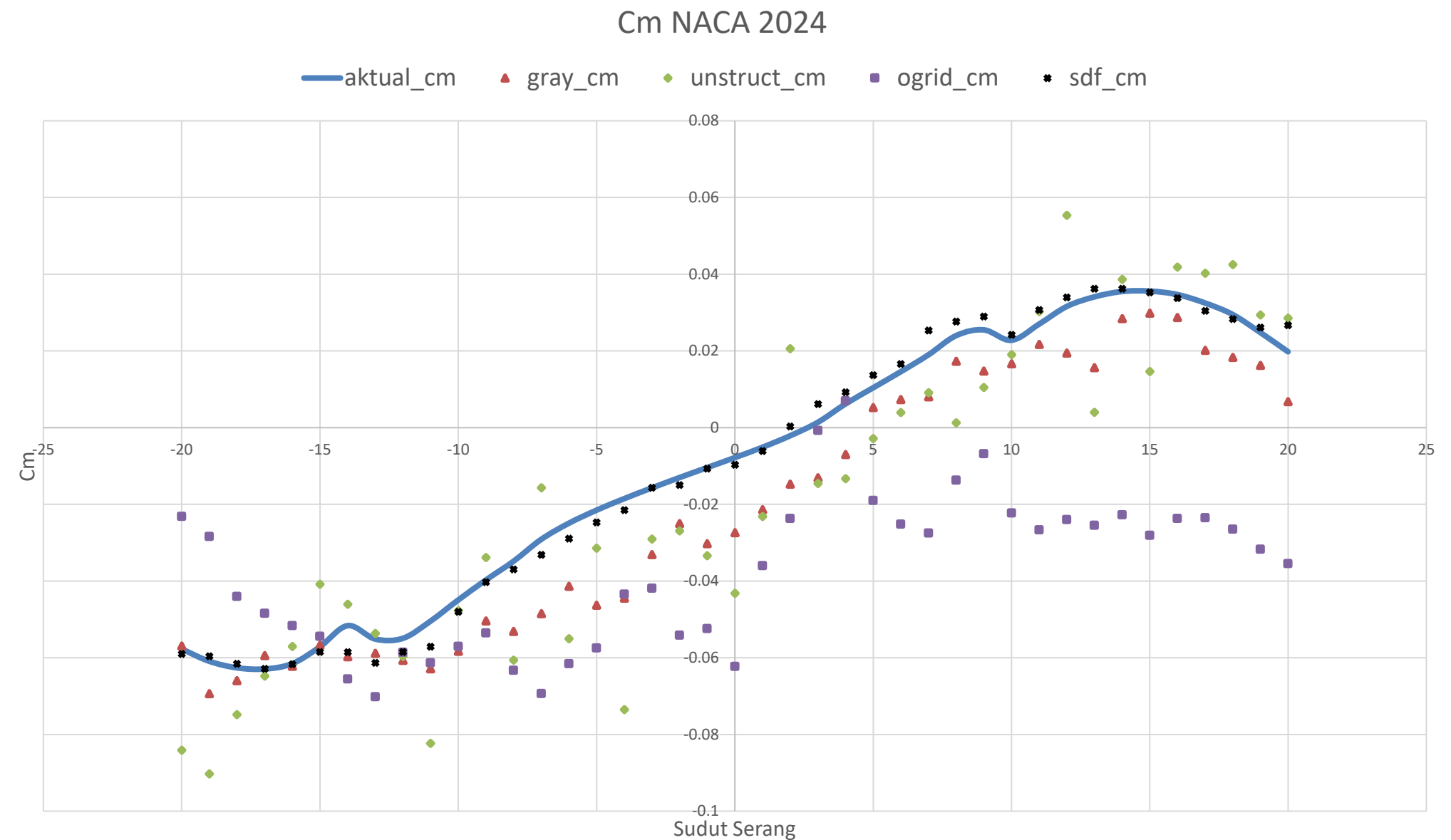
# Uji Model

Model yang sudah dilatih,  
digunakan untuk uji pada data  
yang belum pernah dilihat selama  
pelatihan, yaitu **NACA 2024**



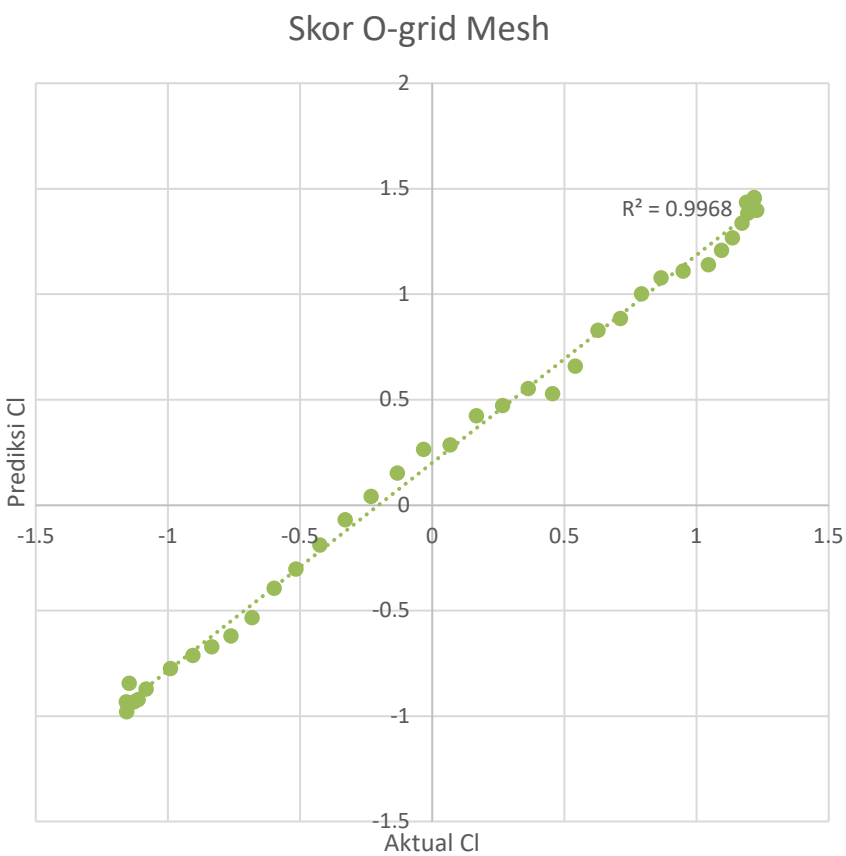
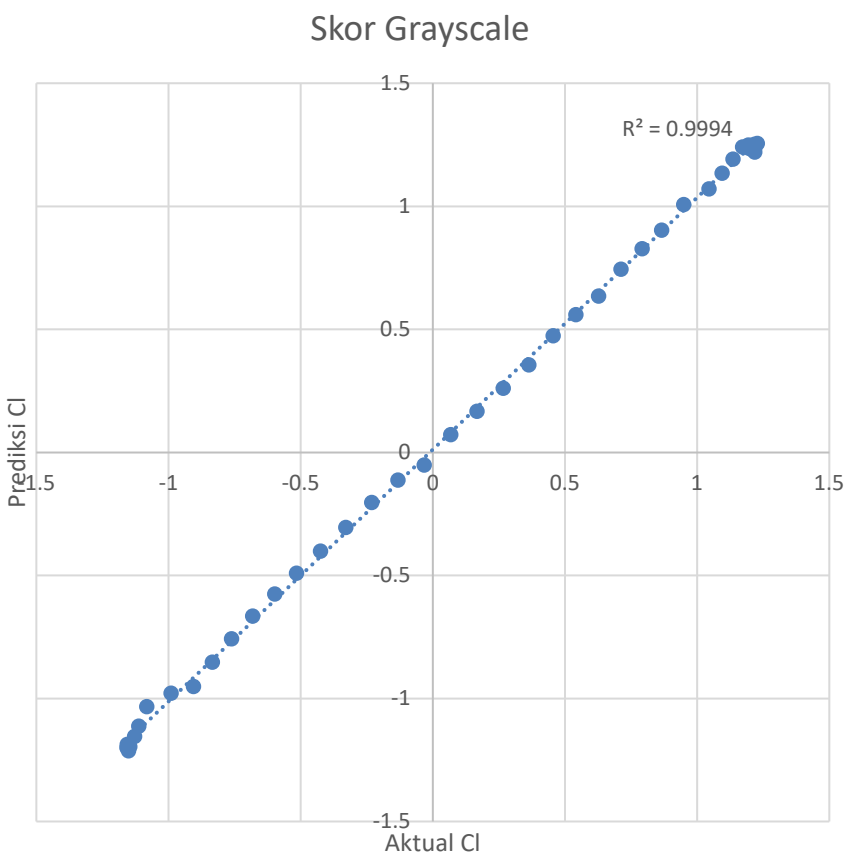
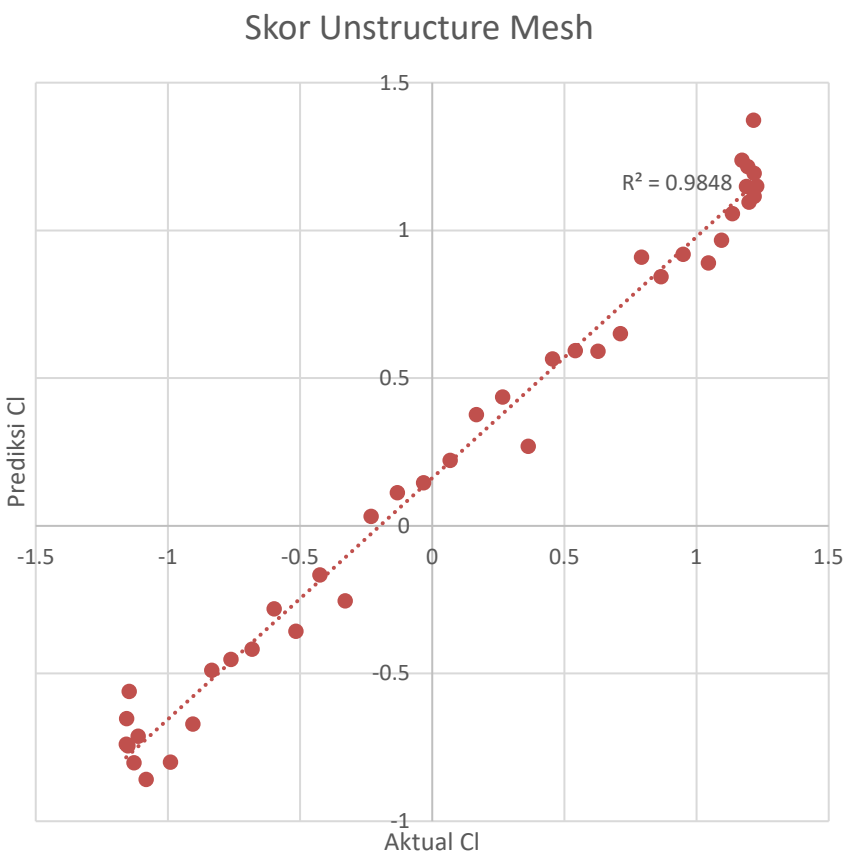
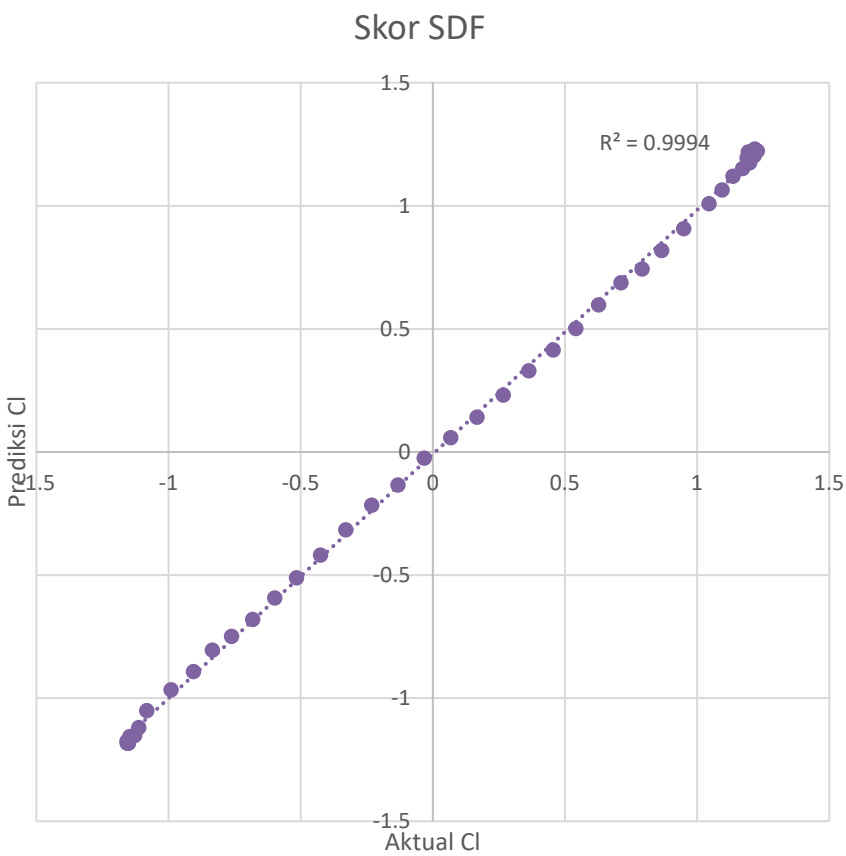
# Uji Model

Model yang sudah dilatih,  
digunakan untuk uji pada data  
yang belum pernah dilihat selama  
pelatihan, yaitu **NACA 2024**



# Skor Latihan C1

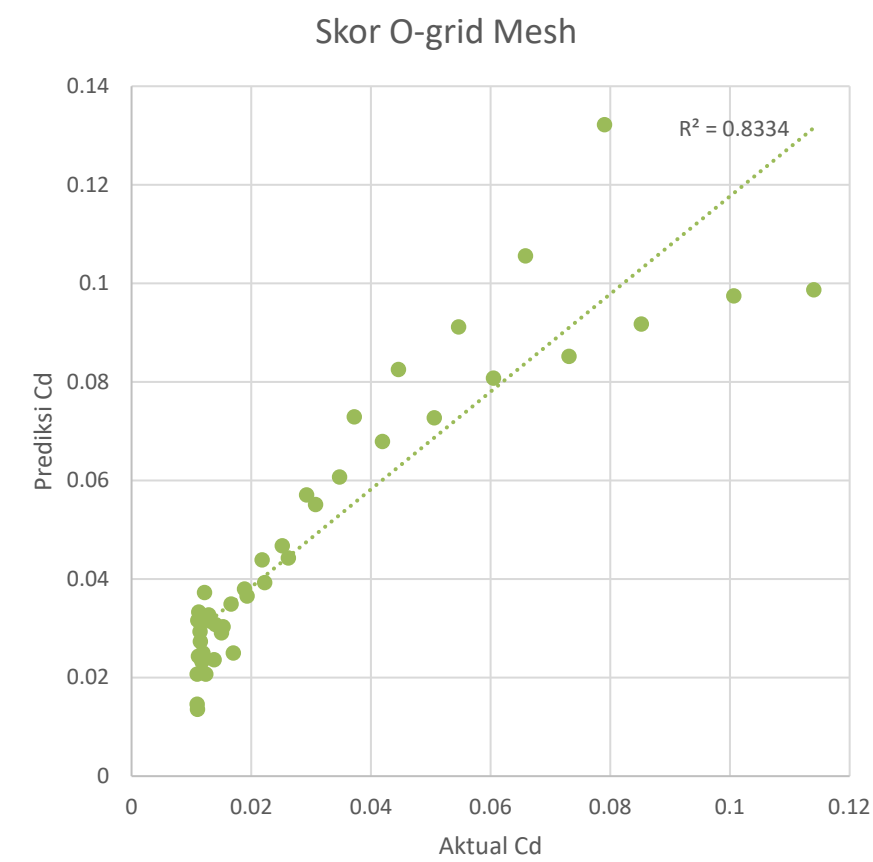
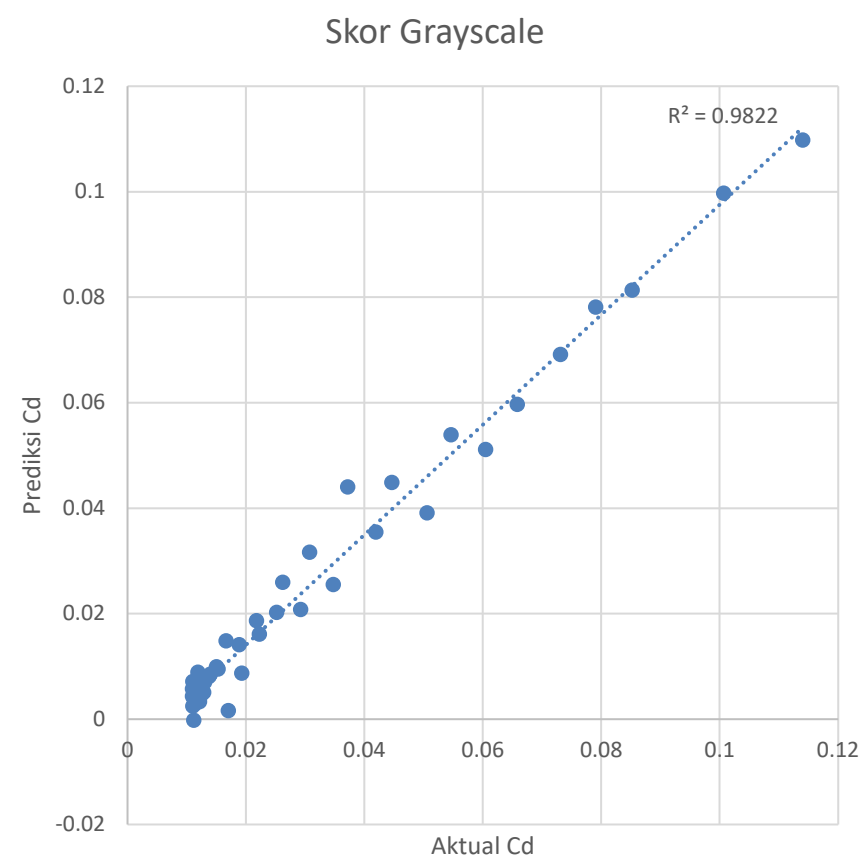
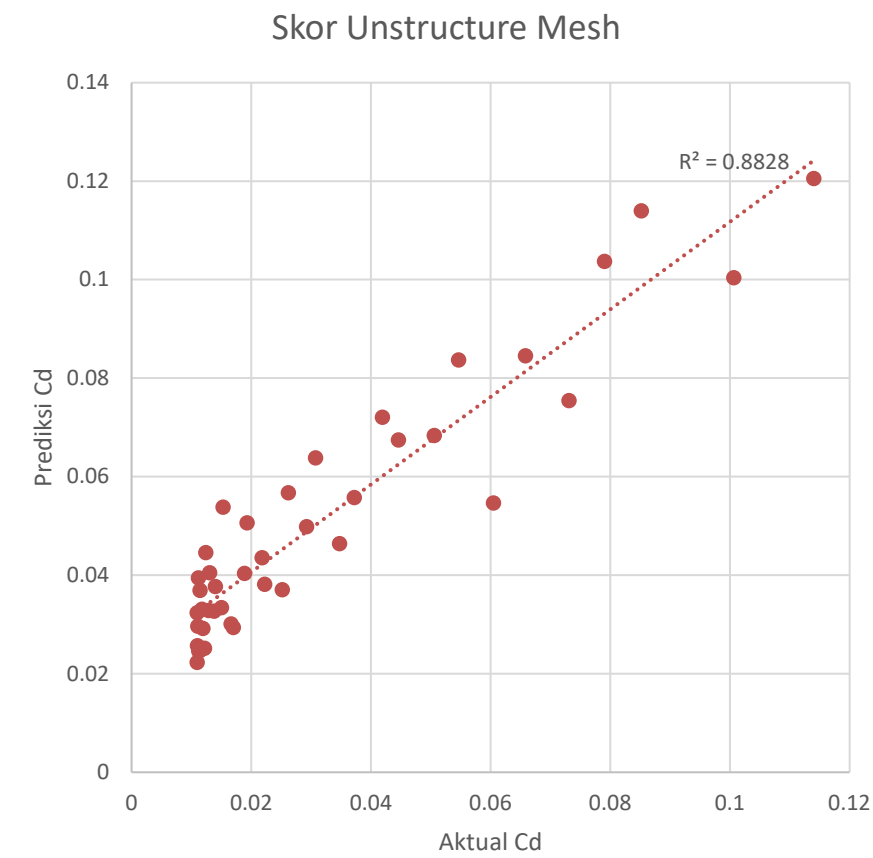
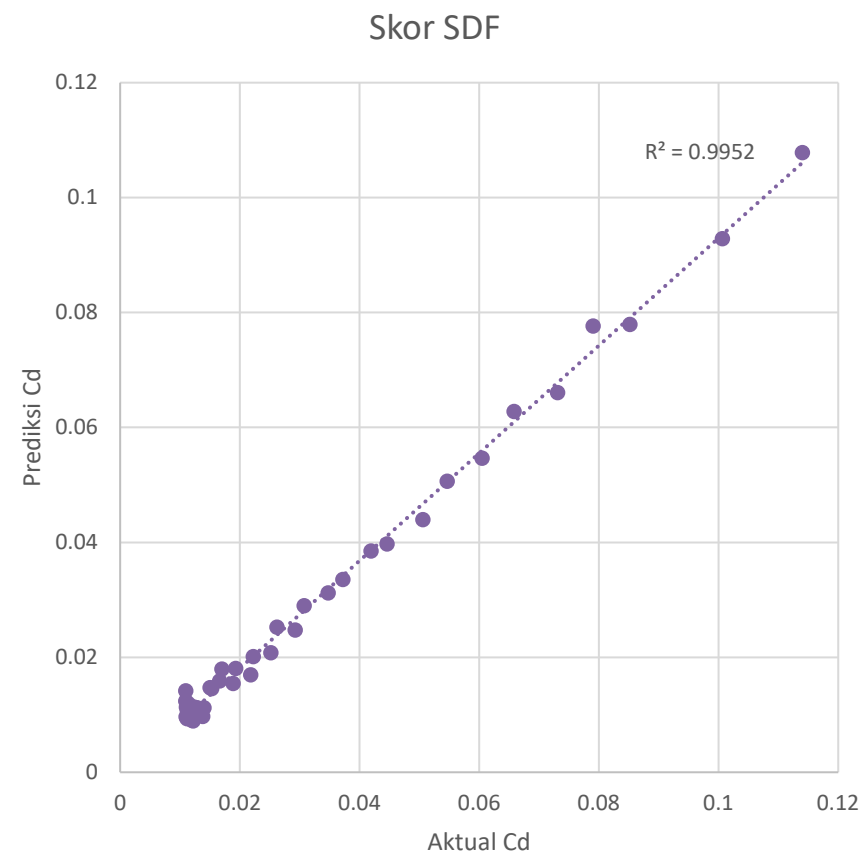
Pencitraan	RMSE
Grayscale	0.0336
Unstructure	0.2337
O-grid	0.2048
<b>SDF</b>	<b>0.0245</b>





# Skor Latihan Cd

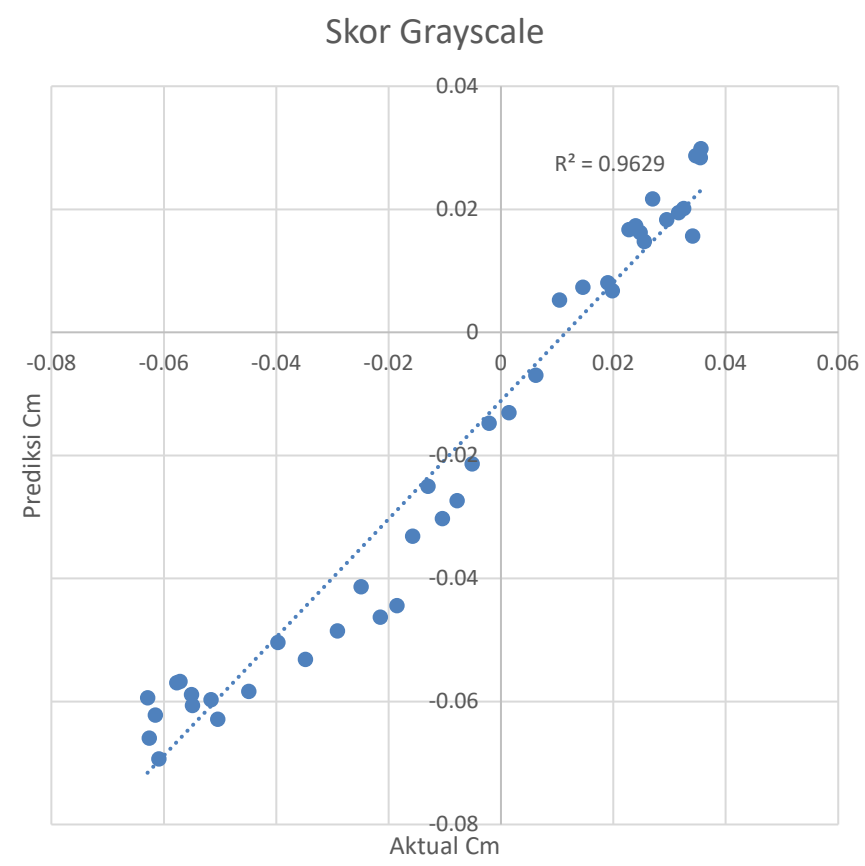
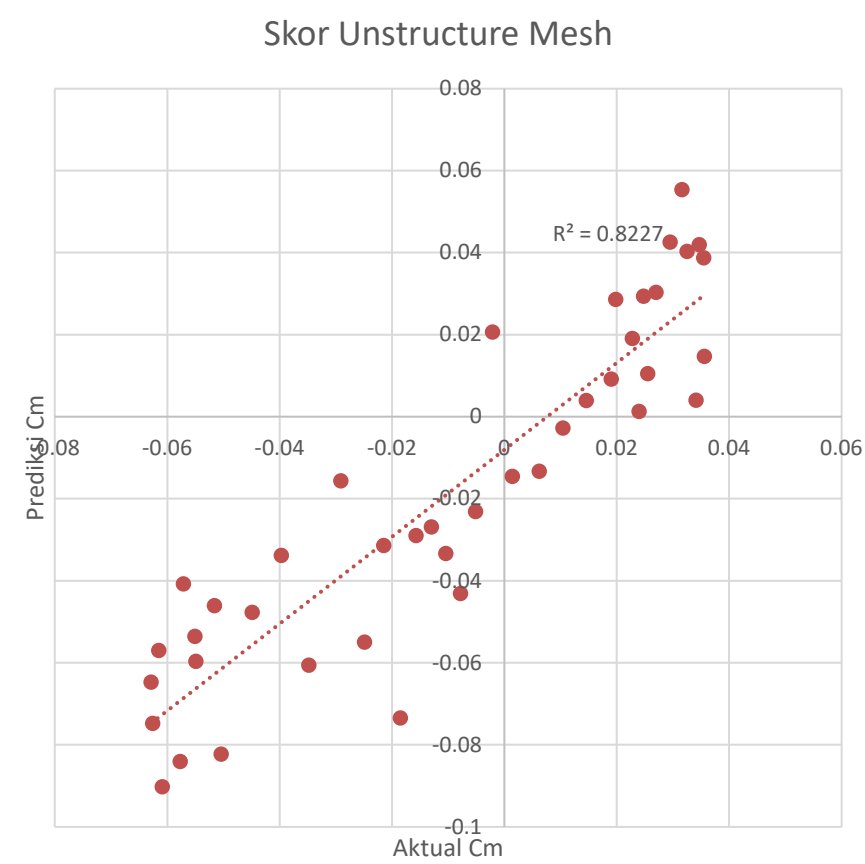
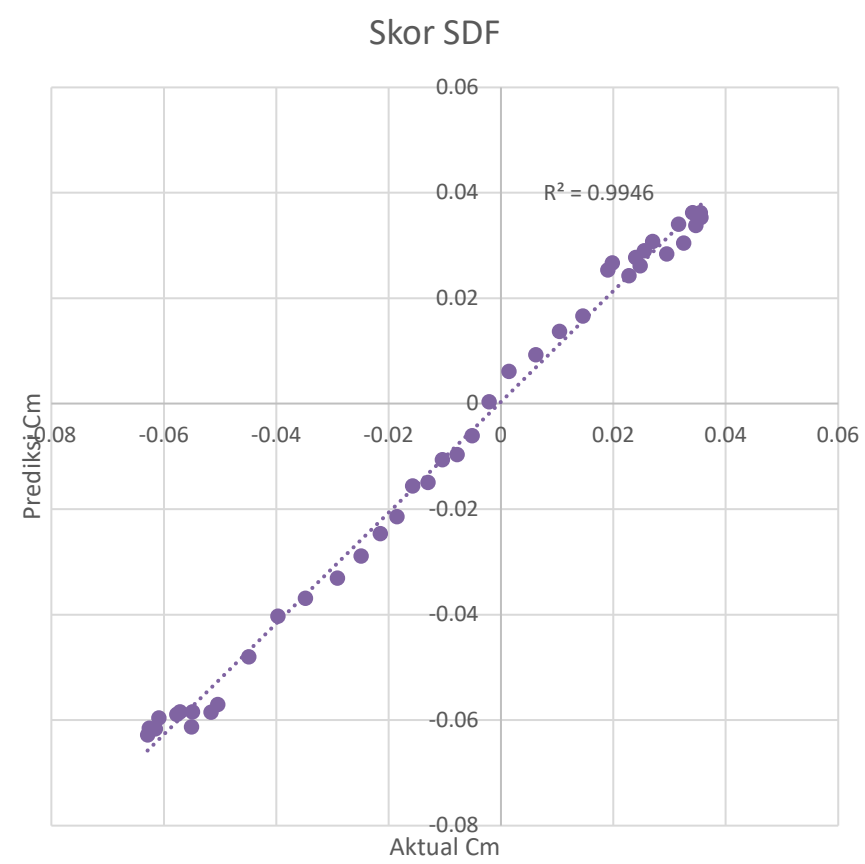
Pencitraan	RMSE
Grayscale	0.0067
Unstructure	0.0214
O-grid	0.0218
<b>SDF</b>	<b>0.0036</b>



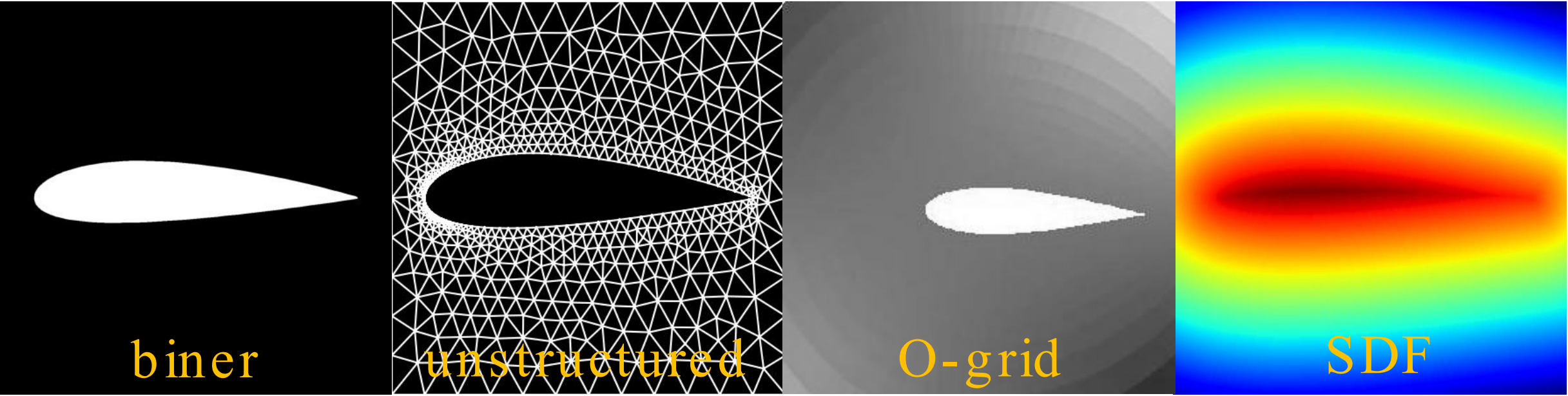


# Skor Latihan Cm

Pencitraan	RMSE
Grayscale	0.0126
Unstructure	0.0192
O-grid	0.0383
<b>SDF</b>	<b>0.0032</b>



# Rangkuman Skor



	RMSE			$r^2$		
Pencitraan	Cl	Cd	Cm	Cl	Cd	Cm
Grayscale	0.0336	0.0067	0.0126	0.9994	0.9822	0.9629
Unstructure	0.2337	0.0214	0.0192	0.9848	0.8828	0.8227
O-grid	0.2048	0.0218	0.0383	0.9968	0.8334	0.4333
<b>SDF</b>	<b>0.0245</b>	<b>0.0036</b>	<b>0.0032</b>	<b>0.9994</b>	<b>0.9952</b>	<b>0.9946</b>
Grayscale*	0.0273	0.0035	0.0027	-	-	-
SDF**	0.0296	0.0042	0.0042	-	-	-

\*Chen dkk, Multiple aerodynamic coefficient prediction of airfoils using a convolutional neural network, <https://doi.org/10.3390/sym12040544>

\*\*Yuan dkk, Aerodynamic coefficient prediction of airfoils with convolutional neural network, [https://doi.org/10.1007/978-981-13-3305-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-981-13-3305-7_3)



TERIMA KASIH