

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

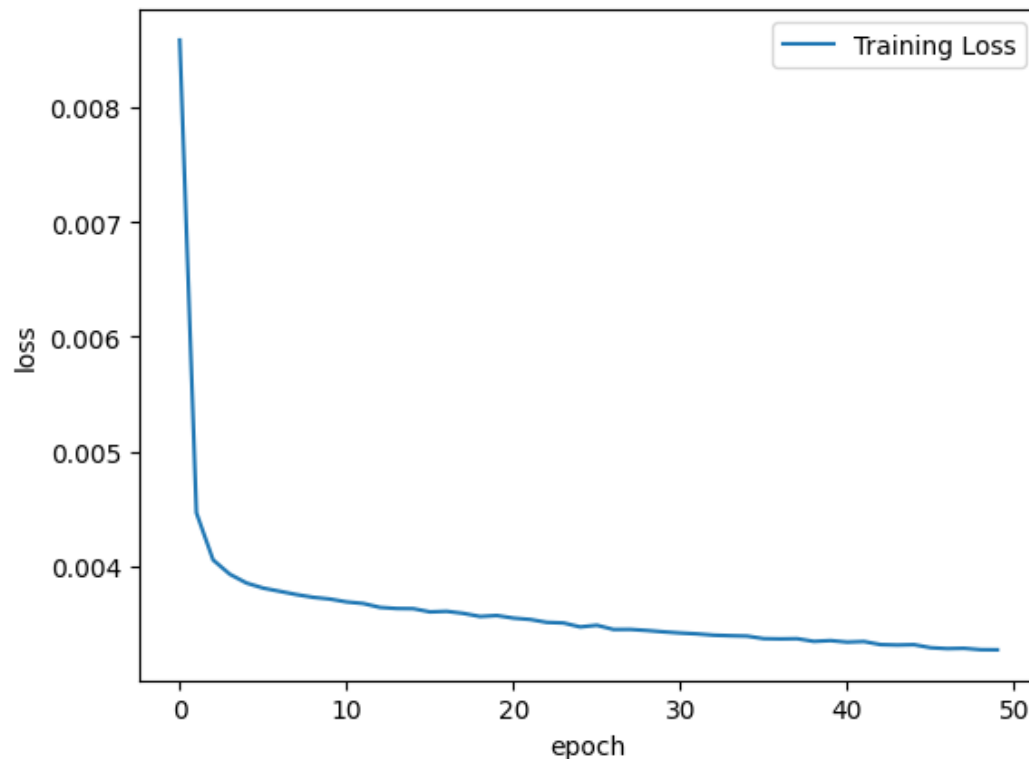
#### 1.1 Hasil Pelatihan Model

Berikut merupakan tahap awal dalam memprediksi parameter pencemar polusi udara menggunakan algoritma *Long Short-Term Memory* selama 1 hari, 1 minggu, dan 1 bulan dengan melakukan pelatihan model untuk memprediksi.

Pada penelitian ini dilakukan pelatihan sebanyak tujuh kali dengan jumlah epoch yang berbeda. Proses pelatihan menghasilkan nilai training loss.

##### 4.1.1 Pelatihan Model 1

Parameter atau konfigurasi yang digunakan untuk pelatihan model 1 seperti yang dipaparkan pada sub-bab 3.14 dengan jumlah epoch 50. Hasil yang didapatkan dari proses pelatihan dapat diamati melalui *history* pelatihan. Pelatihan model menghasilkan *loss* seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Grafik pelatihan model 1

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1, pada *epoch* ke-1 hingga ke-50 nilai *loss* mengalami penurunan hingga *epoch* terakhir.

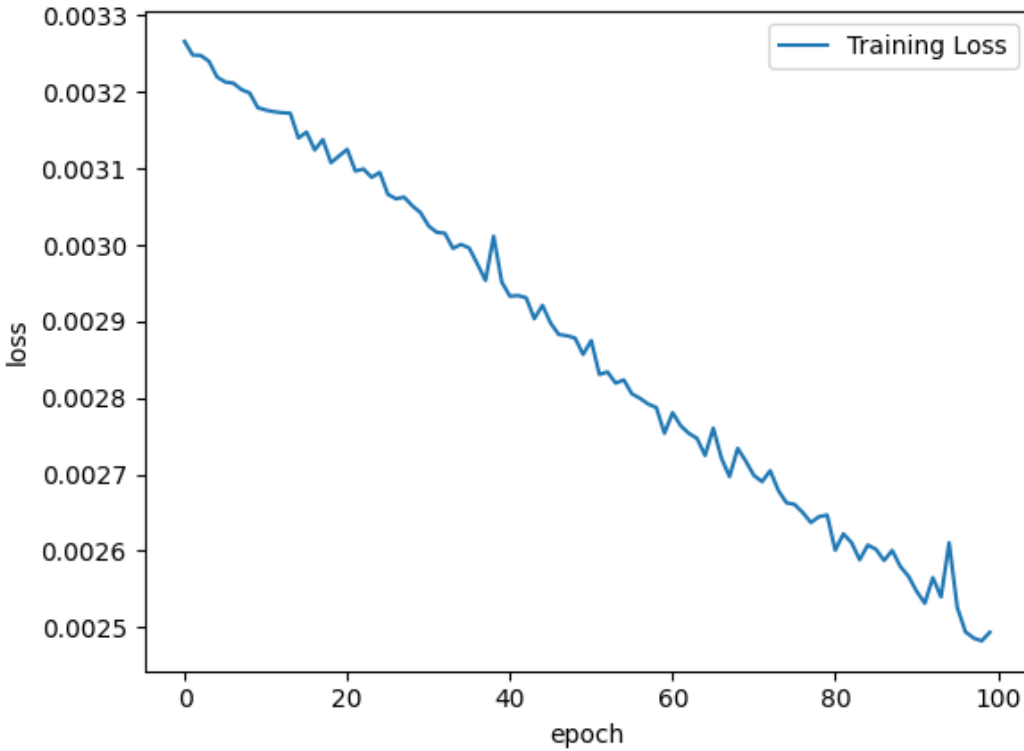
Tabel 4.1 menunjukkan hasil dari 5 *epoch* terakhir dengan label MSE dan RMSE sebagai nilai *loss* untuk pelatihan. Pada *epoch* terakhir, nilai MSE dan RMSE yang diperoleh adalah 0.00326 dan 0.05716.

Tabel 4. 1 Nilai *training loss* pelatihan model 1

Epoch	MSE	RMSE
46	0.00328	0.05733
47	0.00327	0.05726
48	0.00328	0.05728
49	0.00326	0.05717
50	0.00326	0.05716

#### 4.1.2 Pelatihan Model 2

Parameter atau konfigurasi yang digunakan untuk pelatihan model 2 seperti yang dipaparkan pada sub-bab 3.14 dengan jumlah epoch 100. Hasil yang didapatkan dari proses pelatihan dapat diamati melalui *history* pelatihan. Pelatihan model menghasilkan *loss* seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Grafik pelatihan model 2

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2, pada *epoch* ke-1 hingga ke-100 nilai *loss* mengalami penurunan hingga *epoch* terakhir dengan pola naik turun.

Tabel 4.2 menunjukkan hasil dari 5 *epoch* terakhir dengan label MSE dan RMSE sebagai nilai *loss* untuk pelatihan. Pada *epoch* terakhir, nilai MSE dan RMSE yang diperoleh adalah 0.00249 dan 0.04993.

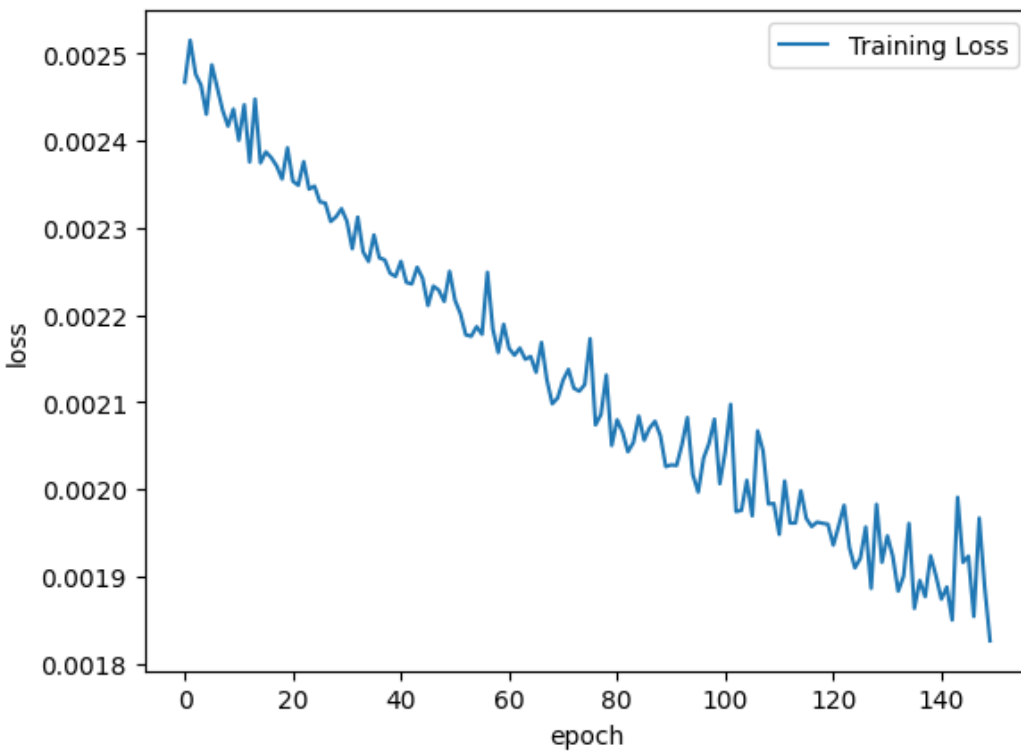
Tabel 4. 2 Nilai *training loss* pelatihan model 2

Epoch	MSE	RMSE
96	0.00252	0.05025
97	0.00249	0.04994
98	0.00248	0.04986
99	0.00248	0.04982
100	0.00249	0.04993

#### 4.1.3 Pelatihan Model 3

Parameter atau konfigurasi yang digunakan untuk pelatihan model 3 seperti yang dipaparkan pada sub-bab 3.14 dengan jumlah epoch 150. Hasil yang didapatkan dari proses

pelatihan dapat diamati melalui *history* pelatihan. Pelatihan model menghasilkan *loss* seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Grafik pelatihan model 3

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3, pada *epoch* ke-1 hingga ke-150 nilai *loss* mengalami penurunan hingga *epoch* terakhir, meskipun sempat terjadi peningkatan pada beberapa titik *epoch* ke tetapi tetap menurun hingga akhir.

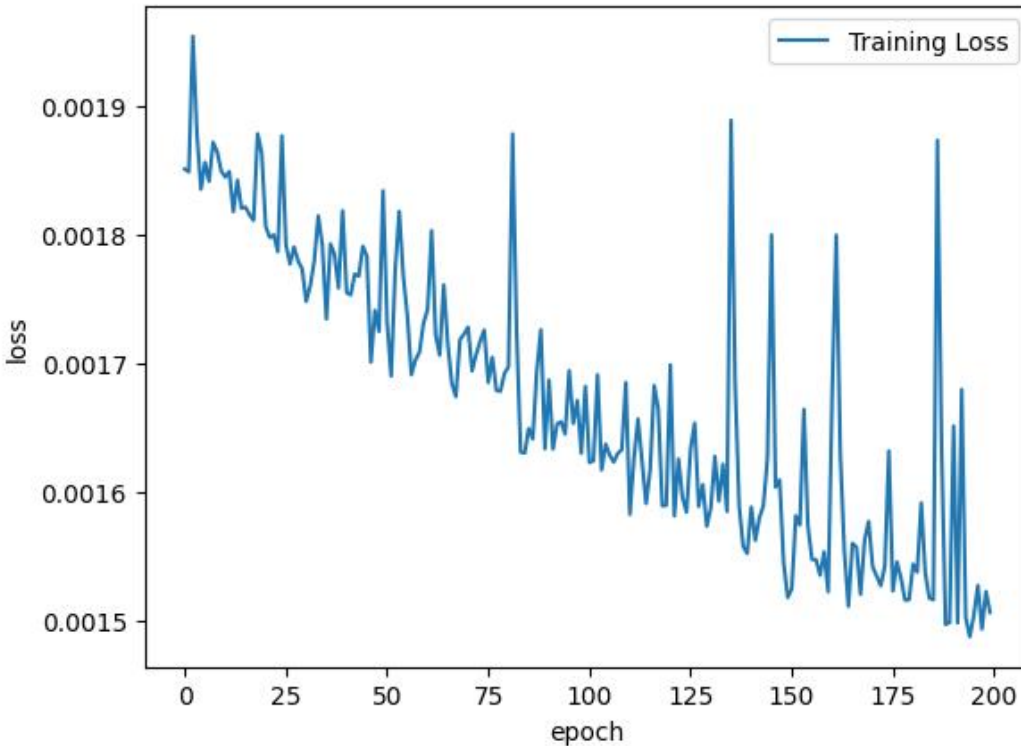
Tabel 4.3 menunjukkan hasil dari 5 *epoch* terakhir dengan label MSE dan RMSE sebagai nilai *loss* untuk pelatihan. Pada *epoch* terakhir, nilai MSE dan RMSE yang diperoleh adalah 0.00182 dan 0.04273.

Tabel 4. 3 Nilai *training loss* pelatihan model 3

Epoch	MSE	RMSE
146	0.00192	0.04385
147	0.00185	0.04305
148	0.00196	0.04434
149	0.00188	0.04345
150	0.00182	0.04273

#### 4.1.4 Pelatihan Model 4

Parameter atau konfigurasi yang digunakan untuk pelatihan model 4 seperti yang dipaparkan pada sub-bab 3.14 dengan jumlah epoch 200. Hasil yang didapatkan dari proses pelatihan dapat diamati melalui *history* pelatihan. Pelatihan model menghasilkan *loss* seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Grafik pelatihan model 4

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4, pada *epoch* ke-1 hingga ke-200 nilai *loss* mengalami penurunan hingga *epoch* terakhir, pada pelatihan ini, *loss* sering meningkat secara signifikan tetapi tetap menurun dari nilai awal.

Tabel 4.4 menunjukkan hasil dari 5 *epoch* terakhir dengan label MSE dan RMSE sebagai nilai *loss* untuk pelatihan. Pada *epoch* terakhir, nilai MSE dan RMSE yang diperoleh adalah 0.00150 dan 0.03881.

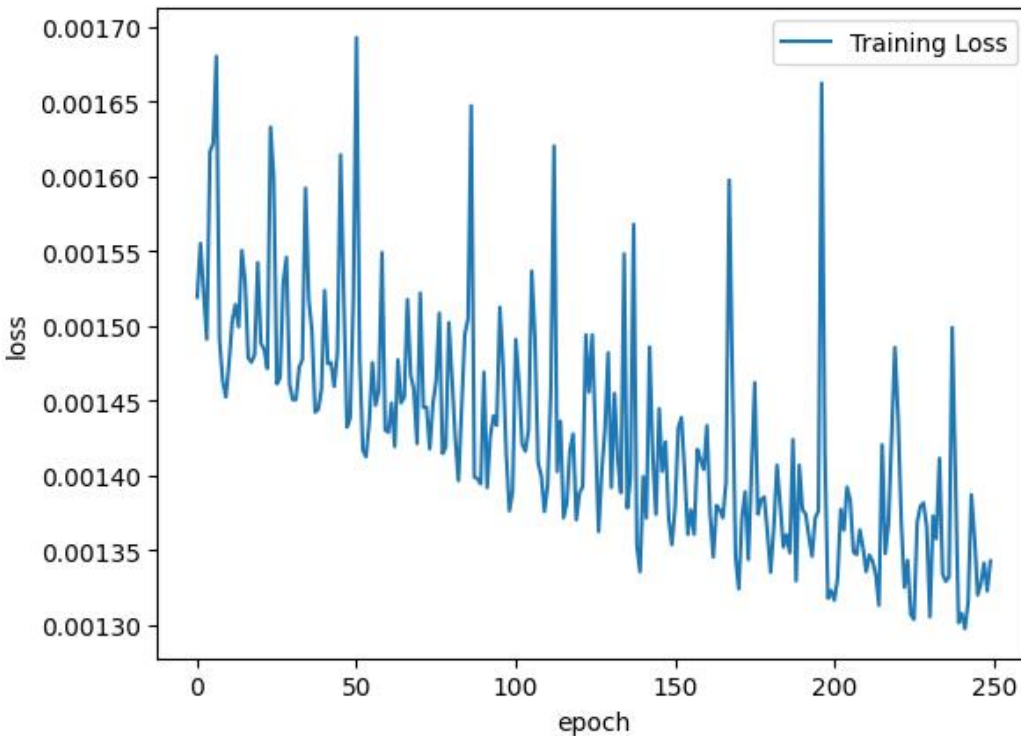
Tabel 4. 4 Nilai *training loss* pelatihan model 4

Epoch	MSE	RMSE
196	0.00150	0.03878
197	0.00152	0.03908
198	0.00149	0.03864
199	0.00152	0.03902

200	0.00150	0.03188
-----	---------	---------

#### 4.1.5 Pelatihan Model 5

Parameter atau konfigurasi yang digunakan untuk pelatihan model 5 seperti yang dipaparkan pada sub-bab 3.14 dengan jumlah epoch 250. Hasil yang didapatkan dari proses pelatihan dapat diamati melalui *history* pelatihan. Pelatihan model menghasilkan *loss* seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Grafik pelatihan model 5

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5, pada *epoch* ke-1 hingga ke-250 nilai *loss* mengalami penurunan signifikan pada *epoch ke-1* hingga *epoch* terakhir, pada pelatihan ini, sering menurunnya *epoch*, grafik menunjukkan penurunan yang stabil.

Tabel 4.5 menunjukkan hasil dari 5 *epoch* terakhir dengan label MSE dan RMSE sebagai nilai *loss* untuk pelatihan. Pada *epoch* terakhir, nilai MSE dan RMSE yang diperoleh adalah 0.00134 dan 0.03664.

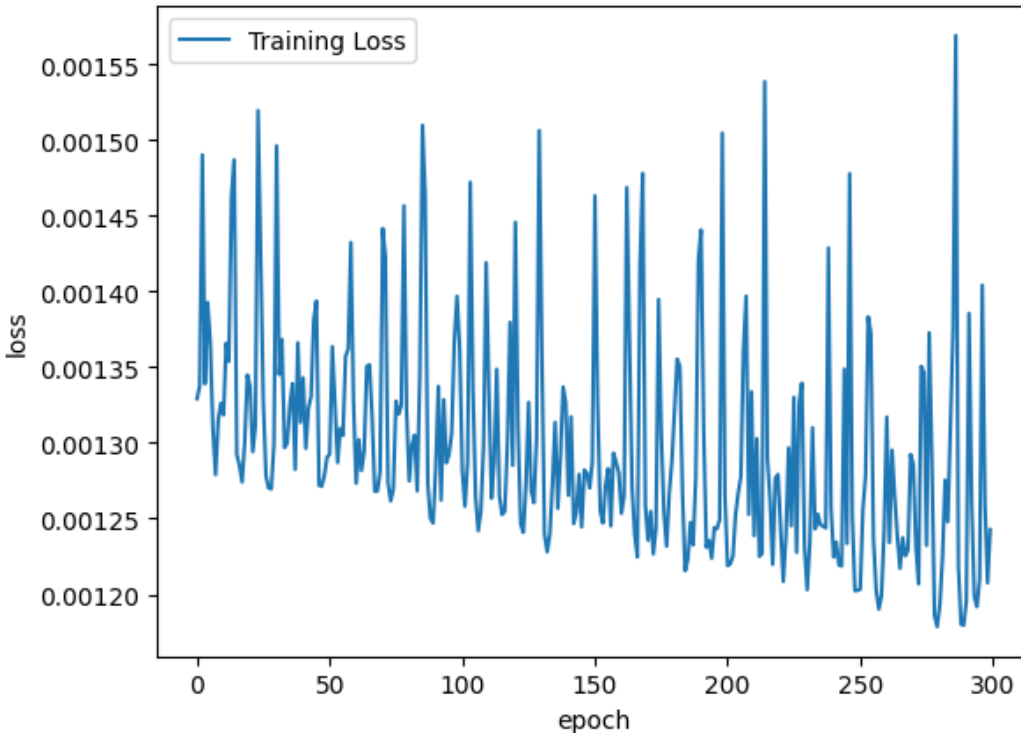
Tabel 4. 5 Nilai *training loss* pelatihan model 5

Epoch	MSE	RMSE
246	0.00132	0.03633
247	0.00132	0.03643

248	0.00134	0.03662
249	0.00132	0.03637
250	0.00134	0.03664

#### 4.1.6 Pelatihan Model 6

Parameter atau konfigurasi yang digunakan untuk pelatihan model 6 seperti yang dipaparkan pada sub-bab 3.14 dengan jumlah epoch 300. Hasil yang didapatkan dari proses pelatihan dapat diamati melalui *history* pelatihan. Pelatihan model menghasilkan *loss* seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Grafik pelatihan model 6

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6, pada *epoch* ke-1 hingga ke-300 nilai *loss* terus mengalami penurunan hingga *epoch* terakhir, pada pelatihan ini, *loss* beberapa kali meningkat secara signifikan tetapi tetap menurun dari nilai awal.

Tabel 4.6 menunjukkan hasil dari 5 *epoch* terakhir dengan label MSE dan RMSE sebagai nilai *loss* untuk pelatihan. Pada *epoch* terakhir, nilai MSE dan RMSE yang diperoleh adalah 0.00124 dan 0.03525.

Tabel 4. 6 Nilai *training loss* pelatihan model 6

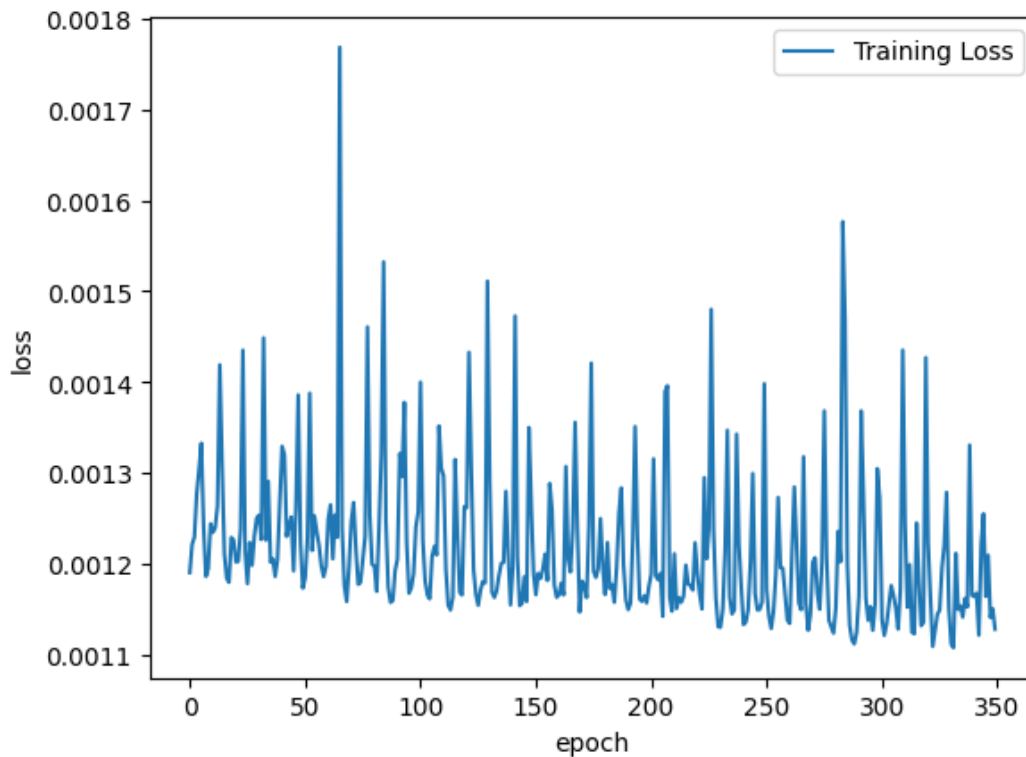
Epoch	MSE	RMSE
296	0.00121	0.03478
297	0.00140	0.03747
298	0.00126	0.03550
299	0.00128	0.03475



300	0.00124	0.03525
-----	---------	---------

#### 4.1.7 Pelatihan Model 7

Parameter atau konfigurasi yang digunakan untuk pelatihan model 7 seperti yang dipaparkan pada sub-bab 3.14 dengan jumlah epoch 350. Hasil yang didapatkan dari proses pelatihan dapat diamati melalui *history* pelatihan. Pelatihan model menghasilkan *loss* seperti pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Grafik pelatihan model 7

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7, pada *epoch* ke-1 hingga ke-350 nilai *loss* terus mengalami penurunan hingga *epoch* terakhir, pada pelatihan ini, *loss* beberapa kali meningkat secara signifikan tetapi tetap menurun dari nilai awal.

Tabel 4.7 menunjukkan hasil dari 5 *epoch* terakhir dengan label MSE dan RMSE sebagai nilai *loss* untuk pelatihan. Pada *epoch* terakhir, nilai MSE dan RMSE yang diperoleh adalah 0.00112 dan 0.03359.

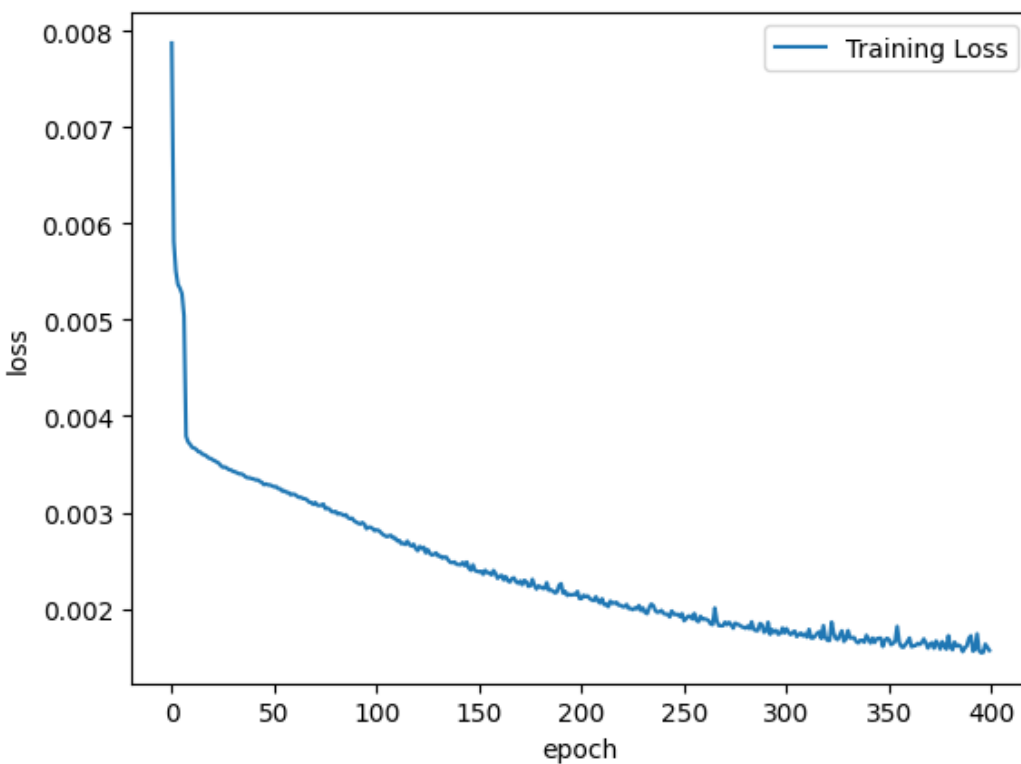
Tabel 4. 7 Nilai *training loss* pelatihan model 7

Epoch	MSE	RMSE
346	0.00116	0.03412

347	0.00121	0.03478
348	0.00114	0.03378
349	0.00115	0.03392
350	0.00112	0.03359

### 3.1.1 Pelatihan Model 8

Parameter atau konfigurasi yang digunakan untuk pelatihan model 8 seperti yang dipaparkan pada sub-bab 3.14 dengan jumlah epoch 400. Hasil yang didapatkan dari proses pelatihan dapat diamati melalui *history* pelatihan. Pelatihan model menghasilkan *loss* seperti pada Gambar 4.8.S



Gambar 4. 8 Grafik pelatihan model 8

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.8, pada *epoch* ke-1 hingga ke-400 nilai *loss* terus mengalami penurunan hingga *epoch* terakhir, pada pelatihan ini, *loss* beberapa kali meningkat secara signifikan tetapi tetap menurun dari nilai awal.

Tabel 4.8 menunjukkan hasil dari 5 *epoch* terakhir dengan label MSE dan RMSE sebagai nilai *loss* untuk pelatihan. Pada *epoch* terakhir, nilai MSE dan RMSE yang diperoleh adalah 0.00156 dan 0.03956.

Tabel 4. 8 Nilai training loss pelatihan model 8

Epoch	MSE	RMSE
396	0.00154	0.03924
397	0.00154	0.03930
398	0.00163	0.04037
399	0.00159	0.03999
400	0.00156	0.03956

Berikut adalah perbandingan nilai MSE dan RMSE dari tiap pelatihan model.

Tabel 4.9 Hasil loss pelatihan setiap model

Model	MSE	RMSE
1	0.00326	0.05716
2	0.00249	0.04993
3	0.00182	0.04273
4	0.00150	0.03188
5	0.00134	0.03664
6	0.00124	0.03525
7	0.00112	0.03359
8	0.00156	0.03956

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada tabel 4.9, terlihat bahwa nilai MSE dan RMSE mengalami perubahan seiring bertambahnya *epoch* yang digunakan.

Pada tahap selanjutnya yaitu menganalisis data model pelatihan dengan cara perbandingan langsung dan menganalisis grafik. Perbandingan langsung dilakukan untuk membandingkan nilai loss dan akurasi prediksi dari masing-masing model secara langsung. Kemudian, analisis grafik untuk mengidentifikasi pola dan tren dalam data, memungkinkan evaluasi menyeluruh terhadap kinerja model.

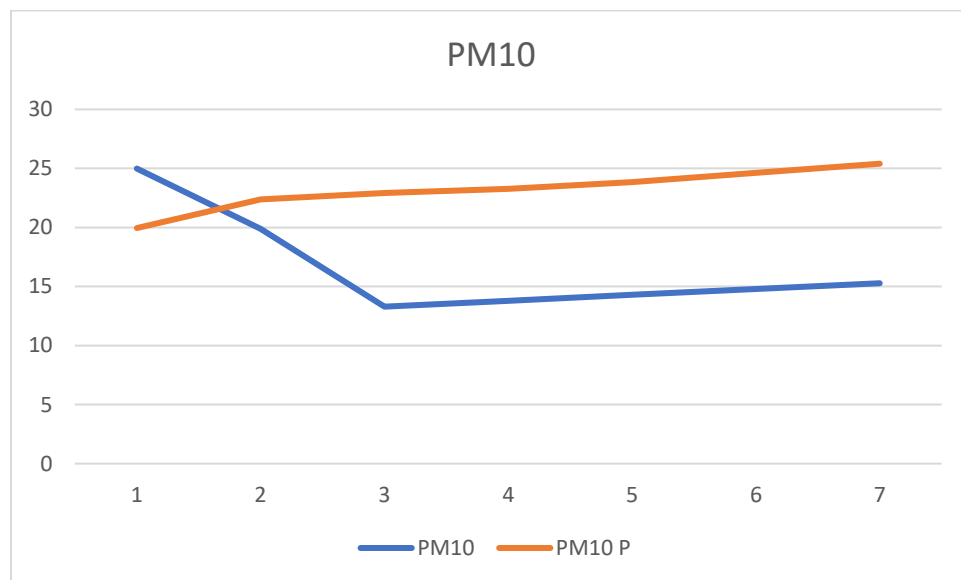
Pada pelatihan ke-5 sampai ke-3 pelatihan model yang terjadi tidak terlalu signifikan, sehingga model 3 akan digunakan untuk memprediksi parameter yang mempengaruhi kualitas udara.

## 1.2 Hasil Pengujian

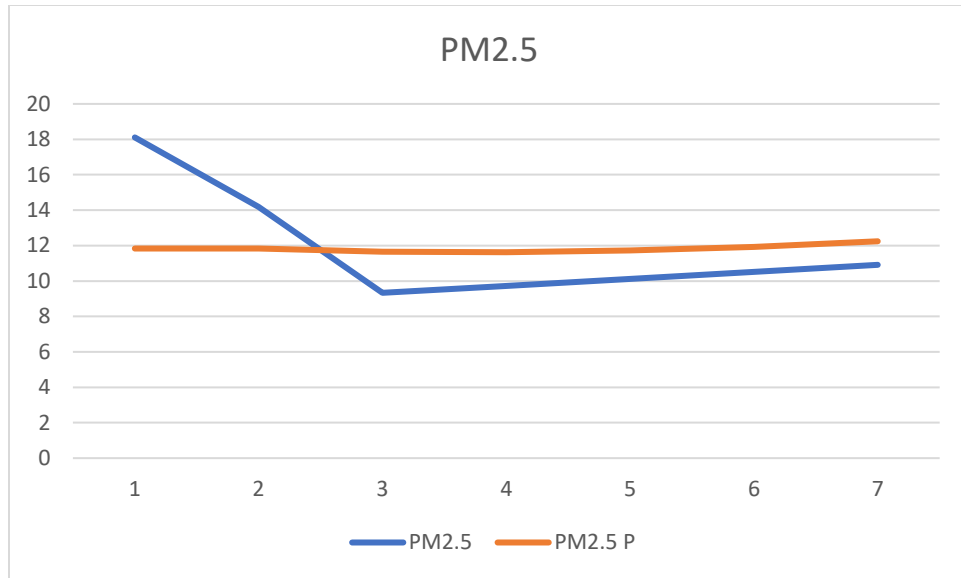
Setelah menganalisis hasil pelatihan model 3 dengan jumlah *epoch* yang berbeda (50-400), saya menemukan bahwa model dengan *epoch* 150 memiliki keseimbangan terbaik antara minimalisasi loss dan akurasi prediksi.

Model 3 dengan 150 *epoch* merupakan pilihan terbaik karena berhasil mencapai *loss* terendah sebesar 0,0147, serta menunjukkan akurasi prediksi yang tinggi mendekati data  $\square$ ctual $\square$ . Keseimbangan antara kompleksitas model dan kesederhanaan ini menghindari overfitting dan underfitting, sehingga hasilnya stabil dan konsisten. Selain itu, jumlah *epoch* yang optimal ini tidak memboroskan sumber daya komputasi, membuat model ini efisien dan efektif untuk memprediksi parameter polusi udara.

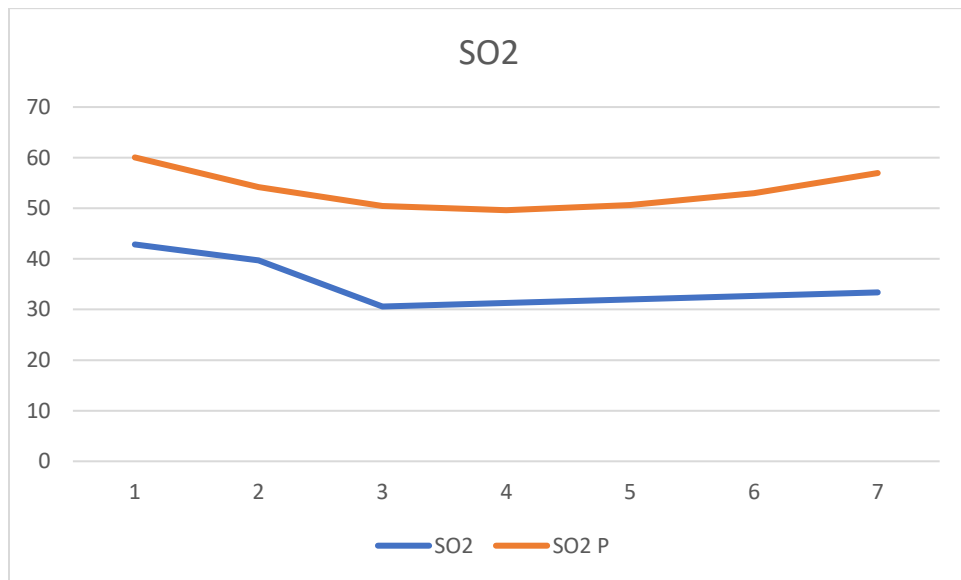
Model 3 pelatihan dengan *epoch* 150 merupakan pilihan terbaik karena menawarkan keseimbangan optimal antara minimalisasi *loss*, akurasi prediksi, dan stabilitas. Model ini dapat digunakan sebagai acuan untuk memprediksi parameter polusi udara dengan  $\square$ ctual $\square$  keakuratan yang tinggi.



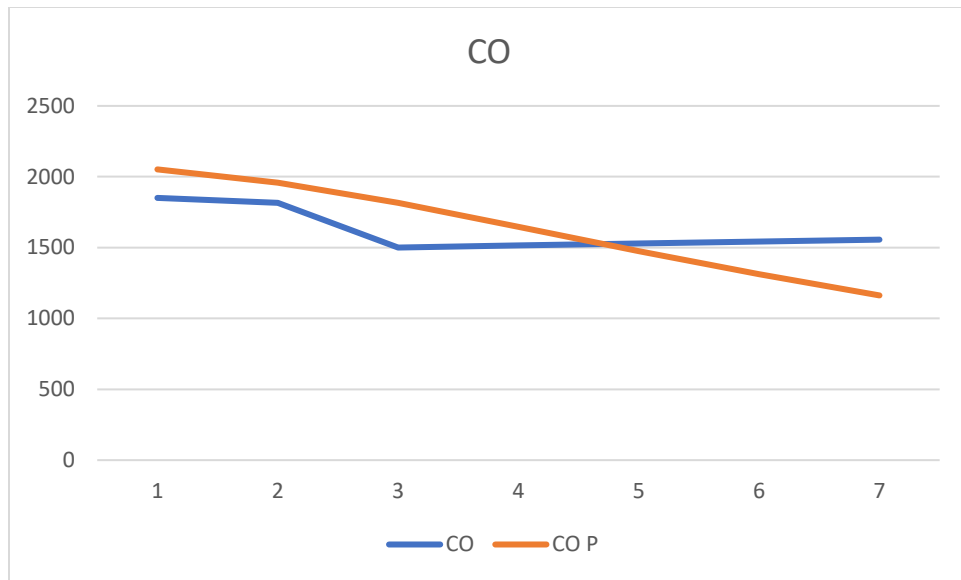
Gambar 4. 9 Hasil prediksi 1 minggu PM10



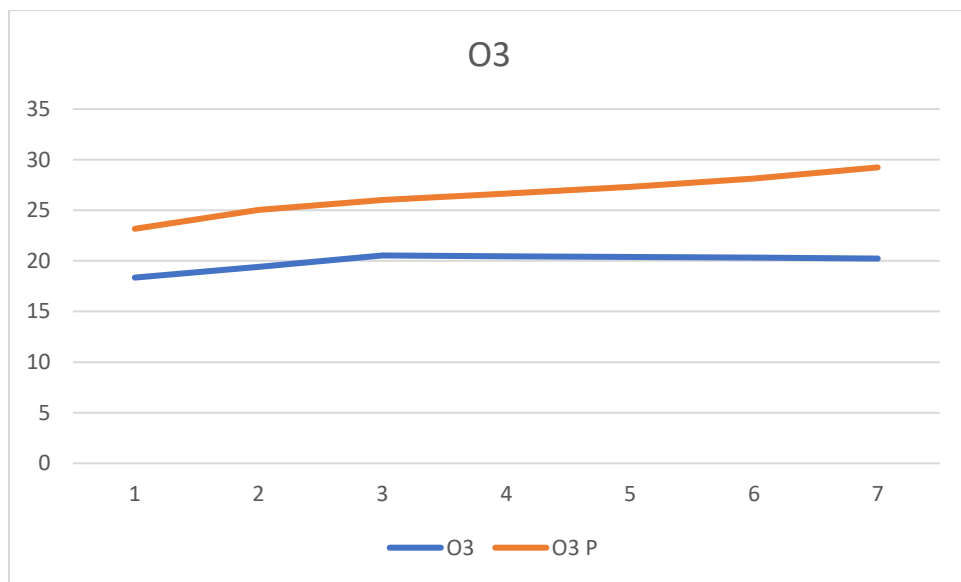
Gambar 4. 10 Hasil prediksi 1 minggu PM2.5



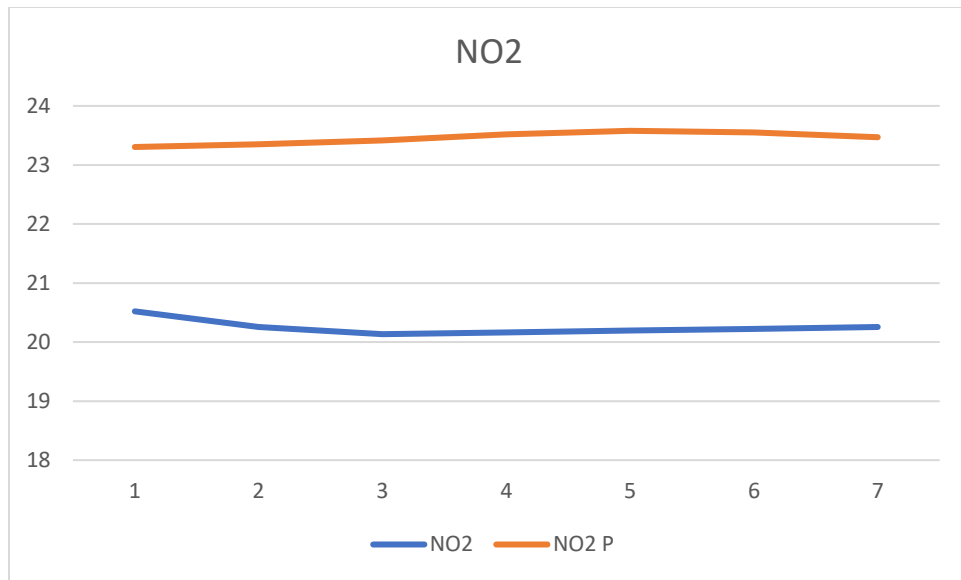
Gambar 4. 11 Hasil prediksi 1 minggu SO<sub>2</sub>



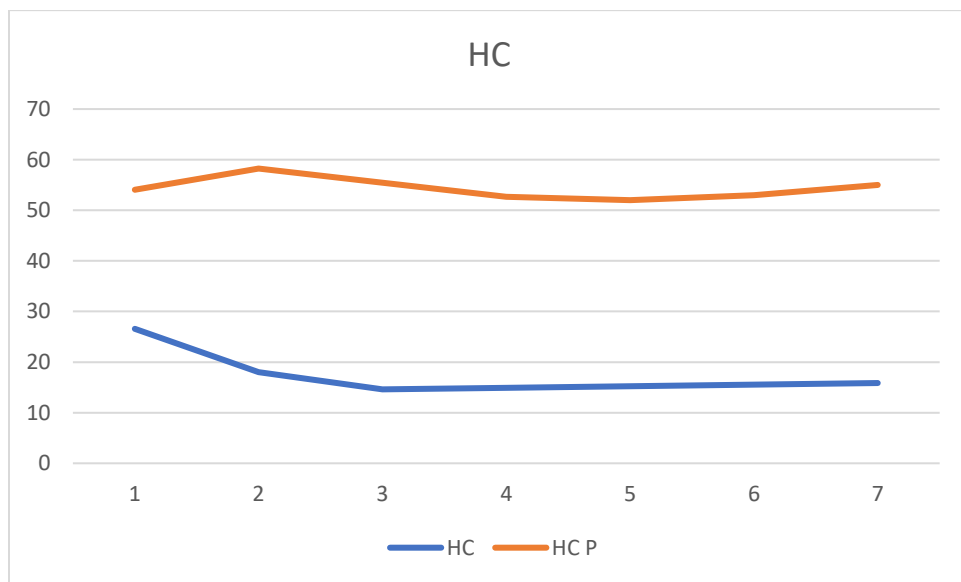
Gambar 4. 12 Hasil prediksi 1 minggu CO



Gambar 4. 13 Hasil prediksi 1 minggu O<sub>3</sub>

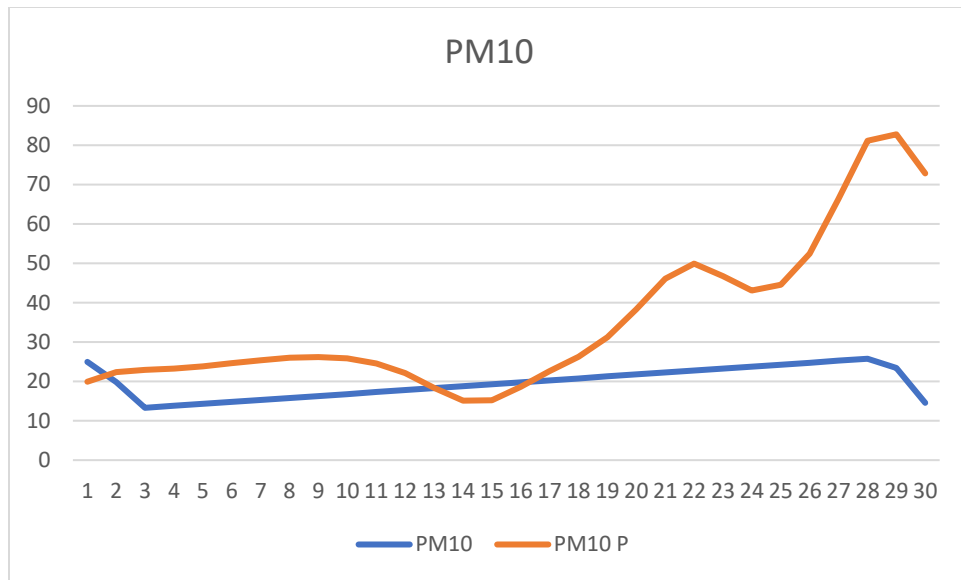


Gambar 4. 14 Hasil prediksi 1 minggu NO<sub>2</sub>

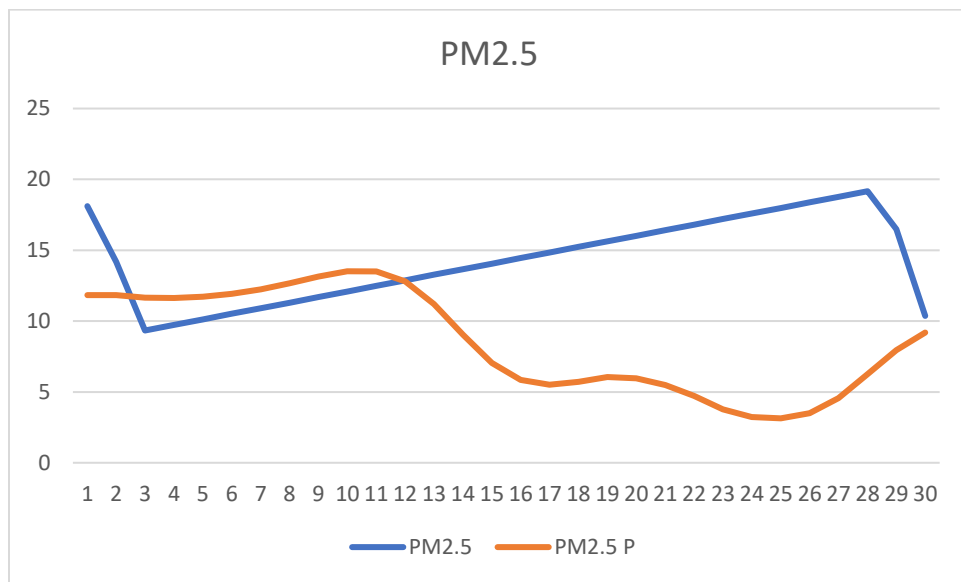


Gambar 4. 15 Hasil prediksi 1 minggu HC

Gambar dari hasil prediksi menunjukkan perbandingan antara data actual dan hasil prediksi nilai parameter yang mempengaruhi kualitas udara selama 1 minggu. Garis biru merupakan data aktual sedangkan garis merah merupakan hasil prediksi. Dari grafik-grafik data diatas, data aktual menunjukkan perununan dan kenaikan yang cenderung stabil. Sedangkan pada data prediksi menunjukan garis yang cukup stabil tanpa mengikuti pola fluktuasi data aktual.

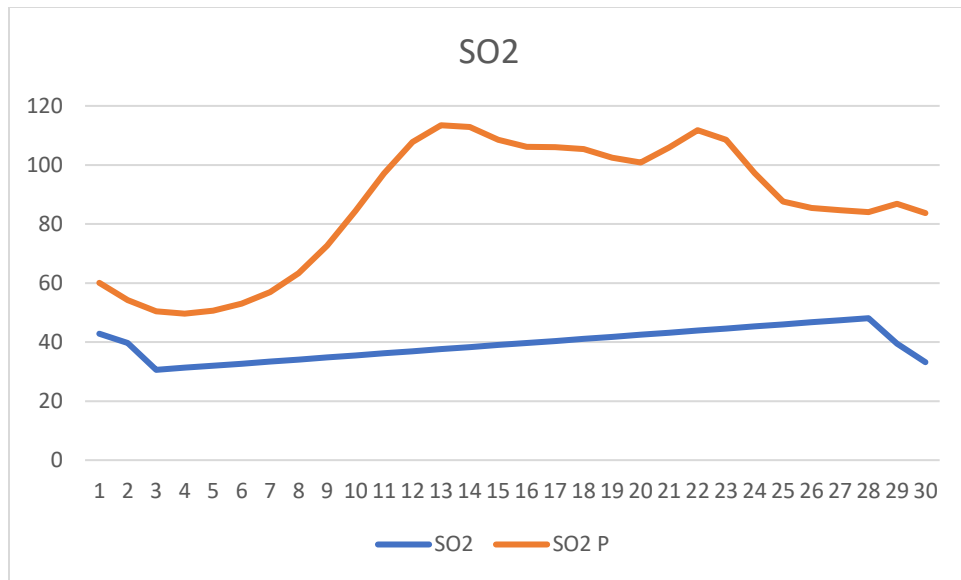


Gambar 4. 16 Hasil prediksi 1 bulan PM10

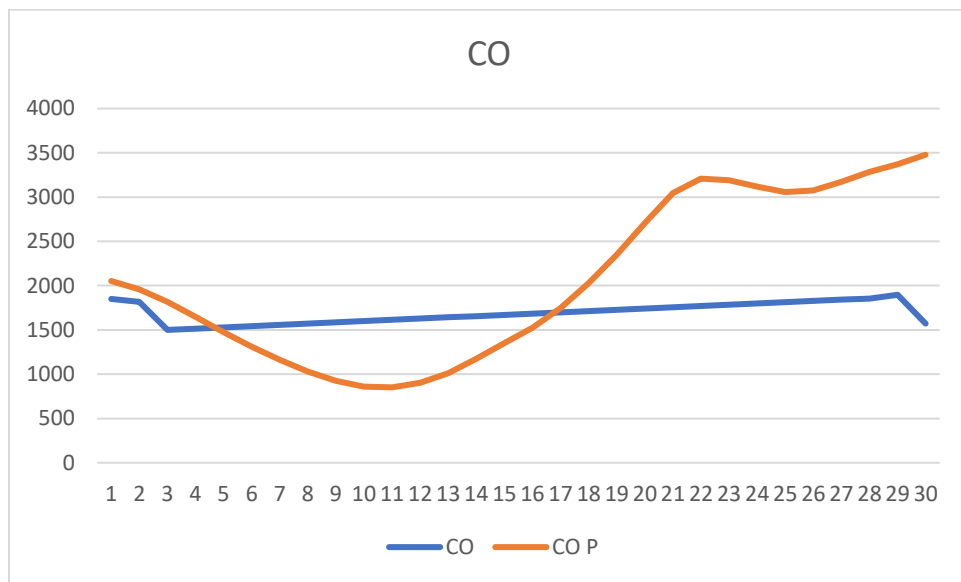


Gambar 4. 17 Hasil prediksi 1 bulan PM2.5

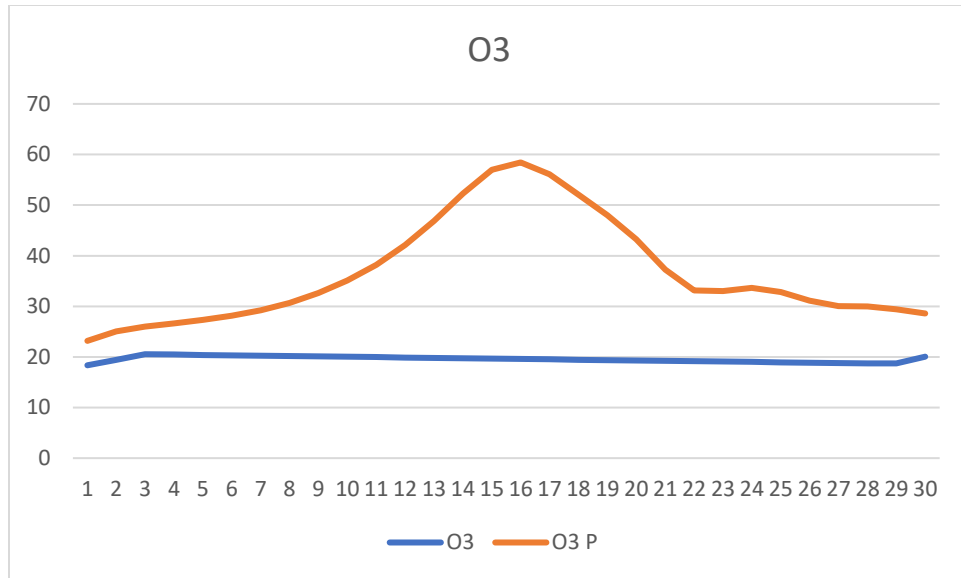




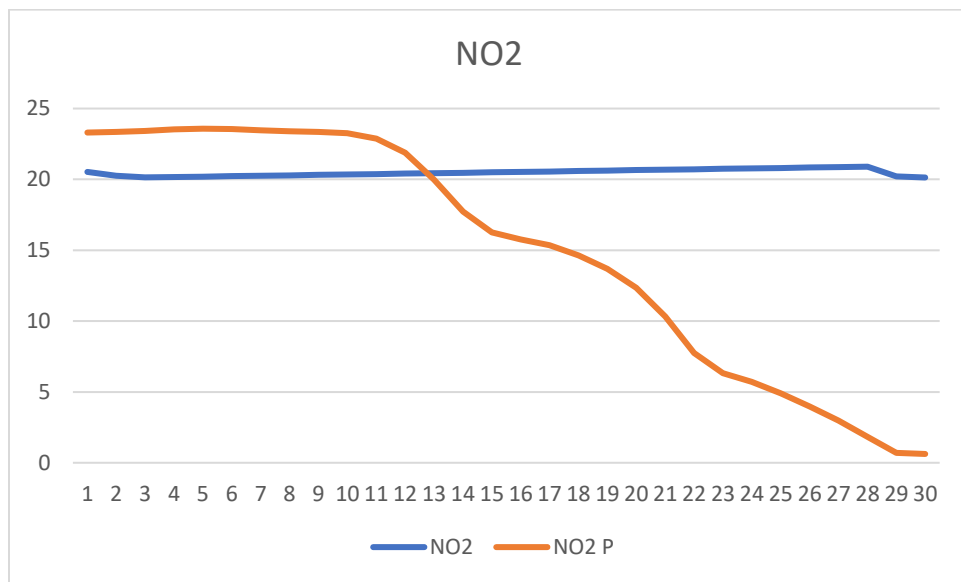
Gambar 4. 18 Hasil prediksi 1 bulan SO<sub>2</sub>



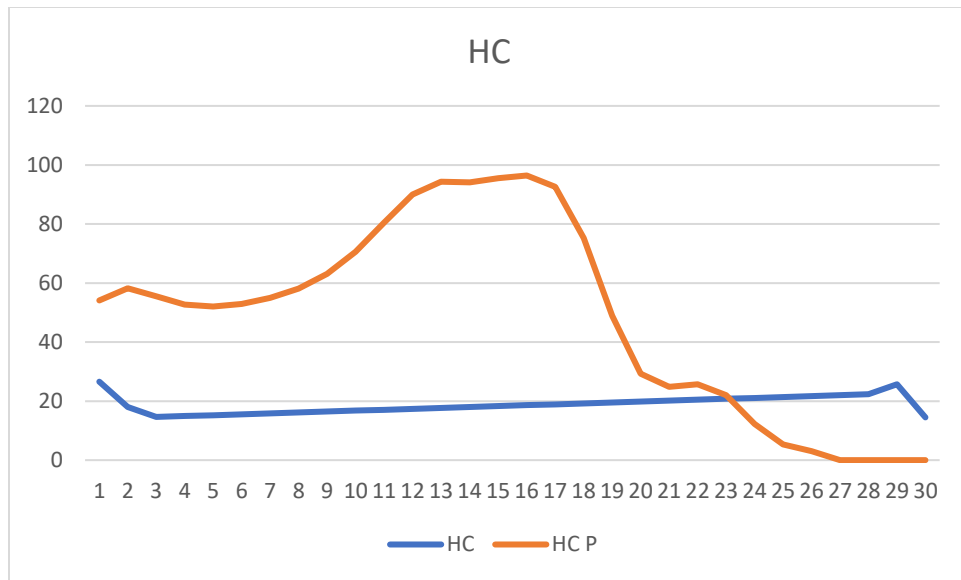
Gambar 4. 19 Hasil prediksi 1 bulan CO



Gambar 4. 20 Hasil prediksi 1 bulan O<sub>3</sub>



Gambar 4. 21 Hasil prediksi 1 bulan NO<sub>2</sub>



Gambar 4. 22 Hasil prediksi 1 bulan HC

Grafik-grafik diatas menunjukkan perbandingan antara data ☐ctual dan hasil prediksi nilai parameter kualitas udara selama 1 bulan. Garis biru merupakan data ☐ctual yang menunjukkan pola fluktuasi, termasuk bebrapa peningkatan dan penurunan. Sedangkan garis merah merupakan hasil prediksi yang mampu mengikuti pola data actual secara umum, tetapi tidak secara detail.

Berikut adalah nilai MSE dan RMSE dari hasil prediksi model 3 yang dilakukan.

Tabel 4. 10 Nilai MSE dan RMSE 1 hari pengujian model 3

Hasil prediksi dalam 1 hari		
Parameter	MSE	RMSE
PM10	25.37701	5.03756
PM2.5	39.2594	6.265732
SO <sub>2</sub>	295.8006	17.19885
CO	40488.41	201.2173
O <sub>3</sub>	23.26946	4.823843
NO <sub>2</sub>	7.746829	2.783313
HC	755.2139	27.48116

Tabel 4. 11 Nilai MSE dan RMSE 1 minggu pengujian model 3

Hasil prediksi dalam 7 hari		
Parameter	MSE	RMSE
PM10	72.04357	8.487849
PM2.5	8.598079	2.932248
SO <sub>2</sub>	364.5755	19.09386
CO	55585.58	235.7659
O <sub>3</sub>	44.79874	6.693186
NO <sub>2</sub>	10.30965	3.210865
HC	1393.62	37.33122

Tabel 4. 12 Nilai MSE dan RMSE 1 bulan pengujian model 3

Hasil prediksi dalam 30 hari		
Parameter	MSE	RMSE
PM10	546.3726	23.37462
PM2.5	70.79878	8.414201
SO <sub>2</sub>	2604.698	51.03624
CO	837569.3	915.1881
O <sub>3</sub>	394.7589	19.86854
NO <sub>2</sub>	100.9789	10.04883
HC	2055.259	45.33496

### **4.3 Pembahasan**