

# RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING POLUSI UDARA MULTI TITIK DENGAN DATA PREPROCESSING

(DESIGN OF A MULTI POINT AIR POLLUTION MONITORING  
SYSTEM WITH DATA PREPROCESSING)

Disusun Oleh :  
Giovano Trihade Putra  
1102184045

Pembimbing 1 :  
IG. Prasetya Dwi Wibawa, S.T., M.T  
NIP. 14870043

Pembimbing 2 :  
Dr. Meta Kallista, S.Si.,M.Si  
NIP. 18890137



# RANCANG BANGUN ALAT MONITORING POLUSI UDARA MENGGUNAKAN SENSOR MULTI TITIK BERBASIS IOT

(DESIGN OF AN AIR POLLUTION MONITORING TOOL USING  
IOT-BASED MULTI-POINT SENSORS)

Disusun Oleh :  
Steven Mulia Manik  
1102180272

Pembimbing 1:  
IG. Prasetya Dwi Wibawa, S.T., M.T  
NIP. 14870043

Pembimbing 2:  
Dr. Meta Kallista, S.Si.,M.Si  
NIP. 18890137



# "Bagaimana Kualitas Udara di Indonesia, terkhususnya di sekitar kampus kita?"

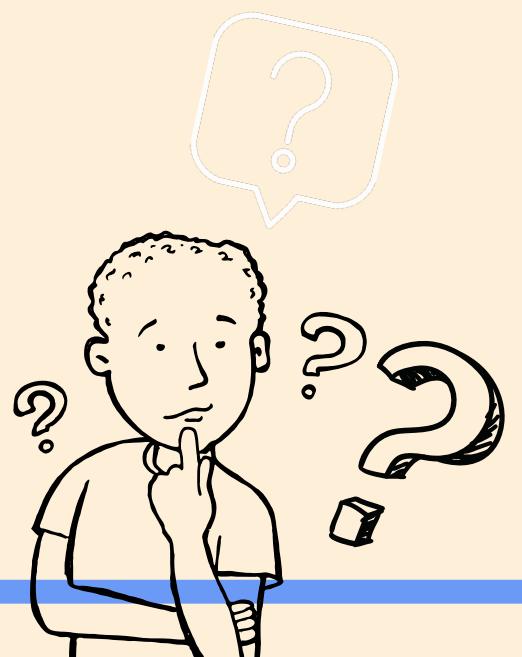


Kualitas udara Indonesia menurun tahun ke tahun, pada 2021 peringkat kualitas udara Indonesia di no.17 (dari 118 data) terburuk di dunia - Index Quality Air (IQAir, 2022)



# Latar Belakang

- Perkembangan ekonomi, teknologi, dan aktivitas kerja masyarakat.
- Kualitas udara yang buruk
- Kurangnya informasi Kondisi Kualitas udara
- Minimnya alat monitoring polusi udara



# Latar Belakang

- Pencemaran adalah dampak negatif dari aktivitas manusia terhadap lingkungan dan kondisi tercemarnya kualitas udara oleh partikel berbahaya.
- Udara tercemar dapat memiliki efek negatif bagi lingkungan.
- Perlu adanya kesadaran masyarakat tentang tingginya polusi udara.



# Rumusan Masalah

- Bagaimana Perancangan alat monitoring polusi udara menggunakan sensor multi titik dalam memantau kualitas udara di beberapa titik berbasis Internet of Things
- Bagaimana cara membuat aplikasi pada Android yang dapat memonitoring polusi udara?

# Tujuan Penelitian

- Merancang dan membangun sistem monitoring yang dapat memantau pencemaran udara di beberapa titik berbasis Internet of Things.
- Merancang sistem komunikasi data menggunakan ESP32 dalam pengiriman data sensor dari alat monitoring untuk dikirim ke database dengan baik, kemudian disajikan pada mobile app agar pengguna dapat melihat nilai kualitas udara .



## Rumusan Masalah

- Bagaimana cara merancang sistem monitoring kualitas udara yang baik?
- Bagaimana cara untuk mendapatkan tingkat akurasi yang tepat menggunakan metode preprocessing?

## Tujuan Penelitian

- Merancang dan menentukan komponen yang dibutuhkan untuk membuat sistem pemantauan polusi udara yang dapat digunakan secara portabel.
- Menganalisis nilai akurasi dari sistem pemantauan polusi udara yang dapat digunakan secara portabel.



# Batasan Masalah

- Sistem pemantauan hanya dapat mendeteksi gas Partikulat Material (PM 10), gas Karbon Monoksida (CO), gas Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>), gas Ozon (O<sub>3</sub>), dan gas Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>)
- Alat monitoring belum terkalibrasi karna keterbatasan alat
- Jarak antara sensor node 1 dan sensor node 2 tidak lebih dari 10 meter.
- Tidak membahas tentang keamanan sistem pada aplikasi.
- Data hasil monitoring ditampilkan melalui mobile app
- Sistem monitoring selalu terhubung dengan jaringan internet



# Batasan Masalah

- Analisis kinerja sistem pemantauan polusi udara hanya difokuskan pada tingkat akurasi dan kehandalan sistem.
- Evaluasi dilakukan hanya pada sistem pemantauan polusi udara yang telah selesai dibuat dan tidak termasuk proses pembuatannya.
- Analisis kinerja dan evaluasi sistem pemantauan polusi udara hanya dilakukan pada kondisi operasi normal dan tidak termasuk kondisi darurat atau kondisi cuaca ekstrem.



## Batasan Masalah

- Sistem pemantauan polusi udara yang dibahas hanya digunakan untuk lingkungan pemukiman saja, tidak termasuk lingkungan industri atau lingkungan lain.
- Analisis kinerja sistem pemantauan polusi udara hanya dilakukan pada satu lokasi saja, tidak termasuk analisis kinerja sistem pemantauan polusi udara di lokasi lain.
- Evaluasi yang dilakukan hanya berdasarkan data yang dihasilkan oleh sistem pemantauan polusi udara saja, tidak termasuk data dari sumber lain.
- Analisis kinerja dan evaluasi sistem pemantauan polusi udara hanya dilakukan dalam jangka waktu yang singkat, tidak termasuk analisis kinerja sistem dalam jangka waktu yang panjang.



# Desain Konsep Solusi

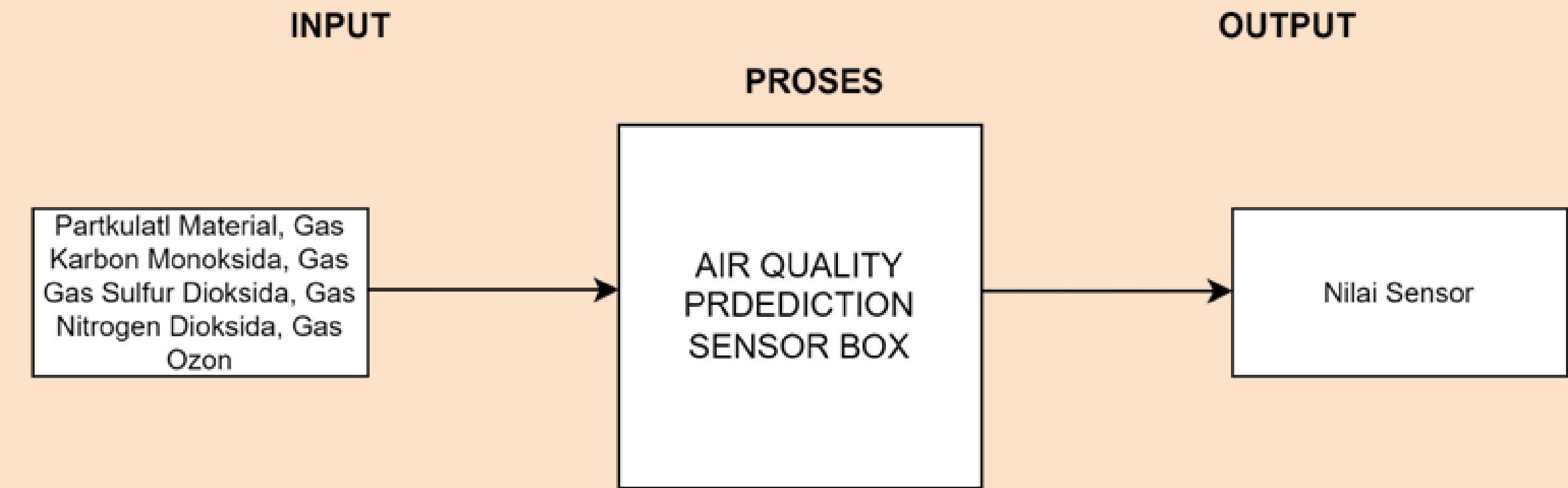


Diagram Konsep Solusi

# Desain Konsep Solusi

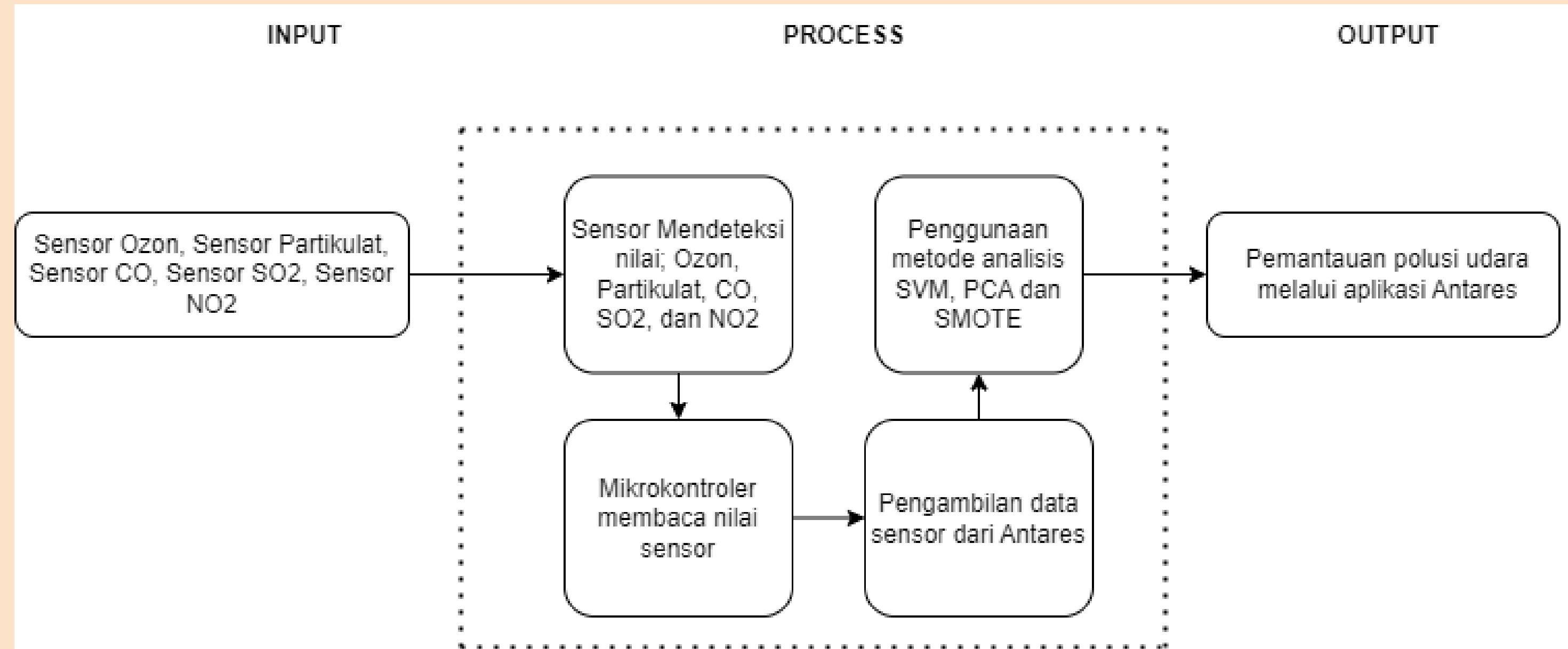
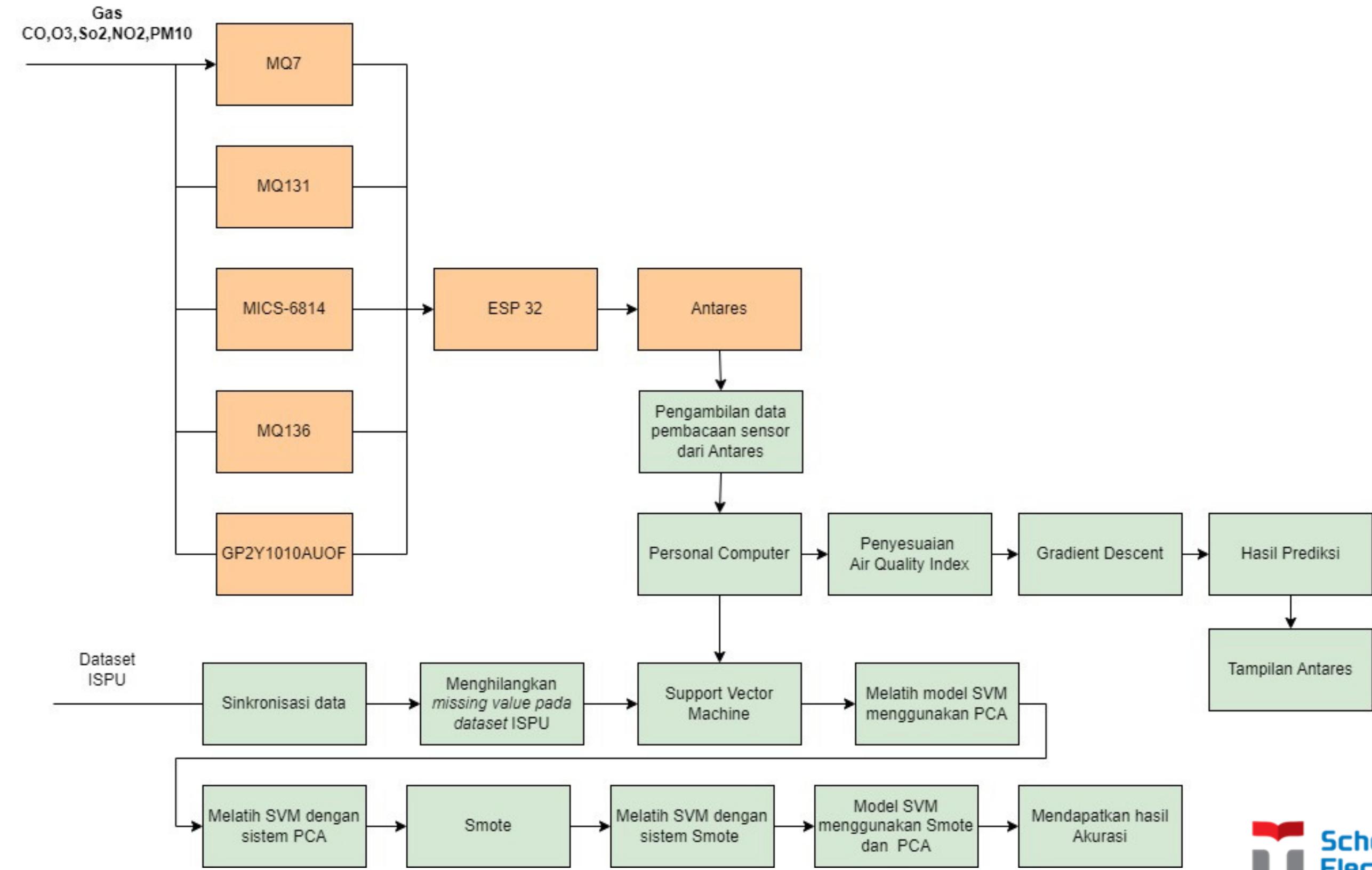
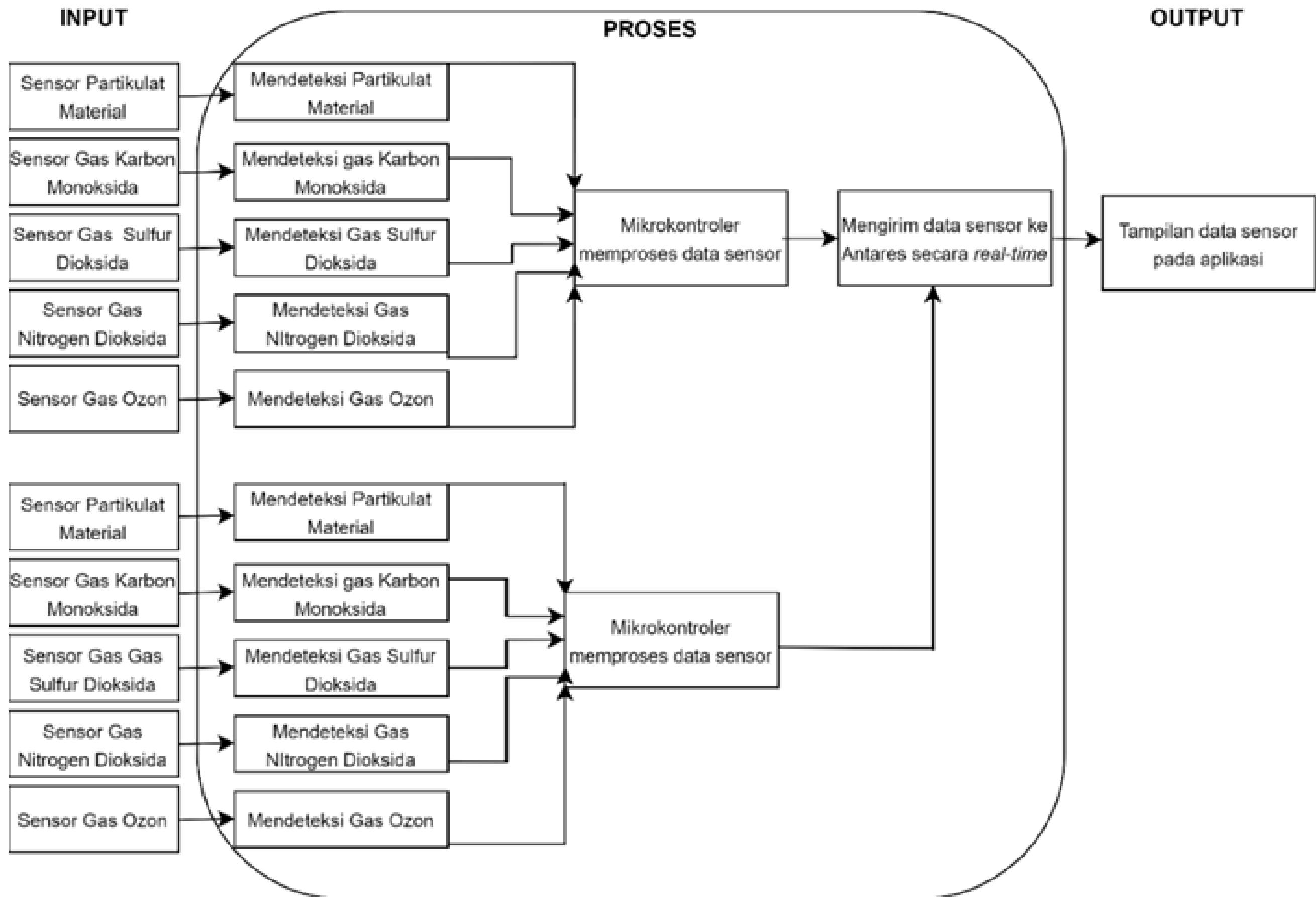


Diagram Konsep Solusi

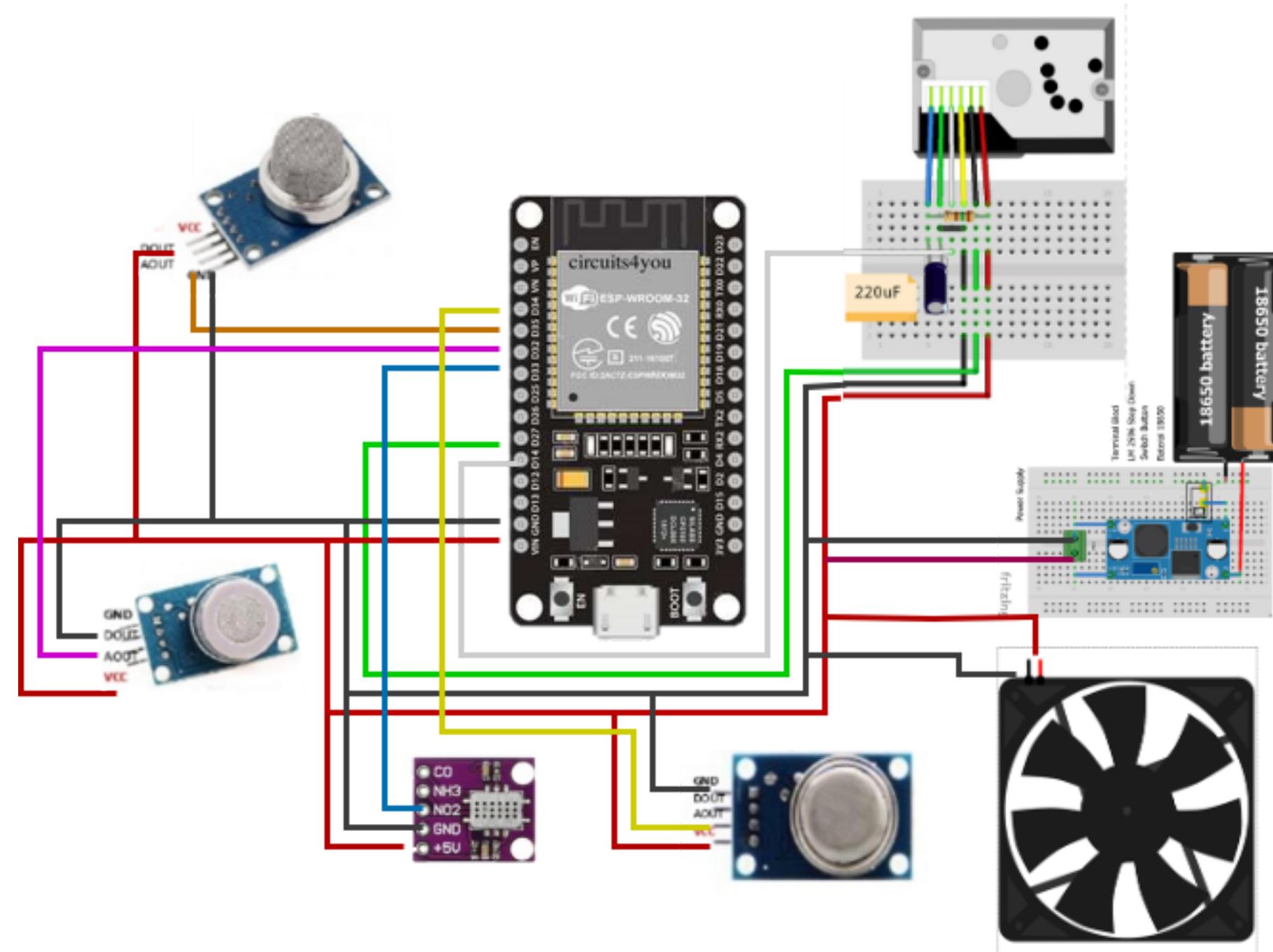
# Diagram Blok Sistem



# Diagram Blok Sistem



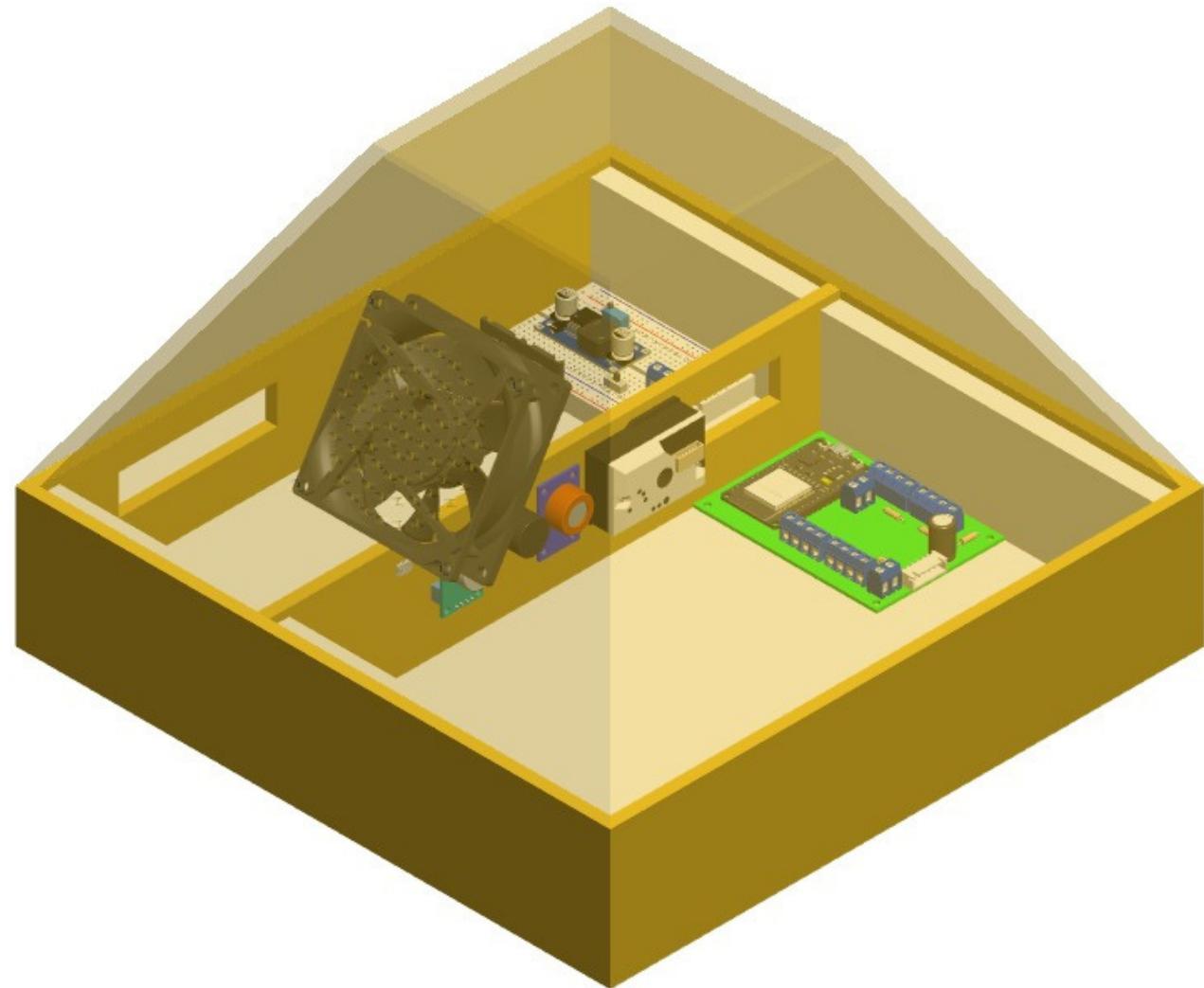
# Desain Perangkat Keras



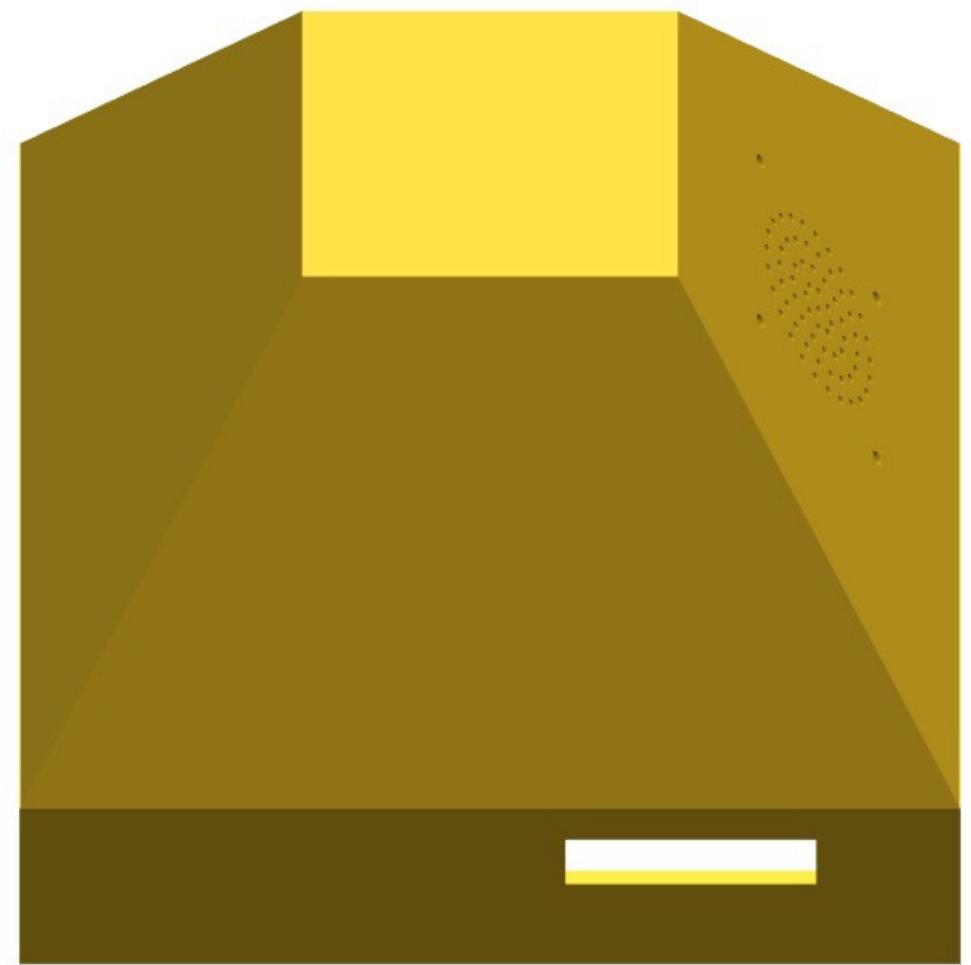
Keterangan :

- MQ 7 pada pin GPIO34
- MQ 131 pada pin GPIO32
- MQ 136 pada pin GPIO35
- MICS6814 pada pin GPIO27
- GP2Y pada pin GPIO33 dan D14
- Baterai dan Kipas pada pin VIN

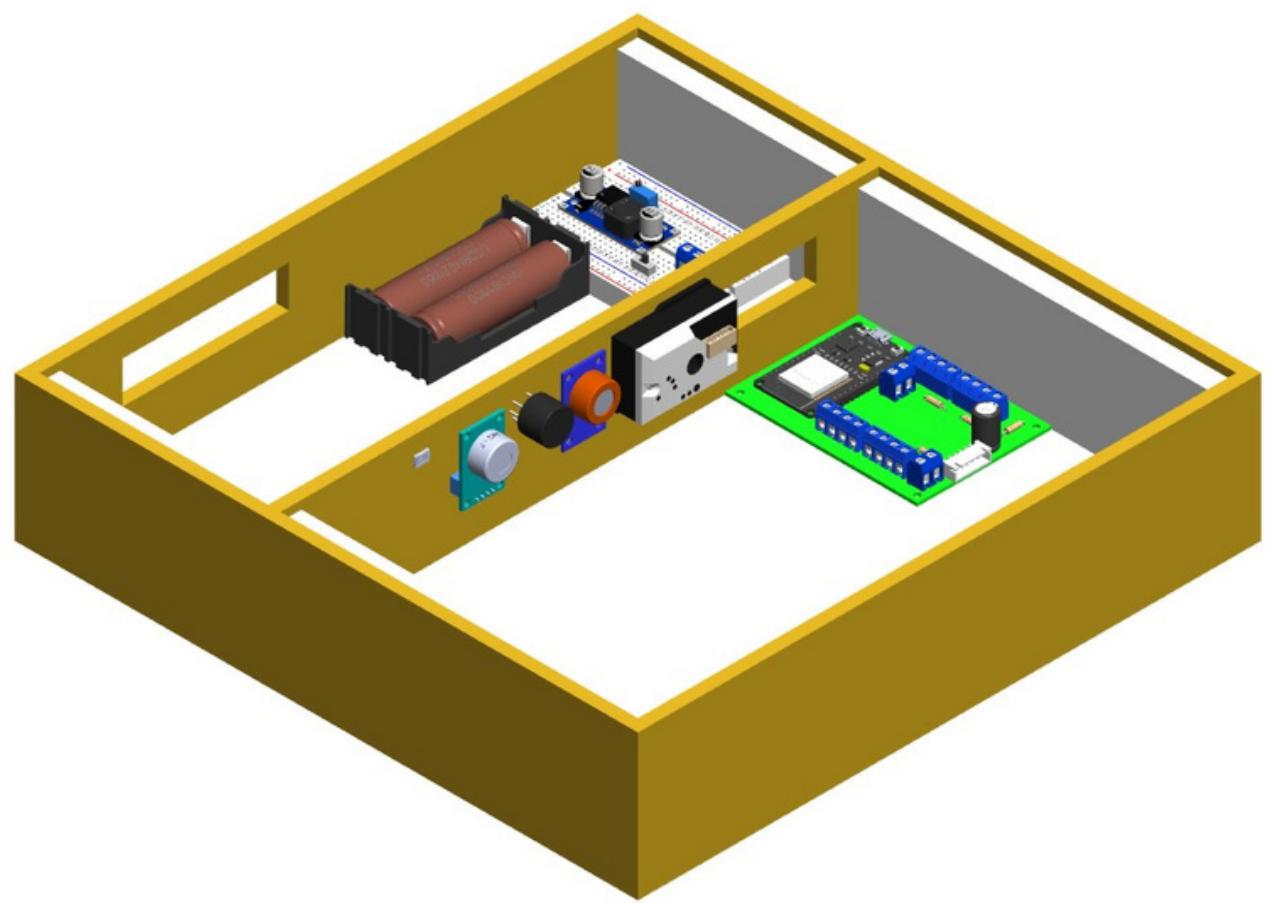
# Desain 3D Perangkat Keras



Desain Perangkat Sistem



Desain Tampak Atas dan Samping



Desain Tampak Dalam Sistem

# Diagram Alir

Diagram Alir Keseluruhan Sistem



Diagram Alir Preprocessing

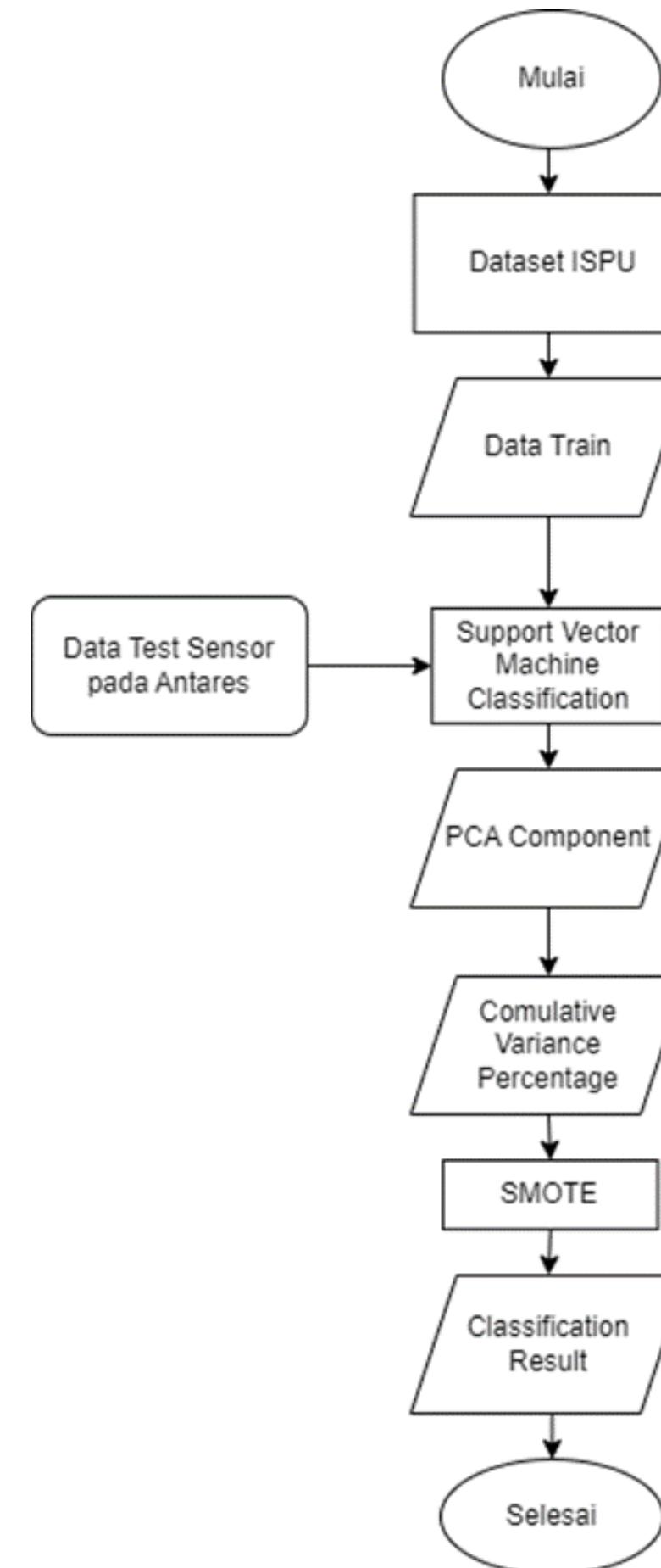
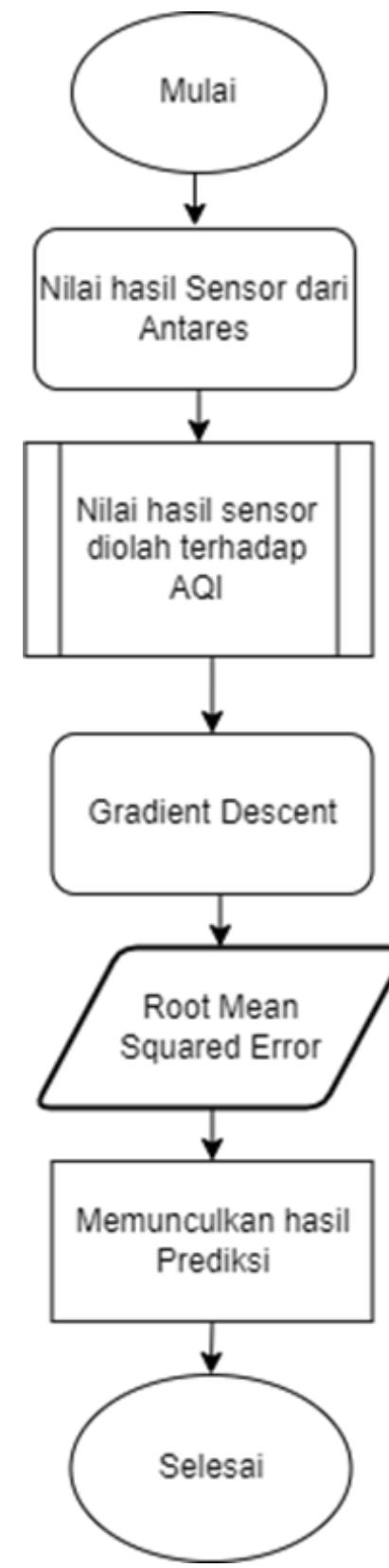


Diagram Alir Prediksi



# Diagram Alir

Diagram Alir Sistem Sensor node 1 dan Sensor Node 2

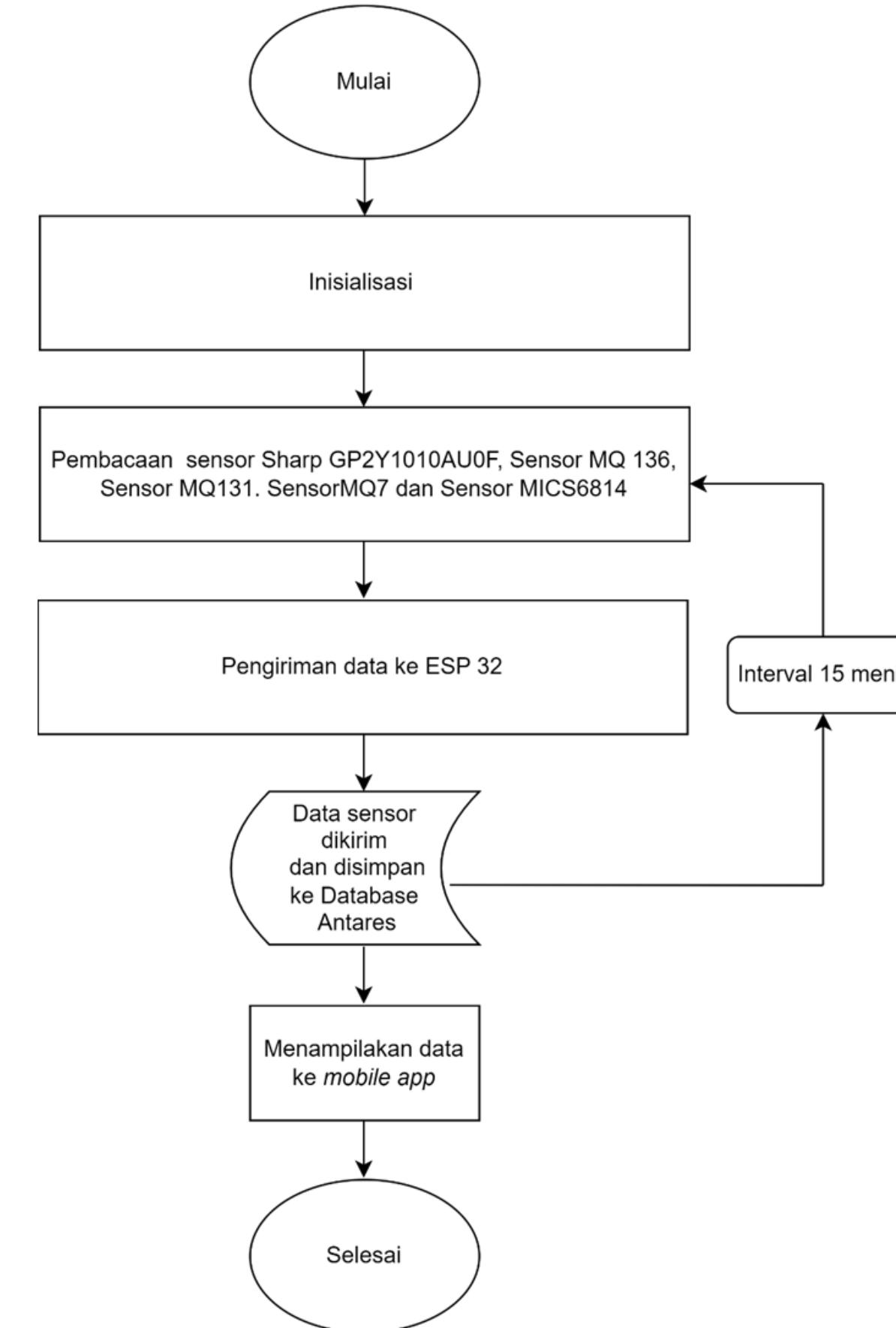
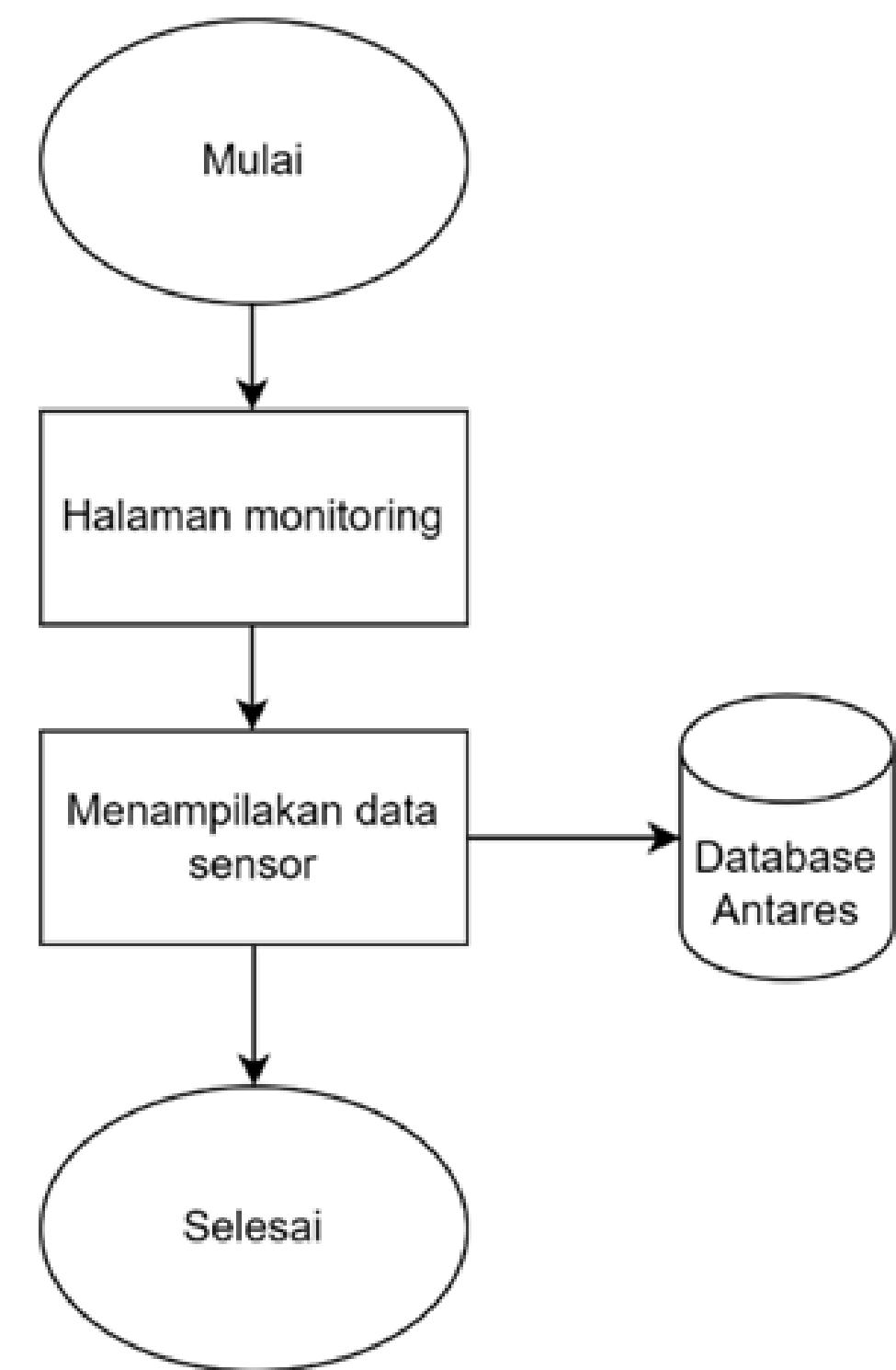
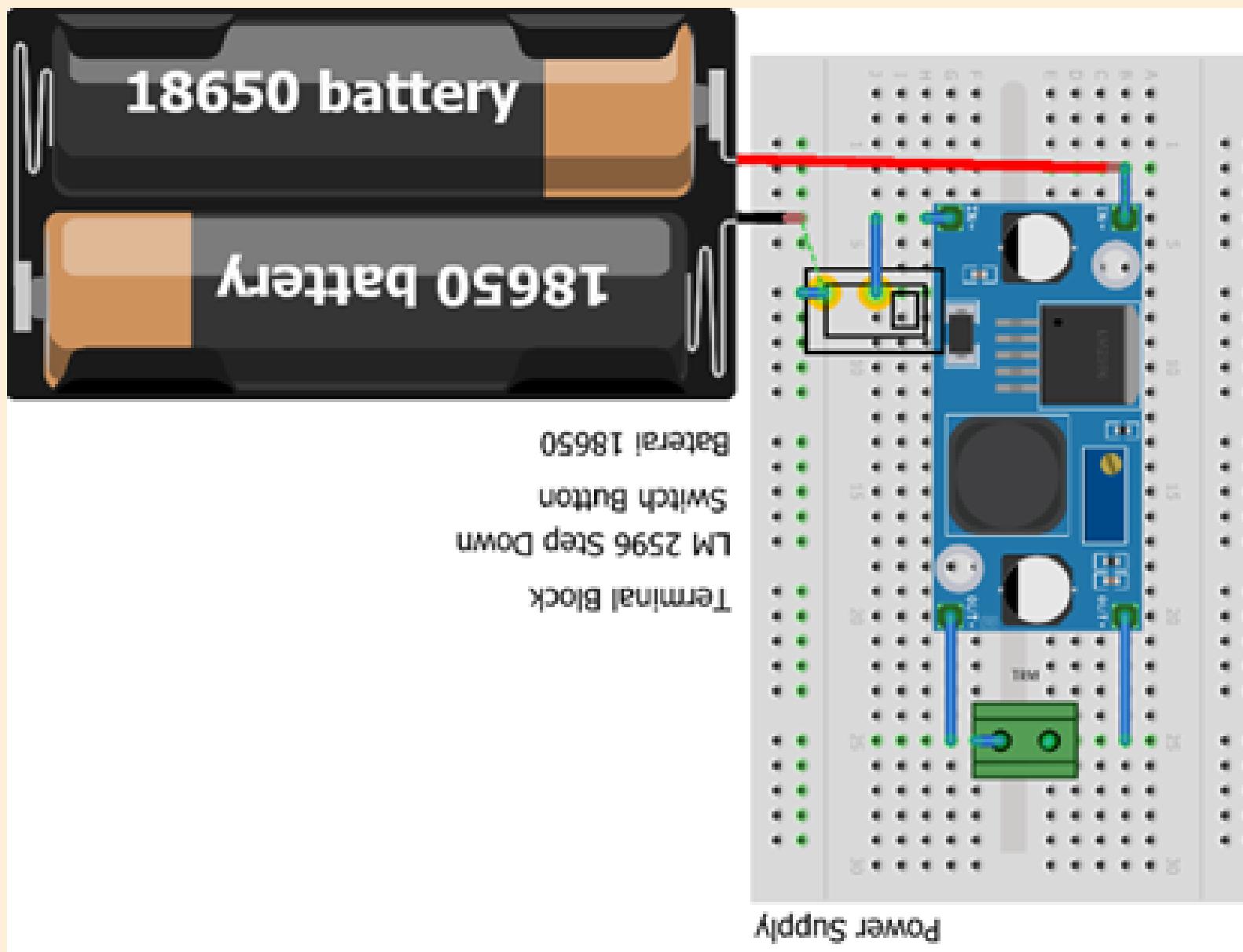


Diagram Alir Android App



# Pengujian Power Supply

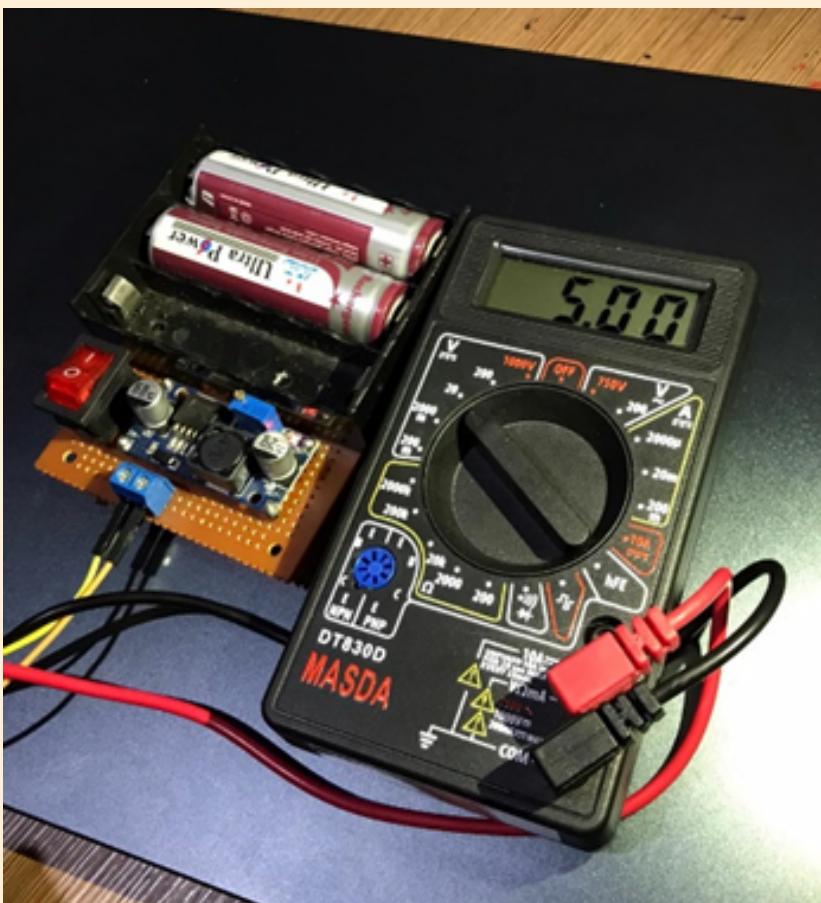
- 2 baterai 18650 Li-Ion dengan kapasitas baterai 3400mAh
- LM2596 Step-Down
- Kebutuhan Komponen 5V



Cooling Fan 5V DC 8x8cm	5 Volt	0.12 mA
Sharp GP2Y101AU0F	5 Volt	33 mA
MQ136	5.0 Volt	180 mA
MQ131	5.0 Volt	183 mA
MQ7	5.0 Volt	70 mA
MICS 6814	5.0 Volt	30 mA
<b>Total Usage</b>	<b>765,12 mA</b>	

# Pengujian Power Supply

- 2 baterai 18650 Li-Ion dengan kapasitas baterai 3400mAh
- LM2596 Step-Down
- Kebutuhan Komponen 5V

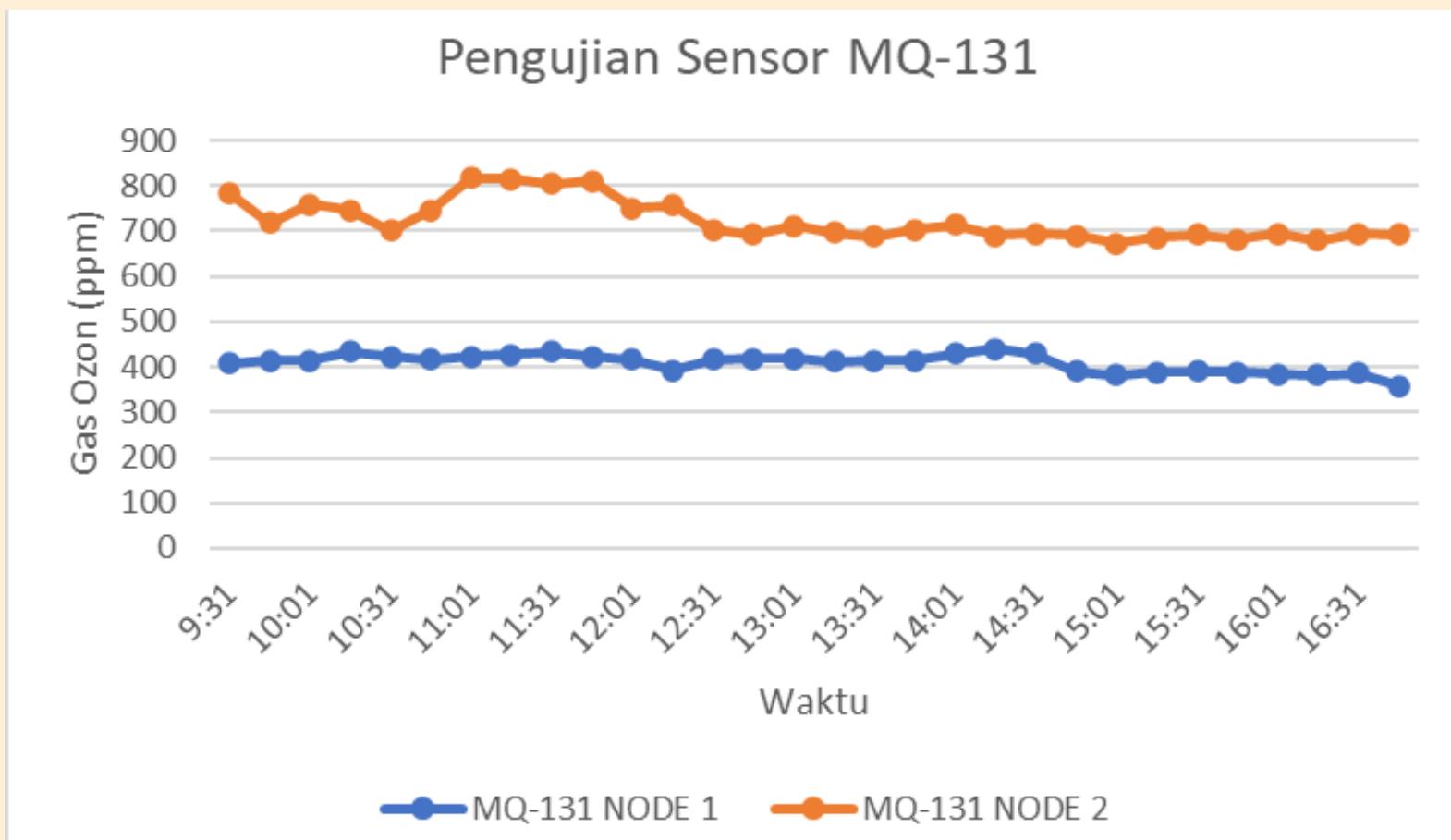


**Waktu bertahan (jam) = (Kapasitas baterai (mAh))/(Beban(mA))**  
 $= (6800 \text{ (mAh)})/(765,12 \text{ (mA)}) = 8,88749477$   
**= Sekitar 8 jam 53,4 menit waktu bertahan baterai dalam keadaan offline.**

Komponen	Power supply	Kondisi baterai	Kondisi Komponen
Fan 5V DC 8cm	Baterai 18650	Aktif	Aktif
GP2Y1010AUOF		Non aktif	Non aktif
MQ136		Aktif	Aktif
MQ131		Non aktif	Non aktif
MQ7		Aktif	Aktif
MICS 6814		Non aktif	Non aktif
		Aktif	Aktif
		Non aktif	Non aktif
		Aktif	Aktif
		Non aktif	Non aktif

# Pengujian Alat

## Sensor MQ-131

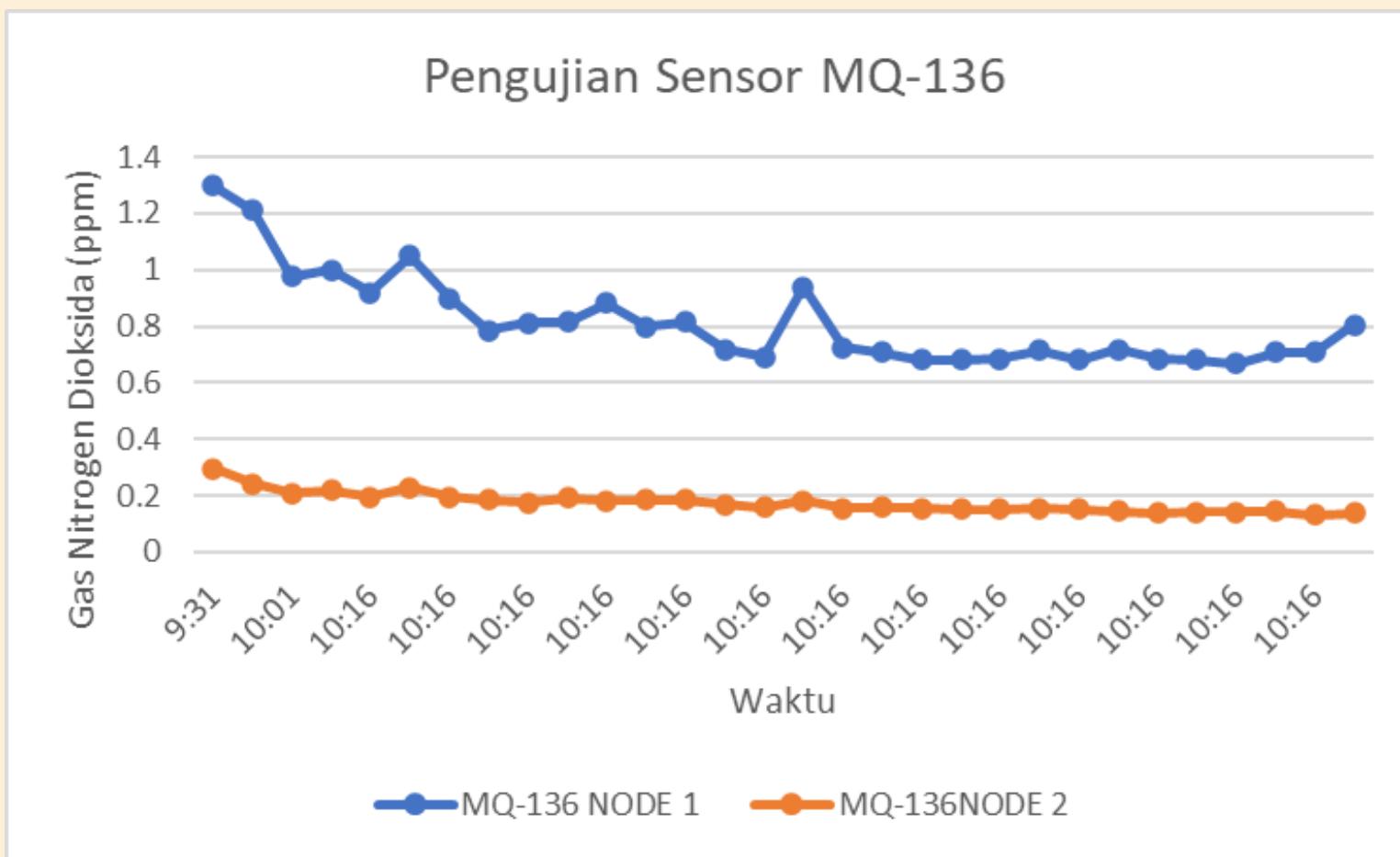


Rata-rata sensor node 1: 409,114 ppm

Rata-rata sensor node 2: 723,076 ppm

# Pengujian Alat

# Sensor MQ-136

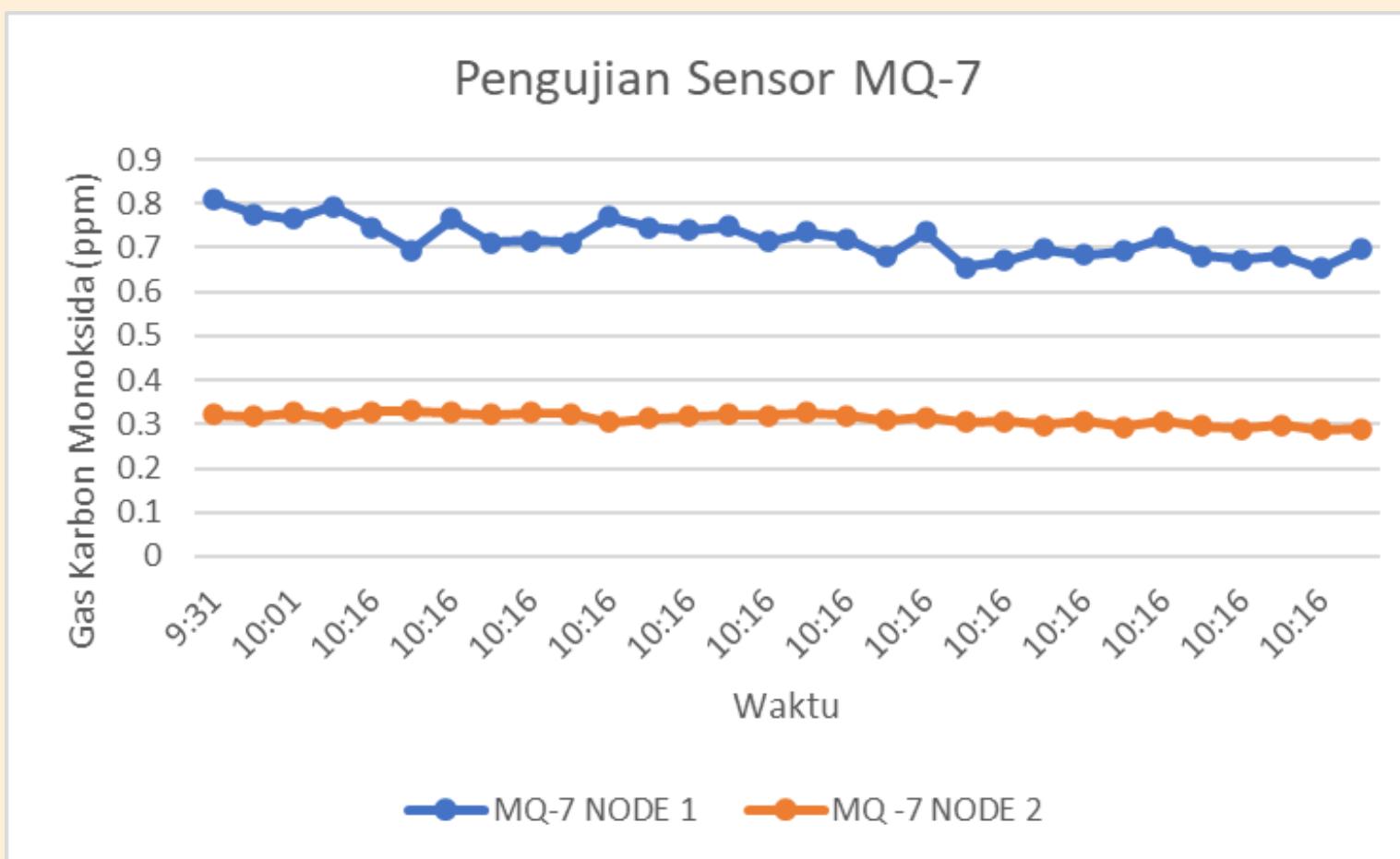


Rata-rata sensor node 1: 0,815 ppm

Rata-rata sensor node 2: 0,175 ppm

# Pengujian Alat

# Sensor MQ-7

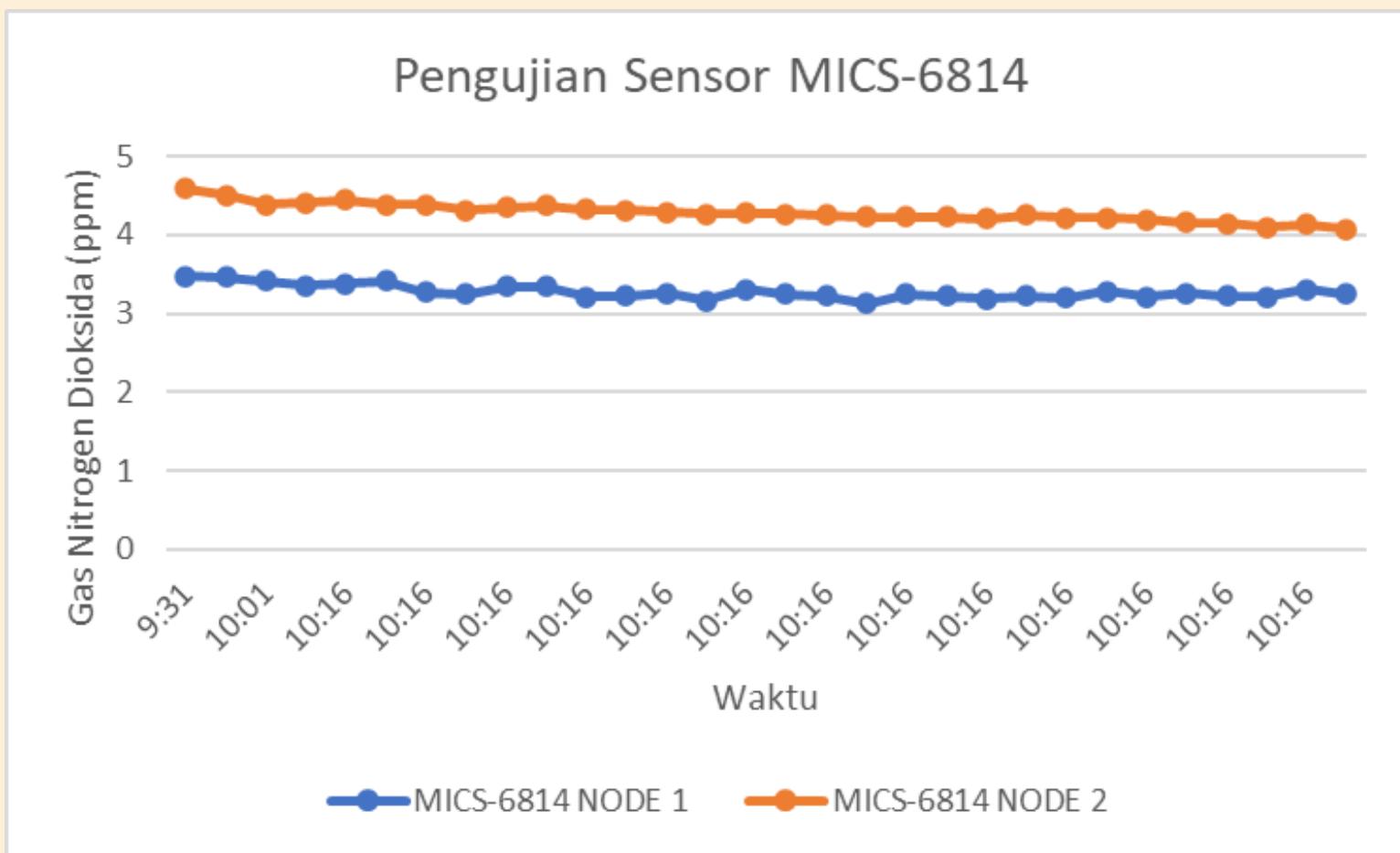


Rata-rata sensor node 1: 0,719 ppm

Rata-rata sensor node 2: 0,311 ppm

# Pengujian Alat

# Sensor MICS-6814

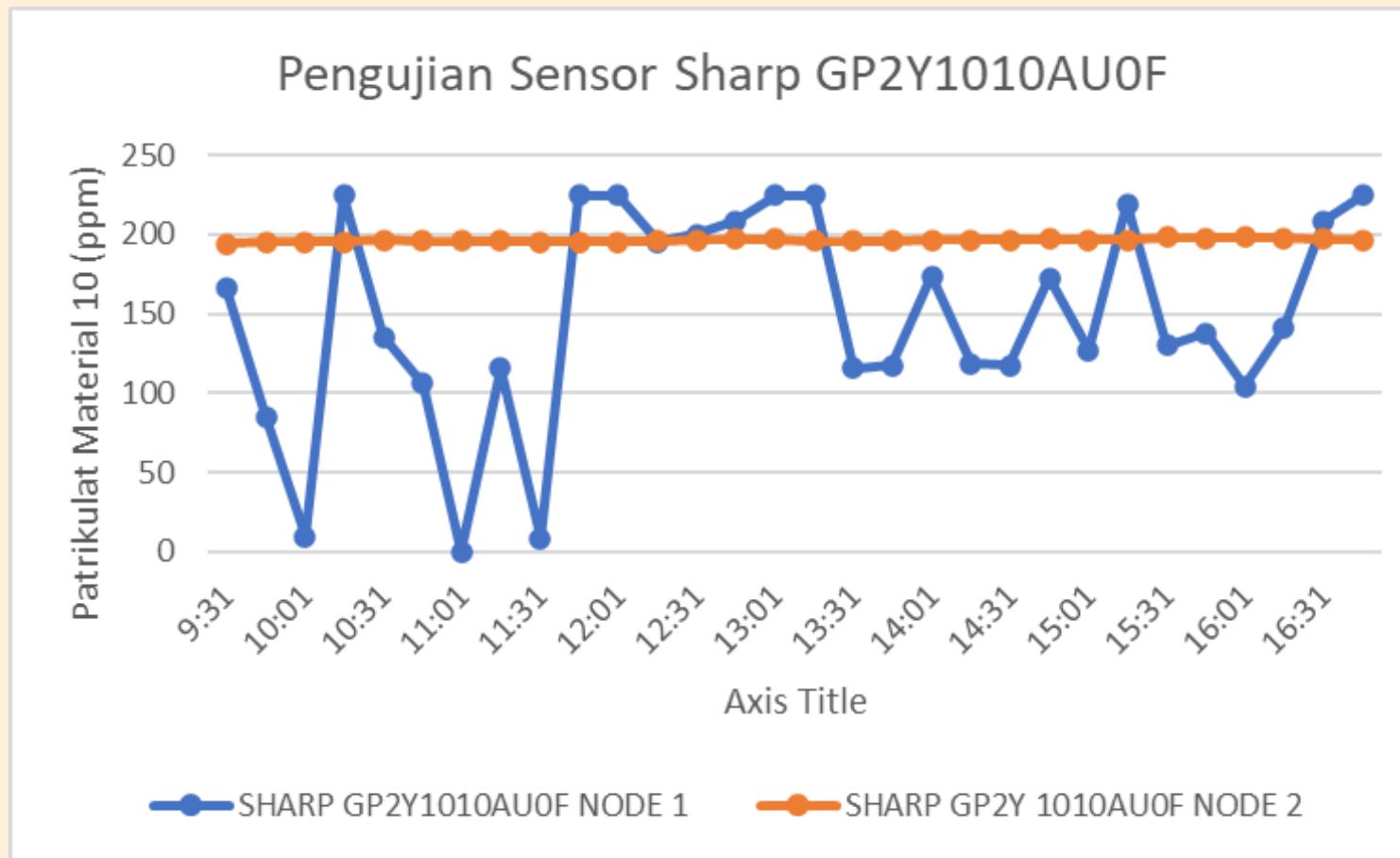


Rata-rata sensor node 1: 3,27 ppm

Rata-rata sensor node 2: 4,28 ppm

# Pengujian Alat

## Sensor SHARP GP2Y1010AU0F



Rata-rata sensor node 1: 153,241 ppm

Rata-rata sensor node 2: 196,348 ppm

# Pengujian Sistem Komunikasi

- Pengujian Throughput node 1

Statistics			
<u>Measurement</u>	<u>Captured</u>	<u>Displayed</u>	<u>Marked</u>
Packets	3645	3645 (100.0%)	—
Time span, s	547.792	547.792	—
Average pps	6.7	6.7	—
Average packet size, B	250	250	—
Bytes	912675	912675 (100.0%)	0
Average bytes/s	1666	1666	—
Average bits/s	13 k	13 k	—

Statistics			
<u>Measurement</u>	<u>Captured</u>	<u>Displayed</u>	<u>Marked</u>
Packets	1269	1269 (100.0%)	—
Time span, s	463.534	463.534	—
Average pps	2.7	2.7	—
Average packet size, B	242	242	—
Bytes	306638	306638 (100.0%)	0
Average bytes/s	661	661	—
Average bits/s	5292	5292	—

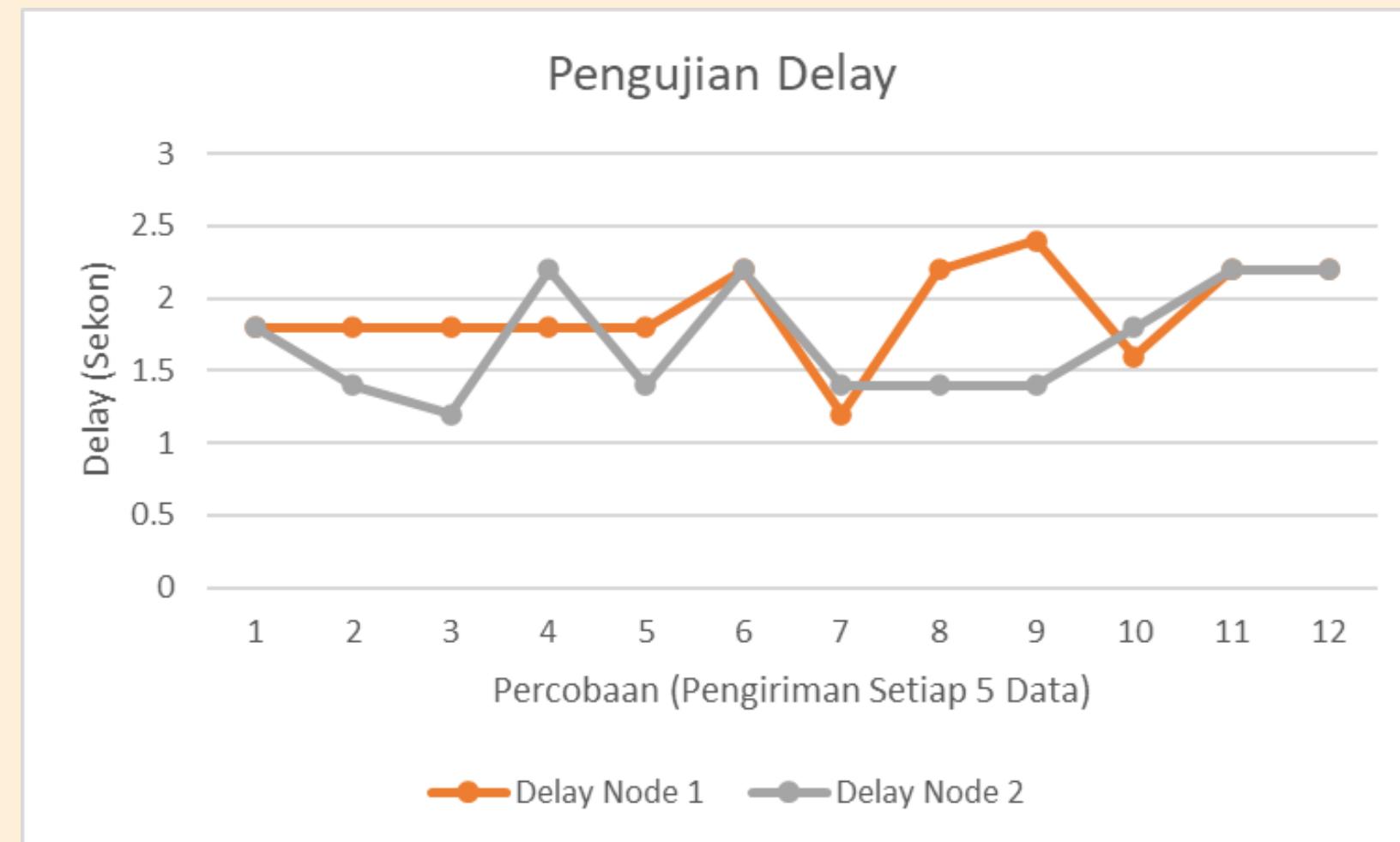
$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah Bytes}}{\text{Lama Pengamatan (Time Span)}}$$

Hasil dari 60x Percobaan Pengiriman Data Ke  
antares = 1666,79 bps

Hasil dari 60x Percobaan Pengiriman Data Ke  
antares = 661,52 bps

# Pengujian Sistem Komunikasi

- Pengujian Delay

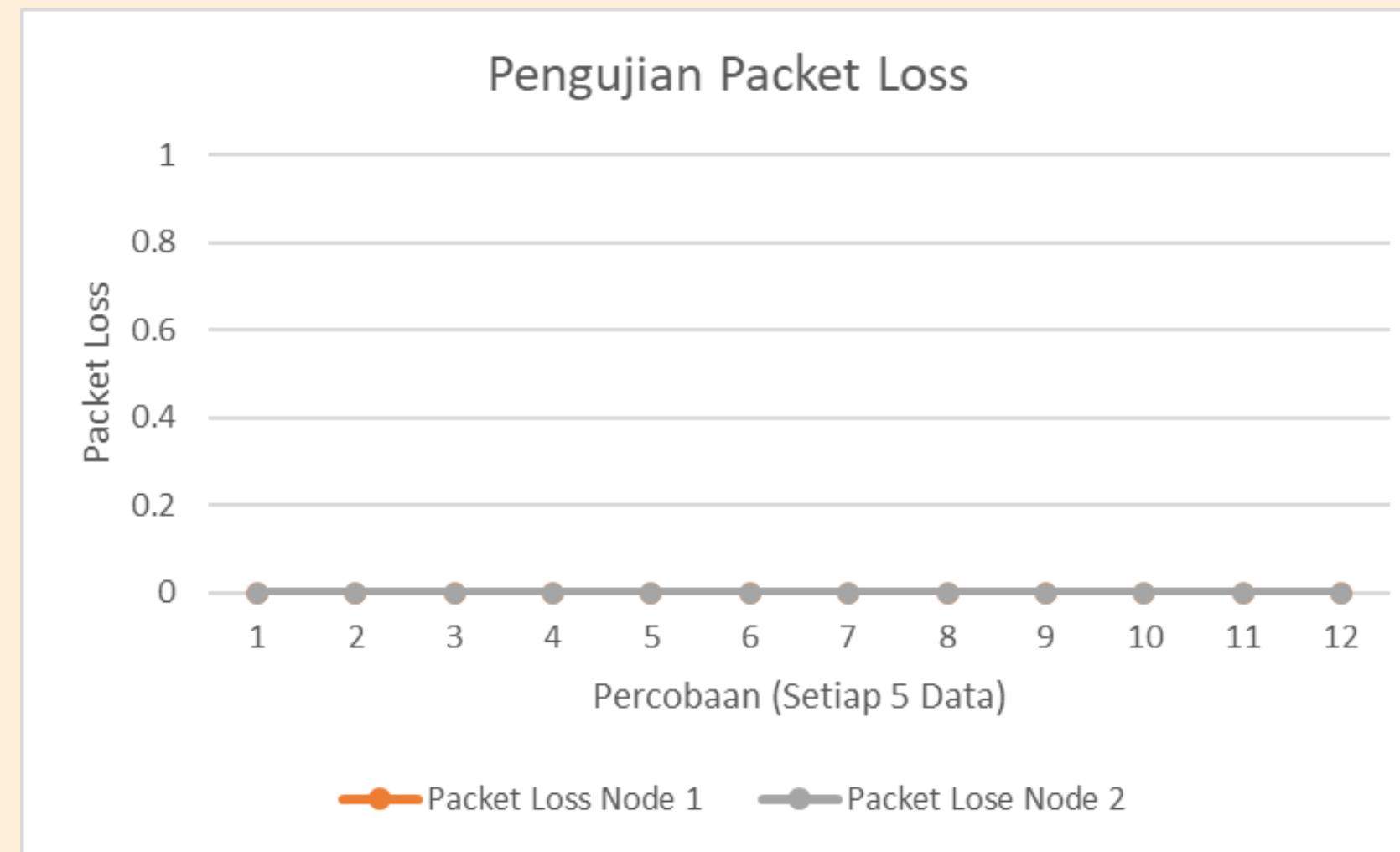


$$\text{Rata - rata Delay} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Data Diterima}}$$

Hasil dari 60x percobaan Pengiriman Data Ke Antares  
Rata-Rata Delay Sensor Node 1 = 1,916 detik  
Rata-rata Delay Sensor Node 2 = 1,716 detik

# Pengujian Sistem Komunikasi

- Pengujian Packet Loss

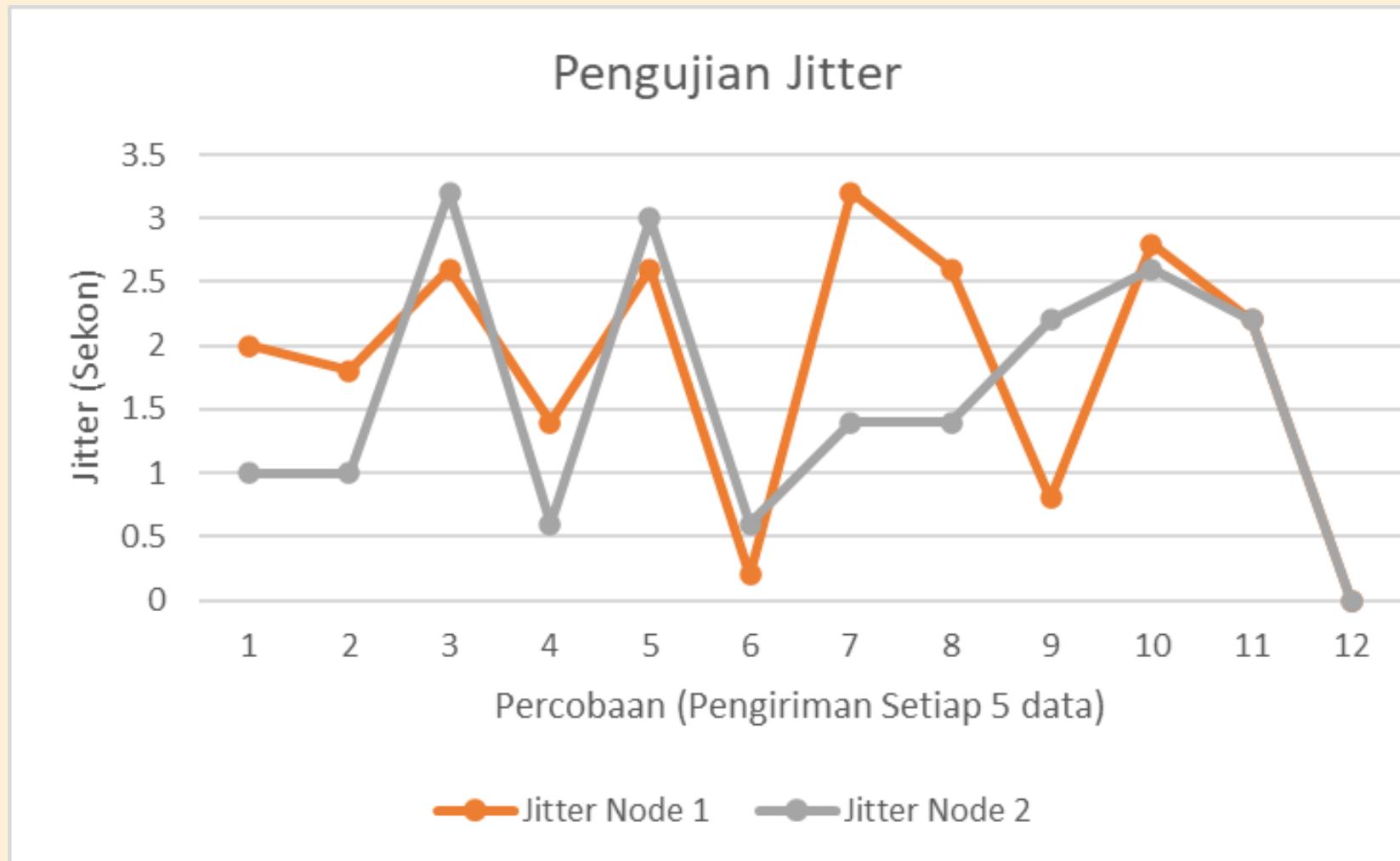


$$\text{Packet Loss} = \frac{(\text{Paket Data Dikirim} - \text{Data Diterima}) \times 100\%}{\text{Paket Data Dikirim}}$$

Hasil dari 60x percobaan Pengiriman Data Ke Antares =  
0 Packet Loss

# Pengujian Sistem Komunikasi

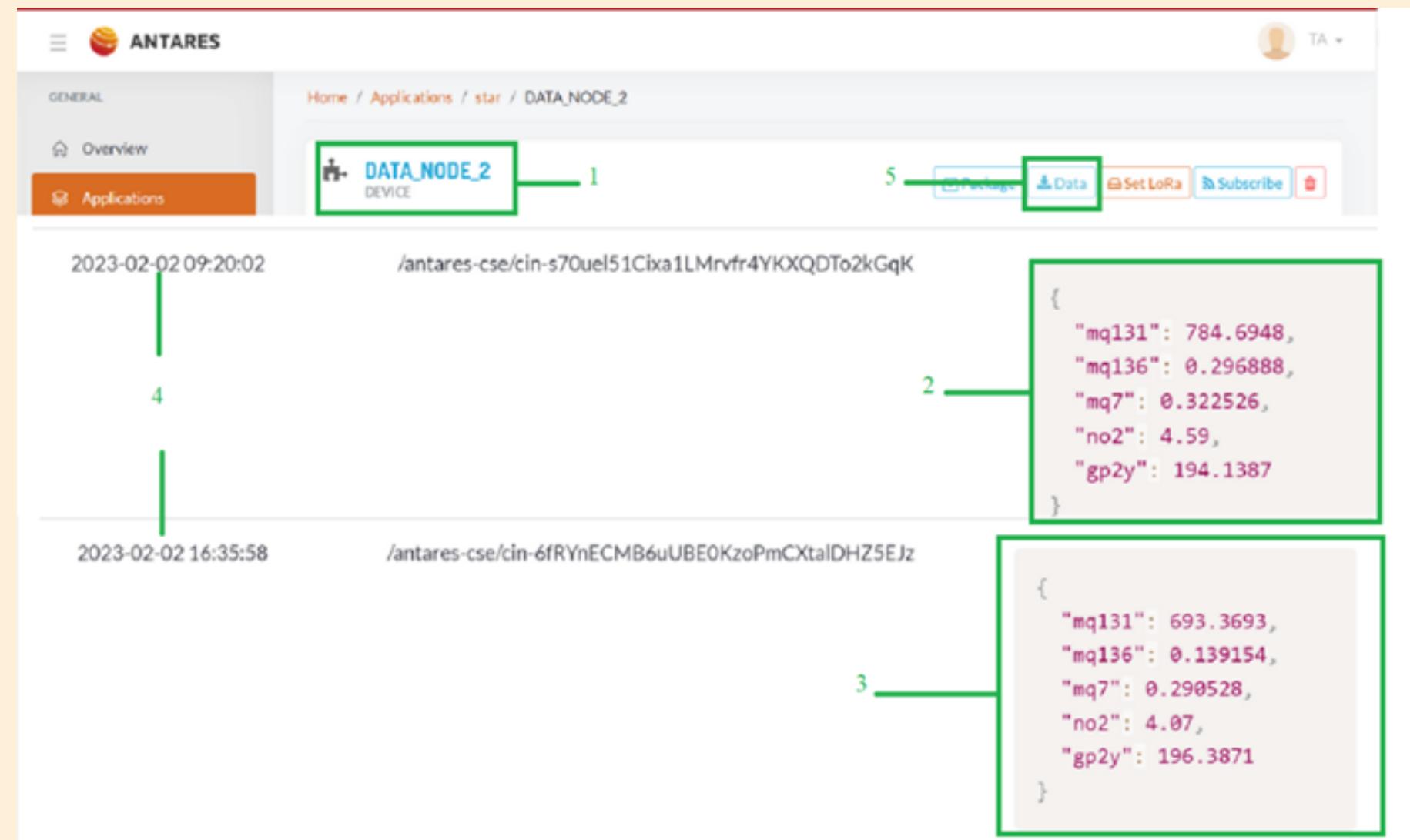
- Pengujian Jitter



$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Paket yang Diterima}}$$

Hasil dari 60x percobaan Pengiriman Data Ke Antares  
Rata-Rata Jitter Sensor Node 1 = 1,85 detik  
Rata-rata Jitter Sensor Node 2 = 1,6 detik

# Tampilan Data Terkirim Antares



# Tampilan Aplikasi

- Layer 1



- Layer 2



# Subscribe Data Antares

- Rancangan ini menggunakan 2 titik node.
- *Subscribe* data Antares secara *real-time*.
- Interval pengambilan data 8 jam, dengan pengambilan sampel setiap 15 menit.

	mq131	mq136	mq7	no2	gp2y	waktu
0	406.9772	1.298552	0.807717	3.47	166.883900	2023-02-02 09:31:13.270399
1	414.0262	1.212863	0.777511	3.46	85.119350	2023-02-02 09:46:13.351917
2	415.0461	0.978206	0.766739	3.42	10.045160	2023-02-02 10:01:13.556085
3	432.9031	1.001205	0.793880	3.36	224.464500	2023-02-02 10:16:13.644700
4	422.2794	0.919199	0.745529	3.38	135.187100	2023-02-02 10:31:13.746660
5	417.0961	1.048680	0.694396	3.41	106.122600	2023-02-02 10:46:13.819588
6	422.2794	0.897916	0.766739	3.27	0.000000	2023-02-02 11:01:13.900175
7	426.4870	0.785488	0.711991	3.25	115.993600	2023-02-02 11:16:13.983368
8	433.9848	0.810734	0.717077	3.35	8.454838	2023-02-02 11:31:14.047450
9	423.3261	0.817159	0.711991	3.34	224.464500	2023-02-02 11:46:14.117974
10	417.0961	0.883975	0.769421	3.21	224.464500	2023-02-02 12:01:14.187461
11	392.3896	0.798022	0.745529	3.22	195.400000	2023-02-02 12:16:14.282473
12	416.0694	0.817159	0.740295	3.26	199.951600	2023-02-02 12:31:14.359501
13	419.1593	0.719661	0.748156	3.17	208.451600	2023-02-02 12:46:14.433239
14	419.1593	0.691410	0.714530	3.31	224.464500	2023-02-02 13:01:14.505150
15	413.0096	0.940938	0.735088	3.25	224.464500	2023-02-02 13:16:14.5666401
16	415.0461	0.725434	0.719630	3.23	115.664500	2023-02-02 13:31:14.638906
17	414.0262	0.708239	0.679568	3.13	117.583900	2023-02-02 13:46:14.796869
18	428.6117	0.680391	0.735088	3.25	173.738700	2023-02-02 14:01:14.882948
19	440.5511	0.680391	0.655365	3.22	118.954800	2023-02-02 14:16:14.947656
20	429.6793	0.685880	0.669811	3.19	117.693600	2023-02-02 14:31:15.151332
21	390.4960	0.713930	0.696890	3.22	172.422600	2023-02-02 14:46:15.226446
22	382.1189	0.680391	0.684485	3.20	127.125800	2023-02-02 15:01:15.300932
23	389.5538	0.719661	0.691909	3.28	219.090300	2023-02-02 15:16:15.371558
24	391.4414	0.685880	0.722189	3.21	130.251600	2023-02-02 15:31:15.426017
25	389.5538	0.680391	0.682023	3.26	137.983900	2023-02-02 15:46:15.489849
26	383.9604	0.669528	0.672241	3.22	104.203200	2023-02-02 16:01:15.581666
27	381.2023	0.708239	0.682023	3.21	141.274200	2023-02-02 16:16:15.661181
28	386.7440	0.708239	0.652979	3.31	208.451600	2023-02-02 16:31:15.720711
29	359.1713	0.804356	0.696890	3.25	224.464500	2023-02-02 16:46:15.798581

	mq131	mq136	mq7	no2	gp2y	waktu
0	584.9037	0.253378	0.509604	3.27	166.3355	2023-02-01 15:14:50.303216
1	575.0438	0.272094	0.513234	3.23	166.0613	2023-02-01 15:29:50.362937
2	598.4331	0.237721	0.491734	3.27	165.6226	2023-02-01 15:44:50.427735
3	593.3072	0.253378	0.495271	3.23	165.6774	2023-02-01 15:59:50.478200
4	576.6703	0.251372	0.505992	3.21	165.7323	2023-02-01 16:14:50.792701
5	600.1560	0.251372	0.459039	3.11	164.0871	2023-02-01 16:29:50.848552
6	634.3066	0.214119	0.432737	3.18	164.9645	2023-02-01 16:44:50.976224
7	607.1196	0.255399	0.464095	3.29	165.2387	2023-02-01 16:59:51.042576
8	603.6232	0.265722	0.470897	3.23	165.0193	2023-02-01 17:14:51.115519
9	630.5804	0.261548	0.479500	3.26	164.6355	2023-02-01 17:29:51.180428
10	639.9568	0.245438	0.460720	3.30	166.8839	2023-02-01 17:44:51.243418
11	608.8788	0.285253	0.481234	3.30	166.0613	2023-02-01 17:59:51.383619
12	598.4331	0.310880	0.495271	2.53	162.0581	2023-02-01 18:14:51.463332
13	894.0731	0.073565	0.253440	2.43	161.0710	2023-02-01 18:29:51.596258
14	919.7878	0.063346	0.229306	2.38	158.7129	2023-02-01 18:44:51.655414
15	1019.5970	0.056501	0.213682	2.39	157.8903	2023-02-01 18:59:51.917825
16	1023.4750	0.055960	0.215728	2.38	158.2193	2023-02-01 19:14:51.987041
17	1027.3760	0.057046	0.211649	2.37	158.6032	2023-02-01 19:29:52.046298
18	1051.2880	0.055960	0.220891	2.40	157.8355	2023-02-01 19:44:52.171631
19	1031.3010	0.059272	0.214704	2.39	158.7129	2023-02-01 19:59:52.241635
20	1035.2490	0.057596	0.221933	2.43	159.3161	2023-02-01 20:14:52.304821
21	1000.5540	0.071548	0.229306	2.47	158.8226	2023-02-01 20:29:52.367448
22	996.8135	0.074248	0.224024	2.48	158.7129	2023-02-01 20:44:52.640230
23	1015.7430	0.070230	0.232510	2.54	158.8226	2023-02-01 20:59:52.706560
24	993.0948	0.082128	0.236825	2.49	159.2613	2023-02-01 21:14:52.827841
25	1015.7430	0.074248	0.220891	2.46	158.4387	2023-02-01 21:29:52.970671
26	1011.9110	0.069579	0.218817	2.53	158.7129	2023-02-01 21:44:53.028799
27	978.4370	0.074248	0.234662	2.63	158.6032	2023-02-01 21:59:53.152479
28	950.1265	0.088302	0.234662	2.57	158.1097	2023-02-01 22:14:53.488439
29	943.2501	0.078461	0.232510	2.61	158.2193	2023-02-01 22:29:53.667477

Hasil subscribe data Antares Node 1

Hasil subscribe data Antares Node 2

# Analisis Metode Support Vector Machine (SVM)

Tujuan dari penggunaan SVM ini yaitu sebagai metode untuk melihat apakah sistem Principal Componen Analysis ini dapat digunakan untuk menemukan akurasi yang lebih baik

```
clf = svm.SVC() # deklarasi fungsi SVM
clf.fit(X_train, y_train) # pengaplikasian SVM
clf.score(X_test,y_test) # menampilkan hasil akurasi
0.6666666666666666
```

Hasil pengujian akurasi SVM pada Node 1

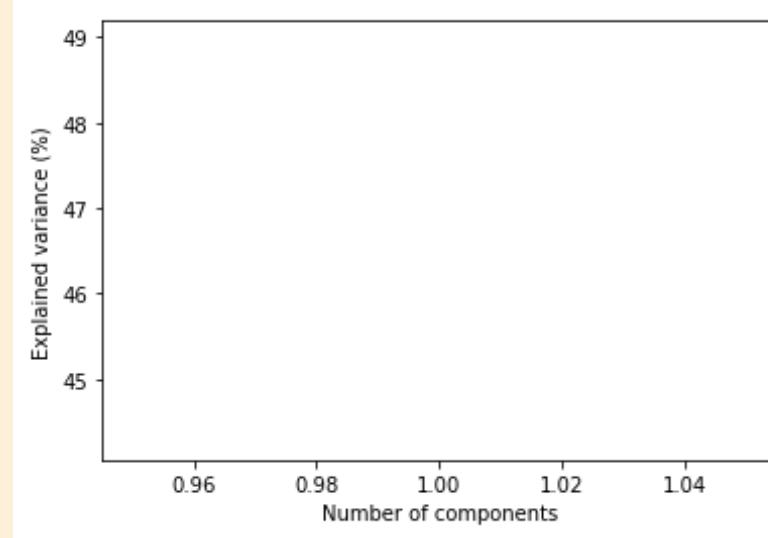
```
clf = svm.SVC() # deklarasi fungsi SVM
clf.fit(X_train, y_train) # pengaplikasian SVM
clf.score(X_test,y_test) # menampilkan hasil akurasi
0.9333333333333333
```

Hasil pengujian akurasi SVM pada Node 2

**Node 1 didapatkan nilai akurasi sebesar 0.6666666 atau 66,7%**

**Node 2 didapatkan nilai akurasi sebesar 0.9333 atau 93,3%**

# Analisis Metode Principal Component Analysis dengan SVM

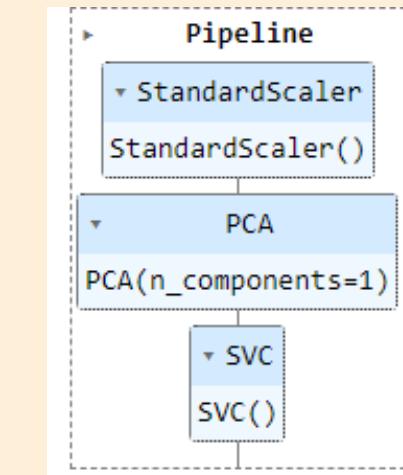


```
Cumulative Variances (Percentage):
[46.62305219]
Number of components: 1
```

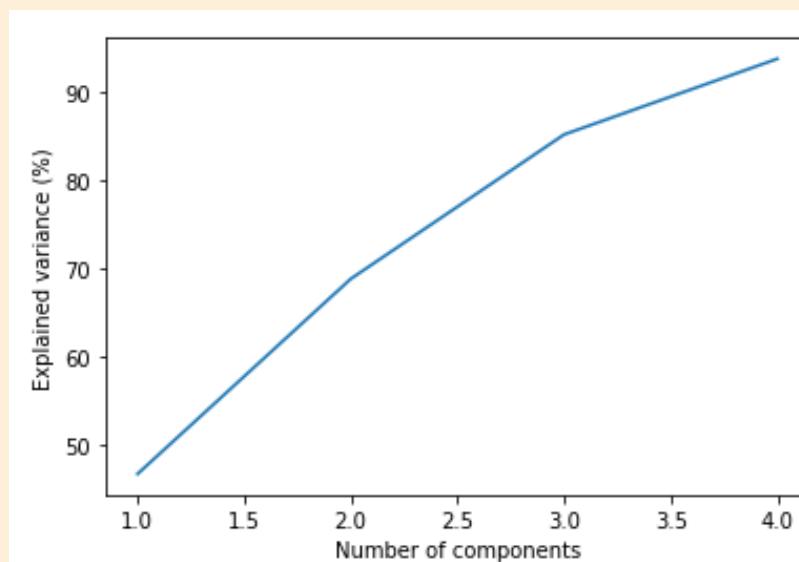
Cumulative Variances Node 1

Out[44]: 0.7

Percentase SVM dan PCA Node 1



Node 1 akurasi sebesar  
0.7 atau 70%

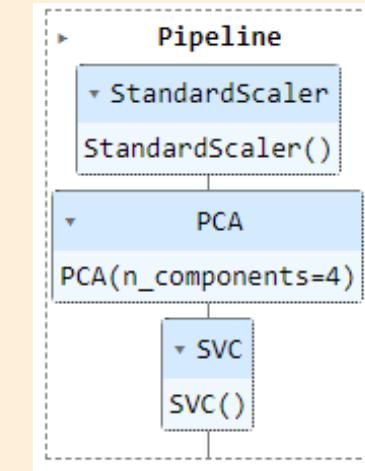


```
Cumulative Variances (Percentage):
[46.62305219 68.81639341 85.23042527 93.8450445 ]
Number of components: 4
```

Cumulative Variances Node 2

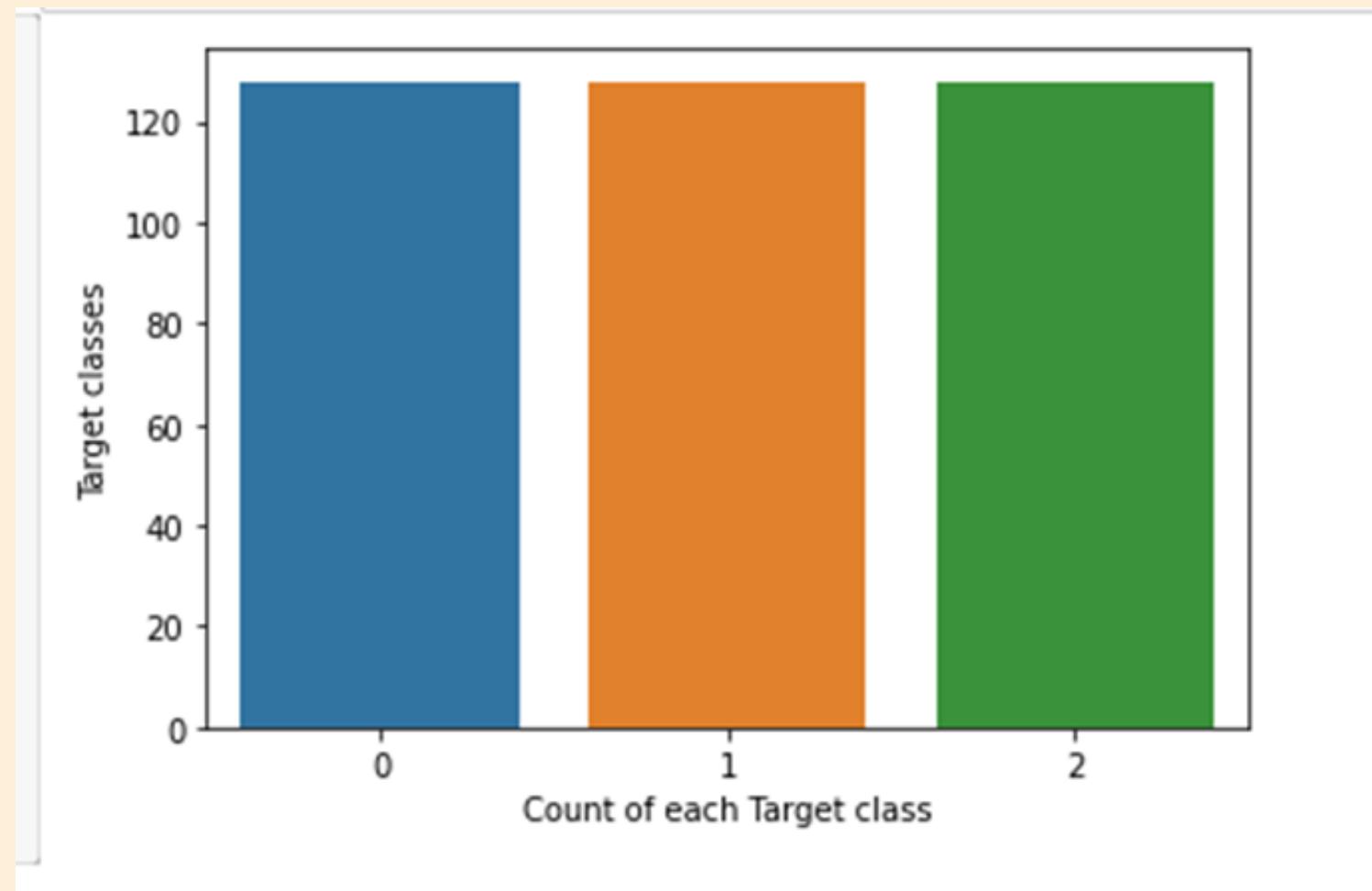
Out[44]: 1.0

Percentase SVM dan PCA Node 2



Node 2 akurasi sebesar  
1.0 atau 100%

# Analisis Metode SMOTE dengan SVM



```
Out[51]: 0.6
```

Persentase SVM dan SMOTE Node 1

**Node 1 didapatkan nilai akurasi sebesar 0.6 atau 60%**

```
0.5666666666666667
```

Persentase SVM dan SMOTE Node 2

**Node 2 didapatkan nilai akurasi sebesar 0.56 atau 56%**

Hasil yang sudah di proses pada SMOTE menghasilkan data yang balance, sehingga variabel satu sama lain berjumlah sama.

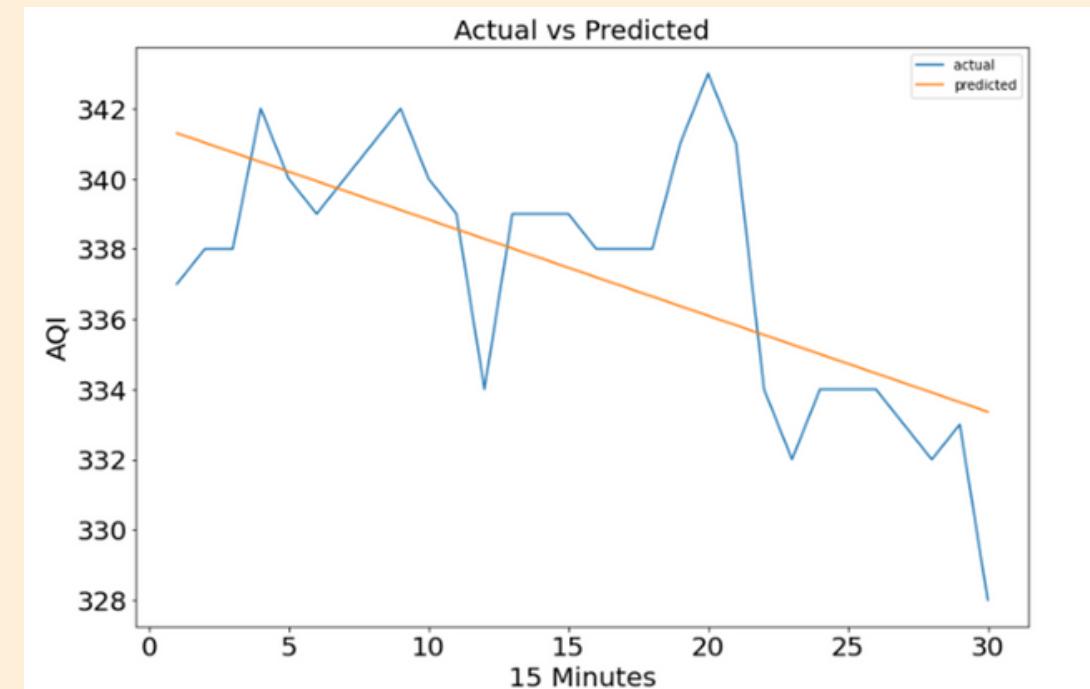
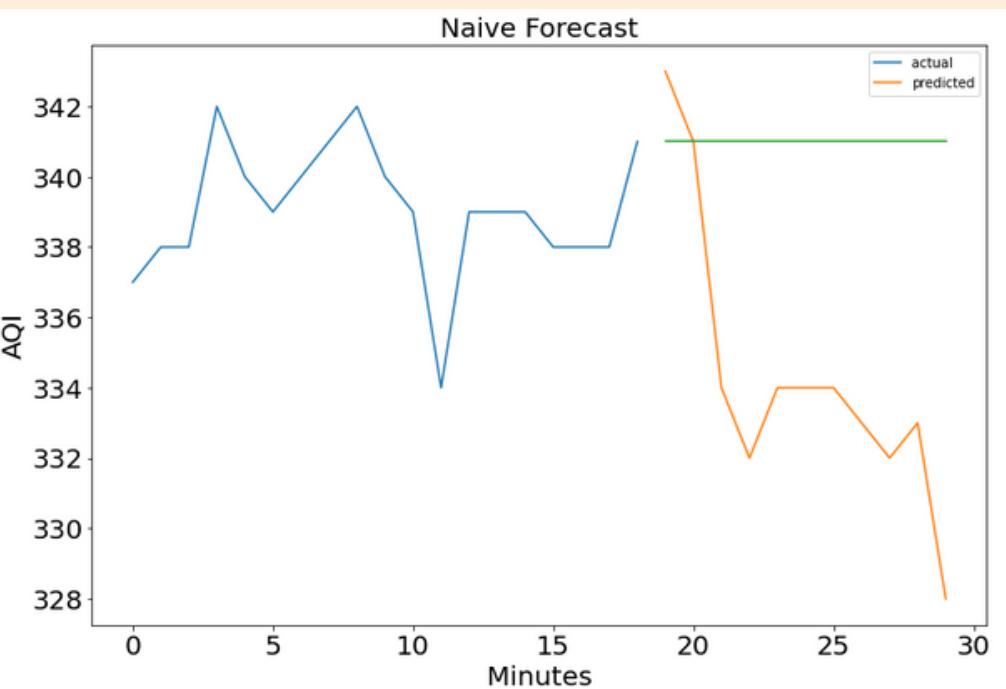
# Perbandingan Pengujian SVM, SVM dengan PCA, SVM dengan SMOTE

	Percentase Akurasi	
Support Vector Machine	66%	93%
Support Vector Machine dengan Principal Componen Analysis	70%	100%
Support Vector Machine dengan SMOTE	60%	56%

- Principal Component Analysis dapat menghilangkan beberapa fitur yang penting dari data yang digunakan oleh SVM untuk membuat keputusan klasifikasi.
- SMOTE dapat menambahkan data yang tidak sebenarnya dari kelas minoritas, yang dapat menyebabkan overfitting dan menurunkan tingkat akurasi.

# Hasil Pengujian Prediksi Node 1

waktu	O3_SubIndex	NO2_SubIndex	PM10_SubIndex	CO_SubIndex	SO2_SubIndex	AQI_calculated	AQI_bucket_calculated
2023-02-02 09:31:13.270399	336.915993	4.3375	144.589267	40.38585	1.623190	337.0	1
2023-02-02 09:46:13.351917	338.223785	4.3250	85.119350	38.87555	1.516079	338.0	1
2023-02-02 10:01:13.556085	338.413006	4.2750	10.045160	38.33695	1.222757	338.0	1
2023-02-02 10:16:13.644700	341.725993	4.2000	182.976333	39.69400	1.251506	342.0	1
2023-02-02 10:31:13.746660	339.754991	4.2250	123.458067	37.27645	1.148999	340.0	1
2023-02-02 10:46:13.819588	338.793340	4.2625	104.081733	34.71980	1.310850	339.0	1
2023-02-02 11:01:13.900175	339.754991	4.0875	0.000000	38.33695	1.122395	340.0	1
2023-02-02 11:16:13.983368	340.535822	4.0625	110.662400	35.59955	0.981860	341.0	1
2023-02-02 11:31:14.047450	341.926679	4.1875	8.454838	35.85385	1.013417	342.0	1
2023-02-02 11:46:14.117974	339.949184	4.1750	182.976333	35.59955	1.021449	340.0	1
2023-02-02 12:01:14.187461	338.793340	4.0125	182.976333	38.47105	1.104969	339.0	1
2023-02-02 12:16:14.282473	334.209573	4.0250	163.600000	37.27645	0.997528	334.0	1
2023-02-02 12:31:14.359501	338.602857	4.0750	166.634400	37.01475	1.021449	339.0	1
2023-02-02 12:46:14.433239	339.176122	3.9625	172.301067	37.40780	0.899576	339.0	1
2023-02-02 13:01:14.505150	339.176122	4.1375	182.976333	35.72650	0.864262	339.0	1
2023-02-02 13:16:14.566401	338.035178	4.0625	182.976333	36.75440	1.176173	338.0	1
2023-02-02 13:31:14.638906	338.413006	4.0375	110.443000	35.98150	0.906793	338.0	1
2023-02-02 13:46:14.796669	338.223785	3.9125	111.722600	33.97840	0.885299	338.0	1
2023-02-02 14:01:14.882948	340.929814	4.0625	149.159133	36.75440	0.850489	341.0	1
2023-02-02 14:16:14.947656	343.144917	4.0250	112.636533	32.76825	0.850489	343.0	1
2023-02-02 14:31:15.151332	341.127885	3.9875	111.795733	33.49055	0.857350	341.0	1
2023-02-02 14:46:15.226446	333.858256	4.0250	148.281733	34.84450	0.892413	334.0	1
2023-02-02 15:01:15.300932	332.304063	4.0000	118.083867	34.22425	0.850489	332.0	1
2023-02-02 15:16:15.371558	333.683451	4.1000	179.393533	34.59545	0.899576	334.0	1
2023-02-02 15:31:15.426017	334.033655	4.0125	120.167733	36.10945	0.857350	334.0	1
2023-02-02 15:46:15.489849	333.683451	4.0750	125.322600	34.10115	0.850489	334.0	1
2023-02-02 16:01:15.581666	332.645714	4.0250	102.802133	33.61205	0.836910	333.0	1
2023-02-02 16:16:15.661181	332.134007	4.0125	127.516133	34.10115	0.885299	332.0	1
2023-02-02 16:31:15.720711	333.162152	4.1375	172.301067	32.64895	0.885299	333.0	1
2023-02-02 16:46:15.798581	328.046623	4.0625	182.976333	34.84450	1.005445	328.0	1



- Pengambilan sampel setiap 15 menit di ruang terbuka, dengan rentang waktu 9 pagi hingga 5 sore.
- Garis berwarna biru menunjukkan data aktual sensor
- Garis berwarna kuning menunjukkan data prediksi

# Hasil Pengujian Prediksi Node 1

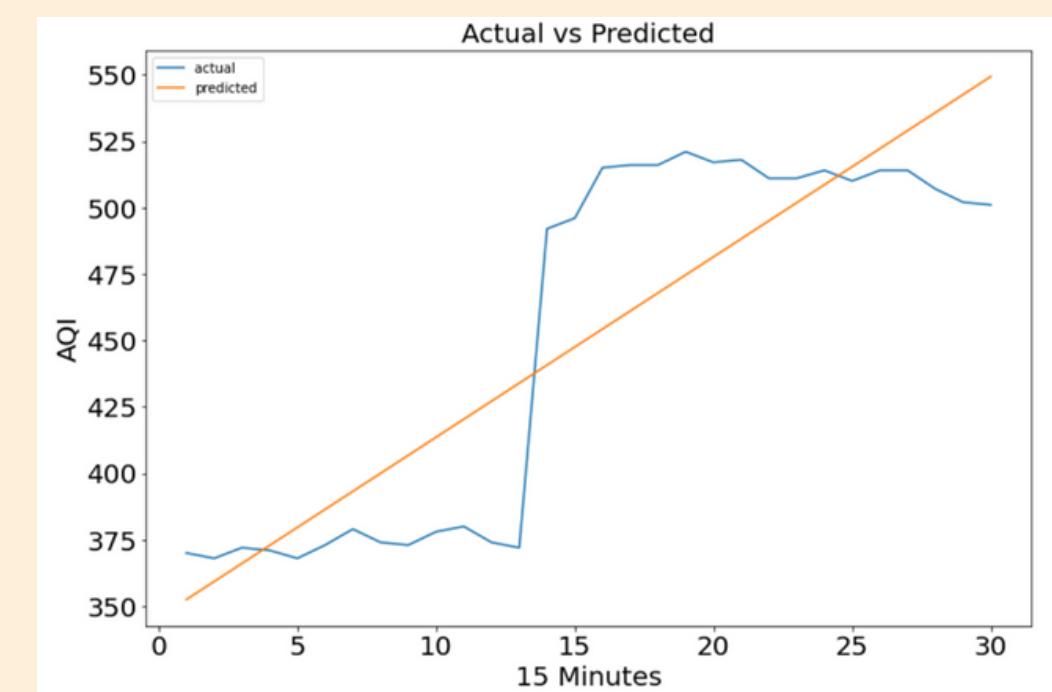
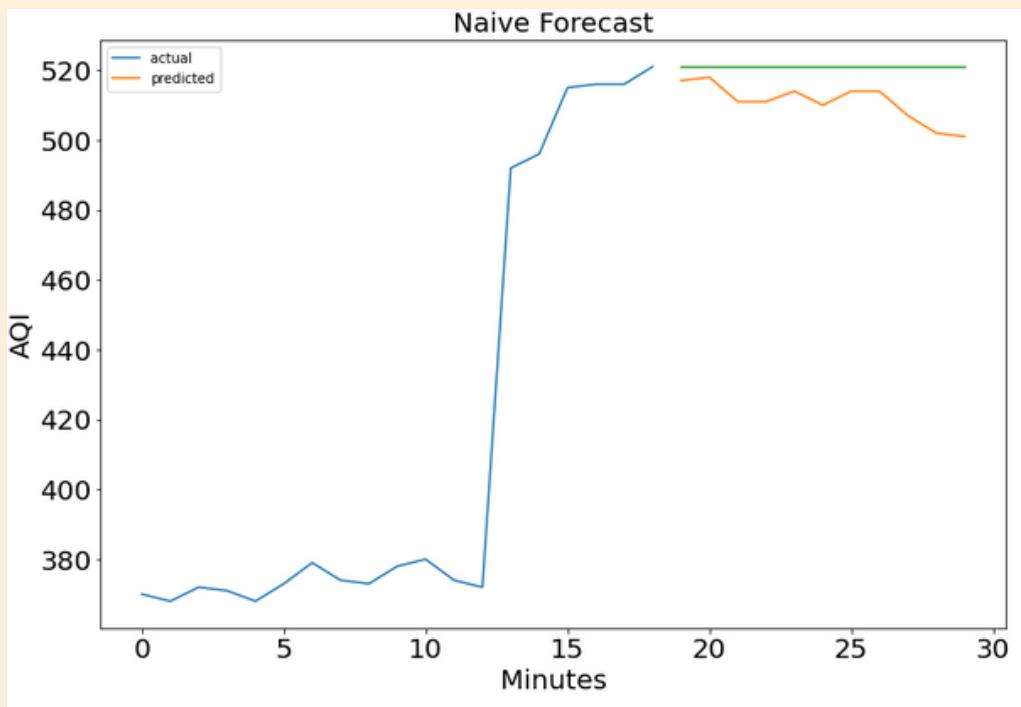
	AQI_calculated	temp	Actual	Predicted
0	337.0	1	337.0	341.299485
1	338.0	2	338.0	341.025728
2	338.0	3	338.0	340.751970
3	342.0	4	342.0	340.478212
4	340.0	5	340.0	340.204455
5	339.0	6	339.0	339.930697
6	340.0	7	340.0	339.656940
7	341.0	8	341.0	339.383182
8	342.0	9	342.0	339.109424
9	340.0	10	340.0	338.835667
10	339.0	11	339.0	338.561909
11	334.0	12	334.0	338.288152
12	339.0	13	339.0	338.014394
13	339.0	14	339.0	337.740636
14	339.0	15	339.0	337.466879

15	338.0	16	338.0	337.193121
16	338.0	17	338.0	336.919364
17	338.0	18	338.0	336.645606
18	341.0	19	341.0	336.371848
19	343.0	20	343.0	336.098091
20	341.0	21	341.0	335.824333
21	334.0	22	334.0	335.550576
22	332.0	23	332.0	335.276818
23	334.0	24	334.0	335.003060
24	334.0	25	334.0	334.729303
25	334.0	26	334.0	334.455545
26	333.0	27	333.0	334.181788
27	332.0	28	332.0	333.908030
28	333.0	29	333.0	333.634272
29	328.0	30	328.0	333.360515

Hasil Prediksi node 1 dapat memberikan hasil prediksi yang sangat mendekati nilai aktual.  
Hal ini memberikan proses hasil prediksi yang sangat sempurna pada sistem monitoring node 1.

# Hasil Pengujian Prediksi Node 2

waktu	O3_SubIndex	NO2_SubIndex	PM10_SubIndex	CO_SubIndex	SO2_SubIndex	AQI_calculated	AQI_bucket_calculated
2023-02-01 15:14:50.303216	369.926475	4.0875	144.223867	25.48020	0.316722	370.0	1
2023-02-01 15:29:50.362937	368.097180	4.0375	144.040867	25.66170	0.340117	368.0	1
2023-02-01 15:44:50.427735	372.436568	4.0875	143.748400	24.58670	0.297151	372.0	1
2023-02-01 15:59:50.478200	371.485566	4.0375	143.784933	24.76355	0.316722	371.0	1
2023-02-01 16:14:50.792701	368.398942	4.0125	143.821533	25.29960	0.314215	368.0	1
2023-02-01 16:29:50.848552	372.758215	3.8875	142.724733	22.95195	0.314215	373.0	1
2023-02-01 16:44:50.976224	379.092134	3.9750	143.309667	21.63685	0.267849	379.0	1
2023-02-01 16:59:51.042576	374.048163	4.1125	143.492467	23.20475	0.319249	374.0	1
2023-02-01 17:14:51.115519	373.399481	4.0375	143.346200	23.54485	0.332153	373.0	1
2023-02-01 17:29:51.180428	378.400816	4.0750	143.090333	23.97500	0.326935	378.0	1
2023-02-01 17:44:51.243418	380.140408	4.1250	144.589267	23.03600	0.306797	380.0	1
2023-02-01 17:59:51.383619	374.374545	4.1250	144.040867	24.06170	0.356566	374.0	1
2023-02-01 18:14:51.463332	372.436568	3.1625	141.372087	24.76355	0.388600	372.0	1
2023-02-01 18:29:51.596258	491.664768	3.0375	140.714000	12.67200	0.091956	492.0	1
2023-02-01 18:44:51.655414	496.435584	2.9750	139.141933	11.46530	0.079183	496.0	1
2023-02-01 18:59:51.917825	514.953061	2.9875	138.593533	10.68410	0.070626	515.0	1
2023-02-01 19:14:51.987041	515.672542	2.9750	138.812867	10.78640	0.069950	516.0	1
2023-02-01 19:29:52.046298	516.396289	2.9625	139.068800	10.58245	0.071307	516.0	1
2023-02-01 19:44:52.171631	520.832653	3.0000	138.557000	11.04455	0.069950	521.0	1
2023-02-01 19:59:52.241635	517.124490	2.9875	139.141933	10.73520	0.074090	517.0	1
2023-02-01 20:14:52.304821	517.856957	3.0375	139.544087	11.09665	0.071995	518.0	1
2023-02-01 20:29:52.367448	511.420037	3.0875	139.215067	11.46530	0.069435	511.0	1
2023-02-01 20:44:52.640230	510.726067	3.1000	139.141933	11.20120	0.092810	511.0	1
2023-02-01 20:59:52.706560	514.238033	3.1750	139.215067	11.62550	0.087787	514.0	1
2023-02-01 21:14:52.827841	510.036141	3.1125	139.507533	11.84125	0.102660	510.0	1
2023-02-01 21:29:52.970671	514.238033	3.0750	138.959133	11.04455	0.092810	514.0	1
2023-02-01 21:44:53.028799	513.527087	3.1625	139.141933	10.94085	0.086974	514.0	1
2023-02-01 21:59:53.152479	507.316698	3.2875	139.068800	11.73310	0.092810	507.0	1
2023-02-01 22:14:53.488439	502.064286	3.2125	138.739800	11.73310	0.110378	502.0	1
2023-02-01 22:29:53.667477	500.788516	3.2625	138.812867	11.62550	0.098076	501.0	1



- Pengambilan sampel setiap 15 menit di ruang terbuka, dengan rentang waktu 9 pagi hingga 5 sore.
- Garis berwarna biru menunjukkan data aktual sensor
- Garis berwarna kuning menunjukkan data prediksi

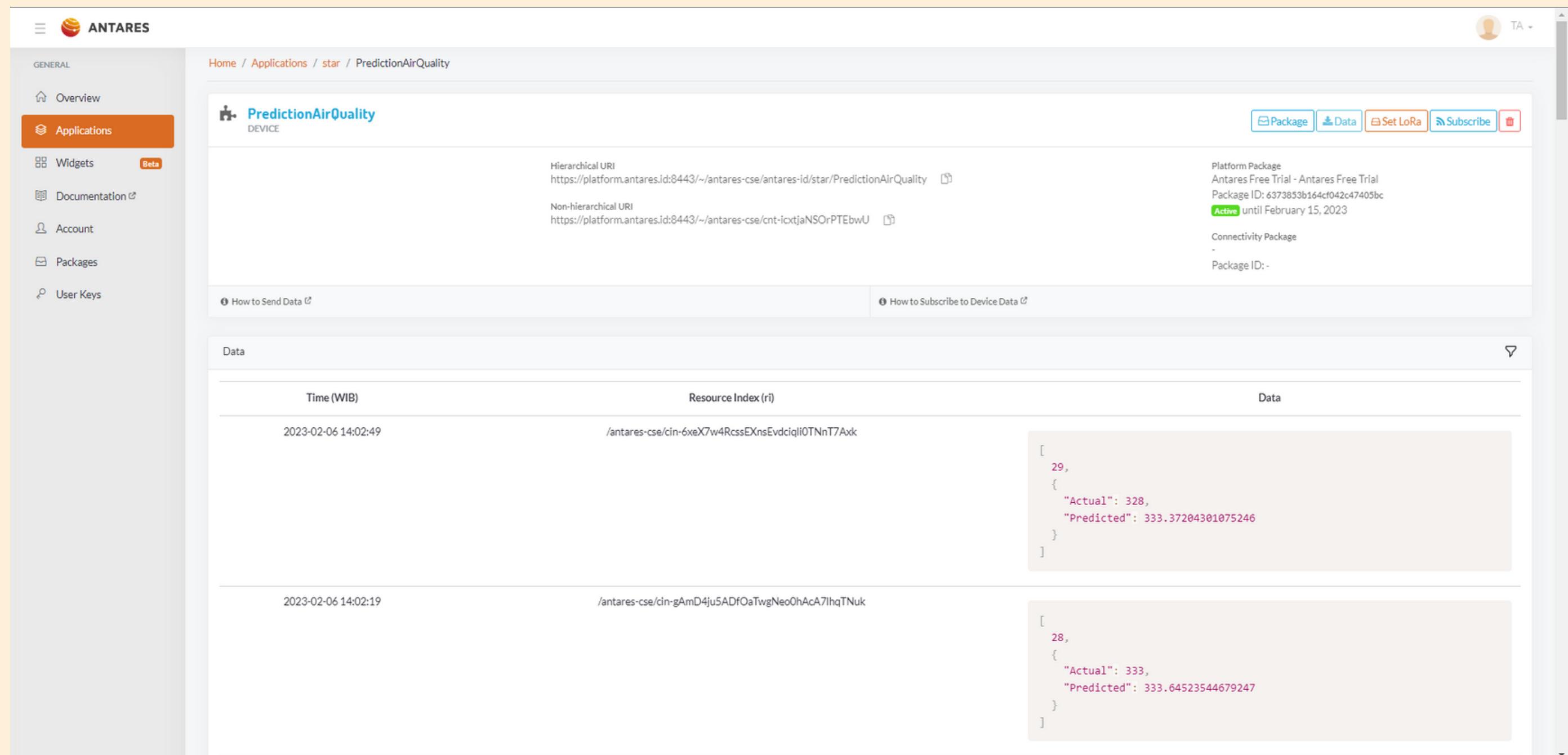
# Hasil Pengujian Prediksi Node 2

	AQI_calculated	temp	Actual	Predicted
0	370.0	1	370.0	352.490323
1	368.0	2	368.0	359.277197
2	372.0	3	372.0	366.064071
3	371.0	4	371.0	372.850945
4	368.0	5	368.0	379.637820
5	373.0	6	373.0	386.424694
6	379.0	7	379.0	393.211568
7	374.0	8	374.0	399.998443
8	373.0	9	373.0	406.785317
9	378.0	10	378.0	413.572191
10	380.0	11	380.0	420.359066
11	374.0	12	374.0	427.145940
12	372.0	13	372.0	433.932814
13	492.0	14	492.0	440.719689
14	496.0	15	496.0	447.506563

15	515.0	16	515.0	454.293437
16	516.0	17	516.0	461.080311
17	516.0	18	516.0	467.867186
18	521.0	19	521.0	474.654060
19	517.0	20	517.0	481.440934
20	518.0	21	518.0	488.227809
21	511.0	22	511.0	495.014683
22	511.0	23	511.0	501.801557
23	514.0	24	514.0	508.588432
24	510.0	25	510.0	515.375306
25	514.0	26	514.0	522.162180
26	514.0	27	514.0	528.949055
27	507.0	28	507.0	535.735929
28	502.0	29	502.0	542.522803
29	501.0	30	501.0	549.309677

Hasil Pengujian Prediksi Node 2 cukup mendekati dengan nilai aktual.  
 Hasil dari prediksi node 2 ini cukup baik karena mendekati dengan nilai aktual.

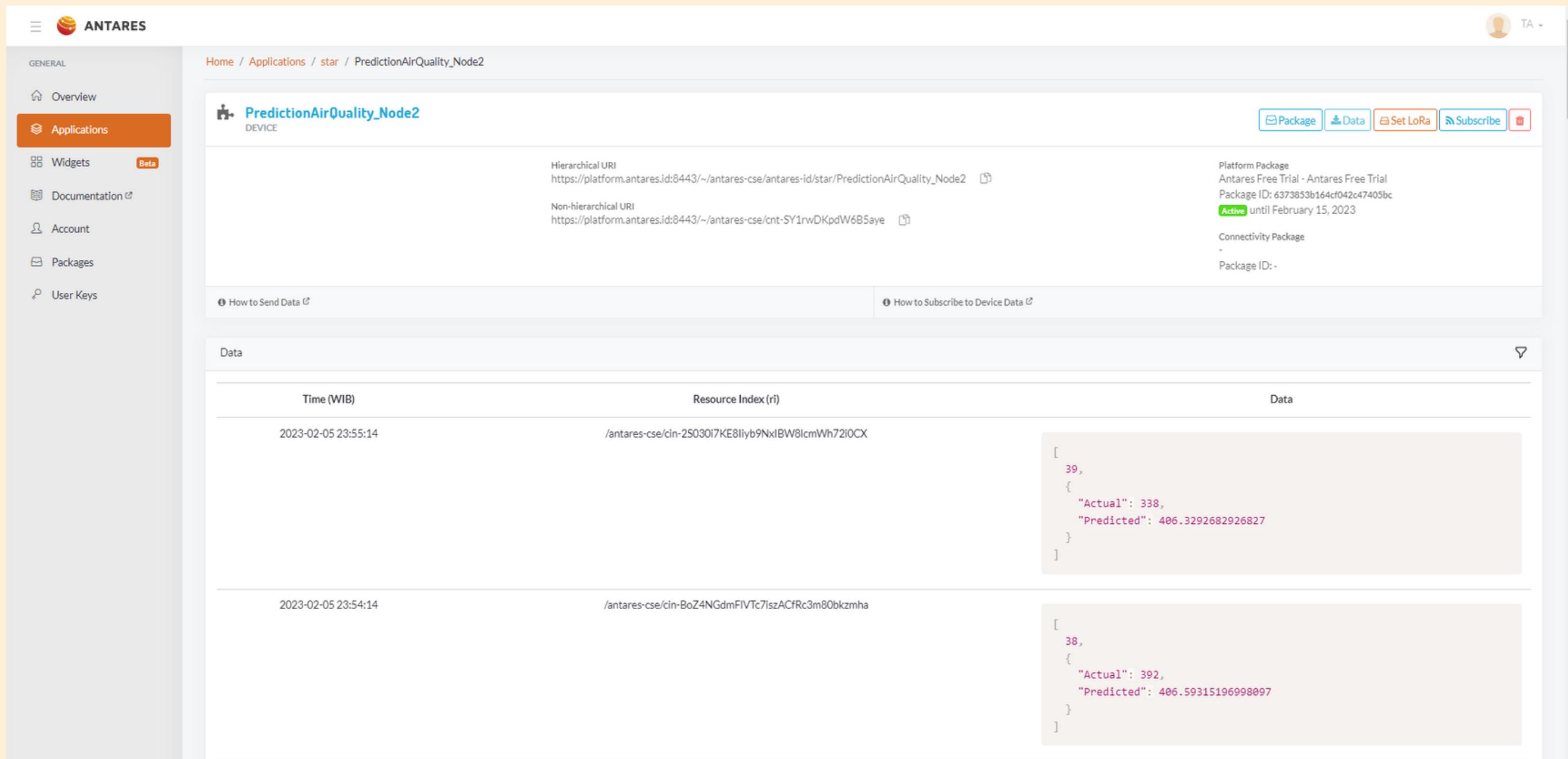
# Penampilan Hasil Prediksi pada Antares



The screenshot shows the Antares platform interface for the 'PredictionAirQuality' application. The left sidebar includes links for Overview, Applications (selected), Widgets (Beta), Documentation, Account, Packages, and User Keys. The main content area displays the application details: Hierarchical URI (https://platform.antares.id:8443/~/antares-cse/antares-id/star/PredictionAirQuality) and Non-hierarchical URI (https://platform.antares.id:8443/~/antares-cse/cnt-icxtjaNSOrPTEbwU). It also shows connectivity information: Platform Package (Antares Free Trial - Antares Free Trial, Package ID: 6373853b164cf042c47405bc, Active until February 15, 2023), Connectivity Package (-), and Package ID: -. Below this, there are sections for 'How to Send Data' and 'How to Subscribe to Device Data'. The 'Data' section lists two entries with columns for Time (WIB), Resource Index (ri), and Data. The first entry is for 2023-02-06 14:02:49 with resource index /antares-cse/cin-6xeX7w4RcssEXnsEvdcijli0TNnT7Axk and data [29, { "Actual": 328, "Predicted": 333.37204301075246 }]. The second entry is for 2023-02-06 14:02:19 with resource index /antares-cse/cin-gAmD4ju5ADfOaTwgNeo0hAcA7lhqTNuk and data [28, { "Actual": 333, "Predicted": 333.64523544679247 }].

Hasil Prediksi pada Node 1

# Penampilan Hasil Prediksi pada Antares



The screenshot shows the Antares platform interface. On the left, there's a sidebar with options: Overview, Applications (highlighted in orange), Widgets (Beta), Documentation, Account, Packages, and User Keys. The main area displays the 'PredictionAirQuality\_Node2' application details. It includes URIs (Hierarchical and Non-hierarchical), package information (Platform Package: Antares Free Trial - Antares Free Trial, Package ID: 6373853b164cf042c47405bc, Active until February 15, 2023), and connectivity details. Below this, a 'Data' section lists two entries with timestamp, resource index, and data payload. The first entry (Time: 2023-02-05 23:55:14, Resource Index: /antares-cse/cin-2503017KE8liyb9NxlBW8lcmWh72i0CX) has a data payload of [39, {"Actual": 338, "Predicted": 406.3292682926827}]. The second entry (Time: 2023-02-05 23:54:14, Resource Index: /antares-cse/cin-BoZ4NGdmFIvtC7iszACfRc3m80bkzmha) has a data payload of [38, {"Actual": 392, "Predicted": 406.59315196998097}].

Time (WIB)	Resource Index (ri)	Data
2023-02-05 23:55:14	/antares-cse/cin-2503017KE8liyb9NxlBW8lcmWh72i0CX	[ 39, { "Actual": 338, "Predicted": 406.3292682926827 } ]
2023-02-05 23:54:14	/antares-cse/cin-BoZ4NGdmFIvtC7iszACfRc3m80bkzmha	[ 38, { "Actual": 392, "Predicted": 406.59315196998097 } ]

## Hasil Prediksi pada Node 2

# Kesimpulan dan Saran

## Kesimpulan

1. Sistem ini ber dengan menggunakan 5 parameter yang memenuhi kebutuhan data ISPU serta rancangan power supply mencukupi beban komponen selama 8 jam dan 53,4 menit.
2. PCA memiliki pengaruh yang signifikan dengan akurasi 70% dari Node 1 dan 100% pada Node 2.

## Saran

1. Desain dibuat lebih kompak agar dapat lebih mudah dibawa kemana saja.
2. Menggunakan sensor yang dapat mengukur kualitas udara yang lebih akurat.

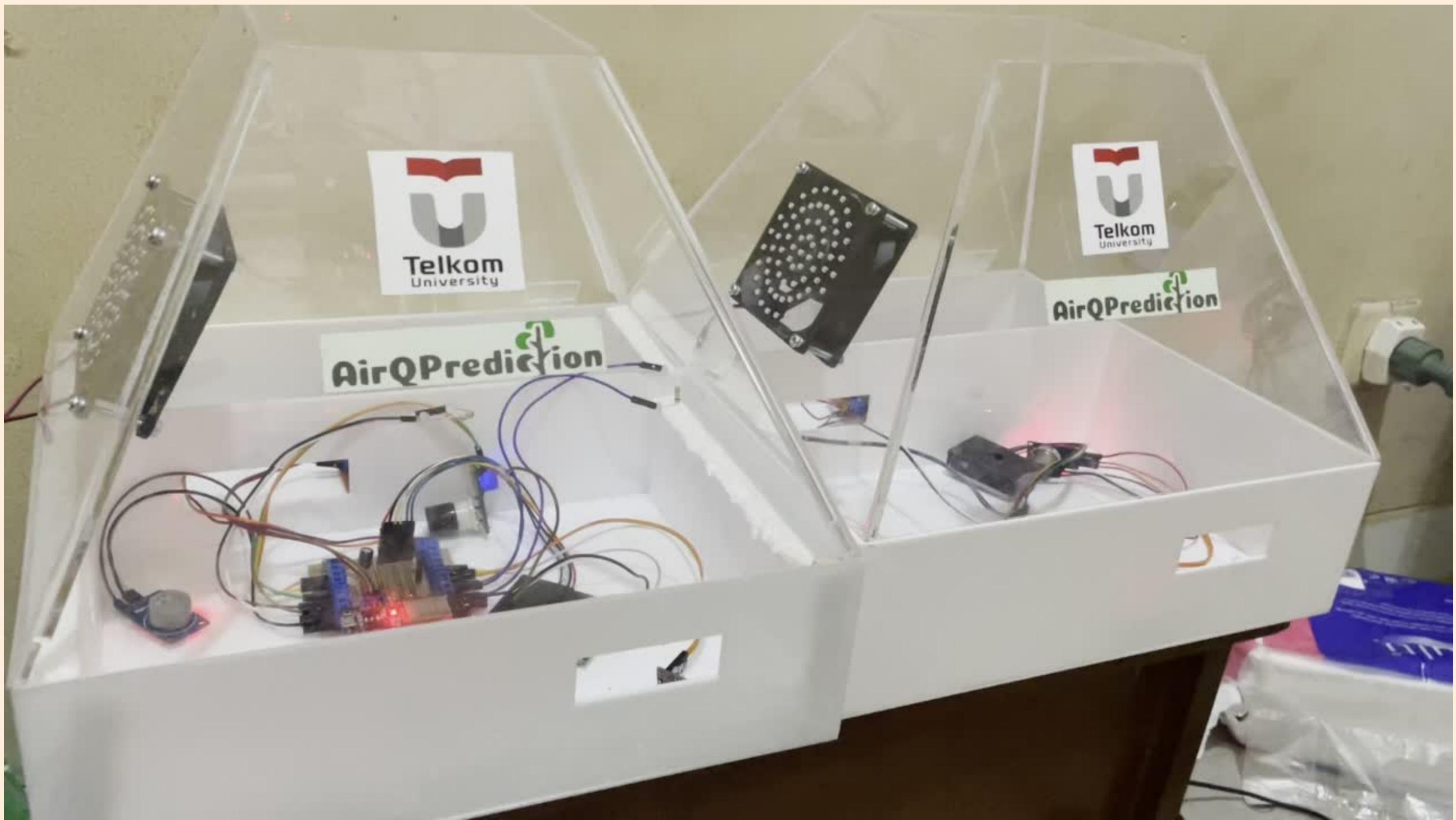
# Kesimpulan

- 1.Sistem ini sudah berhasil dibuat, yaitu merancang alat monitoring polusi udara menggunakan sensor multi titik berbasis *Internet of Things* dalam memantau kualitasudara. Setiap node sensor memiliki 5 buah sensor, yaitu sensor MQ-131, sensor MQ-136, Sensor MQ-7, sensor MICS-6814, dan sensor SHARP GP2Y1010AU0F.
- 2.Sistem dapat menerima data yang telah dikirim ke Antares, lalu menampilkan hasil monitoring dengan baik pada aplikasi Android. Delay pengiriman rata-rata pada sensor node 1 dan sendor node 2 sebesar 1,916 detik dan 1,716 detik. Dalam pengiriman paket data pada sensor node 1 dan sensor node 2, tidak ada paket data yang hilang dalam pengiriman yang kemudian data tersebut dapatdilihat atau di akses melalui mobile app Android.

## Saran

- 1.Pengembangan penelitian selanjutnya, melakukan perbandingan alat monitoring yang di rancang dengan alatukurkualitas udara yang aktual, agar alat yang di rancang memiliki nilai pembanding untuk melakukan kalibrasi.
- 2.Untuk pengembangan pada aplikasi mobile app di tambahkan fiturpublic download agar memudahkan pengguna melihat riwayat nilai polusi udara.

# Video Demo Alat



$\tau_b$

Thank you!