

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Kalibrasi Sensor

Sensor DHT-22 yang digunakan dalam sistem pembersih udara ini telah dikalibrasi menggunakan alat ukur yang sesuai dengan parameter lingkungan. Kalibrasi ini dilakukan dengan membandingkan nilai yang terbaca oleh sensor dan alat ukur. Alat ukur yang digunakan adalah *Envitometer*. Dari hasil kalibrasi yang dilakukan terdapat error atau selisih antara nilai yang terbaca oleh sensor dengan alat ukur. Tabel 4.1 menampilkan *error* suhu dan kelembaban yang terbaca oleh sensor DHT-22.

Parameter yang terukur telah direkayasa untuk mempersingkat waktu selama proses kalibrasi. Untuk merekayasa suhu digunakan *hairdryer* untuk menaikkan suhu ruangan, sedangkan untuk menurunkan suhu ruangan digunakan kipas. Sedangkan untuk merekayasa kelembaban digunakan semprotan air untuk melembabkan udara ruangan dan *hairdryer* untuk mengeringkan udara ruangan.

Tabel 4.1 Data *error* sensor DHT-22

Sensor	Parameter	Rata-rata selisih pengukuran				Rata-rata error total
		<i>Error 1</i>	<i>Error 2</i>	<i>Error 3</i>	<i>Error 4</i>	
<b>DHT-22</b>	Suhu	0,49 %	0,42 %	0,78 %	0,4 %	0,52 %
<b>DHT-22</b>	Kelembaban	18,72 %	20,06 %	16,60 %	19,91 %	18,82 %

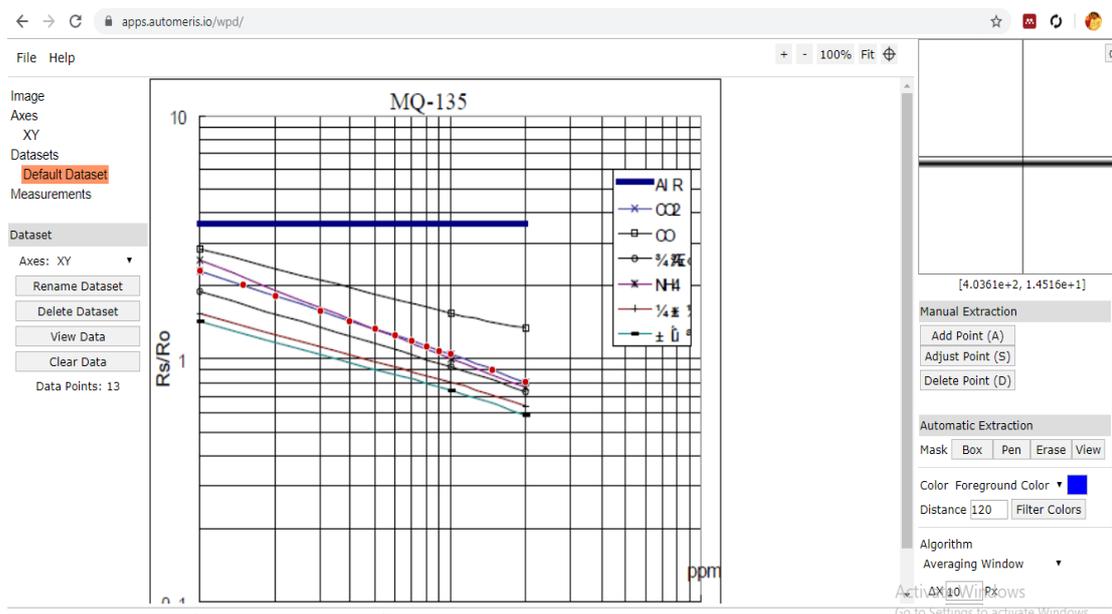
Perhitungan rata-rata *error* total menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N}{N} \quad (4.1)$$

*Error* adalah selisih nilai yang terbaca oleh sensor dengan alat ukur dari setiap uji coba kalibrasi yang dilakukan. Rata-rata *error* total didapat dari rata-rata *error* 4 pengujian. Diketahui bahwa rata-rata total *error* suhu oleh DHT-22 sebesar 0,52 % dan rata-rata total *error* kelembaban sebesar 18,82 %. Karena nilai rata-rata *error* total suhu dan kelembaban tidak terlalu besar maka tidak memerlukan penambahan persamaan.

Sensor MQ-135 dikalibrasi dengan cara sensor harus dinyalakan selama 24 jam untuk mendapatkan nilai keluaran yang stabil. Setelah nilai tersebut stabil maka sensor sudah siap

digunakan. Untuk hal pertama yang dilakukan adalah mencari nilai estimasi R0 dari sensor tersebut dengan menggunakan bantuan *WebPlotDigitizer* dan *Rscript*. Untuk proses *ploting* menggunakan *WebPlotDigitizer* dapat dilihat pada Gambar 4.1. *Ploting* menggunakan *WebPlotDigitizer* memudahkan untuk mendapatkan nilai variabel X dan Y dari garis CO2 pada *datasheet* sensor MQ-135. Tabel 4.2 menunjukkan variabel X dan Y. Setelah mendapatkan variabel X dan Y maka selanjutnya memasukkan variabel tersebut ke *Rscript* untuk mendapatkan nilai R0 dan nilai dari garis CO2 tersebut. Setelah mendapatkan nilai R0 dan nilai garis CO2 tahap selanjutnya adalah memasukkan nilai tersebut ke dalam program untuk mendapatkan nilai dari ppm gas CO2.



Gambar 4.1 Ploting garis CO2 pada Grafik MQ-135 menggunakan *WebPlotDigitizer*.

Variabel X dan Y ditampilkan pada Tabel 4.2

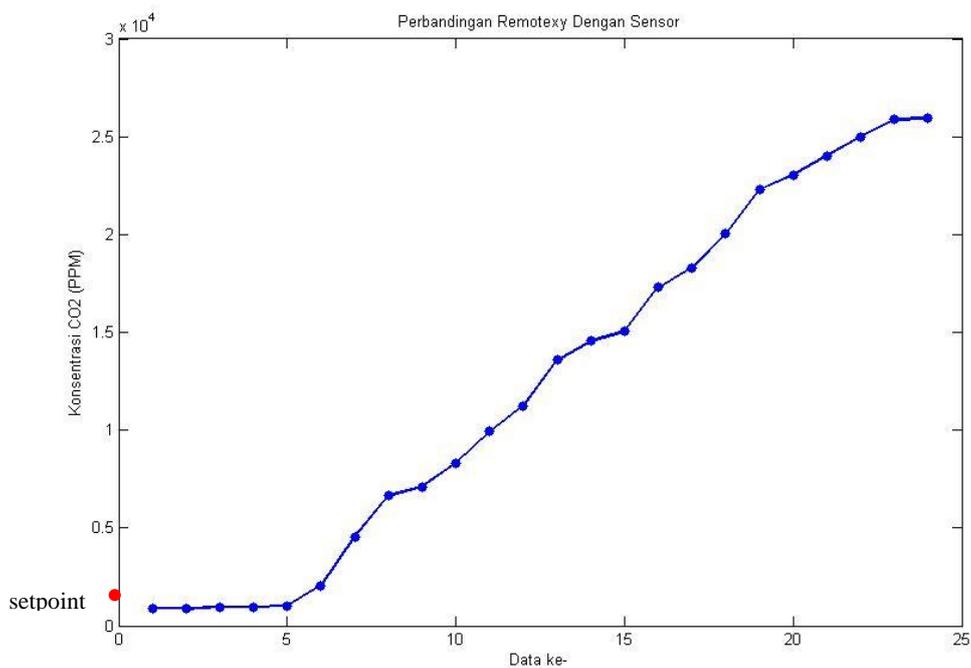
Tabel 4.2 Variabel X dan Y Garis CO2

Variabel X	Variabel Y
10	2,3129265942525468
14,865702268326181	2,024689270995333
20,013567177995807	1,8201853180088845
30,208728801746556	1,5792779587993215
39,44813629813563	1,4324166621318
49,96610504795281	1,3342611716018289
59,99923255061572	1,253908643110414
69,88289065001054	1,1888977596422081
80,16291660191384	1,1272574685951802

89,87572031888305	1,0783389655975482
99,99999999999999	1,0500128283248948
146,40736146642527	0,902992218277835
198,6155489837982	0,8046141551102861

#### 4.2 Pengujian Monitoring PPM, Suhu, dan Kelembaban Udara

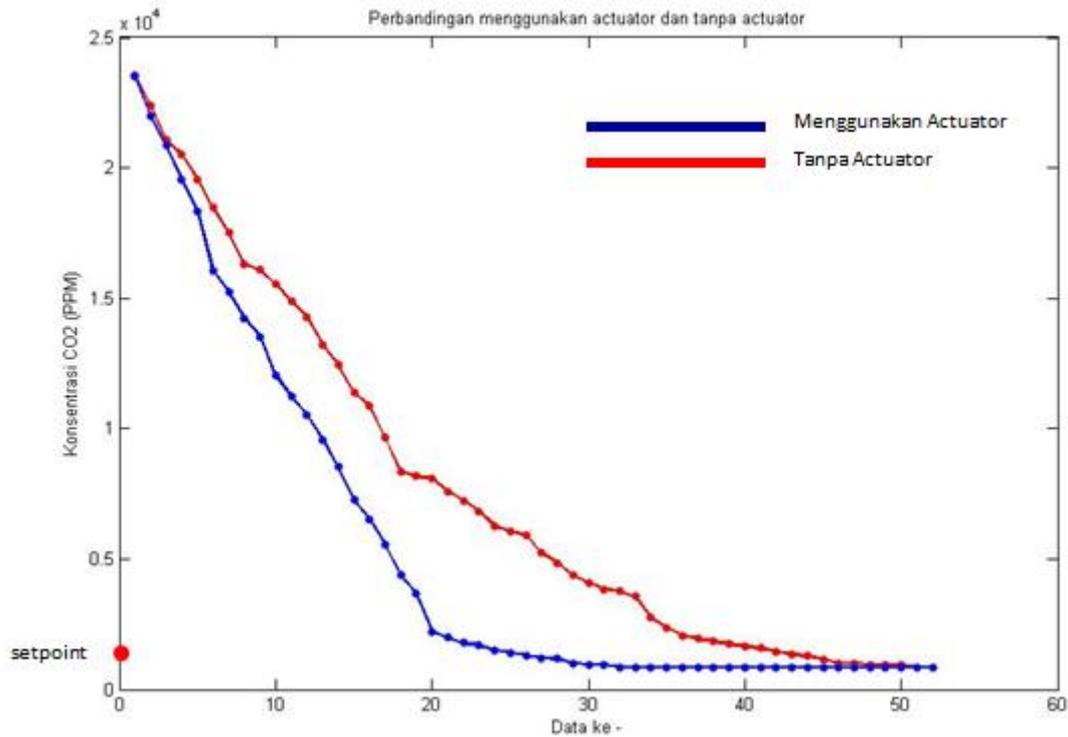
Pengujian *monitoring* parameter dilakukan secara *real time*. Pengujian ini bertujuan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan hasil *monitoring* pada *smartphone* dan mengetahui waktu yang diperlukan *actuator* untuk menetralkan kondisi *plant*. Untuk merekayasa suhu dan kelembaban digunakan *hairdryer* agar didapat perubahan nilai yang *significant*. Sedangkan untuk merekayasa kualitas udara digunakan gas korek untuk mendapatkan perubahan nilai yang *significant* juga. Gambar 4.2 – Gambar 4.7 menunjukkan grafik pengujian yang dilakukan, pengujian dilakukan dari nilai rendah ke nilai tinggi dan sebaliknya. Titik merah pada Gambar 4.2 – Gambar 4.7 merupakan *setpoint* dari parameter yang dibaca.



Gambar 4.2 Hasil Pengujian PPM dari nilai rendah ke nilai tinggi.

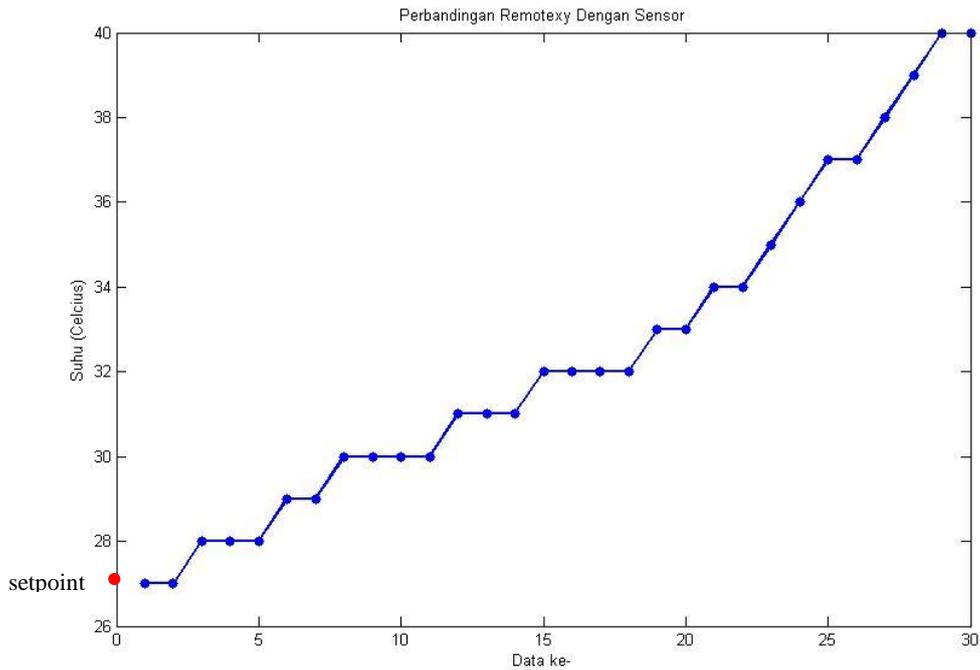
Gambar 4.2 adalah grafik pengujian nilai PPM CO2 dari nilai rendah ke nilai tinggi yang direkayasa menggunakan gas korek untuk mendapat perubahan nilai yang *significant*. Pada pengujian ini kipas menyala pada data ke 6, di mana pada data ke 6 suhu sudah melebihi

*setpoint*. Pada Gambar 4.2 juga terlihat PPM CO<sub>2</sub> terus meningkat, hal tersebut dikarenakan PPM CO<sub>2</sub> direayasa dengan gas korek hingga PPM CO<sub>2</sub> mencapai nilai yang tinggi yang bertujuan untuk mendapatkan perbedaan nilai yang *significant*. Ketika nilai PPM CO<sub>2</sub> tinggi gas korek tidak diberikan lagi.



Gambar 4.3 Hasil Pengujian PPM dari nilai tinggi ke rendah.

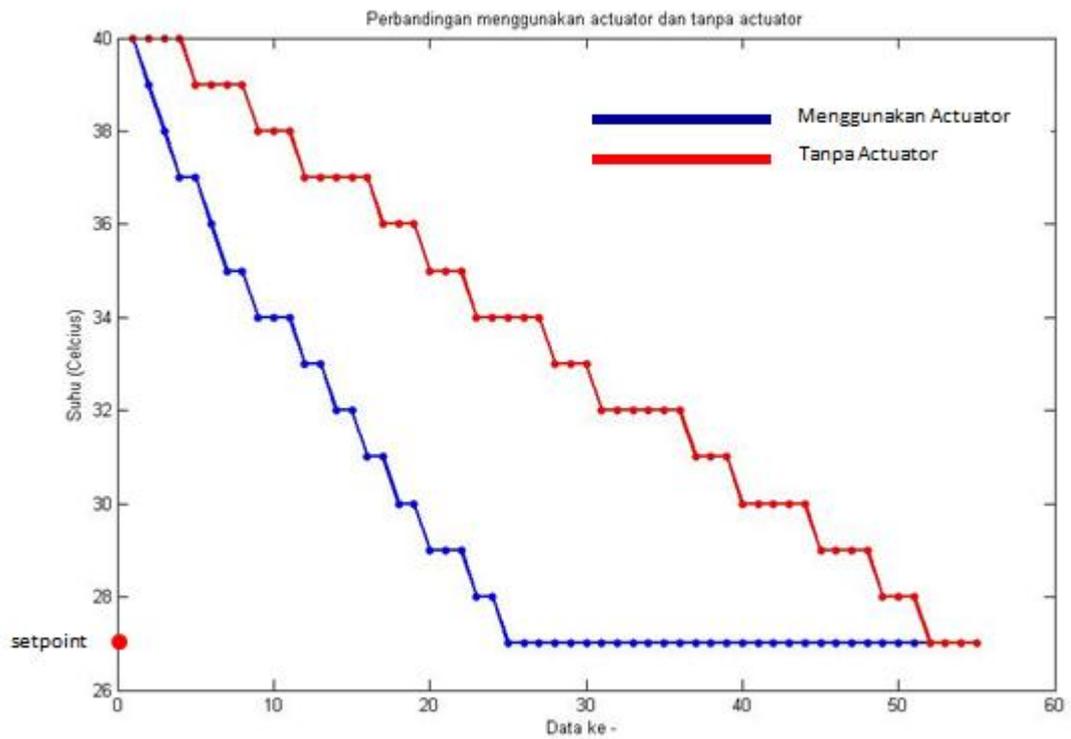
Gambar 4.3 adalah grafik pengujian nilai PPM CO<sub>2</sub> dari nilai tinggi ke rendah. Waktu yang dibutuhkan oleh *actuator* untuk menetralsir udara tergantung jumlah gas CO<sub>2</sub> didalam ruangan (purwarupa). Pada pengujian ini didapat waktu untuk menurunkan nilai PPM CO<sub>2</sub> dibawah 1500 PPM selama 6 menit dengan meggunakan *actuator*. Sedangkan tanpa menggunakan *actuator* PPM turun selama 14 menit.



Gambar 4.4 Hasil Pengujian Suhu dari nilai rendah ke nilai tinggi

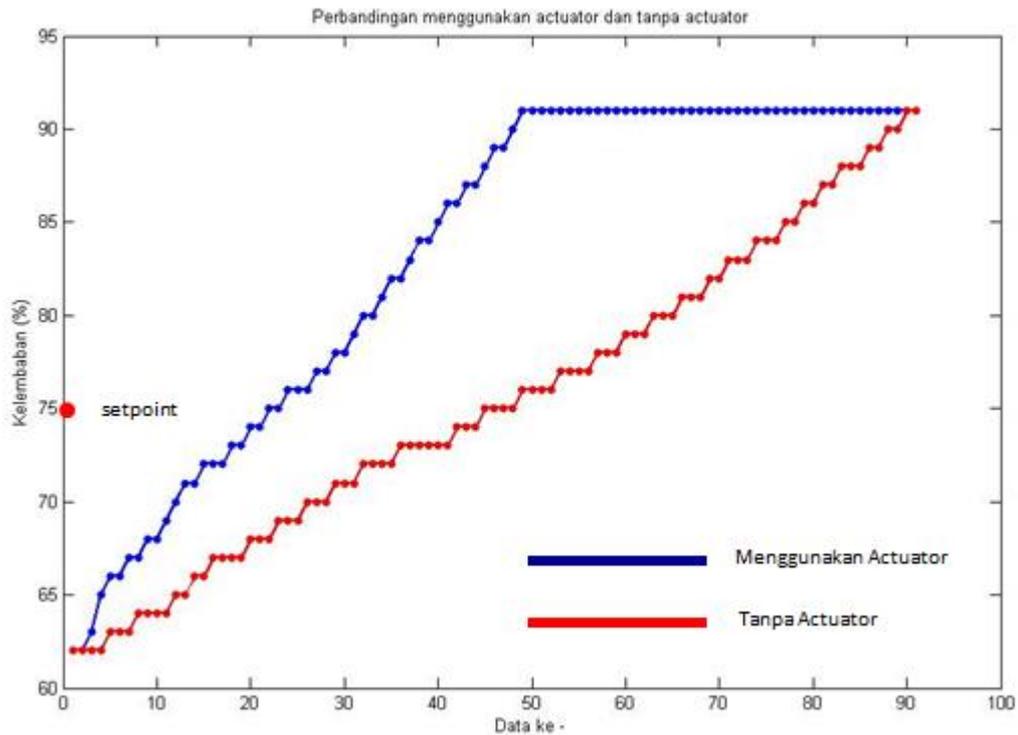
Gambar 4.4 menunjukkan grafik pengujian suhu dari nilai rendah ke nilai tinggi. Suhu direkayasa menggunakan *hairdryer* untuk mendapatkan perubahan nilai yang *significant*. Pada Pengujian ini kipas menyala pada data ke 4 karena data ke 4 sudah melebihi *setpoint* yaitu 27 Celcius, sedangkan data ke 4 suhu sudah berada di 28 Celcius.

Pada Gambar 4.4 juga terlihat suhu terus meningkat, hal tersebut dikarenakan suhu direkayasa menggunakan *hairdryer* hingga suhu mencapai nilai yang tinggi yang bertujuan untuk mendapatkan perbedaan nilai yang *significant*. Ketika suhu sudah mencapai nilai yang tinggi *hairdryer* tidak diberikan lagi.



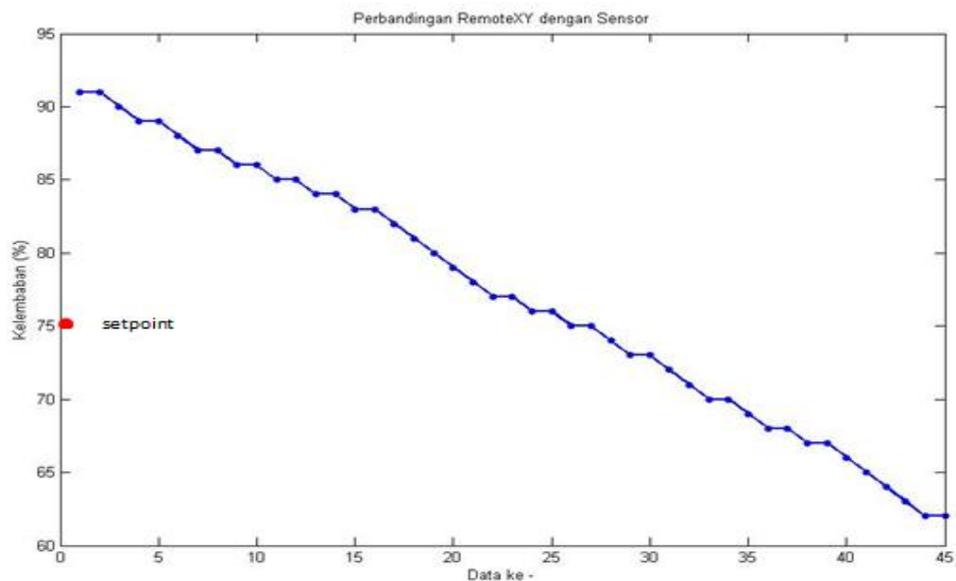
Gambar 4.5 Hasil Pengujian Suhu dari nilai tinggi ke rendah.

Gambar 4.5 menunjukkan grafik pengujian suhu dari nilai tinggi ke nilai rendah. Pada pengujian ini, waktu yang dibutuhkan *actuator* untuk menurunkan suhu hingga dibawah 27 Celcius adalah 13 menit. Sedangkan tanpa bantuan *actuator* suhu turun selama 22 menit untuk mencapai 27 Celcius.



Gambar 4.6 Hasil Pengujian Kelembaban dari nilai rendah ke nilai tinggi

Gambar 4.6 menunjukkan hasil pengujian kelembaban dari nilai rendah ke nilai tinggi. Waktu yang dibutuhkan *air humidifier* untuk melembabkan udara hingga kelembaban berada diatas 75 % adalah 11 menit. Sedangkan jika tanpa *air humidifier* waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kelembaban diatas 75 % adalah selama 19 menit.

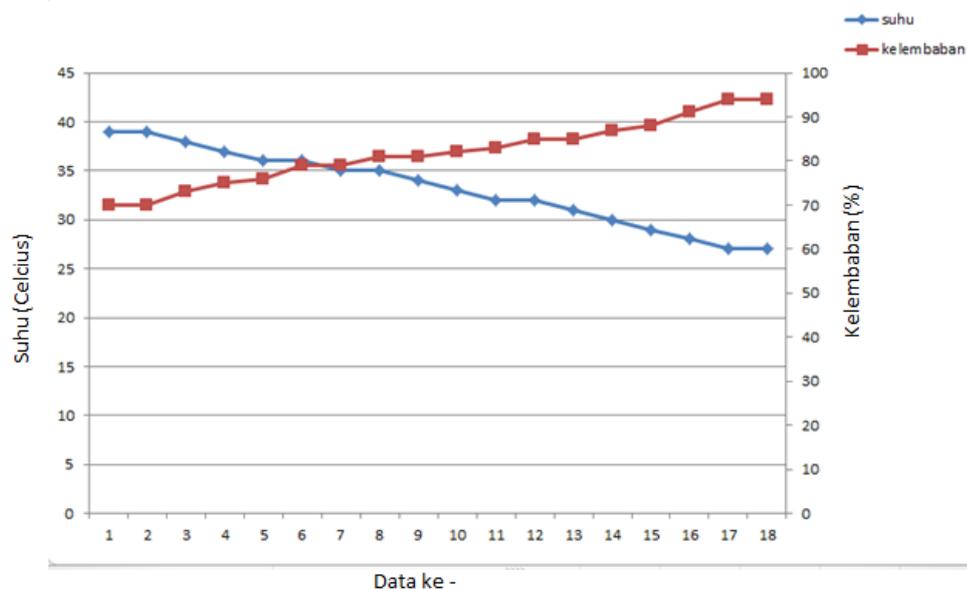


Gambar 4.7 Hasil pengujian kelembaban dari nilai tinggi ke nilai rendah

Gambar 4.7 menunjukkan hasil pengujian kelembaban dari nilai tinggi ke nilai rendah, untuk merekayasa kelembaban udara digunakan *hairdryer* agar didapat perubahan nilai yang *significant*. *Air humidifier* menyala pada data ke 28, karena data ke 28 sudah berada di bawah *setpoint* 75 %. Data ke 18 berada pada kelembaban 74 %.

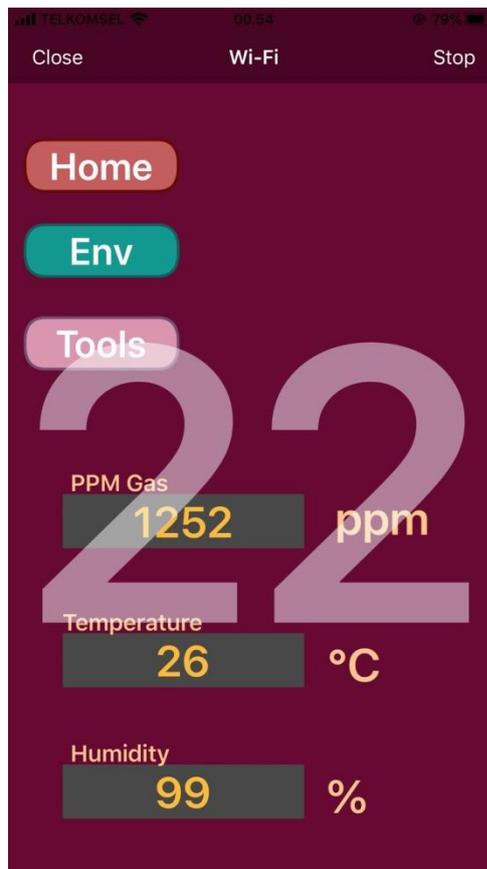
Pada Gambar 4.7 juga terlihat kelembaban terus menurun, hal tersebut dikarenakan kelembaban direkayasa menggunakan *hairdryer* hingga suhu mencapai nilai yang rendah yang bertujuan untuk mendapatkan perbedaan nilai yang *significant*. Ketika kelembaban sudah mencapai nilai yang rendah *hairdryer* tidak diberikan lagi.

Dari pengujian yang dilakukan didapat bahwa suhu dan kelembaban berbanding terbalik sedangkan suhu dan konsentrasi gas CO<sub>2</sub> berbanding lurus. Semakin tinggi suhu maka semakin rendah kelembaban dan begitu sebaliknya, sedangkan jika semakin tinggi suhu maka semakin tinggi juga konsentrasi gas CO<sub>2</sub>. Hal tersebut terbukti dengan hasil pembacaan sensor. Gambar 4.8 menunjukkan perbandingan antara suhu dan kelembaban saat *air humidifier ON*.



Gambar 4.8 Perbandingan suhu dan kelembaban saat *air humidifier ON*

Data pada Gambar 4.8 diambil secara bersamaan pada saat *air humidifier* menyala. Gambar 4.8 membuktikan bahwa suhu dan kelembaban berbanding terbalik.



Gambar 4.9 Contoh Tampilan *Monitoring Smartphone*

Gambar 4.9 menunjukkan halaman tampilan *monitoring* menggunakan aplikasi *RemoteXY* pada *smartphone*.

#### **4.3 Pengujian Otomatisasi *Actuator***

Pengujian otomatisasi *actuator* dilakukan dengan melihat akurasi dari *actuator* ketika parameter yang terukur sudah mencapai *set point*. Data kondisi *actuator* ini didapat dengan cara pengamatan langsung. Pengujian ini dilakukan selama beberapa jam dalam sehari agar didapat kondisi yang berbeda. Dalam beberapa kali percobaan untuk masing-masing *actuator* terdapat delay ketika parameter sudah mencapai *set point*. Tabel 4.3 sampai Tabel 4.5 adalah Sampel percobaan masing-masing *actuator* berdasarkan parameter yang terbaca.

Tabel 4.3 Sampel percobaan ON/OFF kipas parameter PPM CO2

Percobaan ke - Kipas ON (PPM)	Delay (s)	Percobaan ke – Kipas OFF (PPM)	Delay (s)
1	2	1	3
2	2	2	4
3	2	3	2
4	2	4	4
5	2	5	3
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
39	3	39	4
40	3	40	4

Tabel 4.4 Sampel percobaan ON/OFF kipas parameter suhu

Percobaan ke – Kipas ON (suhu)	Delay (s)	Percobaan ke – Kipas OFF (suhu)	Delay (s)
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	1
4	1	4	1
5	2	5	1
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
39	1	39	1
40	1	40	1

Tabel 4.5 Sampel percobaan ON/OFF Air Humadifier parameter kelembaban

Percobaan ke – Air Humadifier ON (kelembaban)	Delay (s)	Percobaan ke – Air Humadifier OFF (kelembaban)	Delay (s)
1	1	1	1
2	1	2	1
3	1	3	1
4	1	4	1
5	1	5	1
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
39	1	39	1
40	1	40	1

Pengujian pada masing-masing *actuator* dilakukan sebanyak 40 kali, terdapat delay pada *actuator* ketika ON/OFF. Kinerja otomatisasi *actuator* berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Ketika parameter sudah mencapai *set point* maka *actuator* akan merespon. Kinerja otomatisasi *actuator* ditampilkan pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Kinerja Otomatisasi *Actuator*

Sensor	Parameter	<i>Set Point</i>	Respon <i>Actuator</i>	Kesesuaian
MQ-135	PPM CO2	> 1500	Kipas A & B ON	100 %
		< = 1500	Kipas A & B OFF	100 %
DHT-22	Suhu	> 27°C	Kipas A & B ON	100 %
		< = 27°C	Kipas A & B OFF	100 %
DHT-22	Kelembaban	< 75%	<i>Air Humadifier</i> ON	100 %
		> = 75%	<i>Air Humadifier</i> OFF	100 %

Tabel 4.6 menjelaskan secara singkat bahwa kinerja otomatisasi *actuator* 100 % sesuai dengan yang diperintahkan. Ketika parameter sudah mencapai *set point*, *actuator* langsung merespon, namun masih terdapat delay dari *actuator*.