



Homepage Journal: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>

## Kalibrasi Sensor MS1100-P111 sebagai Detektor Gas Formaldehid (HCHO) dan Sensor DHT22 untuk Mendeteksi Kelembaban Relatif dan Temperatur

*Calibration of the MS1100-P111 Sensor as a Formaldehyde (HCHO) Gas Detector and DHT22 Sensor to Detect Relative Humidity and Temperature*

Satya Cantika Agustinur<sup>1</sup>, Meta Yantidewi<sup>2</sup>, Utama Alan Deta<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Fisika FMIPA Universitas Negeri Surabaya, [scantikaagustinur@gmail.com](mailto:scantikaagustinur@gmail.com)

<sup>2</sup> Fisika FMIPA Universitas Negeri Surabaya, [metayantidewi@unesa.ac.id](mailto:metayantidewi@unesa.ac.id)

<sup>3</sup> Fisika FMIPA Universitas Negeri Surabaya, [utamadeta@unesa.ac.id](mailto:utamadeta@unesa.ac.id)

\*Corresponding Author: E-mail: [metayantidewi@unesa.ac.id](mailto:metayantidewi@unesa.ac.id)

### Artikel Penelitian

#### Article History:

Received: 3 June, 2024

Revised: 25 June, 2024

Accepted: 25 June, 2024

#### Kata Kunci:

Kalibrasi;

Formaldehid;

Kelembaban Relatif

#### Keywords:

Calibration;

Formaldehyde;

Relative Humidity

DOI: [10.56338/jks.v7i7.5447](https://doi.org/10.56338/jks.v7i7.5447)

### ABSTRAK

Pemantauan kondisi ruangan bertujuan untuk mencegah dampak buruk akibat dari udara yang tercemar, termasuk adanya gas formaldehid. Gas tersebut bisa dipengaruhi oleh kelembaban relatif dan temperatur ruangan. Pentingnya memonitor dan mengendalikan kondisi di dalam ruangan telah mendorong penggunaan teknologi sensor dan perangkat IoT untuk pemantauan *real-time*. Oleh karena itu, penulis akan melakukan kalibrasi sensor yang akan digunakan, yaitu sensor MS1100-P111 sebagai detektor gas formaldehid dan sensor DHT22 untuk mendeteksi kelembaban relatif dan temperatur menggunakan tiga sampel parfum. Kalibrasi sensor dilakukan untuk memastikan akurasi dan reliabilitas pengukuran, menggunakan perbandingan persamaan dari *datasheet* untuk MS1100-P111 dan metode regresi linear untuk DHT22. Setelah kalibrasi, dilakukan perhitungan nilai *error*, persentase *error*, dan rata-rata kalibrasi. Hasil perhitungannya secara berurutan adalah 0,004 mg/m<sup>3</sup>; 1,783%; dan 98,217%. Untuk kalibrasi sensor DHT22, digunakan metode regresi linear. Nilai *error*, persentase *error*, dan rata-rata kalibrasi yang diperoleh untuk kelembaban relatif adalah 0,145%; 0,279%; dan 99,721%. Sedangkan untuk temperatur, nilai *error*, persentase *error*, dan rata-rata kalibrasi yang diperoleh adalah 0,81°C; 2,25%; dan 97,75%. Dengan demikian, kedua sensor dapat digunakan karena memiliki ketelitian dan realibilitas yang baik dan berguna dalam mendeteksi gas formaldehida, kelembaban relatif, dan temperatur khususnya yang ada di dalam ruangan.

### ABSTRACT

Monitoring room conditions aims to prevent negative impacts from polluted air, including the presence of formaldehyde gas. This gas can be affected by relative humidity and room temperature. The importance of monitoring and controlling indoor conditions has driven the use of sensor technology and IoT devices for real-time monitoring. Therefore, the author will calibrate the sensors that will be used, namely the MS1100-P111 sensor as a formaldehyde gas detector and the DHT22 sensor to detect relative humidity and temperature using three perfume samples. Sensor calibration was carried out to ensure measurement accuracy and reliability, using a comparison of equations from the *datasheet* for the MS1100-P111 and the linear regression method for the DHT22. After calibration, the error value, error percentage, and calibration average are calculated. The calculation results sequentially are 0.004 mg/m<sup>3</sup>; 1.783%; and 98.217%. To calibrate the DHT22 sensor, the linear regression method is used. The error value, error percentage, and calibration average obtained for relative humidity are 0.145%; 0.279%; and 99.721%. Meanwhile, for temperature, the error value, error percentage, and calibration average obtained were 0.81°C; 2.25%; and 97.75%.

### PENDAHULUAN

Pemantauan kondisi ruangan menjadi hal wajib yang harus dimiliki. Pemantauan ini sebagai langkah preventif terhadap kondisi yang tidak diinginkan yang diakibatkan oleh udara yang tercemar,

misalnya saat penggunaan produk pewangi. Penelitian dari Rahman dan Kim memberikan hasil bahwa pada beberapa senyawa dalam produk pewangi dapat menyebabkan kontaminan sekunder. Karena tingginya kandungan terpenoid dalam pengharum ruangan, sejumlah besar polutan sekunder seperti formaldehid dan partikel halus dapat terbentuk akibat terjadi pelepasan di udara (Rahman and Kim 2014). Oleh karena itu, penting untuk memonitor dan mengendalikan kadar formaldehid di lingkungan sehari-hari, terutama di dalam ruangan (Afirm Group 2021). Dalam konteks ini, penggunaan teknologi sensor dan perangkat berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat memberikan solusi yang efektif untuk memantau dan mengukur kadar formaldehid secara *real-time* (Flores-Cortez et al. 2023; Salam and Alexander 2023). Salah satu platform yang menjanjikan untuk tujuan ini adalah NodeMCU ESP8266, sebuah mikrokontroler Wi-Fi yang ringkas dan hemat energi (Agustinur et al. 2023; Oktavianto and Yunanda 2023).

Sensor MS1100-P111 merupakan salah satu alat yang dirancang mampu mendeteksi gas formaldehid. Sensor ini membutuhkan waktu kurang dari 10 detik untuk mencapai 90% dari pembacaan akhir saat ada perubahan konsentrasi formaldehid. Sementara, waktu yang diperlukan untuk sensor kembali ke kondisi stabil setelah perubahan konsentrasi formaldehid adalah kurang dari 180 detik. Sensor ini memerlukan tegangan sirkuit atau *input* sebesar  $5 \pm 0,1$  V. Artinya, sensor harus dioperasikan pada tegangan sekitar 5 V dengan toleransi  $\pm 0,1$  V untuk menjaga operasi sensor yang stabil dan akurat (Trisnanti, Yantidewi, and Alan Deta 2023). Jika tegangan terlalu rendah atau terlalu tinggi, kinerja sensor dapat terganggu atau bahkan mengalami kerusakan (Haryadi, Syarif, and Suhendi 2022). Sensor ini dapat beroperasi dengan baik dalam rentang suhu dari  $-10$ – $50^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban relatif antara 5–90% RH (Sunstar 2010).

Selain deteksi formaldehid, pemantauan kelembaban relatif dan temperatur juga penting dalam berbagai aplikasi, baik di industri maupun rumah tangga (Efendi 2019). Kelembaban relatif yang tidak sesuai dapat mempengaruhi kualitas udara dan kenyamanan penghuni. Kelembaban relatif adalah rasio antara tekanan uap air yang sebenarnya ada di udara dengan tekanan uap air jenuh pada suhu tertentu. Misalnya, jika satu meter kubik udara bisa menampung 100 ml air pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$  dan benar-benar mengandung 100 ml air, maka kelembaban relatifnya adalah 100% RH. Jika pada suhu yang sama, meter kubik udara tersebut hanya mengandung 50 mL air, maka kelembaban relatifnya adalah 50 % RH (NFSA n.d.). Sensor yang dapat digunakan untuk mengukur kelembaban relatif dan temperatur yaitu sensor DHT22 (Dintoro, Rahmadewi, and Ibrahim 2020).

Sensor DHT22 adalah sensor yang sering digunakan untuk mengukur temperatur dan kelembaban relatif karena kemampuannya untuk memberikan data yang akurat dan cepat (Musbikhin 2020; Paramita, Nurhasanah, and Khumaeni 2023). Model DHT22 merupakan sensor yang didukung oleh pasokan daya 3,3–6V DC dan menghasilkan sinyal digital melalui *single-bus* (Wati, Yantidewi, and Deta 2023). Elemen penginderaannya menggunakan kapasitor polimer, dengan rentang operasi kelembapan 0–100% RH dan suhu  $-40$ – $80^{\circ}\text{C}$ . Sensor ini memiliki akurasi kelembapan  $\pm 2$ –5% RH dan akurasi suhu kurang dari  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Resolusi atau sensitivitas pengukuran untuk kelembapan adalah 0,1% RH dan untuk suhu adalah  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Sensor ini juga memiliki *repeatability* dengan kelembapan  $\pm 1$ % RH dan suhu  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ , serta kelembapan *hysteresis* sebesar  $\pm 0,3$ % RH. Stabilitas jangka panjangnya adalah  $\pm 0,5$ % RH per tahun. Periode *sensing* rata-rata adalah 2 detik, dan sensor ini sepenuhnya dapat dipertukarkan (Liu 2015).

Sebelumnya telah dilakukan penelitian mengenai sensor MS1100 yang dilakukan oleh Hidayanti, dkk. Sensor MS1100 digunakan sebagai sistem pemantauan gas benzena. Penelitian tersebut menyatakan masih terdapat nilai *error* sebesar 8,3% (Hidayanti, Lestari, and Kusumo 2021). Nilai *error* masih tergolong besar karena melebihi 5% sehingga masih perlu kalibrasi yang sebaiknya memiliki nilai *error* lebih kecil lagi. Penelitian terkait kalibrasi pernah dilakukan oleh Puspasari dkk dari sensor DHT22. Hasil penelitian memperoleh nilai persentase *error* 2,99% untuk kelembaban dan  $-2,31$ % untuk

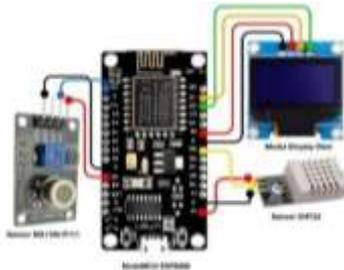
temperatur (Puspasari et al. 2020). Namun, penelitian tersebut belum menyatakan metode yang digunakan secara jelas. Oleh karena itu, penyempurnaan dari penelitian Puspasari dkk ini masih perlu penjelasan mengenai metode penelitian.

Untuk memastikan akurasi dan reliabilitas pengukuran, kalibrasi sensor menjadi langkah penting. Kalibrasi ini bertujuan untuk mengatur dan mengecek sensitivitas serta linearitas sensor agar dapat memberikan hasil yang konsisten dan akurat. Proses kalibrasi dilakukan melalui cara perbandingan sensor yang akan digunakan dengan alat standar. Kalibrasi menjadi alur penyesuaian nilai awal dan linearisasi. Linearisasi secara umum terbatas dan terikat pada daerah kerja sensor tertentu oleh kondisi elemen perasa sensor yang bisa dirubah (Khotimah, Darmawan, and Rosdiana 2022). Kalibrasi sensor perlu dilakukan agar terhindar dari data yang tidak akurat karena adanya adanya kegagalan pemenuhan standar dan regulasi.

Artikel ini akan membahas proses kalibrasi sensor MS1100-P111 sebagai detektor gas formaldehid dan sensor DHT22 untuk mendeteksi kelembaban relatif dan temperatur. Sensor-sensor akan dikalibrasi dengan *air quality detector* sebagai alat standar yang telah terjual secara konvensional di pasaran. Pembahasan ini meliputi prinsip kerja kedua sensor, metode kalibrasi yang digunakan, serta analisis hasil kalibrasi. Analisis hasil kalibrasi diketahui melalui perhitungan *error*, persentase *error*, dan tingkat akurasi. Dengan pemahaman yang mendalam mengenai kalibrasi kedua sensor ini, diharapkan pengguna dapat mengoptimalkan penggunaan sensor dalam berbagai aplikasi untuk memastikan lingkungan yang lebih sehat, aman, dan nyaman.

## METODE

Pada penelitian ini menggunakan metode observasi dalam proses pengambilan data terhadap alat yang telah dirancang. Alat yang dirancang menggunakan dua sensor, yaitu sensor MS1100-P111 sebagai sensor formaldehid dan sensor DHT22 sebagai sensor kelembaban relatif dan temperatur. Kedua sensor diproses pada NodeMCU ESP8266 dan ditampilkan pada modul *display* oled sesuai Gambar 1. Alat-alat tersebut diolah melalui aplikasi Arduino IDE. Tingkat akurasi sensor diketahui ketika pengambilan data dengan meletakkan alat yang diuji dan *air quality detector* (Gambar 2) pada kotak kedap udara volume 3.000 mL ( $19 \times 19 \text{ cm}^2$  ukuran atas;  $16,5 \times 16,5 \text{ cm}^2$  ukuran bawah; dan tinggi 10 cm). Parfum yang digunakan sebanyak tiga sampel, yaitu Sampel 1, Sampel 2, dan Sampel 3. Parfum memiliki kandungan terpenoid yang dapat menyebabkan terbentuknya gas formaldehid sehingga dapat menjadi sampel yang tepat dalam uji kalibrasi (Rahman and Kim 2014). Ketiga sampel ini digunakan untuk mengetahui perbedaan tingkat formaldehid, kelembaban relatif, dan temperatur antara alat yang diuji dan *air quality detector*.



**Gambar 1.** *Hardware* Alat yang Diuji

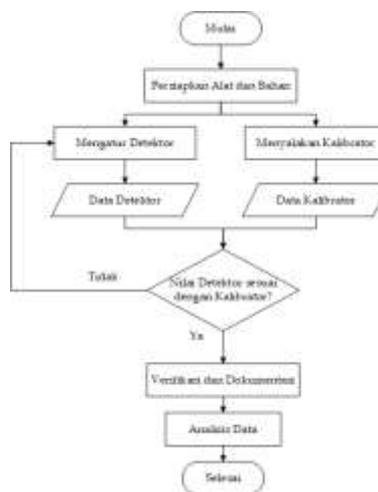
Pada Gambar 1 NodeMCU ESP8266 dihubungkan dengan dua sensor yaitu sensor MS1100-P111 dan sensor DHT22, serta layar *display* oled. Pin A0 pada sensor MS1100-P111 dihubungkan ke pin A0 NodeMCU. Pin *out* pada DHT22 terhubung ke D4. Sementara, layar oled untuk pin SCL ke D1 dan SDA dihubungkan dengan D2. *Air quality detector* pada Gambar 2 dapat digunakan sebagai sistem

pemantau udara dan sebagai alat standar kalibrasi. Alat tersebut secara bersamaan dapat mendeteksi kadar HCHO dalam satuan  $\text{mg}/\text{m}^3$ , kelembaban relatif dengan satuan persen (%), dan temperatur menggunakan satuan derajat celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ).



Gambar 2. Air Quality Detector

Data yang telah diperoleh dianalisis menggunakan *software* OriginLab. Apabila detektor sebagai alat yang diuji memiliki hasil sesuai maka dilakukan verifikasi dan dokumentasi serta analisis data. Langkah penelitian dapat dilakukan sesuai Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Penelitian

Menurut *datasheet* sensor MS1100-P111 terdapat dua persamaan yang dapat digunakan untuk mengetahui kadar formaldehid sesuai standar. Persamaan tersebut sebagai model matematis yang merumuskan korelasi antara konsentrasi formaldehid (dinyatakan dalam logaritma dari ppm atau *parts per million*) dengan tegangan keluaran ( $V_{out}$ ) (Sunstar 2010).

$$\text{Log}(\text{ppm}) = -1,095 + 0,627 \times V_{out} \quad \dots (1)$$

$$\text{Log}(\text{ppm}) = -2,631 + 1,528 \times V_{out} - 0,125 \times V_{out}^2 \quad \dots (2)$$

Penelitian untuk kalibrasi sensor MS1100-P111 dilakukan dengan membandingkan hasil penelitian sesuai kedua persamaan tersebut. Sedangkan, kalibrasi sensor DHT22 dilakukan dengan metode regresi linear. Regresi linear berasal dari persamaan suatu nilai variabel independen yang disimbolkan sebagai  $x$  dan meramalkan hasil nilai variabel dependen yang disimbolkan sebagai  $y$ . Dalam representasi koordinat, sumbu  $x$  mewakili variabel independen, sementara sumbu  $y$  mewakili variabel dependen (Yuliara 2016).

$$y = ax + b \quad \dots (3)$$

Untuk menciptakan suatu rumus pendekatan yang digunakan dalam menentukan nilai temperatur dan kelembaban dari sisi input sensor ( $x$ ), dapat menggunakan keluaran sensor sebagai acuan ( $y$ ) untuk mengestimasi nilai aktualnya.

$$x = \frac{y - b}{a} \quad \dots (4)$$

Langkah selanjutnya yaitu menghitung *error*, persentase *error*, dan akurasi menggunakan menggunakan dua kali penyemprotan parfum. Nilai *error* dan persentase *error* berguna untuk menilai sejauh mana nilai yang diukur mendekati nilai sebenarnya (Asrori et al. 2022; R. I. Putra, Husada, and Hermana 2022). Akurasi membantu dalam mengidentifikasi seberapa jauh hasil pengukuran dari nilai aktual. Jika hasil pengukuran hampir sama dengan nilai sebenarnya, maka akurasinya tinggi dan tingkat kesalahannya dinyatakan rendah (Puspasari et al. 2020).

$$error = |nilai\ ukur - nilai\ aktual| \quad \dots (5)$$

$$(\%)error = \frac{|nilai\ ukur - nilai\ aktual|}{nilai\ aktual} \times 100\% \quad \dots (6)$$

$$Akurasi = (100 - persentase\ error)\% \quad \dots (7)$$

Nilai *error* dan persentase *error* ketika memiliki hasil semakin kecil maka menunjukkan semakin akurat (Amin, Garancang, and Abunawas 2023; A. V. E. P. Putra, Pranoto, and Wibowo 2023). Persentase *error* apabila didukung dengan nilai akurasi yang berada dalam kisaran 90–100%, hal tersebut menunjukkan bahwa hasilnya dapat dinyatakan sangat baik (Muryanto 2020).

## HASIL

Terdapat tiga sampel parfum, yaitu Sampel 1, Sampel 2, dan Sampel 3 yang digunakan. Kemudian setiap sampel dilakukan penyemprotan sebanyak dua kali penyemprotan pada kotak kedap udara dengan ukuran 19 × 19 cm<sup>2</sup> ukuran atas; 16,5 × 16,5 cm<sup>2</sup> untuk ukuran bawah, dan tinggi 10 cm. Pada setiap sampel saat pengujian sensor, kotak dibersihkan dan dianginkan agar uap parfum dari sampel yang berbeda tidak tercampur dengan jeda 10 menit. Pada Tabel 1 menunjukkan data sebelum dilakukan kalibrasi. Setiap sampel terdapat lima data dengan rentang waktu 5 menit.

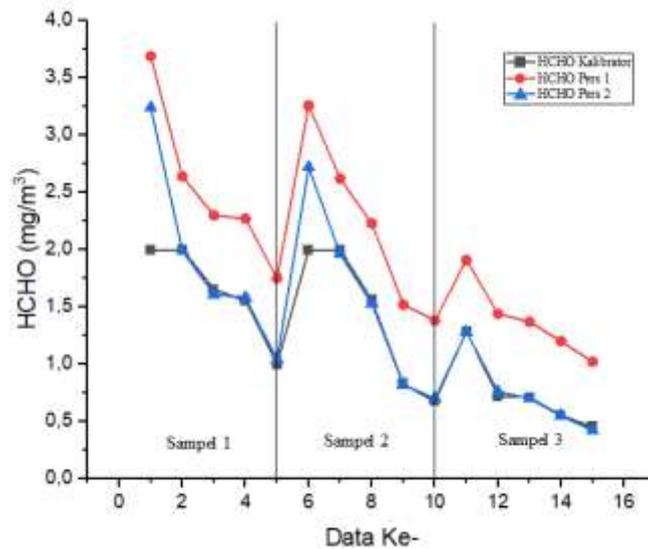
**Tabel 1.** Hasil HCHO, Kelembaban Relatif, dan Temperatur Sebelum Kalibrasi

Data ke-	Sampel	Waktu	HCHO (mg/m <sup>3</sup> )			Kelembaban Relatif (%)		Temperatur (°C)	
			Kalibrator	Pers 1	Pers 2	Kalibrator	Sensor	Kalibrator	Sensor
1	1	11.28	1,999	3,69	3,24	54	73,2	34	35,3
2		11.33	1,999	2,64	1,99	53	67,3	35	35,6
3		11.38	1,654	2,30	1,61	53	63,8	35	36,6
4		11.43	1,552	2,27	1,58	53	64,4	35	36,5
5		11.48	0,996	1,75	1,04	52	64,3	36	36,3
6	2	11.58	1,999	3,26	2,72	52	66,8	37	36,4
7		12.03	1,999	2,62	1,96	52	68,0	37	36,2
8		12.08	1,559	2,23	1,53	52	66,0	37	36,2
9		12.13	0,826	1,52	0,82	52	64,8	37	36,2
10		12.18	0,674	1,38	0,70	52	65,7	37	36,4
11	3	12.28	1,284	1,91	1,28	52	69,4	37	37,6
12		12.33	0,719	1,44	0,76	52	62,6	37	37,5
13		12.38	0,709	1,37	0,70	52	61,9	37	37,2
14		12.43	0,551	1,20	0,55	52	63,4	37	36,9
15		12.48	0,452	1,02	0,42	52	62,5	37	36,9

Tabel 1 menyatakan hasil pengambilan data setiap sampel rentang waktu 5 menit pada setiap sampel. Tabel tersebut membandingkan nilai kalibrator dan hasil sensor yang selanjutnya dapat dibandingkan untuk memperoleh hasil sensor yang sesuai.

### SENSOR MS1100-P111

Setelah data diperoleh dilakukan uji plot menggunakan *software* OriginLab pada sensor MS1100-P111 melalui metode pendekatan nilai yang diperoleh antara kalibrator dan sensor antara persamaan 1 dan persamaan 2 (Sunstar 2010). Nilai kalibrator dan sensor sesuai Tabel 1 dari kedua persamaan tersebut dibuat plot grafik yang dapat diamati pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Grafik Metode Pendekatan Nilai HCHO dari Persamaan 1 dan 2

Setelah dilakukan kalibrasi agar sensor dapat dipertanggungjawabkan keakuratannya harus dihitung nilai *error*, persentase *error*, dan akurasi. Langkah yang dilakukan sama dengan sebelum kalibrasi, namun pada pengambilan data setelah kalibrasi hanya dilakukan pada satu sampel saja yaitu, sampel 1. Data yang digunakan sebanyak 10 data percobaan. Tabel 2 menyatakan perhitungan ketelitian pada HCHO persamaan 2 karena garis hitam (kalibrator) saling berhimpit dengan garis biru sesuai Gambar 4.

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan *Error*, Persentase *Error*, dan Akurasi pada HCHO

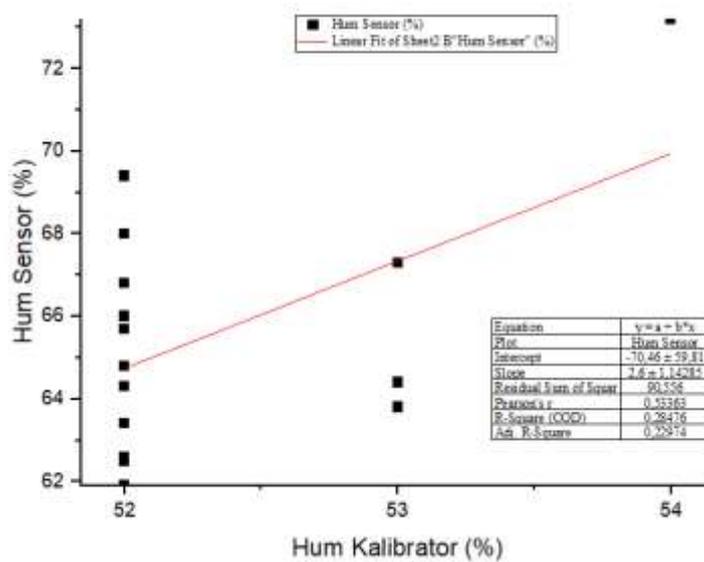
Data ke-	Kalibrator (mg/m <sup>3</sup> )	Sensor (mg/m <sup>3</sup> )	<i>Error</i> (mg/m <sup>3</sup> )	Persentase <i>Error</i> (%)	Akurasi (%)
1	0,251	0,250	0,001	0,398	99,601
2	0,249	0,250	0,001	0,402	99,598
3	0,241	0,240	0,001	0,415	99,585
4	0,252	0,250	0,002	0,794	99,206
5	0,242	0,240	0,002	0,826	99,174
6	0,198	0,200	0,002	1,010	98,990
7	0,257	0,250	0,007	2,724	97,276
8	0,194	0,200	0,006	3,093	96,907

9	0,193	0,200	0,007	3,627	96,373
10	0,220	0,210	0,010	4,545	95,454
Rata-rata	0,230	0,229	0,004	1,783	98,217

Pada setiap indikator pada Tabel 2 diketahui nilai rata-rata yang dihitung dari 10 data yang telah diperoleh. Rata-rata pada Tabel 2 selanjutnya akan digunakan sebagai hasil yang diperoleh.

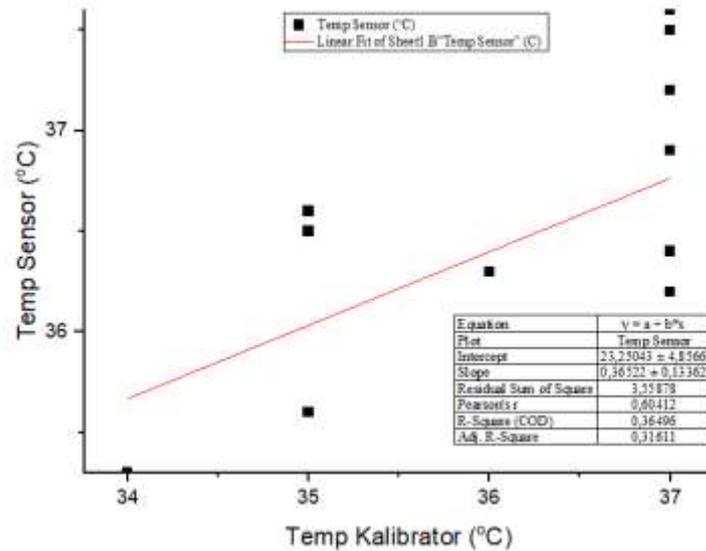
**SENSOR DHT22**

Langkah kalibrasi untuk sensor DHT22 dilakukan melalui *software* OriginLab untuk memperoleh grafik garis lurus. Sesuai dengan Tabel 1 grafik regresi linear yang diperoleh, yaitu kelembaban relatif pada Gambar 5 dan grafik temperatur pada Gambar 6.



**Gambar 5.** Grafik Regresi Linear untuk Kelembaban Relatif Sebelum Kalibrasi

Menurut Gambar 4 sumbu *x* sebagai nilai kelembaban dari kalibrator dan *y* adalah kelembaban dari sensor DHT22 dalam satuan persen (%). Nilai *intercept* sebagai nilai *b* diperoleh nilai sebesar -70,46 dan *a* sebagai nilai *slope* diperoleh sebesar 2,6. Nilai *intercept* merupakan konstanta atau titik potong dari nilai *y* ketika *x* sama dengan 0, sedangkan nilai *slope* adalah ukuran perubahan dari variabel *y* untuk setiap satu unit perubahan dari variabel *x* (Susilawati 2023). Sementara itu, nilai  $R^2$  sebagai acuan ketepatan didapatkan dengan nilai sebesar 0,28476 (Nurani, Setiawan, and Susanto 2023).



**Gambar 6.** Grafik Regresi Linear untuk Temperatur Sebelum Kalibrasi

Gambar 5 menunjukkan bahwa sumbu  $x$  sebagai nilai temperatur dari kalibrator dan  $y$  adalah nilai temperatur dari sensor DHT22. Temperatur dilakukan pengujian pada satuan derajat celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ). Nilai  $slope$  ( $a$ ) diperoleh nilai sebesar 0,36522, nilai  $intercept$  ( $b$ ) yaitu 23,25043, dan nilai  $R^2$  ( $R$ -Square) sebesar 0,36496.

Setelah dilakukan kalibrasi sensor DHT22 menggunakan metode regresi linear pada kelembaban relatif dan temperatur, maka tahapan selanjutnya yaitu menghitung nilai  $error$ , persentase  $error$ , dan akurasi agar sensor memiliki taraf ketelitian sesuai standar

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan  $Error$ , Persentase Error, dan Akurasi pada Kelembaban Relatif dan Temperatur

Data ke-	Kelembaban Relatif				Temperatur					
	KK	SK	EK	%EK	AK	KT	ST	ET	%ET	AT
1	52	52,180	0,180	0,346	99,654	36	35,20	0,80	2,222	97,778
2	52	52,220	0,220	0,423	99,577	36	35,20	0,80	2,222	97,778
3	52	52,100	0,100	0,192	99,808	36	35,20	0,80	2,222	97,778
4	52	52,220	0,220	0,423	99,577	36	35,20	0,80	2,222	97,778
5	52	52,140	0,140	0,269	99,731	36	35,20	0,80	2,222	97,778
6	52	52,140	0,140	0,269	99,731	36	35,20	0,80	2,222	97,778
7	52	52,250	0,250	0,481	99,519	36	35,20	0,80	2,222	97,778
8	52	51,910	0,090	0,173	99,827	36	35,20	0,80	2,222	97,778
9	52	51,910	0,090	0,173	99,827	36	35,10	0,90	2,500	97,500
10	52	52,020	0,020	0,038	99,962	36	35,20	0,80	2,222	97,778
Rata-rata	52	52,109	0,145	0,279	99,721	36	35,19	0,81	2,250	97,750

Keterangan tabel:

KK = Nilai kalibrator saat mengukur kelembaban relatif (%)

SK = Nilai sensor saat mengukur kelembaban relatif (%)

- EK = Nilai *error* dari kelembaban relatif (%)
- %EK = Nilai persentase *error* dari kelembaban relatif (%)
- AK = Nilai akurasi dari kelembaban relatif (%)
- KT = Nilai kalibrator saat mengukur temperatur (°C)
- ST = Nilai sensor saat mengukur temperatur (°C)
- ET = Nilai *error* dari temperatur (°C)
- %ET = Nilai persentase *error* dari temperatur (%)
- AT = Nilai akurasi dari temperatur (%)

**DISKUSI**  
**SENSOR MS1100-P111**

Pada Tabel 1 terdapat dua data yang dimiliki oleh sensor MS1100-P111. Data tersebut diperoleh berdasarkan dua persamaan, yaitu persamaan 1 dan persamaan 2 yang tertera pada *datasheet* sensor. Melalui rangkaian yang dapat diamati pada Gambar 1, data dapat didapatkan untuk kemudian dibandingkan dengan alat standar yang menggunakan *air quality detector* (Gambar 2). Formaldehid (HCHO) menurut alat standar (kalibrator) menggunakan satuan mg/m<sup>3</sup>. Oleh karena itu, langkah kalibrasi yang dilakukan pada sensor juga menggunakan standar satuan tersebut.

Berdasarkan Gambar 4 terdapat 3 garis pada plot grafik yang ditampilkan sesuai nilai HCHO pada Tabel 1, yaitu garis hitam (kalibrator), garis merah (HCHO persamaan 1), dan garis biru (HCHO persamaan 2) ketiga sampel. Garis hitam dan garis biru pada gambar tersebut sebagian besar saling terhimpit, kecuali pada percobaan ke-1 dan ke-6. Sedangkan, garis merah tidak satu kondisinya yang menunjukkan saling terhimpit dengan garis hitam. Dengan demikian, persamaan 2 menjadi persamaan yang dapat digunakan lebih lanjut dibandingkan dengan persamaan 1 yang memiliki nilai rentang jauh dari nilai kalibrator. Jika dua garis dari dua set data yang berbeda sangat berdekatan atau hampir tumpang tindih, ini menunjukkan bahwa kedua set data tersebut memiliki pola hubungan yang sangat mirip antara variabel independen dan variabel dependen (Kusmayanti et al. 2020). Apabila pola telah diketahui maka bisa dilakukan *peng-coding-an* pada Arduino IDE.

Kemudian, untuk mengetahui nilai HCHO sesuai alat standar yaitu dalam satuan mg/m<sup>3</sup> dilakukan konversi menggunakan persamaan berikut.

$$HCHO(mg/m^3) = \frac{HCHO(ppm) \times 30,03}{V} \dots (8)$$

Persamaan 8, *V* sebagai volume gas dan 30,03 adalah massa jenis formaldehid dalam satuan g/mol.

$$V = \frac{n \times R \times T}{P} \dots (9)$$

Pada persamaan 9, *n* sebagai jumlah zat (mol) dengan nilai 1 mol pada kode Arduino baris ke-11, *R* adalah tetapan gas ideal sebesar 0,0821 L atm K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>, *T* atau tK adalah suhu dalam Kelvin, *P* adalah tekanan sebesar 1 atm.

Langkah berikutnya yaitu melakukan kalibrasi yang diuji menggunakan sampel A. Selanjutnya menghitung nilai *error*, persentase *error*, dan akurasi. Data uji coba yang diambil sebanyak 10 data percobaan. Berdasarkan data yang telah dicatat pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa *error* yang terjadi sebesar 0,004 mg/m<sup>3</sup>, persentase *error*-nya adalah 1,783%, dan akurasi yang diperoleh yaitu 98,217%. Nilai persentase *error* berada di bawah 5% sehingga menunjukkan bahwa sensor MS1100-P111 memiliki tingkat sensitivitas yang cukup baik dan tingkat akurasi berada pada kisaran 90–100%

(Maharani and Kholis 2020; Mauliana and Zainuri 2018; Muryanto 2020). Oleh karena itu, sensor MS1100-P111 memiliki ketelitian tinggi dan mampu mengukur gas formaldehid di udara.

## SENSOR DHT22

Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur kelembaban relatif dan temperatur sesuai Tabel 1. Sensor ini juga dikalibrasi dengan alat standar yaitu *air quality detector*. Kelembaban relatif dengan satuan persen (%) dan temperatur diukur menggunakan satuan derajat celcius (°C). Kalibrasi dilakukan melalui pendekatan regresi linear. Langkah yang dilakukan yaitu membuat plot grafik regresi linear. Sumbu  $x$  pada grafik adalah nilai kalibrator dan sumbu  $y$  yaitu nilai dari sensor.

Pada Gambar 5 koefisien determinasi ( $R^2$ ) memiliki nilai 0,28476. Nilai  $R^2$  berada pada rentang 0 hingga 1, dimana apabila nilai semakin mendekati 1, maka terjadi kecocokan dengan data sehingga semakin baik model regresi linear (Rachmawati, Dzulkifli, and Yantidewi 2024). Nilai  $R^2$  pada Gambar 4 masih tergolong buruk sehingga perlu dilakukan agar  $R^2$  mendekati 1. Tahapan menggunakan metode regresi linear harus mengetahui nilai *intercept* dan nilai *slope*. Nilai *slope* ( $a$ ) pada uji coba kelembaban relatif adalah 2,6 dan nilai *intercept* ( $b$ ) diperoleh sebesar -70,46. Nilai  $a$  dan  $b$  dapat disubstitusi pada persamaan 3 adalah  $y = -70,46 + 2,6x$  dan untuk mencari nilai  $x$  diubah menjadi  $x = (y + 70,46) / 2,6$ .

Alur berikutnya yaitu melakukan uji coba dengan mengambil 10 data percobaan setelah melakukan revisi pada kode Arduino IDE. Jika sudah memperoleh data maka perlu dilakukan perhitungan *error*, persentase *error*, dan tingkat akurasi yang dapat diamati pada Tabel 3. *Error* yang diperoleh adalah 0,145%, persentase *error* yaitu 0,279%, dan tingkat akurasi 99,721%. Ketiga perhitungan tersebut sangat memenuhi standar, apalagi tingkat akurasi sangat mendekati 100%.

Plot grafik temperatur dapat diamati pada Gambar 6. Nilai *intercept* ( $a$ ) diperoleh nilai sebesar 23,25043, nilai *slope* ( $b$ ) yaitu 0,36522, dan nilai  $R^2$  (*R-Square*) sebesar 0,36496. Nilai  $R^2$  masih jauh mendekati nilai 1 sehingga perlu dilakukan kalibrasi menggunakan *air quality detector*. Nilai  $a$  dan  $b$  kemudian disubstitusi pada persamaan 4 menjadi  $x = (y - 23,25043) / 0,36522$ . Dari kalibrasi yang telah dilakukan diperoleh nilai *error*, persentase *error*, dan akurasi. Nilai rata-rata untuk *error* yaitu 0,81°C, persentase *error* memiliki nilai 2,25%, dan akurasi sebesar 97,75%. Dengan demikian, sensor DHT22 telah terkalibrasi dengan baik karena telah memenuhi standar ketelitian yang baik.

## KESIMPULAN

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk kalibrasi sensor MS1100-P111 sebagai pengukur gas formaldehid dan sensor DHT22 sebagai deteksi kelembaban relatif dan temperatur. Kedua sensor dihubungkan dengan mikrokontroler jenis NodeMCU ESP8266 dan data ditampilkan pada layar OLED. Kalibrasi dari sensor MS1100-P111 dilakukan melalui perbandingan dua persamaan yang sesuai *datasheet* sensor. Setelah melakukan kalibrasi dilakukan perhitungan nilai *error*, persentase *error*, dan kalibrasi secara rata-rata. Hasil perhitungan tersebut berturut-turut, yaitu 0,004 mg/m<sup>3</sup>; 1,783%; dan 98,217%. Sedangkan, kalibrasi sensor DHT22 dilakukan menggunakan metode regresi linear. Nilai *error*, persentase *error*, dan kalibrasi secara rata-rata yang diperoleh untuk kalibrasi kelembaban relatif adalah 0,145%; 0,279%; dan 99,721%. Sementara pada temperatur nilai *error*, persentase *error*, dan kalibrasi secara rata-rata yang diperoleh, diantaranya 0,81°C; 2,25%; dan 97,75%. Nilai persentase *error* dari sensor MS1100-P111 dan sensor DHT22 berada di bawah 5% sehingga menunjukkan bahwa kedua sensor tersebut memiliki tingkat sensitivitas yang baik, bahkan memiliki tingkat akurasi berada pada kisaran 90–100%. Dengan demikian, kedua sensor memiliki ketelitian tinggi dan mampu digunakan untuk mengukur sesuai objek yang dituju.

## SARAN

Penelitian ini terbatas pada kondisi yang sama, yaitu pada kondisi kotak kedap udara karena fokus objek yang teliti adalah kadar gas formaldehid. Oleh karena itu, disarankan untuk penelitian selanjutnya terjadi pada kondisi lingkungan yang berbeda agar sensor DHT22 dapat memberikan kondisi yang lebih akurat.

## KETERBATASAN

Metode kalibrasi sensor MS1100-P111 melalui metode perbandingan dua persamaan yang tertera pada datasheet sehingga masih terbatas. Begitupun, metode regresi linear yang digunakan untuk kalibrasi sensor DHT22 yang merupakan metode sederhana. Untuk itu, perluasan penggunaan metode lainnya dapat dipertimbangkan agar memberikan rangkaian detektor yang lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afirm Group. 2021. "Lembar Informasi Zat Kimia Formaldehida." [https://afirm-group.com/wp-content/uploads/2021/07/afirm\\_formaldehyde\\_bahasa\\_v2.pdf](https://afirm-group.com/wp-content/uploads/2021/07/afirm_formaldehyde_bahasa_v2.pdf) (February 1, 2024).
- Agustinur, Satya Cantika, Khalid Issa Khalifa, Meta Yantidewi, and Utama Alan Deta. 2023. "Literature Review: Air Oxygen Level Monitoring System." *International Journal of Research and Community Empowerment* 1(2): 62–70.
- Amin, Nur Fadilah, Sabaruddin Garancang, and Kamaluddin Abunawas. 2023. "Konsep Umum Populasi Dan Sampel Dalam Penelitian." *Jurnal Pilar* 14(1): 15–31.
- Asrori, Mizanul et al. 2022. "Kalibrasi Alat Ukur Temperatur Dan Kelembapan Kereta Rel Diesel Elektrik." *Jurnal Teknik Terapan* 1(2): 36–41.
- Dintoro, Kevin, Reni Rahmadewi, and Ibrahim Ibrahim. 2020. "Implementasi Sensor MQ 4 Dan Sensor DHT 22 Pada Sistem Kompos Pintar Berbasis IoT (SIKOMPI)." *Electrician* 14(3): 84–94.
- Efendi, Zakariya. 2019. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang. Semarang *Pengaruh Kelembaban Relatif (Relative Humidity) Terhadap Laju Perpindahan Massa Pada Proses Pengeringan*.
- Flores-Cortez, O O et al. 2023. "A Low-Cost IoT Mobile System for Air Quality Monitoring in Developing Countries, a Study Case in El Salvador." In *2023 International Conference on Smart Applications, Communications and Networking, SmartNets 2023*, <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85170650624&doi=10.1109%2FSmartNets58706.2023.10215961&partnerID=40&md5=9efd430d0db05114c132bfe5c007688b>.
- Haryadi, Hendi, Dani Gustaman Syarif, and Endi Suhendi. 2022. "The Effect of Couple Doping Gd and Co on The Physical Characteristics of LaFeO<sub>3</sub> Thick Film for Acetone Gas Sensor Application." *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)* 12(2): 115–26.
- Hidayanti, Fitria, Kiki Rezki Lestari, and Donni Indra Kusumo. 2021. "Sistem Pemantauan Gas Benzena Dengan Aplikasi Blynk." *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah)* 5(2): 72–79.
- Khotimah, Otin, Dudi Darmawan, and Endang Rosdiana. 2022. "Perangkat Dan Metoda Kalibrasi Sensor Universal." *e-Proceeding of engineering* 9(Perangkat Dan Metoda Kalibrasi Sensor Universal): 866–74.
- Kusmayanti, Vera et al. 2020. *Modul Pembelajaran Matematika Madrasah Tsanawiyah Garis Dan Sudut*. Jakarta: Direktorat Guru dan Tenaga Kependidikan Madrasah Hak.
- Liu, Thomas. 2015. "Digital Output Relative Humidity & Temperature Sensor/Module DHT22." *New York : Aosong Electronic* 22: 1–10. <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>.
- Maharani, Siti Hardiyani, and Nur Kholis. 2020. "Studi Literatur: Pengaruh Penggunaan Sensor Gas Terhadap Presentase Nilai Error Karbonmonoksida (CO) Dan Hidrokarbon (HC) Pada Prototipe

- Vehicle Gas Detector (VGD).” *Jurnal Teknik Elektro* 09(x): 569–78.
- Mauliana, Metatia Intan, and Mochamad Zainuri. 2018. “The Effect of Temperature Variation on Conductivity Value of Cathode Lithium Ferro Phosphate Carbon Composite.” *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)* 8(2): 84.
- Muryanto, Muryanto. 2020. “Validasi Metode Analisa Amonia Pada Air Tanah Menggunakan Metode Spectrofotometri.” *Indonesian Journal of Laboratory* 2(1): 40.
- Musbikhin. 2020. “Apa Itu Sensor DHT11 Dan DHT22 Serta Perbedaannya.” *Musbikhin.com*. <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.musbikhin.com%2Fapa-itu-sensor-dht11-dan-dht22-serta-perbedaannya%2F&psig=AOvVaw2-Qxk13xpNy295TgHkau4P&ust=1705305959138000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBIQjRxqFwoTCLjkzf-13IMDFQAAAAAAdAAAAAB> (January 14, 2024).
- NFSA. “Relative Humidity (RH).” [www.nfsa.gov.au](https://www.nfsa.gov.au/preservation/preservation-glossary/relative-humidity-rh). <https://www.nfsa.gov.au/preservation/preservation-glossary/relative-humidity-rh>.
- Nurani, Alfida Tegar, Adi Setiawan, and Bambang Susanto. 2023. “Perbandingan Kinerja Regresi Decision Tree Dan Regresi Linear Berganda Untuk Prediksi BMI Pada Dataset Asthma.” *Jurnal Sains dan Edukasi Sains* 6(1): 34–43.
- Oktavianto, Zaky Wahyu, and Anton Brevia Yunanda. 2023. “Monitoring Air Quality Around Users With IOT Based NodeMCU ESP8266.” *JEECS (Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences)* 7(2): 1247–54.
- Paramita, Safira Arta, Iis Nurhasanah, and Ali Khumaeni. 2023. “Structural and Optical Properties of Bismuth-Doped Cerium Oxide Prepared at a Low Temperature.” *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)* 13(1): 16–24.
- Puspasari, Fitri et al. 2020. “Analisis Akurasi Sistem Sensor DHT22 Berbasis Arduino Terhadap Thermohygrometer Standar.” *Jurnal Fisika dan Aplikasinya* 16(1): 40.
- Putra, Alfonsus Vito Eka Perdana, Yosep Agus Pranoto, and Suryo Adi Wibowo. 2023. “Penerapan Metode Single Exponential Smoothing Dalam Meramal Penjualan Di Toko Agung.” *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)* 6(2): 1065–71.
- Putra, Revinda Imawan, Milda Gustiana Husada, and Asep Nana Hermana. 2022. “Pengukuran Dan Perolehan Error Pada Sistem Monitoring Kondisi Ban Kendaraan.” In *Seminar Nasioanal FTI*.
- Rachmawati, Arum Vonie, Dzulkifli, and Meta Yantidewi. 2024. “Analisis Kalibrasi Sensor BME280 Dengan Pendekatan Regresi Linear Pada Pengukuran Temperatur, Kelembaban Relatif, Dan Titik Embun BME280 Sensor Calibration Analysis with Linear Regression Approach for Temperature, Relative Humidity and Dew Point Measureme.” *Jurnal Kolaboratif Sains* 7(5): 1589–97. <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>.
- Rahman, Md Mahmudur, and Ki Hyun Kim. 2014. “Potential Hazard of Volatile Organic Compounds Contained in Household Spray Products.” *Atmospheric Environment* 85: 266–74. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.12.001>.
- Salam, Fahrus, and Onki Alexander. 2023. “Perancangan Monitoring Suhu Berbasis Internet of Things Dengan NodeMCU ESP8266, DHT11, Dan Thingspeak.” *Jurnal Ilmiah Informatika (JIF)* 11(01): 22–26.
- Sunstar. 2010. “Product Information Sensor for Air Quality Control: VOCs Sensor.” *www.sensor-ic.com*. <https://cdn.instructables.com/ORIG/FZB/W1GP/IPTZRTHJ/FZBW1GPIPTZRTHJ.pdf> (February 12, 2024).
- Susilawati, Made. 2023. *Modul Analisis Regresi*. Badung: Prodi Matematika FMIPA Universitas Udayana. [https://sa.lamsama.or.id/storage/pengajaran\\_files\\_243/645d70c983c4e\\_Modul Analisis Regresi.pdf](https://sa.lamsama.or.id/storage/pengajaran_files_243/645d70c983c4e_Modul Analisis Regresi.pdf).
- Trisnanti, Sefrina Putri, Meta Yantidewi, and Utama Alan Deta. 2023. “Analisis Bibliometrik Pengukuran Kadar Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Drone Pada Rentang Tahun 2011-2021 Analisis Bibliometrik Pengukuran Kadar Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Drone Pada Rentang Tahun.” *Jurnal Kolaboratif Sains (JKS)* 6(7): 895–906.

<https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>.

Wati, Jhulinda Nizar, Meta Yantidewi, and Utama Alan Deta. 2023. "Pengaruh Jumlah Lampu Pijar Terhadap Suhu Mesin Penetas Telur Berbasis Raspberry Pi." *Jurnal Kolaboratif Sains* 6(7): 575–85.

Yuliara, I Made. 2016. *Modul Regresi Linier Sederhana*. Badung: Fisika Universitas Udayana.