

## OPTIMALISASI KINERJA MIKROKOMPUTER RASPBERRY Pi PADA SMART GREENHOUSE BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) DENGAN ALGORITMA FORECASTING MOVING AVERAGE

<sup>1)</sup> Darsono Nababan, <sup>2)</sup> Valeriano Fajar Alexandro Nipu, <sup>3)</sup> Rizald, <sup>4)</sup> Budiman Baso, <sup>5)</sup> Diki Arisandi

<sup>1,2,3,4)</sup> Teknologi Informasi, Fakultas Pertanian, Universitas Timor

<sup>5)</sup> Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik Universitas Abdurrah

<sup>1,2,3,4)</sup> Jln. Eltari-Km. 09 Kelurahan Sasi-Kecamatan Kota Kefamenanu-Indonesia

<sup>5)</sup> Jl. Riau Ujung No. 73, Tampan, Air Hitam, Payung Sekaki, Air Hitam, Kec. Payung Sekaki, Kota Pekanbaru  
E-mail : [darsono.nababan@unimor.ac.id](mailto:darsono.nababan@unimor.ac.id), [fajarnipu62@gmail.com](mailto:fajarnipu62@gmail.com), [risaldsyarifuddin@gmail.com](mailto:risaldsyarifuddin@gmail.com),  
[budimanbaso@gmail.com](mailto:budimanbaso@gmail.com), [diki@univrab.ac.id](mailto:diki@univrab.ac.id)

### ABSTRAK

*Smart Greenhouse* merupakan sebuah terminologi konsep pertanian di era revolusi 4.0 yang sedang marak saat ini untuk membangun rumah kaca system cerdas. Kecerdasan yang dapat diimplementasikan adalah pemantauan dan pengendalian secara mudah dengan Mikrokomputernya yaitu Raspberry Pi sebagai running program dan parameternya adalah Suhu Udara, Kelembaban Udara, Sinar UV dan Kelembaban Tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui optimalisasi parameter-parameter tersebut pada smart greenhouse dengan menggunakan metode forecasting moving average sehingga dalam penerapannya melalui pengamatan dan pengendalian ketiga sensor tersebut pada *Smart Greenhouse* agar dapat digunakan seefektif mungkin. Ketiga parameter tersebut yang dipelajari selama 3 bulan, diambil melalui alat dengan jangkauan waktu dari 08:00-16:00 WITA. Total dataset adalah 500 deret dengan 4 variabel. Peramalan ini menggunakan metode *moving average*. Evaluasi yang digunakan adalah *MSE* dan *RMSE* dengan hasil sensor suhu dan kelembaban udara (*DHT22*) sebesar 0,466, sensor *uv* (*GUVA-S112SD*) sebesar 56,198, dan sensor kelembaban tanah (*Capital Soil Moisture*) sebesar 65025,0.

**Kata Kunci:** IoT, Mikrokomputer, Raspberry Pi, Rumah kaca, Forecasting

### ABSTRACT

*Smart Greenhouse*, a concept terminology in the 4.0 revolution era that is currently rife at this time to build smart greenhouses. Intelligence that can be implemented is easy monitoring and control with the Microcomputer, namely the Raspberry Pi as a running program and the parameters are Air Temperature, Air Humidity, UV Light and Soil Moisture. Where the application is the observation and control of the three sensors in the Smart Greenhouse so that they can be used as effectively as possible. These three parameters were studied for 1 week, taken through a tool at 08:00-16:00 WITA. The total dataset is 500 series with 4 variables. This forecast uses the moving average method. The evaluation used was *MSE* and *RMSE* with the results of the temperature and humidity sensor (*DHT22*) of 0.466, the *uv* sensor (*GUVA-S112SD*) of 56.198, and the soil moisture sensor (*Capital Soil Moisture*) of 65025.0.

**Keyword:** IoT, Microcomputers, Raspberry Pi, Greenhouses, Forecasting

### PENDAHULUAN

*Smart Greenhouse* merupakan sebuah bangunan konstruksi yang memiliki kecerdasan untuk membudidayakan tumbuh kembang tanaman dengan cara melakukan pengaturan pada variabel tanaman tersebut, kebanyakan *greenhouse* terbuat dari bahan kaca maupun plastik [1]. Fungsi *greenhouse* yaitu memanipulasi kondisi lingkungan agar tanaman di dalamnya dapat berkembang secara optimal [2]. Namun terdapat kendala bagi

pengguna dimana tidak bisa melakukan *controlling* dan *monitoring* secara terus menerus yang mengharuskan pengguna harus ke lokasi, sehingga diperlukannya sebuah sistem berbasis internet untuk *controlling* dan *monitoring* kondisi di dalam *greenhouse* agar pengguna bisa segera memberikan perawatan kepada tanaman [3].

*Internet of Things (IoT)* yang bisa digunakan secara jarak jauh dalam mengotrol tumbuh kembang tanaman hanya dengan memanfaatkan jaringan internet [4],

diharapkan bisa membantu pengguna agar mempermudah dalam *controlling* maupun *monitoring* dalam membudidayakan tanaman. Konsep *smart greenhouse* adalah mengatur serta menyesuaikan dan memodifikasi iklim untuk mengoptimalkan kondisi dan proses pertumbuhan tanaman yang ada di dalam *greenhouse* melalui peralatan mikrokomputer dan perangkat *monitoring* seperti sensor-sensor yang dapat dikendalikan secara jarak jauh [5].

Dalam penerapan konsep *smart greenhouse* ini tentu dapat berpengaruh pada kualitas tanaman. Tanaman dikatakan berkualitas apabila suhu udara dan kelembapan udara tidak mengalami kondisi yang ekstrim sehingga tidak mengakibatkan tanaman layu, intensitas sinar *uv* yang tidak berlebihan sehingga tidak mempengaruhi tanaman tersebut kering, serta kelembapan pada tanah yang tidak sangat lembab dan terlalu kering sehingga tidak mengakibatkan busuk batang yang akhirnya mempengaruhi kualitas pada tanaman itu sendiri. Untuk mengurangi dampak tersebut agar tidak terjadi kerusakan pada tanaman, maka dibutuhkan sebuah usaha dalam memaksimalkan konsep ini, sehingga bisa dioptimalkan keadaannya di dalam *smart greenhouse* maka usaha yang dapat digunakan adalah *forecasting*.

Sebelumnya telah ada penelitian terdahulu yang pernah dilakukan seorang peneliti dengan judul “Penggunaan *Iot (Internet Of Things)* Untuk Mengatur Kelembaban Tanah Pada Tanaman Holtikultura Menggunakan Arduino Uno Menuju *Smart Farm*” [6]. Peneliti tersebut berhasil memanfaatkan teknologi sensor yang dikendalikan oleh arduino sebagai *running program* dalam mengirim data kelembaban tanah pertanian secara berulang dan melakukan kontrol terhadap alat penyiram tanaman yang digunakan. Sehingga pada penelitian ini, peneliti akan menggunakan

Raspberry Pi untuk melakukan komputasi dengan bahasa pemrograman python dari data yang dihasilkan oleh pembacaan setiap sensor sehingga bisa dilakukannya *forecasting* dengan metode *moving average*.

*Forecasting* adalah suatu usaha untuk memprediksi kejadian di masa mendatang dengan melakukan pengujian di masa lalu, variasi data *forecasting* yang terjadi biasanya mingguan, bulanan, atau bahkan triwulanan [7]. Metode peramalan yang paling umum digunakan adalah runtun waktu (*time series*). Runtun waktu (*time series*) merupakan metode peramalan untuk menganalisa dan mempertimbangkan penggunaan waktu secara teratur dari keterbacaan data yang ditangkap setiap sensor yang digunakan dalam sebuah *smart greenhouse*. Peramalan ini juga membutuhkan suatu metode untuk menganalisa dataset yang di hasilkan dari keempat variabel tersebut (data suhu udara, data kelembapan udara, data intensitas sinar *uv* dan data kelembapan tanah). Metode yang dapat digunakan dalam menganalisa keempat variabel tersebut adalah metode *MA (Moving Average)*. Metode *MA (Moving Average)* merupakan metode rata-rata bergerak tunggal yang menggunakan sejumlah data aktual untuk mengidentifikasi pola pada masa yang akan datang [8].

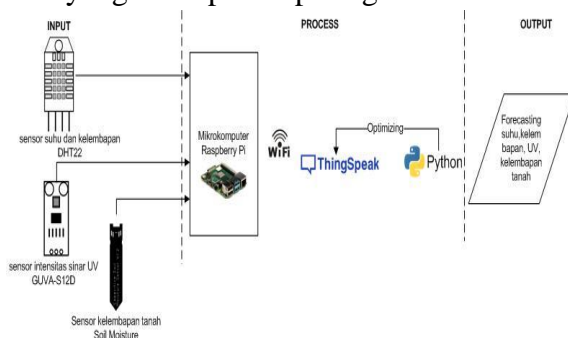
## METODE

Jenis dari penelitian serta teknik pengumpulan data ini menggunakan pendekatan kuantitatif dikarenakan penelitian dilakukan dengan memprediksi *time series* ke beberapa variabel yang dihitung sensor berupa angka-angka [9]. Mulai dari pengumpulan data, estimasi, serta perhitungan hasil yang disajikan. Sedangkan metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam peramalan *moving average*. Metode *Moving Average* atau dalam bahasa indonesianya disebut rata-rata bergerak

merupakan suatu metode peramalan yang dilakukan dengan mengambil sekelompok nilai pengamatan, mencari nilai rata-rata tersebut sebagai ramalan untuk periode yang akan datang [10]. Rumus perhitungannya yaitu:

$$S_t = \frac{x_t + x_{t-1} + x_{t-2} + \dots + x_{t-n+1}}{n}$$

Adapun tahapan penelitian yang mencakup langkah-langkah pelaksanaan yang akan diambil oleh peneliti mulai dari awal hingga akhir yang ditampilkan pada gambar di bawah.



Gambar 1. Flowchart Algoritma Forecasting Moving Average

### 1. Input

Pada tahapan ini peneliti menggunakan sensor suhu dan kelembapan (DHT22), sensor intensitas sinar UV (GUVA-S12D), dan Sensor kelembapan tanah *Capital Soil Moisture* untuk memperoleh data dari sebuah smart greenhouse.

### 2. Process

Tahapan ini akan menjelaskan detail dari pelaksanaan yang akan peneliti lakukan berikut adalah penjelasannya:

- Peneliti menggunakan Raspberry Pi sebagai instrumen penelitian untuk melakukan running program dari ketiga sensor yang sudah dihubungkan.
- Peneliti menghubungkan perangkat android melalui wifi atau jaringan internet sehingga data (suhu,

kelembapan, intensitas sinar UV dan kelembapan tanah) akan terbaca dan tersimpan di server (Thingspeak).

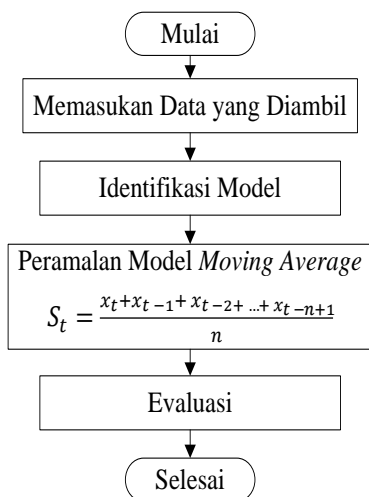
- Untuk pengoptimalan data-data yang sudah tersimpan di database (Thingspeak), peneliti akan menggunakan python untuk menganalisis dengan menggunakan peramalan (*forecasting*).

### 3. Output

\Keluaran dari pemrosesan akan berupa hasil peramalan (*forecasting*) suhu udara, kelembapan udara, intensitas sinar UV, dan kelembapan tanah.

Dataset diperoleh dari data perhitungan sensor selama satu minggu yang kemudian di simpan pada server thingspeak yang dihasilkan melalui alat dengan waktu pukul 08:00-16:00 WITA, serta satuan untuk suhu adalah derajat *celcius*, kelembapan adalah *relative humidity*, dan intensitas sinar UV adalah nano meter. Bentuk dataset yang digunakan berupa *time series*. Data rentet waktu ini terdiri dari 16.715 baris data mentah dengan empat baris data variabel, yang kemudian melalui tahap *cleaning* jumlah data nya tersisa 500 baris dengan rincian data suhu udara, data kelembapan udara, data uv dan data kelembapan tanah. Dataset ini kemudian di konversi ke dalam bentuk csv untuk bisa di program di dalam pyhton.

Terakhir dilakukan analisis data dengan menggunakan bahasa pemrograman python yang dilakukan secara bertahap, Python adalah bahasa pemrograman interpretatif dengan banyak kegunaan serta penggunaanya yang *open source* [11]. Adapun gambar yang akan menampilkan *workflow* dari analisis yang dilakukan menggunakan bahasa pemrograman python.



Gambar 2. Workflow Analisis Time Series

**HASIL**

Kedalam python data dimasukan dan diproses

Tabel 2. Tampilan 5 data akhir

DATE	SUHU UDARA	KELEMBAP AN UDARA	UV	KELEM BAPAN TANAH
2022-09-06	38	75	56	255
2022-09-06	38	77	51	255
2022-09-06	38	57	53	255
2022-09-06	38	59	55	255
2022-09-06	38	64	49	255

Pada tahap selanjutnya dilakukan pengidentifikasian model dimulai dari membuat *plot* data *time series*, serta membuat datanya menjadi stasioner.

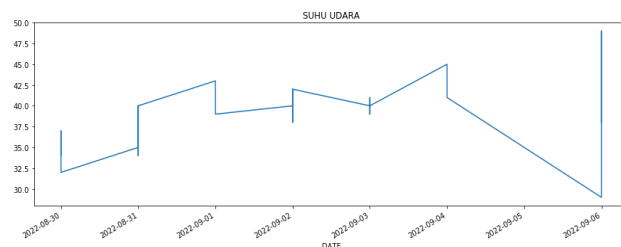
**Plot Data**

Plot data sangat diperlukan, tujuannya agar dapat melihat model grafik dari data *original* yang ditangkap sensor sebelum dilakukannya peramalan (*forecasting*). Berikut adalah hasil *plot* data yang ditampilkan pada gambar berikut:

sehingga menampilkan 5 data awal dan 5 data akhir, seperti yang tertampil pada tabel 1 dan tabel 2.

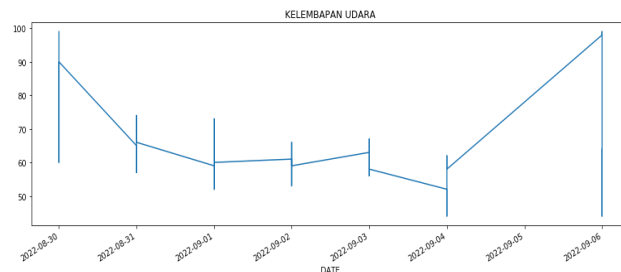
Tabel 1. Tampilan 5 Data Awal

DATE	SUHU UDARA	KELEMB UDARA	UV	KELEMB APAN TANAH
2022-08-30	34	99	91	255
2022-08-30	34	99	95	255
2022-08-30	34	99	95	255
2022-08-30	34	99	81	255
2022-08-30	34	99	71	255

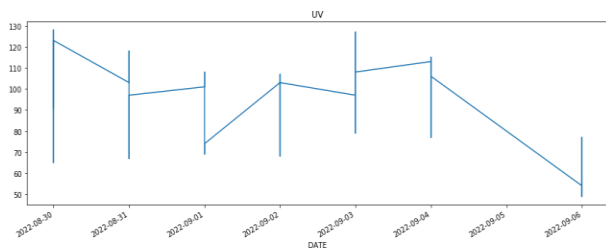


Gambar 3. Plot Data Suhu Udara

*Plot* data suhu udara merupakan data hasil tangkapan sensor Suhu dan Kelembaban Udara (DHT22).

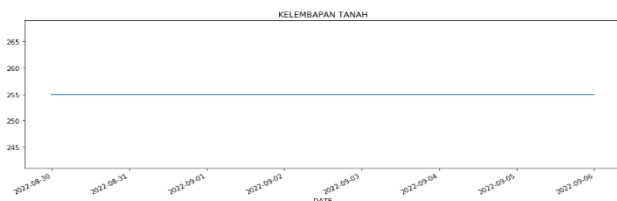


Gambar 4. Plot Data Kelembapan Udara  
*Plot* data kelembapan udara juga merupakan data hasil tangkapan sensor Suhu dan Kelembaban Udara (DHT22).



Gambar 5. Plot Data UV

Plot data *uv* merupakan data hasil tangkapan sensor Intensitas Sinar UV (GUVA-S12SD).



Gambar 6. Plot data Kelembapan Tanah

Plot data kelembapan tanah merupakan data hasil tangkapan sensor Kelembapan Tanah (*Soil Moisture*).

Dari tampilan Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7, terlihat bahwa ini adalah tampilan grafik dari data mentah yang didapatkan dari hasil pembacaan setiap sensor.

**Data Stasioner**

Setelah ditampilkan plotingan datanya, perhitungan selanjutnya yaitu menjadikan data-data tersebut agar stasioner, tujuannya yaitu agar mengurangi leg pada data. Berikut adalah tampilan data yang sudah di stasionerkan.

Tabel 3. Tampilan Data Stasioner

DATE	SUHU UDARA	KELEMB APAN UDARA	UV	KELEMB PAN TANAH
2022-08-30	34	99	91	Nan
2022-08-30	34	99	95	0.0
2022-08-30	34	99	95	0.0
2022-08-30	34	99	81	0.0

2022-08-30	34	99	71	0.0
...	...	...	...	...
2022-09-06	38	75	56	0.0
2022-09-06	38	77	51	0.0
2022-09-06	38	57	53	0.0
2022-09-06	38	59	55	0.0
2022-09-06	38	64	49	0.0

Tampilan data di atas dapat dilihat perbedaannya dengan 5 data awal dan 5 data akhir yang di panggil. Perbedaannya terletak pada varian dan rata-rata dari setiap data yang sudah konstan dengan total 499 baris dan 4 kolom, yang artinya 1 nilai dari sekumpulan data tersebut mengalami leg, sehingga total data yang diramal (*forecasting*) tersisa 499 baris dataset dengan rincian 4 kolom data sensor.

**Analisis menggunakan Moving Average**

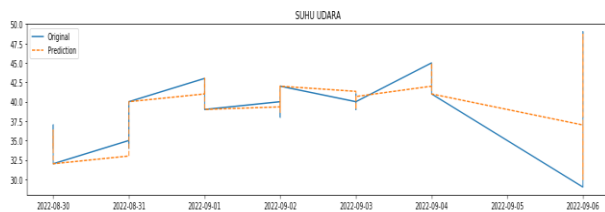
Pada tahapan ini dilakukan proses analisis menggunakan python dengan metode *Moving Average*, tujuannya yaitu untuk mendapatkan nilai rata-rata dari sekumpulan data yang sudah di stasionerkan. Berikut tampilan datanya.

Tabel 4. Tampilan Data Analisis Menggunakan *Moving Avergae*

DATE	SUHU UDARA A	KELEMB APAN UDARA	UV	KELEMB APAN TANAH
2022-08-30	NaN	NaN	NaN	Nan
2022-08-30	NaN	NaN	NaN	NaN
2022-08-30	34.000000	99.000000	93.666667	NaN
2022-08-30	34.000000	99.000000	90.333333	0.0
2022-08-30	34.000000	99.000000	82.333333	0.0
...	...	...	...	...

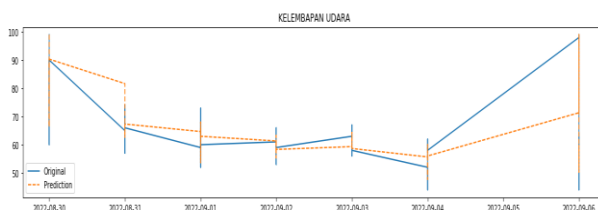
2022-09-06	37.666	71.666667	56.66	0.0
2022-09-06	667		6667	
2022-09-06	38.000	75.000000	54.66	0.0
2022-09-06	000		6667	
2022-09-06	38.000	69.666667	53.33	0.0
2022-09-06	000		3333	
2022-09-06	38.000	64.333333	53.00	0.0
2022-09-06	000		0000	
2022-09-06	38.000	60.000000	52.33	0.0
2022-09-06	000		3333	

Dari tampilan data di atas bisa diamati bahwa peramalan perataan nilainya di peroleh dari sekelompok nilai data stasioner yang sudah ditampilkan rata-ratanya dari setiap nilai data sensor yang ada. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan *moving average*, data-data tersebut kemudian di *forecastig* menggunakan bahasa pemrograman pyhton. berikut hasil yang ditampilkan dalam bentuk grafik.



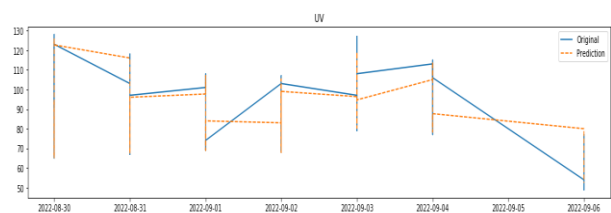
Gambar 7. Grafik forecasting suhu udara

Dari data *original* dan data hasil *prediction* dari sensor suhu udara di hari pertama samapai hari ke lima, tidak mengalami *trend* perbandingan yang cukup jauh, namun di hari terakhir hasil prediksi nya mengalami *trend* yang cukup miningkat. Hal ini berdampak baik pada kinerja sensor yang cukup bagus dalam penerapannya di dalam *smart greenhouse*.



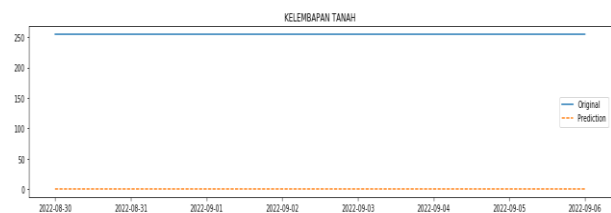
Gambar 8. Grafik forecasting kelembapan udara

Hasil peramalan pada sensor kelembapan udara di hari pertama, data *prediction* nya mengalami *trend* yang cukup meningkat dari data *original* nya dan *trend* data *prediction* yang terjadi di hari terakhir mengalami penurunan dari data *original*, namun untuk hari ke dua dan hari ke lima *trend* data dari *prediction* nya tidak mengalami perbandingan yang cukup jauh dengan data *original* nya. Hal ini juga menunjukkan bahwa sensor kelembapan udara bekerja dengan performa yang baik di dalam *smart greenhouse*.



Gambar 9. Grafik forecasting UV

Pada kinerja sensor *UV*, hasil peramalannya cukup baik untuk hari pertama dan hari ke dua, namun di hari ke tiga data *prediction* nya tidak berubah melainkan datar. Untuk hari ke lima dan juga hari ke enam data *prediction* nya masih mengikuti pola data *original* tapi di hari ke tujuh data *original* nya menukik ke bawa dan data *prediction* nya mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Hal ini menandakan bahwa kinerja sensor *UV* perlu dioptimalkan untuk meningkatkan kinerja dari sensor ini di dalam *smart greenhouse*.



Gambar 11. Grafik forecasting Kelembapan Tanah

Hasil prediksi untuk sensor kelembapan tanah mengalami performa yang kurang baik dikarenakan dari tampilan grafik terlihat bahwa data *original* nya tidak mengalami perubahan sedangkan data *prediction* nya mengalami *flat* di kisaran angka nol. Hal ini berdampak buruk pada kinerja sensor ini sehingga untuk mengatasi kinerja dari sensor ini perlu di maksimalkan lagi keadaannya di dalam *smart greenhouse*.

### Tahap Evaluasi

Salah satu cara untuk mengukur tingkat akurasi hasil *testing* yang dihasilkan dari metode yang digunakan yaitu dengan melakukan evaluasi terhadap metode tersebut. Perhitungan evaluasi yang digunakan yaitu MSE dan RMSE. Berikut adalah hasil evaluasi yang dihitung dengan menggunakan bahasa pemrograman python.

- a) Evaluasi Suhu Udara  
 $RMSE = 0.466$   
 $MSE = 0.466$
- b) Evaluasi Kelembapan Udara  
 $RMSE = 11.624$   
 $MSE = 11.624$
- c) Evaluasi Uv  
 $RMSE = 56.198$   
 $MSE = 56.198$
- d) Evaluasi Kelembapan Tanah  
 $RMSE = 65025.0$   
 $MSE = 65025.0$

### Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang di lakukan, Analisis peramalan menggunakan metode *moving average* dapat diimplementasikan dalam meramal kinerja sensor yang digunakan, namun keterbacaan data dari setiap sensor belum benar-benar dioptimalkan dan dimaksimalkan secara baik berdasarkan hasil evaluasi yang di hasilkan. Kinerja sensor dikatakan baik apabila nilai dari *MSE* dan

*RMSE* nya mendekati angka 0 (nol). Namun dari hasil evaluasi yang ditampilkan dari data keempat variabel tersebut, kinerja dari ketiga sensor ini belum mengalami performa yang maksimal dan optimal, maka tindakan yang perlu dilakukan agar ketiga sensor: suhu udara dan kelembapan udara (DHT22), sensor *uv* (GUVA-S11SD), dan sensor kelembapan tanah (Soil Moisture) dapat mengalami performa yang baik di dalam *smart greenhouse* untuk mendukung kelangsungan hidup tumbuh kembang tanaman yaitu:

Sensor Suhu Udara dan Kelembapan Udara (DHT22) perlu ditingkatkan lagi suhu serta kelembapan udaranya dengan cara melakukan pengembunan di dalam *smart greenhouse* melalui *measting colling*, karena di waktu-waktu tertentu suhu serta kelembapan yang dihasilkan oleh keadaan cuaca di lokasi

- a) sangat mempengaruhi keadaan iklim di dalam ruangan. Hal ini tentu berdampak buruk terhadap kualitas tanaman dan supaya mengurangi resiko terjadinya layu pada tanaman yang berada di dalam *smart greenhouse*. Dengan demikian keterbacaan sensor dalam menangkap setiap data bisa selalu dalam keadaan yang optimal dan juga maksimal dari hasil penanggulangan yang bisa ditingkatkan dengan menggunakan *measting colling*.
- b) Sensor *UV* (GUVA-S11SD) perlu ditingkatkan lagi performanya dalam membaca data, sehingga untuk meningkatkan performa dari sensor ini, keadaan di dalam ruangan perlu dibuatkan sebuah ventilasi agar peredaran udara di dalam ruangan dapat tersalurkan dengan baik, sebab sinar *UV* yang dihasilkan oleh matahari cukup berpengaruh pada keadaan di dalam ruangan dan berdampak buruk pada kinerja sensor ini serta bisa mempengaruhi tumbuh tanaman yang bisa menjadi kering. Dengan demikian dihadapkannya sebuah

ventilasi di dalam ruangan tentu berpengaruh baik pada keterbacaan sensor dalam menangkap data secara optimal dan juga maksimal karena peredaran udara yang baik sangat berpengaruh pada keadaan di dalam ruangan serta kinerja sensor dalam membaca data.

- c) Sensor Kelembapan Tanah (*Capital Soil Moisture*) untuk meningkatkan dan memaksimalkan sensor ini dalam membaca data, perlu penanganan yang tepat. Penanganan yang bisa dilakukan yaitu perlu dilakukan penyiraman secara teratur, sebab tekstur tanah yang terkadang kering disebabkan dari keadaan cuaca yang kurang ditangani dengan baik di dalam ruangan, ditambah dengan hadirnya pengembunan dalam ruangan yang belum di atur dengan tepat yang mengakibatkan tekstur tanah terkadang sangat lembab, tentu faktor ini menjadi catatan tambahan untuk bisa mengoptimalkan serta memaksimalkan keterbacaan sensor dalam menangkap data sehingga dilakukannya penyiraman secara teratur bisa mempengaruhi hasil dari kinerja sensor ini dalam membaca data sehingga sensor ini bisa bekerja secara optimal dan maksimal.

## KESIMPULAN

Dalam menganalisis kinerja mikrokomputer raspberry pi dengan *forecasting* dan metode yang digunakan adalah *moving average* di dalam *smart greenhouses* yang telah dilakukan, penelitian ini menghasilkan 2 kesimpulan yakni:

1. Hasil peramalan yang sudah dilakukan dari ketiga sensor ini (Sensor Suhu Udara dan Kelembapan (Udara DHT22), Sensor UV (GUVA-S12SD), dan Sensor Kelembapan Tanah (*Capital Soil Moisture*) belum benar-benar dioptimalkan dan dimaksimalkan secara baik, sehingga

dampaknya berpengaruh terhadap kualitas tanaman di dalam *smart greenhouses*.

2. Dengan menggunakan sistem *forecasting* dan *moving average* sebagai metodenya, tentu dapat membantu pengambilan keputusan dalam mengambil tindakan/penanganan apa yang bisa dilakukan dalam mengoptimalkan serta memaksimalkan keadaan di masa yang akan datang sehingga kinerja dari ketiga sensor tersebut dapat dioptimalkan dalam meningkatkan mutu serta kualitas tanaman yang dibudidayakan.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan peramalan dataset dengan menggunakan metode *moving average* memberikan akurasi terhadap setiap sensor dengan rincian sensor suhu udara dan kelembapan udara (DHT22) adalah 0.466, untuk sensor UV (GUVA-S112SD) dengan nilai 56.198 dan sensor kelembapan tanah (*Capital Soil Moisture*) adalah 65025.0 dengan demikian hasil analisis peramalan (*forecasting*) ini menunjukkan kinerja positif dan juga negatif jika dilihat dari akurasi data yang dihasilkan.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. A. Adnantha and W. A. Kusuma, "Implementasi Wireless Sensor Network Untuk Otomatisasi Suhu Ruang Dan Kelembaban Tanah Pada Greenhouse Berbasis Web Server," *J. Online Inform.*, vol. 3, no. 1, p. 14, 2018, doi: 10.15575/join.v3i1.169.
- [2] V.A.R.Barao, R.C.Coata, J.A.Shibli, M.Bertolini, and J.G.S.Souza, Covariance Structure Analysis of Health-Related Indices for the Elderly at Home, Focusing on Subjective Feelings of Health , vol. 33, no. 1. 2022.
- [3] U. Ristian, I. Ruslianto, and K. Sari, "Sistem Monitoring Smart Greenhouse pada Lahan Terbatas Berbasis Internet of Things ( IoT )," vol. 8, no. 1, pp. 87–94, 2022.
- [4] N. Nasution, M. Rizal, D. Setiawan, and M. A. Hasan, "IoT Dalam Agrobisnis Studi Kasus : Tanaman Selada Dalam Green House," *It J. Res. Dev.*, vol. 4, no. 2, pp. 86–93, 2019, doi: 10.25299/itjrd.2020.vol4(2).3357.
- [5] J. dedy irawan Emmalia A, "Rangkaian Kontroller," *Jurnall Mnemon.*, vol. 1, no. 1, pp. 56–60, 2018.
- [6] Husdi., "Penggunaan IOT ( Internet Of Things ) Untuk Mengatur Kelembaban Penggunaan IOT ( Internet Of Things ) Untuk Mengatur Kelembaban Husdi , Abd . Rahmat Karim Haba Program Studi Teknik Informatika , Universitas Ichsan Gorontalo Abstract," no. May, 2019.
- [7] F. Haykal, R. R. Hariadi, and K. Ghozali, "Rancang Bangun Sistem Pemantauan dan Forecasting Konsumsi Energi Listrik Menggunakan Internet of Things dan Algoritma Seasonal Time Series," *J. Tek. ITS*, vol. 11, no. 2, pp. 103–109, 2022, doi: 10.12962/j23373539.v11i2.86571.
- [8] H. Putraga, A. J. Rakhmadi, M. Hidayat, and M. D. Firdaus, "Penentuan Waktu Malam Menggunakan Sky Quality Meter Dengan Pendekatan Moving Average," *ORBITA J. Kajian, Inov. dan Apl. Pendidik. Fis.*, vol. 8, no. 2, p. 313, 2022, doi: 10.31764/orbita.v8i2.11363.
- [9] H. B. Buairi, L. Sucipto, and ..., "Meta-Analisis Tingkat Akurasi Peramalan Menggunakan Metode Wavelet," *Indones. J. ...*, vol. 1, pp. 1–14, 2022, [Online]. Available: <https://unu-ntb.e-journal.id/ije/article/view/151%0Ahttps://unu-ntb.e-journal.id/ije/article/download/151/103>
- [10] Hernadewita, Y. K. Hadi, M. J. Syaputra, and D. Setiawan, "Peramalan Penjualan Obat Generik Melalui Time Series Forecasting Model Pada Perusahaan Farmasi di Tangerang: Studi Kasus," *J. Ind. Eng. Manag. Res. ( Jiemar)*, vol. 1, no. 2, pp. 35–49, 2020, [Online]. Available: <https://jiemar.org/index.php/jiemar/article/view/38>
- [11] A. F. Harismawan, A. P. Kharisma, and T. Afirianto, "Analisis Perbandingan Performa Web Service Menggunakan Bahasa Pemrograman Python , Php ," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 237–245, 2017, [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/781>