

## Monitoring Sistem Pertanian Vertical Farming Menggunakan IoT

### Monitoring Vertical Farming Agricultural Systems Using IoT

Steven Tandyo, Yuwono Marta Dinata\*

Program Studi Informatika, Universitas Ciputra, Surabaya 60219, Indonesia

(\*Email Korespondensi: yuwono.dinata@ciputra.ac.id)

**Abstrak:** Peningkatan populasi manusia telah menyebabkan tanah yang semakin berkurang dan kebutuhan pangan yang meningkat. Pertanian yang memerlukan lahan yang luas menjadi masalah yang muncul secara perlahan. Perkotaan yang padat akan penduduk dan minim lahan memerlukan pertanian yang tidak memakan banyak tempat, vertical farming (pertanian vertikal) bisa menjadi solusi untuk hal tersebut. Pertanian yang berada di daerah perkotaan juga disebut dengan urban farming (pertanian urban). Vertical farming tidak memerlukan tempat yang luas namun tetap bisa memberikan hasil yang melimpah, pengawasan terhadap vertical farming bisa dilakukan dengan penelitian ini dimana tempat penampungan air vertical farming akan dipasang beberapa sensor untuk diambil datanya sehingga tidak perlu berada di tempat pertanian secara langsung untuk mengecek. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu penelitian ini bisa membantu orang yang memiliki vertical farming untuk bisa mengawasi pertaniannya secara jarak jauh. Penelitian ini menggunakan NodeMCU 8266 untuk mengirimkan data suhu dan ketinggian air, data suhu yang dikumpulkan sensor memiliki margin error 3%, metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan hasil dari penelitian ini mampu mengirimkan data yang diperoleh oleh sensor ke aplikasi pengguna.

**Kata Kunci:** Pertanian Urban, Internet of Things, Pertanian Vertikal, NodeMCU 8266.

**Abstract:** Human population has led to ever-increasing land and food demands. Agriculture, which requires a large area of land, is a slowly emerging problem. An urban area that is densely populated and lacks land requires agriculture that does not take up much space, vertical agriculture (vertical agriculture) can be a solution for this. Agriculture in urban areas is also called urban farming (urban agriculture). Vertical farming does not require a large area but can provide abundant results, supervision of vertical farming can be carried out with this research in which a vertical farm air reservoir will be installed with several sensors to collect the data so that it does not need to be in the farm directly. The conclusion of this study is that this research can help people who have vertical farms to be able to monitor their agriculture remotely. This study uses NodeMCU 8266 to transmit temperature and altitude data, temperature data collected by sensors has a margin of error of 3%, this research method uses experimental methods, and the results of this study are able to transmit data obtained by sensors to user applications.

**Keywords:** Urban Farming, Internet of Things, Smart Farm, Vertical Farming, NodeMCU 8266.

*Naskah diterima 20 November 2023; direvisi 15 Desember 2023; dipublikasi 18 Desember 2023.  
JUISI is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.*



## 1. Pendahuluan

Jumlah populasi manusia dengan seiringnya waktu berjalan akan bertambah banyak, sehingga membuat pertanian menjadi salah satu kebutuhan pokok dalam kehidupan. Pertanian memerlukan lahan untuk ditanam sedangkan jumlah lahan semakin lama semakin berkurang dikarenakan bertambahnya jumlah penduduk. Bertambahnya jumlah populasi manusia menyebabkan lahan yang semakin sedikit dengan beberapa negara yang

hanya memiliki lahan yang kecil seperti Singapura. Lahan perkotaan Singapura yang kecil membuat mereka harus meningkatkan kemampuan dalam menggunakan teknologi dan menerapkannya ke dalam pertanian mereka (Haris, 2019).

Kemajuan teknologi yang ada sekarang memungkinkan kita untuk melakukan pertanian di lahan yang sempit namun bisa menghasilkan hasil yang berlimpah. Pertanian bisa ditingkatkan hasilnya dengan sebuah metode tertentu yang bisa dilakukan untuk mengatasi lahan yang sedikit untuk pertanian adalah vertical farming. Vertical farming merupakan pertaniannya yang bersifat meninggi sehingga bisa dilakukan secara indoor yaitu di dalam ruangan sehingga tidak perlu untuk melakukan pertanian di ruang terbuka dimana memerlukan tempat yang luas dan serta dengan penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) mampu meningkatkan efisiensi dan hasil yang diperoleh dari metode tersebut (Agency, n.d.; Ayaz, 2020; Gondchawar, 2016).

Penerapan teknologi Internet of Things serta teknik pertanian vertical farming bisa membantu untuk mengatasi permasalahan lahan yang semakin sedikit atau semakin sempit. Adanya Internet of Things mampu membantu kita untuk mengawasi atau memantau pertanian kita tanpa perlu harus selalu ada di lapangan atau mengawasi secara langsung, sehingga pada akhirnya bisa membantu untuk memangkas biaya operasional dan bisa menambah hasil yang bisa didapatkan dari pertanian (Gómez-Chabla, 2018; Chin, 2017). Penggunaan Internet of Things perlu didampingi dengan aplikasi yang bisa mengambil data dari Internet of Things sehingga pengawasan terhadap vertical farming bisa dilakukan secara jarak jauh dan tidak perlu adanya orang yang berada di lokasi pertanian secara terus – menerus sehingga pertanian tetap bisa dipantau tanpa perlu berada di lokasi.

Menurut survei yang dilakukan Markplus pada tahun 2020 masyarakat semakin memiliki ketertarikan untuk melakukan pertanian secara mandiri atau pertanian di tempat tinggal mereka masing-masing yang disebabkan oleh karena adanya PSBB (Pembatasan Sosial Berskala Besar) dimana kegiatan di luar rumah dari masyarakat dibatasi untuk mencegah dan mengurangi penyebaran dari wabah virus corona (covid-19), Sebanyak 98,2% dari 110 responden setuju bahwa urban farming atau pertanian di dalam daerah perkotaan bisa mendongkrak prospek dan minat dari pertanian (Rahayu, 2020). Urban farming juga bisa digunakan untuk meningkatkan perekonomian dan dinilai sebagai peluang baru untuk didukung oleh pemerintah dan swasta dikarenakan urban farming yang relatif jarang ditemukan di daerah – daerah perkotaan di Indonesia, karena masih banyak orang – orang kota yang mengambil pertanian yang berasal dari luar kota (Ramadhani, 2020).

Urban farming yang dilakukan secara mandiri atau secara sendiri juga bisa memberikan manfaat yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan membeli sayuran dari pedagang dimana pembeli tidak mengetahui bagaimana proses pertanian yang dilakukan oleh petani yang sayurnya dijual oleh pedagang, bisa saja pada saat petani menanam menggunakan pestisida maupun insektisida yang banyak sehingga mampu membahayakan pembeli karena insektisida dan pestisida memiliki banyak efek samping dan risiko yang berbahaya untuk kesehatan apabila dikonsumsi dalam jumlah yang berlebihan atau dalam jumlah yang banyak. ter seperti lebih segar dan bergizi, bersaing secara harga, lebih sehat (S, 2021). Urban farming juga memberikan lahan hijau, mengurangi polusi udara, dan bisa membantu melepas stres dengan menikmati udara segar dan berkualitas. Urban farming adalah kegiatan pertanian di daerah perkotaan, melakukan pertanian vertical farming di dalam kota sudah bisa termasuk ke dalam urban farming. Vertical Farming bisa memberikan hasil pertanian yang melimpah di dalam kota, pertanian dengan vertical farming mampu memberikan hasil yang melimpah seperti pertanian di daerah Almeria di Spanyol dimana mereka menghasilkan hasil sayur-sayuran berton-ton dari green house seluas 350m<sup>2</sup>.

Vertical farming biasanya digunakan untuk tanaman yang tidak terlalu besar seperti selada, sawi, dan micro greens, tetapi bukan berarti vertical farming hanya terbatas pada tanaman-tanaman tersebut. Vertical farming tidak bisa digunakan untuk menanam pohon. Penggunaan vertical farming perlu diperhatikan agar tanaman bisa bertumbuh secara maksimal antara lain suhu, air, kadar unsur zat hara, cahaya matahari. Berdasarkan pengamatan dan penelitian yang telah dilakukan maka dibuat penelitian untuk melakukan Monitoring Sistem Pertanian Vertical Farming Menggunakan IoT.

## 2. Kajian Pustaka

Menggunakan sensor DHT11 dan sensor ultrasonik HC-SR04 dan akan dibaca oleh Arduino Uno dan NodeMCU. Sensor ultrasonik berfungsi untuk membaca ketinggian air dan sensor DHT11 untuk pengendalian suhu dan

kelembapan (Setiawan, 2021).

Penelitian ini juga menggunakan Arduino Uno dan sensor HC-SR04. Sensor HC-SR04 berguna untuk mendeteksi ketinggian air dan begitu menyentuh ketinggian 20cm maka air akan berhenti dipompa dikarenakan sensor HC-SR04 diletakkan di atas (Prima, 2017).

Penelitian ini menggunakan Arduino sebagai microcontroller dan sensor air, sensor suhu, sensor PH. Kegunaan dari sensor-sensor yang dipakai adalah untuk memonitor keadaan dari aquaponic (Murad, 2017).

### 3. Metodologi Penelitian

#### 3.1 Tahapan Penelitian

Metode penelitian menggunakan metode eksperimen yang terdiri dalam beberapa tahap antara lain

- a. Analisa masalah
- b. Implementasi
- c. Pengujian

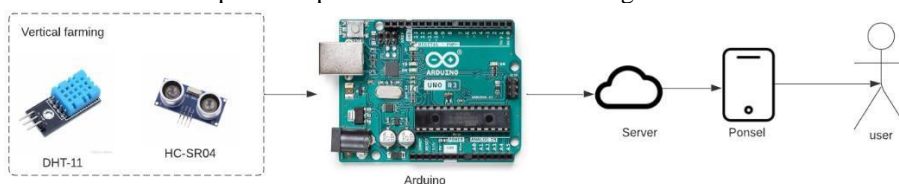
#### 3.2 Analisa Masalah

Ketika menanam tanaman tidak semua orang bisa selalu ada untuk mengawasi dan selalu memperhatikan dan juga untuk menghemat dan meminimalisir biaya tenaga kerja, ketika tidak diperhatikan tanaman dengan keadaan yang tidak memadai bisa layu dan mati (Iswara, 2020; S, 2021; Sycheva, 2017). Pengalaman dan cerita dari orang yang bekerja sebagai petani mengajarkan bahwa mengawasi keadaan dari tanaman sangatlah penting apabila tidak dilakukan pengawasan maka perkembangan tanaman tidak bisa maksimal. Vertical farming memiliki kekurangan antara lain memantau suhu dari setiap tingkat, kelembapan dari setiap tingkat, dan ketinggian air dari setiap tingkat.

Dari pengamatan serta diskusi yang pernah dilakukan maka bisa ditarik kesimpulan bahwa dalam masa-masa awal pertumbuhan tanaman perlu diperhatikan keadaannya dengan seksama. Air dan suhu sangat berperan penting dalam pertumbuhan dan kelangsungan dari tanaman. Suhu yang terlalu tinggi akan membuat tanaman mati, dan kekurangan air akan membuat tanaman menjadi kering dan akan mati, oleh karena itu dibuatlah alat yang bisa memantau ketinggian air dan suhu dari setiap tingkat vertical farming melalui ponsel.

#### 3.3 Implementasi

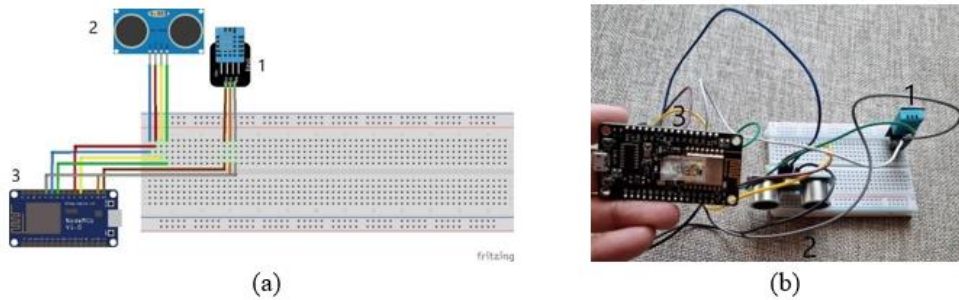
Implementasi ini terdiri dari desain arsitektur yang menggunakan sensor untuk mengumpulkan data yang kemudian akan diolah dan ditampilkan kepada user. Gambar 1 adalah gambar dari desain arsitekturnya.



**Gambar 1.** Desain Arsitektur.

Ini adalah rangkaian pengerjaannya. Gambar dari pemodelan objek bisa dilihat pada Gambar 2 (a) dengan keterangan sebagai berikut:

1. Sensor DHT-11
2. Sensor HC-SR04
3. ESP8266



Gambar 2. Pemodelan Objek (a) dan Detail Komponen (b)

### 3.4 Pengujian

Pengujian menggunakan DHT-11 untuk diuji suhunya, HC-SR04 untuk pengujian jarak, dan ESP8266 untuk pengujian pengiriman data.

## 4. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini berisi hasil dan pembahasan dari topik penelitian, mulai dari implementasi perangkat keras hingga implementasi perangkat lunak yang digunakan.

### 4.1 Implementasi Hardware

Implementasi hardware ini diimplementasi dari Bab 3. Komponen – komponen yang digunakan akan dijelaskan pada sub bab ini. DHT-11 digunakan untuk mengambil kelembapan serta suhu pada tempat penyimpanan air pada *vertical farming*. HC-SR04 digunakan untuk mengambil jarak ketinggian air dari batas atas sehingga bisa memantau banyaknya air. ESP8266 digunakan untuk mengirimkan data ke database melalui internet, ESP8266 harus dikonfigurasi untuk terhubung dengan internet serta diupload kode yang sudah dibuat agar perangkat lainnya dapat bekerja. Pada Gambar 2 (b) bisa dilihat gambar dari keseluruhan dengan keterangan.

### 4.2 Implementasi Perangkat Lunak NodeMCU

Ada pergantian perangkat keras Arduino Uno ke NodeMCU dikarenakan NodeMCU sudah bisa digunakan sebagai penerima internet dan prosesor. NodeMCU Merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk mengirimkan data yang telah dikumpulkan sensor ke database.

```
#include <FirebaseESP8266.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <DHT.h>
#include <WiFiUdp.h>
#include <NTPClient.h>
```

Kode di atas digunakan untuk menggunakan *library* agar perangkat tertentu dapat digunakan serta bisa menggunakan beberapa fitur tambahan.

```
NTPClient timeClient(ntpUDP, "pool.ntp.org", 25200);
```

Kode di atas digunakan untuk menggunakan zona waktu UTC+7 karena Indonesia berada di zona waktu tersebut.

```
Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
Firebase.reconnectWiFi(true);
```

Kode di atas digunakan untuk memulai *firebase* sehingga data dapat dikirimkan ke *firebase*.

```
jarak = duration * 0.034 / 2 ;  
float h = dht.readHumidity();  
float t = dht.readTemperature();  
timestamp = getTime();  
json.set(tempPath.c_str(), float(t));  
json.set(humPath.c_str(), float(h));  
json.set(distPath.c_str(), long(jarak));  
Firebase.RTDB.setJSON(&firebaseData, parentPath.c_str(), &json);
```

Kode diatas digunakan untuk membaca hasil dari sensor serta memberikan waktu pada saat hasil sensor tersebut diambil serta mengirimkan data yang dikumpulkan ke *firebase*.

### 4.3 Implementasi Aplikasi

Aplikasi yang penulis usulkan menggunakan Flutter dalam pembuatannya dan menggunakan bahasa Dart.

```
final DatabaseReference =  
FirebaseDatabase.instance.reference().child('Data');
```

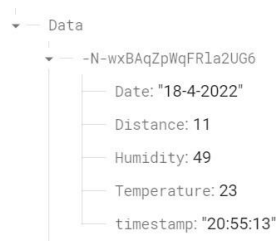
Cuplikan kode di atas digunakan untuk menginisiasikan *firebase* agar dapat diakses.

```
final date = snapshot.value['Date'].toString();  
final temperature =  
snapshot.value['Temperature'].toString();  
final humidity = snapshot.value['Humidity'].toString();  
final distance = snapshot.value['Distance'].toString();  
final timestamp = snapshot.value['timestamp'].toString();
```

Kode di atas berguna untuk mengambil data yang tersimpan pada database sehingga dapat ditampilkan kepada user.

### 4.4 Implementasi Database

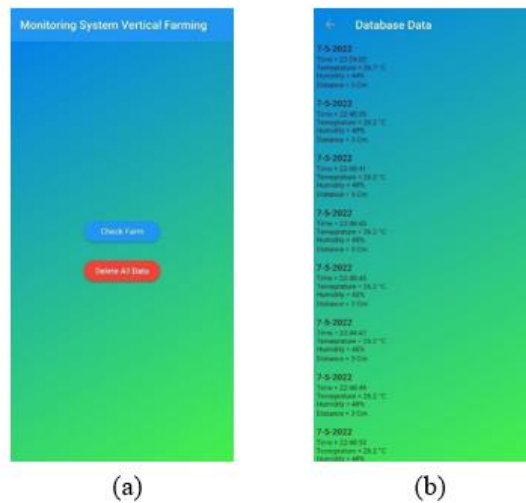
Database aplikasi menggunakan *firebase* oleh *google* dimana kita menggunakan server dari *google* untuk menyimpan dan mengambil data. Struktur dari database system yang penulis usulkan terdiri dari *directory* data kemudian *random generated key* dari *google* yang menyimpan data detail yang mencakup tanggal, ketinggian air, suhu, kelembapan, dan waktu. Gambar dari struktur database bisa dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Database.

### 4.5 Implementasi Antar Muka Aplikasi

Implementasi antar muka dapat dilihat pada Gambar 4 (a) yang merupakan tampilan awal antar muka aplikasi. Tampilan lanjutan dari “Check Farm” dapat dilihat pada Gambar 4 (b) yang menunjukkan data dari database.



Gambar 4. Main Menu (a) dan Check Data (b)

#### 4.6 Hasil Pengujian

Pengujian akan dilakukan dengan mengukur alat yang diuji dengan alat lain dan akan dilihat dan dibandingkan hasil yang didapatkan.

##### a. DHT-11

Alat pembanding yang dipakai untuk mengukur suhu adalah termometer tembak, dan skenario yang digunakan adalah mengukur suhu DHT-11 dengan meletakkan DHT-11 yang telah dipaparkan terhadap *air conditioner* dengan suhu 24°C selama 1 menit dan menggunakan termometer tembak untuk mengukur di sebelah barang yang Skenario pengujian, dan alat yang dipakai untuk pembanding. Alat ukur kelembapan belum didapatkan.

##### b. HC-SR04

Jelaskan skenario penggunaan sensor dan penggaris besi di error di kalau terpotong dikasih header namanya repeat header.

##### c. ESP8266

Hasil dari data yang dikirim ke dalam database akan disamakan dengan hasil yang muncul di serial monitor dari software Arduino IDE akan dibaca, dan kemudian disamakan dengan yang ada di database. Untuk hasil bisa dilihat pada Tabel.

#### 4.7 Uji Coba Mobile Apps

Tabel 1 berisi hasil implementasi penerapan metode, ataupun hasil dari pengujian metode.

Tabel 1. Hasil Implementasi.

No	Pengujian	Kondisi	Aksi yang diharapkan	Aksi yang terjadi	Hasil
1	Membuka aplikasi	Membuka Halaman Utama	Menampilkan halaman utama	Menampilkan halaman utama	Valid

2	Tombol CheckData	Menampilkan halaman data	Menampilkan halaman data	Menampilkan halaman data	Valid
3	Tombol DeleteData	Menghapus semua data yang ada	Menghapus semua data yang ada	Menghapus semua data yang ada	Valid

#### 4.8 User Acceptance Test

Tabel 2 berisi hasil uji user acceptance test.

**Tabel 2.** Hasil Uji User Acceptance Test.

No	Proses	Hasil	Peserta	Tanggal
1	Nama Uji : Halaman Utama Deskripsi : Menampilkan halaman utama Kasus : Membuka aplikasi Hasil yang diharapkan : Menampilkan halaman utama	Berhasil	Hans Tandyo	13/05/2022
2	Nama Uji : Tampilan Data Deskripsi : Menampilkan halaman data Kasus : Menampilkan data yang ada di database Hasil yang diharapkan : Menampilkan data yang sudah disimpan di dalam database	Berhasil	Hans Tandyo	13/05/2022
3	Nama Uji : Delete Data Deskripsi : Menghapus semua data yang ada Kasus : Membersihkan database Hasil yang diharapkan : Semua data yang dikumpulkan akan dihapus	Berhasil	Hans Tandyo	13/05/2022
4	Nama Uji : Halaman Utama Deskripsi : Menampilkan halaman utama Kasus : Membuka aplikasi Hasil yang diharapkan : Menampilkan halaman utama	Berhasil	Nico Tandyo	13/05/2022
5	Nama Uji : Tampilan Data Deskripsi : Menampilkan halaman data Kasus : Menampilkan data yang ada di database Hasil yang diharapkan : Menampilkan data yang sudah disimpan di dalam database	Berhasil	Nico Tandyo	13/05/2022

Nama Uji	: Delete Data			
Deskripsi	: Menghapus semua data yang ada			
6 Kasus	: Membersihkan database	Berhasil	Nico Tandyo	13/05/2022
Hasil yang diharapkan	: Semua data yang dikumpulkan akan dihapus			

#### 4.9 Pembahasan

Berikut merupakan pembahasan dari hasil uji coba yang sudah dilakukan, pembahasan akan mencakup *hardware* dan aplikasi yang dipakai.

##### a. DHT-11

Pengukuran dengan DHT-11 sebanyak 30 kali coba memiliki *margin error* sebesar 3%

##### b. HC-SR04

Pada percobaan yang dilakukan jarak yang diukur oleh sensor HC-SR04 memiliki jarak yang sama dengan penggaris yang sudah ditetapkan. Uji coba HC-SR04 memiliki *margin error* 0% dalam 20 kali coba, namun berdasarkan pencarian informasi lebih lanjut HC-SR04 memiliki *margin error* 0.0035cm

##### c. ESP8266

Uji coba hasil dari ESP8266 memiliki *margin error* 0%. Data yang ditampilkan serial monitor di Arduino IDE dengan data yang dikirim ke *firebase* memiliki data yang sama.

#### 5. Kesimpulan

Rancang bangun yang dibuat sudah berhasil, hasil pengujian didapatkan bahwa apa yang *margin error* bisa menjalankan tugas dan fungsinya sesuai dengan yang diharapkan. DHT-11 memiliki *margin error* sebesar 3% sedangkan HC-SR04 dan ESP8266 tidak terdapat error sama sekali. Penelitian ini bisa membantu orang – orang yang menggunakan *vertical farming* untuk bisa mengawasi ketinggian sisa air mereka serta dapat memantau suhu dari air tersebut, memungkinkan peningkatan efisiensi dari *vertical farming* dikarenakan tidak perlu selalu memantau pertanian mereka sehingga bisa melakukan aktivitas lainnya selagi memantau dari jauh.

#### Daftar Pustaka

- Agency, S. F. (n.d.). *Food Farms*. Retrieved from Singapore Food Agency: <https://www.sfa.gov.sg/food-farming/food-farms/farming-in-singapore>
- Ayaz, M., Ammad-Uddin, M., Sharif, Z., Mansour, A., & Aggoune, E. H. M. (2019). Internet-of-Things (IoT)-based smart agriculture: Toward making the fields talk. *IEEE access*, 7, 129551-129583.
- Chin, Y. S., & Audah, L. (2017, September). Vertical farming monitoring system using the internet of things (IoT). In *AIP conference proceedings* (Vol. 1883, No. 1). AIP Publishing.
- Gómez-Chabla, R., Real-Avilés, K., Morán, C., Grijalva, P., & Recalde, T. (2018, December). IoT applications in agriculture: A systematic literature review. In *2nd International conference on ICTs in agronomy and environment* (pp. 68-76). Cham: Springer International Publishing.
- Gondchawar, N., & Kawitkar, R. S. (2016). IoT based smart agriculture. *International Journal of advanced research in Computer and Communication Engineering*, 5(6), 838-842.
- Haris, I., Fasching, A., Punzenberger, L., & Grosu, R. (2019, June). CPS/IoT ecosystem: Indoor vertical farming system. In *2019 IEEE 23rd International Symposium on Consumer Technologies (ISCT)* (pp. 47-52). IEEE.
- Iswara, M. A. (2020, 08 13). *A land without farmers: Indonesia's agricultural conundrum*. Retrieved from TheJakartaPost: <https://www.thejakartapost.com/longform/2020/08/13/a-land-without-farmers-indonesias-agricultural-conundrum.html>
- Murad, S. A. Z., Harun, A., Mohyar, S. N., Sapawi, R., & Ten, S. Y. (2017, September). Design of aquaponics



water monitoring system using Arduino microcontroller. In AIP Conference Proceedings (Vol. 1885, No. 1). AIP Publishing.

Prima, E. C., Munifaha, S. S., Salam, R., Aziz, M. H., & Suryani, A. T. (2017). Automatic water tank filling system controlled using ArduinoTM based sensor for home application. *Procedia engineering*, 170, 373-377.

Rahayu, A. C. (2020, 10 19). *Survei Markplus: Tren urban farming makin diminati masyarakat di masa pandemi*. Retrieved from Kontan: <https://lifestyle.kontan.co.id/news/survei-markplus-tren-urban-farming-makin-diminati-masyarakat-di-masa-pandemi>

Ramadhani, P. I. (2020, 10 19). *Survei Markplus: Urban Farming Terbukti Berkontribusi Terhadap Ketahanan Pangan*. Retrieved from Liputan6: <https://www.liputan6.com/bisnis/read/4386235/survei-markplus-urban-farming-terbukti-berkontribusi-terhadap-ketahanan-pangan>

S, A. (2021, 08 10). *Mengenal Istilah Urban Farming dan Manfaatnya untuk Kesehatan*. Retrieved from alodokter: <https://www.alodokter.com/belanja-sayur-gratis-di-rumah-berkat-urban-farming>

Setiawan, G., Afroni, M. J., & Sugiono, S. (2021). Smart Farming Tanaman Selada (Romaine) Dengan Sistem Aeroponik Berbasis IOT. *Informatics, Electrical and Electronics Engineering (Infotron)*, 1(1), 37-49.

SYCHEVA, I. N., BELAYA, N. V., & PERMYAKOVA, E. S. (2017). Problems of manpower formation and use in a region with agro-industrial specialization. *Revista ESPACIOS*, 38(49).