

PEMANFAATAN JARINGAN INTERNET MENGGUNAKAN WEB SERVER UNTUK MONITORING KUALITAS LAHAN

Slameta¹, Griffani Megiyanto Rahmatullah², Idhamartya Wulani³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung 40012

¹Email : slameta@polban.ac.id

²Email : griffani.megiyanto@polban.ac.id

³Email : idhamartya.wulani.tkom18@polban.ac.id

ABSTRAK

Pada kondisi pandemi Covid-19 ini, pemantauan lahan secara langsung sulit dilakukan karena segala aktivitas harus dilakukan di rumah. Beberapa solusi sistem pemantauan yang sudah ada memiliki kekurangan, misalnya pengiriman data yang tidak stabil. Selain itu, sistem pemantauan yang ada juga belum diimplementasikan pada lahan luas. Agar kekurangan tersebut dapat diatasi, diusulkan sebuah inovasi berupa penggunaan perangkat *arduino* sebagai pengolah data yang diintegrasikan dengan BH1750, DHT22, *raindrop* and *soil moisture* sebagai *input* data serta pemanfaatan jaringan internet sebagai media komunikasi. Sensor pada setiap *node* akan mendeteksi kualitas lahan. Data tersebut kemudian akan dikirim ke mikrokontroler untuk diolah lalu dikirimkan ke server melalui modul GSM. Hasil pengolahan data lalu ditampilkan pada aplikasi android secara *real-time* setiap dua menit. Pengujian yang dilakukan pada lahan terbuka mencakup pengujian fungsional dan keandalan dari setiap fungsi komponen yang ada. *Test* yang dilakukan memberi hasil sebagai berikut: (1) Pembacaan DHT22 menghasilkan selisih 0,6°C dan kelembapan 5,6% dari pembandingan *hygrometer*, (2) pengukuran *raindrop* and *soil moisture* tidak menghasilkan kesalahan, (3) pembacaan BH1750 menghasilkan satu kali kesalahan, serta (4) waktu yang dibutuhkan untuk menerima data kurang dari satu menit. Sistem pemantauan kualitas lahan berhasil diterapkan dengan performa mencapai 80%. Selain itu, aplikasi android dan *database* juga dapat menerima data kualitas lahan sesuai dengan data yang dikirimkan. Dapat disimpulkan bahwa sistem yang diusulkan dapat dikembangkan lebih lanjut untuk sebuah sistem kontrol.

Kata Kunci

Aplikasi, Internet, Lahan kritis, Sensor, SIM800l

1. PENDAHULUAN

Jumlah lahan di Indonesia yang mengalami kritis mencapai 14 juta hektar, terutama lahan terbuka yang meliputi tanah seperti pertanian, perkebunan, hutan produksi, dan lain-lain [1]. Mengutip situs resmi kominfo, adanya beberapa daerah yang komplain karena banyak data lahan yang belum *tercover* secara akurat, sehingga perlu dilakukan verifikasi ulang [2]. Kondisi tersebut sangat memprihatinkan sehingga diperlukan solusi yang tepat. Kebiasaan pengambilan data dengan metode perkiraan nilai mengakibatkan kualitas lahan menurun. Dengan perkembangan kemajuan teknologi yang ada menjadi celah untuk memperbaiki sistem pemantauan kualitas lahan.

Proses pemantauan kualitas lahan sudah dilakukan namun terdapat kekurangan yang perlu diperbaiki. Kekurangan pertama yaitu nilai parameter kualitas lahan berupa nilai dari perkiraan, sehingga nilai tersebut kurang akurat terutama untuk lahan yang cukup luas. Kekurangan kedua yaitu pemantauan secara berkala cukup sulit dilakukan terlebih kondisi Indonesia yang mengalami pandemi Covid-19 dengan segala aktivitas dilakukan di rumah.

Teknologi yang sudah banyak dibuat untuk mengatasi pemantauan kualitas lahan dari jarak jauh

adalah Wireless Sensor Network (WSN). Sistem tersebut dapat memonitor kualitas tanaman dari jarak jauh. Prinsip kerjanya yaitu data hasil pembacaan parameter sensor yang digunakan sebagai kualitas tanaman akan diolah dalam mikrokontroler yang sudah di program sebelumnya, setelah data terekam pembacaan sensor tersebut akan ditampilkan pada sebuah Pesan [3], Aplikasi android [4] [5], Web [6] [7] [8] [9] [10], *Software* realterm [11] atau *Software* OPNET [12]. Namun solusi tersebut belum efektif karena penerapan teknologi WSN yang di implementasi kan hanya melibatkan 1 *node* yang terdiri dari 2 sensor sehingga tingkat akurasi yang didapat tidak begitu akurat dan untuk pengembangan untuk lahan yang luas perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Tujuan yang hendak dicapai di antaranya, performa setiap *node* dalam pembacaan sensor dan pengiriman data 80%, kecepatan penerimaan data dari setiap *node* baik aplikasi maupun *database* kurang dari 2 menit dan data yang dikirim sesuai dengan data yang terima baik pada aplikasi maupun *database*.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Persiapan Realisasi

Pada tahap persiapan realisasi dijelaskan proses perancangan untuk pembuatan sistem pemantauan kualitas lahan. Perancangan dimulai dari pembuatan blok diagram dan *flowchart*. Adapun spesifikasi alat dan teknis yang telah dibuat ditunjukkan pada Tabel 1

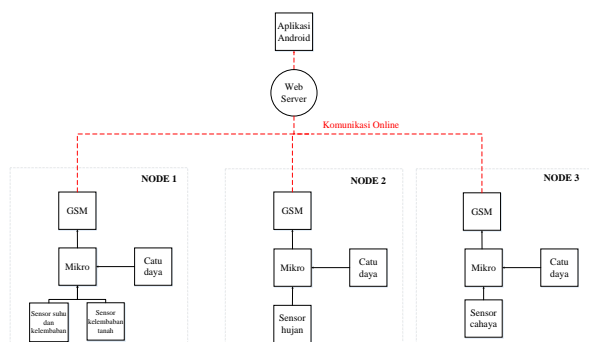
Tabel 1 Spesifikasi yang Hendak Dicapai

No	Parameter	Kinerja alat
1	Catu daya	Baterai 9V 2A
2	Pendeteksi suhu dan kelembapan udara	DHT21
3	Pendeteksi kelembapan tanah	Sensor <i>soil moisture</i>
4	Pendeteksi curah hujan	Sensor <i>Raindrops Module</i>
5	Pendeteksi intensitas cahaya	Sensor BH1750
6	Pembacaan data kualitas lahan	<i>Arduino Uno</i>
7	Penerimaan data kualitas lahan	Aplikasi android
6	Komunikasi Jaringan	Modul GSM 2,5 GHz
7	Sistem <i>database</i>	MySQL

Adapun alasan pemilihan komponen yang digunakan diantaranya, komponen tersebut mudah banyak dijual dipasaran dengan harga yang relatif murah, mudah diintegrasikan dengan komponen lain dan memiliki spesifikasi kerja yang sesuai dengan sistem yang akan dirancang.

2.1.1 Diagram Blok

Diagram blok dirancang untuk memberikan gambaran terkait proses pemantauan kualitas tanah yang akan direalisasikan. Untuk perancangan diagram blok tersebut menerapkan topologi star sebagai struktur jaringan yang akan digunakan



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

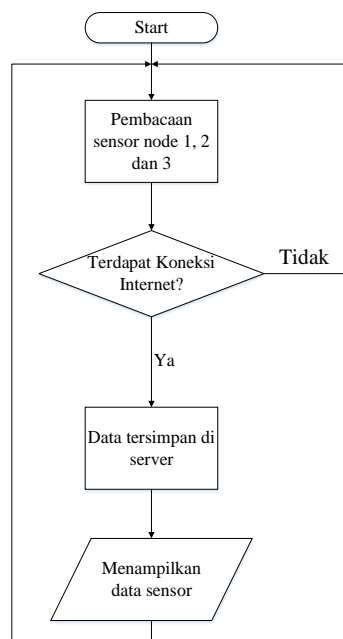
Diagram blok yang ditunjukkan pada Gambar 1 tersebut menggambarkan sistem pemantauan kualitas lahan yang akan dibuat, yakni setiap *node* memiliki sensor masing-masing dengan fungsi sensor yang berbeda-beda, sensor tersebut terhubung pada mikrokontroler dengan daya yang berasal dari catu daya. Pada bagian mikrokontroler dihubungkan pula modul GSM sebagai perangkat komunikasi data, proses

perancangan tersebut dilakukan untuk 3 buah *node*. Pada bagian modul GSM dapat mengirim data kepada web server untuk dilakukan penyimpanan data yang kemudian diteruskan pada aplikasi android, dengan melakukan komunikasi *online* yang ditunjukkan dengan garis putus-putus berwarna merah.

2.2 Flowchart

Alur pemantauan kualitas lahan yang akan dirancang yaitu sebagai berikut :

1. Dilakukan proses pembacaan sensor pada setiap *node*
2. Melakukan pengiriman data sensor melalui koneksi internet
3. Data sensor akan dikirimkan ke web server untuk dilakukan penyimpan
4. Pada aplikasi android akan menampilkan hasil data sensor yang disimpan di web server.



Gambar 2. Flowchart Sistem

Pada Gambar 2 dijelaskan proses sistem dimulai ketika sistem dihidupkan, pada saat itu maka catu daya akan aktif sehingga mengaktifkan mikrokontroler, maka sensor yang terhubung pada mikrokontroler akan melakukan proses pembacaan sensor, sedangkan pada modul GSM akan mencari jaringan yang ditandai dengan led yang berkedip. Setelah sensor dari setiap *node* telah mendeteksi kualitas lahan, data tersebut kemudian dikirimkan ke web server menggunakan modul GSM melalui koneksi internet. Ketika proses pengiriman siap dilakukan, namun modul GSM tidak mendapatkan jaringan maka data pada saat itu tidak akan dilakukan, namun pemantauan kualitas lahan oleh sensor untuk waktu selanjutnya tetap berjalan. Pada saat data yang pembacaan sensor berhasil dikirimkan ke web server maka secara otomatis pada aplikasi android akan menampilkan juga hasil pembacaan sensor yang berhasil disimpan pada *database*. Sistem tersebut akan

melakukan pemantauan kualitas lahan secara *real-time*, dengan data yang akan selalu diperbaharui apabila hasil pembacaan sensor yang didapatkan berubah.

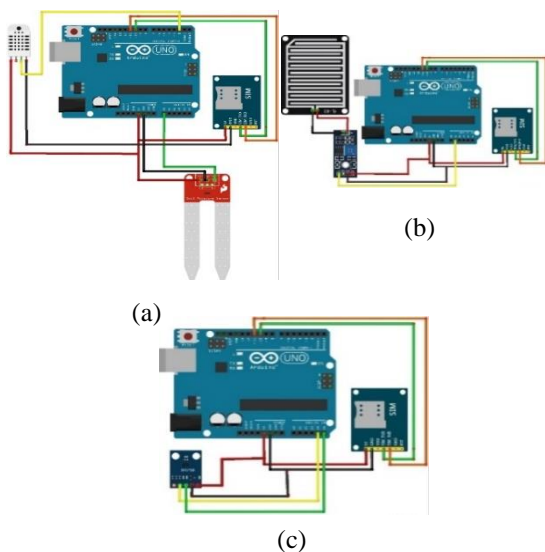
2.3 Realisasi

Perancangan yang telah dibuat kemudian akan direalisasikan dalam dua tahap yaitu realisasi tahap *hardware* dan realisasi tahap *software*.

2.3.1 Perangkat Keras

Realisasi pada perangkat keras dilakukan dengan melakukan proses pengkabelan dengan menghubungkan satu komponen dengan komponen untuk membentuk integrasi sesuai perancangan sebelumnya. Dengan skema pengkabelan :

1. *Node 1* untuk mendeteksi suhu dan kelembapan udara serta kelembapan tanah
2. *Node 2* untuk mendeteksi curah hujan
3. *Node 3* untuk mendeteksi intensitas cahaya



Gambar 3. Diagram Pengkabelan (a) *node 1*, (b) *node 2*, (c) *node 3*

Tabel 2. Keterangan Gambar 3

Node	Komponen	Keterangan Pin
1	Soil moisture Sensor	Merah = 5 Volt arduino Hitam = Ground arduino Hijau = Pin A0 arduino
	Sensor DHT22	Merah = 5 Volt arduino Hitam = Ground arduino Kuning = Pin 2 arduino
2	Sensor Hujan	Merah = 5 Volt arduino Hitam = Ground arduino Kuning = Pin A1 arduino
3	Sensor BH1750	Merah = 5 Volt arduino Hitam = Ground arduino Kuning = Pin A4 arduino Hijau = Pin A5 arduino
	Modul GSM	Merah = 5 Volt arduino Hitam = Ground arduino Hijau = Pin 10 arduino Orange = Pin 11 arduino

Masing-masing sensor pada setiap *node* akan mendeteksi kualitas tanah sesuai dengan fungsi sensornya masing-masing. Hasil pendeteksian tersebut akan diolah oleh *Arduino UNO* untuk selanjutnya dikirim melalui modul GSM.

2.3.2 Perangkat Lunak

2.3.2.1 Impelementasi Program

1. Pembacaan Sensor dan Pengiriman Data menggunakan modul GSM

Pada realisasi program tahap ini dilakukan proses pemrograman menggunakan *software arduino IDE* agar seluruh proses pembacaan sensor dapat diolah oleh mikrokontroler *arduino UNO* untuk selanjutnya dilakukan pengiriman melalui modul GSM. Untuk setiap *node* memiliki struktur atau tahapan program yang sama, adapun perbedaan terdapat dari program sensor karena setiap *node* menggunakan sensor yang berbeda-beda.

```
//sensor DHT22 //sensor hujan
#include <DHT.h> int rain = A1;
#define dht_1 2 (b)
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(dht_1, DHTTYPE); #include<BH1750.h>
//Sensor Cahaya
//sensor soil BH1750 lichtMeter;
int moisture = A0; (c)
(a)
```

Gambar 4. Program Deklarasi Sensor (a) *node 1*, (b) *node 2*, (c) *node 3*

Tahapan awal program adalah melakukan pendeklarasian pin *arduino* dan inisialisasi yang meliputi tipe data terhadap komponen yang digunakan seperti yang ditunjukkan pada **Error! Reference source not found.** Kemudian program dilanjutkan dengan proses setup untuk menentukan kecepatan program yang akan dijalankan. Proses pemrograman yang kemudian harus dilakukan adalah membuat program pembacaan setiap sensor

```
gprs.println("AT+HTTPPARA=\"CONTENT\"");
ShowResponse(5000);

gprs.println("AT+HTTPDATA=250,60000");
ShowResponse(60000);

gprs.println("AT+HTTPACTION=1");
GetResponse(10000);

gprs.println("AT+HTTPREAD");
GetResponse(5000);

gprs.println("AT+HTTPTERM");
ShowResponse(3000);

gprs.println("AT+SAPBR=0,1");
ShowResponse(5000);
}
```

Gambar 5. Potongan Program GSM

Pada merupakan potongan program pengiriman data yang memiliki fungsi diantaranya :

1. AT+SAPBR=0,1 digunakan untuk menonaktifkan pengaturan GPRS dan APN yang telah ditentukan sebelumnya.
 2. AT+HTTTPINIT digunakan untuk melakukan persiapan HTTP request.
 3. AT+HTTTPARA digunakan untuk melakukan pengiriman data ke alamat URL web server dengan format json.
 4. AT+HTTTPACTION=1 digunakan untuk memulai HTTP GET session.
 5. AT+HTTPTERM digunakan untuk menutup aktivitas HTTP Request.
2. Program Komunikasi Mikrokontroler dan Web Server

Pada Gambar 5 realisasi program tahap ini dilakukan proses pemrograman menggunakan *software visual studio code* dengan bahasa pemrograman yang digunakan pada simulasi adalah *python*. Pada *visual studio code* dibuatlah 2 program, program pertama berfungsi sebagai *client* sedangkan program kedua untuk menerima data yang dikirimkan. Pada program penerima dilakukan pada server lain atau perangkat lain, hal ini sebagai bentuk dari komunikasi dengan web server.

```
def input_suhu_kelembapan(suhu, kelembapan):
    db = sql_connection()
    cursor = db.cursor()
    cursor.execute(
        "INSERT INTO 'suhu' ('suhu', 'kelembapan', 'tanggal') VALUES (%s,%s,now())",
        (suhu, kelembapan))
    db.commit()
def input_cahaya(cahaya):
    db = sql_connection()
    cursor = db.cursor()
    cursor.execute(
        "INSERT INTO 'cahaya' ('cahaya', 'tanggal') VALUES (%s,now())",
        (cahaya, ))
    db.commit()
def input_hujan(hujan):
    db = sql_connection()
    cursor = db.cursor()
    cursor.execute("INSERT INTO 'hujan' ('hujan', 'tanggal') VALUES (%s,now())",
        (hujan, ))
    db.commit()
```

Gambar 6. Program Penginputan Data Ke Tabel Database

Pada Gambar 6 diatas merupakan proses penginputan data ke tabel yang ada pada *database* yang dilakukan pada sisi *client*. Pada program dilakukan pemanggilan prosedur sql, mempersiapkan objek kursor untuk menginputkan data ke tabel *database* dan dilakukan penyimpanan data pada *database*. Setiap *node* memiliki program yang sama yang dibedakan hanya pada variabel sensor yang digunakan.

```
if __name__ == "__main__":
    # serve(app, host="0.0.0.0", port=7001)
    app.run(port=7001, debug=True)
```

Gambar 7. Program Koneksi ke Server

Pada Gambar 7 adalah proses melakukan program yang menunjukkan dimana data tersebut akan dijalankan, karena pada server yang digunakan kali ini

ketersediaannya ada pada port 7001 maka dituliskan pada program *port* 7001. Program tersebut merupakan salah satu program di sisi penerima.

3. Program Aplikasi Android

Pada realisasi program aplikasi android dilakukan proses pemrograman menggunakan *software* android studio dengan bahasa pemrograman yang digunakan pada simulasi adalah java.

```
public class MainActivity extends AppCompatActivity {
    public static String url = "http://156.67.221.101:7001/";
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);
        welcome();
    }
}
```

Gambar 8. Program Frontend

Pada Gambar 8 merupakan pemrograman yang dilakukan adalah *frontend* yang didalamnya dilakukan proses pengambilan data dari web server dan disesuaikan dengan tampilan desain aplikasi yang sebelumnya sudah dirancang pada *software* figma.

2.3.2.2 Implementasi Database

Penggunaan variabel pada program baik program pengambilan data maupun pengiriman data disesuaikan dengan *database* yang sebelumnya sudah dirancang pada localhost *phpmyadmin*. Adapun pengaturan pembuatan *database* pada localhost untuk ketiga *node* seperti pada Gambar 9 dibawah ini.

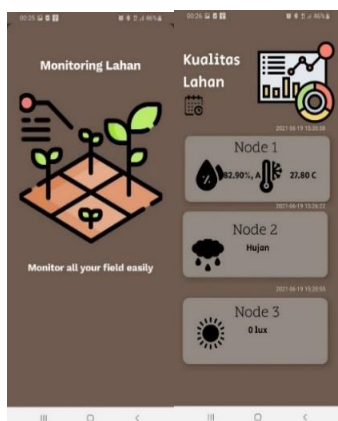


Gambar 9. Struktur Database

Perancangan *database* berfungsi sebagai penyimpanan data dari hasil pembacaan sensor, pada *database* tersebut terdapat variabel dan tipe data yang berfungsi sebagai syarat data yang dapat disimpan atau diterima oleh *database* tersebut yang mengharuskan sesuai dengan nama variabel dan tipe data tersebut.

2.3.3 Aplikasi Android

Proses realisasi pada aplikasi android dilakukan dengan membuat desain tampilan aplikasi pada *software* figma.



Gambar 10. Desain Aplikasi Android

Pada Gambar 10 menjelaskan tampilan dari aplikasi android yang dirancang, untuk setiap data yang masuk akan secara otomatis mengisi ke kolom *node* masing-masing yang terteta pada aplikasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Parameter yang Diuji

1. Pengukuran Setiap Sensor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dari pembacaan setiap sensor yang digunakan yang hasil tersebut akan dibandingkan dengan data yang tertera pada *datasheet*.

2. Pengiriman Data

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keutuhan data dan kecepatan pengiriman data.

3. Penerimaan Data

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keutuhan data dan kecepatan penerimaan data baik pada *database* maupun aplikasi android.

3.2 Hasil Pengujian

1. Sensor DHT22

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor DHT22

Pengujian Ke	Sensor DHT22		Hygrometer	
	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
1	29,80	71,1	29,0	65
2	29,80	70,70	29,0	65
3	29,80	70,40	29,0	65
4	29,70	70,50	29,0	65
5	29,60	70,70	29,0	65
6	29,60	71,00	29,0	65
7	29,60	70,80	29,0	65
8	29,50	70,90	29,0	66
9	29,50	71,10	29,0	66
10	29,50	71,10	29,0	65

Tabel 3 adalah data hasil pengujian sensor DHT22 dengan hygrometer yang memiliki nilai error rata-rata suhu 2,1% untuk kelembaban memiliki rata-rata error sebesar 8,6%, jika dibandingkan spesifikasi DHT22 rata-rata selisih suhu yang didapatkan 0,6°C tidak berbeda jauh dari nilai toleransi suhu pada *datasheet*

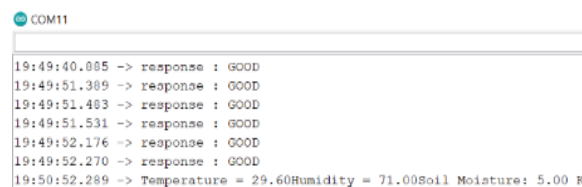
yaitu $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan untuk kelembapan rata-rata selisih yang didapatkan 5,6% tidak berbeda jauh dari nilai toleransi kelembapan pada *datasheet* yaitu 2-5%. Nilai error yang didapat disebabkan karena perbedaan kalibrasi dari kedua alat tersebut.

2. Soil moisture Sensor

Tabel 4. Hasil Pengujian Soil moisture Sensor

Pengujian ke-	Kelembaban
1	K
2	K
3	K
4	K
5	A
6	K
7	K
8	L
9	L
10	A

Pada Tabel 4 pengujian sensor *soil moisture* didapatkan bahwa sensor sudah dapat bekerja sesuai dengan fungsinya yaitu akan menghasilkan keterangan A yang berarti lahan tersebut banyak mengandung air, L yang berarti lembap dan terakhir ketika kondisi tanah pada lahan kering maka akan menghasilkan keterangan K yang berarti kering.



Gambar 11. Hasil Pengujian Soil moisture Sensor

Adapun besarnya nilai dari setiap keterangan kelembapan tanah yang didapatkan seperti pada Gambar 11. Dari hasil tersebut diolah dalam bentuk *adc arduino* yang bernilai 10bit, untuk contoh keadaan tanah yang kering menghasilkan nilai 5 Volt jika diubah ke bentuk *adc* menjadi 1023. Perhitungan tersebut didapat dengan nilai tegangan yang didapatkan dibagi dengan hasil 5 dibagi 1023, nilai 1023 sendiri merupakan nilai maksimum dari *adc arduino*. Bila dibandingkan dengan *datasheet* rentang nilai yang didapatkan berbanding terbalik, pada *datasheet* semakin kering tanah maka nilai *adc*nya semakin kecil sedangkan pada pengujian semakin besar. Hal tersebut dapat terjadi karena perbedaan kalibrasi pada nilai potensio. Meskipun begitu hasil yang ditetapkan cenderung stabil untuk ketiga kondisi tanah yang berbeda atau dapat dikatakan sensor sudah dengan benar membedakan ketiga keadaan tanah yang berbeda.

3. Sensor Hujan

Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor Hujan

Pengujian ke-	Raindrop Sensor
1	Hujan
2	Tidak hujan
3	Tidak hujan
4	Hujan

imasi-teknologi-untuk-akurasi-data-pertanian-dan-pertanahan/0/berita (accessed Jul. 04, 2021).

- [3] G. Santoso and S. Priyambodo, "Sistem Pengisian Tandon Air Guna Penyiraman Tanaman Secara Otomatis Melalui Sms Gateway," *J. Teknol. Technoscience*, vol. 9, no. 2, pp. 139–146, 2017.
- [4] M. Makruf, A. Sholehah, and M. Walid, "Implementasi Wireless Sensor Network (Wsn) Untuk Monitoring Smart Farming Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Mikrokontroler Wemos D1 Mini," *JIKO (Jurnal Inform. dan Komputer)*, vol. 2, no. 2, pp. 95–102, 2019, doi: 10.33387/jiko.v2i2.1360.
- [5] R. Oktavianus, N. F. Muchlis, J. T. Informatika, F. Teknik, and U. H. Oleo, "Desain Dan Implementasi Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Berbasis Android," *semanTIK*, vol. 3, no. 2, pp. 259–268, 2017.
- [6] A. Rafi Al Tahtawi, E. Andika Andik, and W. Nurfauzan Harjanto, "Desain Awal Pengembangan Sistem Kontrol Irigasi Otomatis Berbasis Node Nirkabel dan Internet-of-Things," *J. Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 10, no. 2, p. 121, 2018, doi: 10.5614/joki.2018.10.2.5.
- [7] D. Setiadi and M. N. Abdul Muhaemin, "PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IoT) PADA SISTEM MONITORING IRIGASI (SMART IRIGASI)," *Infotronik J. Teknol. Inf. dan Elektron.*, vol. 3, no. 2, p. 95, 2018, doi: 10.32897/infotronik.2018.3.2.108.
- [8] A. W. P. Deddy Prayama, Amelia Yolanda, "Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Di Area Pertanian," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 2, no. 3, pp. 807–812, 2018.
- [9] R. Wibowo, S. R. Akbar, and B. Priyambadha, "Implementasi Wireless Sensor Node Sebagai Pendukung Pertanian Modern Berbasis Pemrograman State Machine," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 6, pp. 2268–2277, 2018.
- [10] A. S. Putra, H. Sukri, and K. Zuhri, "Sistem Monitoring Realtime Jaringan Irigasi Desa (JIDES) Dengan Konsep Jaringan Sensor Nirkabel," *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.)*, vol. 8, no. 2, p. 221, 2018, doi: 10.22146/ijeis.39783.
- [11] C. Rozikin, H. Sukoco, and S. K. Saptomo, "Sistem Akuisisi Data Multi Node untuk Irigasi Otomatis Berbasis Wireless Sensor Network," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 1, 2017, doi: 10.22146/jnteti.v6i1.293.
- [12] A. Halid, L. O. J. Takumansang, and M. Fajar, "Dynamic Manet on Demand Protocol Pada Jaringan Sensor Nirkabel Untuk Sistem Monitoring Lahan Pertanian," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 9, no. 2, pp. 211–217, 2017, doi: 10.33096/ilkom.v9i2.138.211-217.