

PROTOTYPE SISTEM PINTAR PENGELOLAAN TAMAN BUNGA BERBASIS TEKNOLOGI *INTERNET OF THINGS* (STUDI KASUS TAMAN KUPU-KUPU GITA PERSADA)

Gigih Forda Nama, Harlika Nobra Setia, Muhamad Komarudin, Meizano Ardhi Muhammad
Teknik Informatika, Universitas Lampung

ABSTRACT

Usually the process of watering and monitoring of plants in the Gita Persada Butterfly Park in Lampung Province is carried out using conventional methods, this condition create many problems. The research aims is to create a prototype of flower garden application based on Internet of Things (IoT) technology. An application that can help relieve watering activities and monitoring with automated system developed by prototyping method, that consist of; communication stage, quick plan and modelling quick design, construction of prototype, and deployment delivery and feedback. This application use microcontroller Arduino Uno as the main controller, temperature sensor, air humidity (DHT11), soil humidity, ultrasonic sensors (HC-SR04) and application on smartphones android for monitoring. Data delivery between arduino devices, smartphones and databases using website service. There is a firebase library on website Service to connect to firebase. Data transmitted by the device arduino through the protocol http with the command get, send, and push, then received by website Service and forward to be saved on firebase. Based on the data obtained at the air temperature and humidity monitoring around the smart garden for 31 days from April 8 to May 8, the lowest air temperature is 25°C at 08.00 WIB, 26 April and the highest air temperature 30 °C at 12.00 WIB, 19 April. The average air humidity value is at 95%.

Keywords: *Arduino uno; sensor DHT11; sensor HC-SR04*

PENDAHULUAN

Taman kupu-kupu Gita Persada yang berada di provinsi lampung merupakan tempat wisata yang berada di jalan Wan Abdurrahman, kecamatan hutan, Lampung, 35158. Taman kupu-kupu gita persada memiliki koleksi lebih dari 100 spesies kupu-kupu Sumatra, selain memiliki koleksi kupu- kupu yang hidup bebas di alam taman ini juga memiliki lebih dari 100 koleksi kupu-kupu yang sudah di awetkan semenjak tahun 1997. Taman gita persada memiliki taman bunga yang merupakan tempat kupu-kupu mencari makan dan merupakan habitat asli kupu-kupu. Perawatan bunga dilakukan dengan cara konvensional dengan cara menyiram bunga setiap pagi dan menghidupkan lampu taman pada malam hari agar taman tidak menjadi gelap.

Pada era revolusi industri 4.0, salah satu teknologi yang berkembang adalah *Internet of Things*. *Internet of Things* ini merupakan sebuah teknologi yang memungkinkan untuk menghubungkan mesin, peralatan dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan *actuator* untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen. Taman bunga pintar merupakan sebuah sistem taman bunga yang menggunakan teknologi internet *of things* untuk melakukan proses perawatan bunga. Taman bunga pintar ini berfungsi untuk merawat bunga secara otomatis dengan adanya kontrol terhadap air, suhu dan cahaya.

Dengan adanya rancangan taman bunga pintar diharapkan dapat mempermudah melakukan perawatan bunga sehingga tidak perlu melakukan

proses perawatan secara konvensional karena sudah dilakukan dengan otomatis, sehingga bunga dapat tumbuh dan mekar secara sempurna.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang berhubungan dengan penyiraman otomatis diantaranya penelitian mengenai penyiraman otomatis dengan menggunakan ATMega 8535. Dalam penelitian ini dilakukan penyiraman secara otomatis, namun penyiraman hanya dilakukan pada waktu tertentu ketika nilai suhu melebihi batas set poin yang telah ditentukan[1]. Selain itu pada penelitian dengan judul penyiraman tanaman otomatis dengan telepon seluler dilakukan pengiriman data ke *web server* melalui internet lalu data ditampilkan pada telepon seluler namun belum adanya fungsi penyiraman manual ketika pemilik ingin melakukan penyiraman manual[2].

Dalam penelitian *Smart watering system for gardens using wireless sensor networks* dilakukan pemantauan kadar kelembapan tanah pertanian, tetapi belum mengatur penyiraman tanaman secara otomatis [3]. Penelitian *Smart Home Garden Irrigation System Using Raspberry Pi* juga dilakukan pemantauan terhadap taman rumah kemudian mengirimkan notifikasi melalui email, namun pada penelitian ini penyiraman belum dilakukan secara otomatis, pengguna masih perlu menghidupkan dan mematikan penyiraman secara manual[4]. Penelitian yang lain adalah pengecekan kesuburan tanah dengan ATMega8535 yang membahas tentang pengecekan kesuburan tanah pada tanaman padi[5].

Berikutnya pada penelitian dengan judul *Intelligent management of urban garden irrigation* tentang sistem pengairan pintar dengan menggunakan GIS[6]. *Internet of things* adalah sebuah teknologi yang memungkinkan untuk menghubungkan mesin, peralatan dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan actuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen. Dengan tujuannya untuk membuat manusia berinteraksi dengan benda lebih mudah, bahkan benda juga bisa berkomunikasi dengan benda lainnya. Manusia tidak perlu mengatur mesin, tetapi mesin tersebut akan dapat mengatur dirinya sendiri dan berinteraksi dengan mesin lain. Hal itu membuat mesin dapat bekerja sendiri dan manusia dapat menikmati hasil kerja mesin tanpa harus mengatur[7].

Prototype merupakan metodologi penelitian pengembangan perangkat lunak yang menitik beratkan pada pendekatan aspek desain, fungsi dan user-interface. Pengembang dan pengguna fokus pada user-interface dan bersama-sama melakukan komunikasi menentukan tujuan umum, mendefinisikan kebutuhan pengguna spesifikasi, fungsi, desain dan cara kerja perangkat lunak. Pengembang mengumpulkan detail dari kebutuhan dan memberikan suatu gambaran dengan cetak biru (*prototype*), atau menghapus detail kebutuhan yang tidak diperlukan oleh user. Proses akan terjadi terus menerus sampai produk sesuai dengan kebutuhan pengguna[8].

Website Service adalah *software* yang dirancang untuk mendukung interoperabilitas interaksi mesin ke mesin melalui sebuah jaringan. *Web service* memiliki mekanisme interaksi antar sistem sebagai penunjang interoperabilitas, baik berupa agregasi (pengumpulan) maupun sindikasi (penyatuan). *Web service* memiliki layanan terbuka untuk kepentingan integrasi data dan kolaborasi informasi yang bisa diakses melalui *internet* oleh berbagai pihak menggunakan teknologi yang dimiliki oleh masing-masing pengguna. Meskipun hampir serupa dengan *Application Programming Interface* (API) berbasis *web*, *web service* lebih unggul karena dapat dipanggil dari jarak jauh melalui *internet*. Pemanggilan *web service* bisa menggunakan bahasa pemrograman apa saja dan dalam *platform* apa saja, sementara API hanya bisa digunakan dalam *platform* tertentu. *Web service* dapat dipahami sebagai *Remote Procedure Call* (RPC) yang mampu memproses fungsi-fungsi yang didefinisikan pada sebuah aplikasi *web* dan mengekspose sebuah API atau *User Interface* (UI) melalui *web*[9]. *Android* adalah sebuah sistem operasi untuk perangkat mobile berbasis Linux yang mencakup sistem operasi *middleware* dan aplikasi. *Android* menyediakan *platform* terbuka bagi para pengembang untuk membuat aplikasi mereka.

Google Inc membeli android Inc yang merupakan *software* pendatang baru yang membuat untuk *smartphone*. Untuk mengembangkan android dibentuk *Open Handset Alliance*, konsorsium dari 34 perusahaan *hardware*, *software*, dan telekomunikasi termasuk Google, HTC, Intel, Motorola, Qualcomm, T-mobile dan Nvidia[10].

Database adalah koleksi data yang terorganisir. *Database* dapat disimpan secara lokal di komputer atau dapat di simpan *cloud storages*. Setiap aplikasi *Android*, *IOS* atau aplikasi *web* memiliki *database* sendiri. Dalam aplikasi *Android*, kita bisa membuat database menggunakan *SQLite*, *shared preferences*, *websites* atau beberapa situs penyimpanan berbasis *cloud*. Ide dasar pembuatan database adalah menyimpan data secara sistematis dan mengambil data bila diperlukan. *Firebase* juga merupakan *database backend* untuk aplikasi *Android*, *IOS* dan *web*. *Firebase* adalah google yang disediakan API untuk membuat *database* dan ambil dari itu secara *real time* dengan hanya beberapa baris kode. Data disimpan sebagai *JSON* dan dapat diakses dari semua *platform*. *Firebase* adalah layanan berbayar dan dengan mendapatkan 200 MB ruang penyimpanan secara gratis[11].

Unified Modelling Language (UML) adalah bahasa permodelan untuk sistem atau perangkat lunak yang berorientasi objek. UML muncul karena adanya kebutuhan permodelan visual untuk membuat spesifikasi, menggambarkan, membangun, dan dokumentasi dari sistem perangkat lunak. UML merupakan bahasa visual untuk permodelan dan komunikasi mengenai sebuah sistem dengan menggunakan diagram dan teks-teks pendukung[12].

White Box Testing adalah salah satu cara untuk menguji suatu aplikasi atau *software* dengan cara melihat modul untuk dapat meneliti dan menganalisa kode dari program yang dibuat ada yang salah atau tidak. Jika modul yang telah di hasilkan berupa output yang tidak sesuai dengan yang di harapkan maka akan dikompilasi ulang dan dicek kembali kode-kode tersebut hingga sesuai dengan yang diharapkan[13].

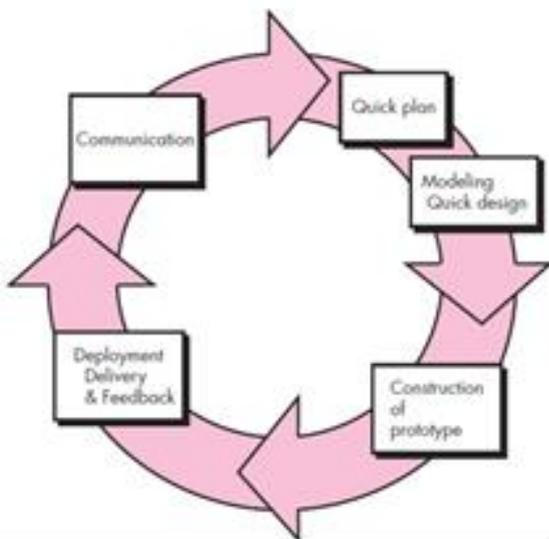
Arduino adalah suatu jenis proyek open source (*microcontroller*) dan terdiri dari dua jenis perangkat yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). *Arduino* awalnya dibuat untuk membuat rancangan atau desain serta seniman *platform prototype* untuk kursus desain rancang interaksi. Namun, pada era sekarang banyak digunakan oleh para konsumen dan penggemar *arduino* di seluruh dunia untuk rekayasa serta proyek komputasi fisik, *arduino* dapat digunakan untuk mengembangkan proyek elektronika mulai dari *prototype* sampai peralatan canggih. *Arduino* memiliki berbagai macam jenis dan nama berdasarkan kemampuan dan spesifikasinya, dan berikut ini adalah penjelasan mengenai jenis *arduino* yang digunakan sebagai *microcontroller* yang

digunakan pada alat ini yaitu arduino uno [14]. Sensor Kelembapan dan Suhu udara (DHT11) Sensor DHT11 adalah Sensor yang memungkinkan untuk dapat mengukur kelembapan udara 20% sampai 90% serta dengan ketelitian 5% dan memberikan informasi temperatur antara nol sampai lima puluh derajat celcius dengan ketelitian dua derajat celcius[14].

Sensor Kelembapan tanah berguna untuk mengukur kadar air pada media tanah secara relatif[14]. Kelembapan adalah konsentrasi uap air udara, angka konsentrasi ini dapat diekspresikan dalam kelembapan absolut, kelembapan spesifik, dan kelembapan relatif, mengacu pada SI (Satuan Internasional), satuan kelembapan adalah RH (*Relative Humidity*) dengan simbol (%) [15].

METODE PENELITIAN

Penelitian pembuatan alat perawatan bunga otomatis berbasis *Internet of Things* merupakan penelitian pengembangan perangkat lunak yang menitik beratkan pada pendekatan aspek desain, fungsi dan *user-interface*. Pengembang dan pengguna fokus pada *user-interface* dan bersama-sama melakukan komunikasi menentukan tujuan umum, mendefinisikan kebutuhan pengguna spesifikasi, fungsi, desain dan cara kerja perangkat lunak. Pengembang mengumpulkan detail dari kebutuhan dan memberikan suatu gambaran dengan cetak biru (*prototype*), atau menghapus detail kebutuhan yang tidak diperlukan oleh *user*.



Gambar 1 Model *Prototype*[8]

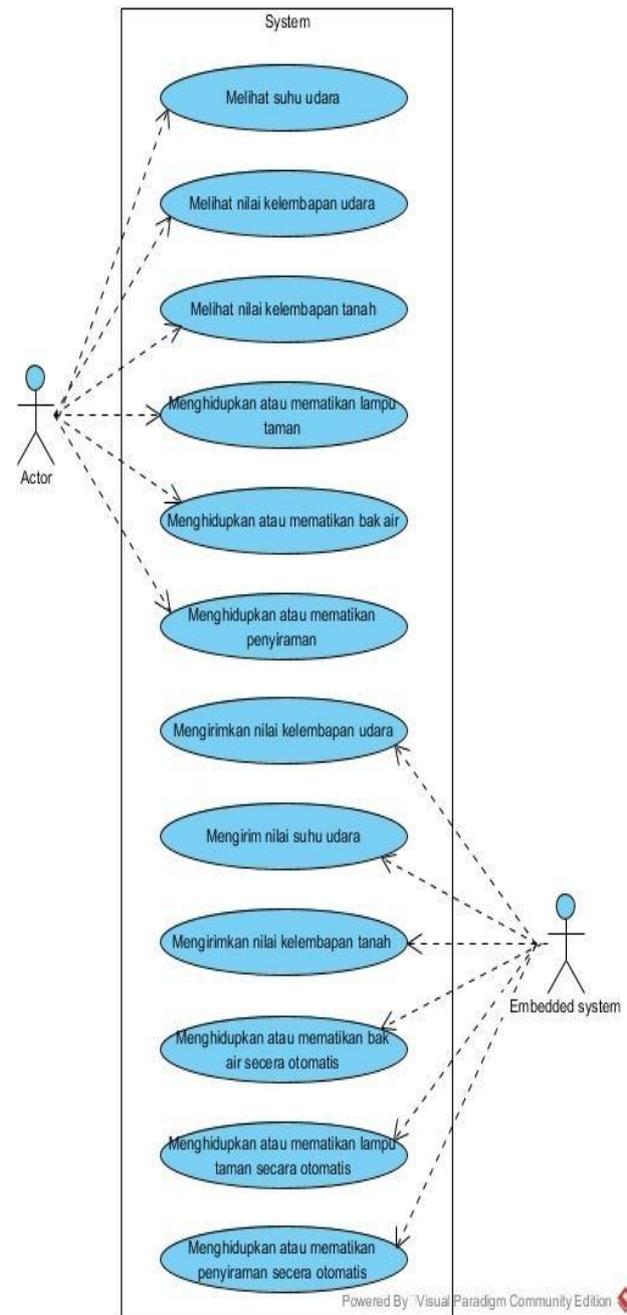
Gambar 1 merupakan model pengembangan aplikasi *prototype* terdiri dari empat proses yaitu *communication*, *quick plan* and *modeling quick design*, *construction of prototype* dan *deployment delivery and feedback*. Proses tersebut akan terjadi terus menerus sampai produk sesuai dengan kebutuhan pengguna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan metode *prototyping* yang terdiri dari beberapa tahapan yaitu *Communication*, *Quick Plan And Modelling Quick Design*, *Contruction Of Prototyping*, *Deployment Delivery And Feedback*.

Communication

Pada penerapannya pengguna dapat melakukan penyiraman manual dan dapat melihat informasi terkini tentang nilai suhu dan kelembapan tanah.

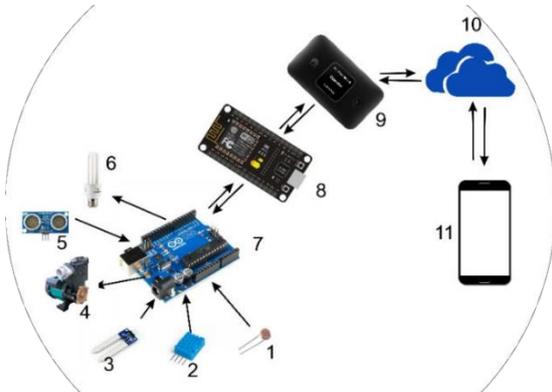


Gambar 2 *Use case* Diagram

Gambar 2 merupakan *usecase diagram* yang terdiri dari enam *activity* aktor dan enam *activity* perangkat *embedded system*, pada salah satu *activity* pada *embedded system* adalah penyiraman otomatis.

Quick Plan And Modelling Quick Design

Perancangan perangkat keras dari sistem yang akan di buat ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Blok diagram perangkat keras

Keterangan

- | | |
|--|-----------------|
| 1. Sensor <i>Light Defender Resistor</i> | 2. Sensor DHT11 |
| 3. Sensor Soil Moisture YL-69 | 4. Pompa air |
| 5. Sensor Ultrasonik HC-SR04 X | 6. Lampu |
| 7. <i>Arduino Uno</i> | 8. Nodemcu |
| 9. Modem Wifi | 10 Internet |

Gambar 3 merupakan blok diagram perangkat keras yang terdiri dari 10 komponen salah satunya *nodemcu* yang digunakan sebagai perangkat penerima sinyal *wifi* yang menghubungkan perangkat *embedded system* dengan internet sehingga dapat di kendalikan melalui *smartphone*.

Contruction Of Prototyping

```
public View onCreateView(LayoutInflater inflater, ViewGroup container,
    Bundle savedInstanceState) {
    final View v = inflater.inflate(R.layout.fragment_suhu, container, attachToRoot: false);

    final ArrayList<Entry> entries = new ArrayList<>();
    entries.add(new Entry(0, 10f));
    entries.add(new Entry(1, 20f));
    entries.add(new Entry(2, 30f));
    entries.add(new Entry(3, 60f));

    final ArrayList<String> months = new ArrayList<>();

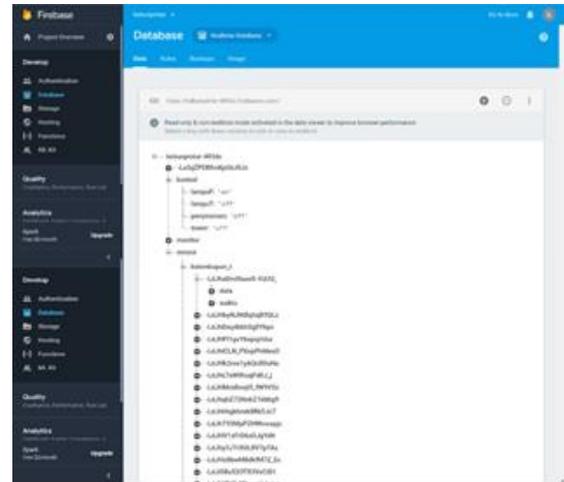
    months.add("1-1-2019");
    months.add("2-1-2019");
    months.add("3-1-2019");
    months.add("4-1-2019");

    FirebaseDatabase database = FirebaseDatabase.getInstance();
    DatabaseReference suhuref = database.getReference("sensor/suhu");
    suhuref.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
```

Gambar 4. Source code tampilan grafik suhu

Gambar 4 merupakan *source code* untuk menampilkan grafik suhu, pada saat aplikasi pertama dibuka akan menampilkan data sementara dari *array*

untuk memberikan tampilan grafik sementara pada saat aplikasi di buka. Data dalam *array* akan di perbaharui dengan mengambil data dari *firebase*. Inisiasi nilai *array* digunakan karena *array* tidak boleh berisikan nilai *null*, bila terdapat data *null* maka aplikasi akan *stop working*.



Gambar 5 Struktur *Firebase*

Gambar 5 merupakan tampilan struktur dari *database* menggunakan *firebase*. Semua data *Firestore* disimpan sebagai objek JSON, dapat dikatakan *database* pohon JSON yang *hosting* di *cloud*. Pada saat menambahkan data ke pohon JSON, data tersebut akan menjadi *node* struktur JSON yang ada dengan kunci (*token*). Kunci juga di sediakan dengan menggunakan *push()*.

Program di tulis dalam source code arduino yang dituliskan menggunakan *Arduino IDE*. *Source code* ini berfungsi untuk mengambil data kelembapan tanah dan mengolah data dari sensor sehingga dapat dilakukan tindakan sesuai dengan data yang diterima oleh sensor

```
void logika_tanah(){
    baca_tanah();

    if (datapintanah < 250){
        digitalWrite(saklar_tanah, HIGH);
        lcd.setCursor(3,1);
        lcd.print(" ");
        lcd.setCursor(3,1);
        lcd.print("OFF");
    }
    else {
        digitalWrite(saklar_tanah, LOW);
        lcd.setCursor(3,1);
        lcd.print(" ");
        lcd.setCursor(3,1);
        lcd.print("ON");
    }
}
```

Gambar 6. Source code Logika Penyiraman Otomatis

Gambar 6 merupakan *source code* logika penyiraman secara otomatis. Jika nilai dari

kelembapan tanah di atas 250 (tanah kering) maka mengaktifkan penyiraman. Nilai kelembapan tanah 0 – 1000 di mana 0 merupakan kondisi tanah basah dan 1000 merupakan kondisi tanah kering, sensor kelembapan tanah di letakan 10cm di dalam tanah.

```

<?php
//
class Firebase
{
private $baseURI;
private $timeout;
private $token;

//Constructor
function __construct($baseURI = '', $token = '')
{
if (!extension_loaded('curl')) {
trigger_error('Extension CURL is not loaded.', E_USER_ERROR);
}

$this->setBaseURI($baseURI);
$this->setTimeout(10);
$this->setToken($token);

//auth firebase
public function setToken($token)
{
$this->token = $token;
}

//url firebase
public function setBaseURI($baseURI)
{
$baseURI .= (substr($baseURI, -1) == '/' ? '' : '/');
$this->baseURI = $baseURI;
}
}

```

Gambar 7. Source code firebaseLib.php

Gambar 7 merupakan *source code* pada file *firebaseLib.php* yang dapat di unduh pada halaman resmi *firebase*. File ini berisikan *library firebase* di antaranya *set token*, metode *push*, metode *get*, dan lain-lain. *Library* ini digunakan untuk berkomunikasi antara *firebase* dan website *service*. Data dikirimkan oleh perangkat arduino melalui protokol *http* dengan perintah *get*, *send*, dan *push*, kemudian di terima oleh *website service* dan di teruskan untuk di simpan pada *firebase*.

Deployment Delivery And Feedback

Dari 15 pengujian yang dilakukan, hasil pengujian di masukan ke dalam Tabel 1. Dari hasil tes pengujian yang dilakukan sebanyak 15 pengujian didapatkan hasil, 15 tes berhasil atau sesuai dengan yang diharapkan dan 0 tes uji yang tidak berhasil atau tidak sesuai dengan yang diharapkan.

Dalam aplikasi kebun pintar ini terdapat enam fitur di tampilkan dalam satu layer. Ke enam fitur aplikasi tersebut ditunjukkan pada Gambar 8.

Tabel 1. Pengujian Fitur

No.	Fungsional ID	Nama Pengujian	Keterangan
1	KP-TO-01	Pengujian fitur <i>On/Off</i> lampu taman	Berhasil
2	KP-TO-02	Pengujian fitur <i>On/Off</i> penyiraman	Berhasil
3	KP-TO-03	Pengujian fitur <i>On/Off</i> penampungan air	Berhasil
4	KP-MA-01	Pengujian fitur menampilkan grafik data suhu udara	Berhasil
5	KP-MA-02	Pengujian fitur menampilkan grafik kelembapan udara	Berhasil
6	KP-MA-03	Pengujian fitur menampilkan grafik kelembapan tanah	Berhasil
7	KP-OT-01	Pengujian fitur penyiraman otomatis	Berhasil
8	KP-OT-02	Pengujian fitur lampu taman otomatis	Berhasil
9	KP-OT-03	Pengujian fitur bak air otomatis	Berhasil
10	KP-PE-01	Pengujian Sensor Ultrasonik	Berhasil
11	KP-PE-02	Pengujian Sensor DHT11	Berhasil
12	KP-PE-03	Pengujian Sensor Kelembapan Tanah	Berhasil
13	KP-PE-01	Pengujian Pengiriman Data Suhu	Berhasil
14	KP-PE-02	Pengujian Pengiriman Data Kelembapan Udara	Berhasil
15	KP-PE-03	Pengujian Pengiriman Data Kelembapan Tanah	Berhasil

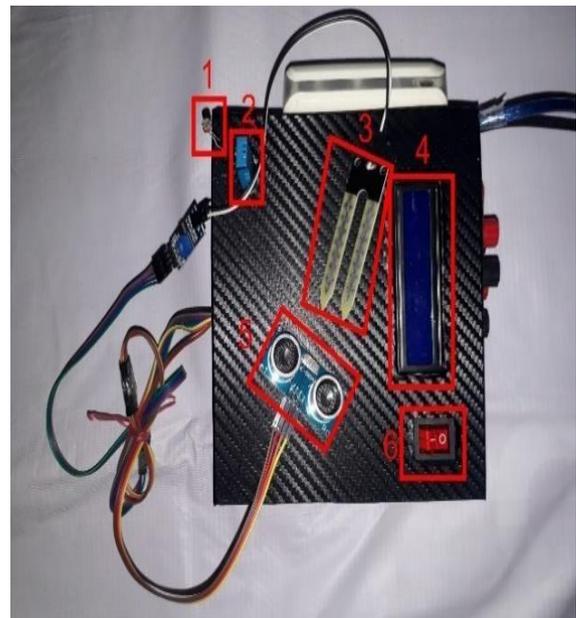


Gambar 8. Tampilan Aplikasi

Gambar 8 merupakan tampilan aplikasi pada smartphone android. Dalam aplikasi ini terdapat 6 fitur, 3 fitur perawatan dan 3 fitur pemantauan. Tiga fitur pemantauan yaitu grafik yaitu :

- Grafik kelembapan udara pada grafik
- Grafik kelembapan tanah
- Grafik suhu udara

Gambar 9 menunjukkan implementasi kotak control, sedangkan pada Gambar 10 ditunjukkan implementasi *prototype*. Implementasi sistem dilakukan selama 31 hari dimulai pada tanggal 8 April sampai 8 Mei. Alat di letakan pada halaman taman kupu-kupu gita persada dan melakukan perawatan dan pemantauan tanaman asoka secara otomatis. Dari perawatan tanaman asoka yang dilakukan alat selama 31 hari didapatkan hasil, tanaman di rawat dengan baik namun ada satu tanaman asoka yang mengalami layu yang di akibatkan penyiraman yang tidak merata sehingga tanaman tidak mendapatkan suplai air yang mencukupi.



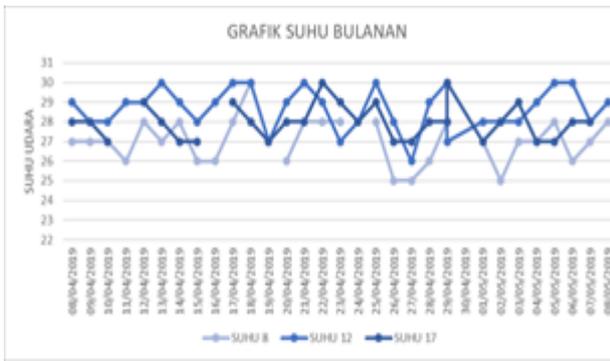
Gambar 9. Implementasi Kotak Kontrol

Keterangan

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1. Sensor <i>Light Defender Resistor</i> | 2. Sensor DHT11 |
| 3. Sensor <i>Soil Moisture YL-69</i> | 4. <i>Liquid Cristal Display</i> |
| 5. Sensor Ultrasonik HC-SR04 X | 6. Saklar On / Off |

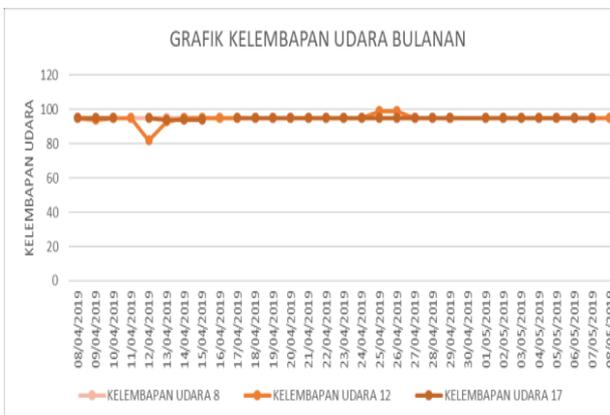


Gambar 10. Implementasi *Prototype*



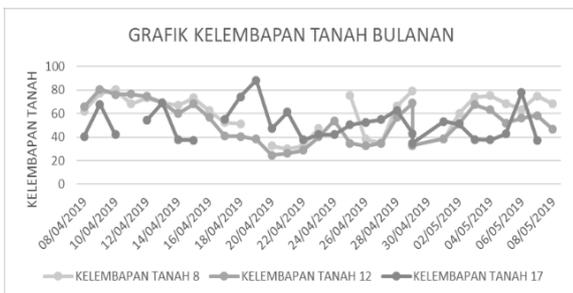
Gambar 11 Grafik Suhu Bulanan Tanpa *lost* data

Gambar 11 merupakan grafik suhu udara bulanan data suhu udara yang di ambil pada jam 08.00 WIB, 12.00 WIB, dan 17.00 WIB dengan menghilangkan *lost* data. Didapat data suhu udara terendah adalah 25°C pada jam 08.00 WIB tanggal 26 April, suhu tertinggi 30°C pada jam 12.00 WIB tanggal 13 April, dan suhu rata-rata 28°C.



Gambar 12 Grafik Kelembapan Udara Bulanan tanpa *lost* data

Gambar 12 merupakan grafik kelembapan udara bulanan data kelembapan udara yang di ambil pada jam 08.00 WIB, 12.00 WIB, dan 17.00 WIB dengan menghilangkan *lost* data. Didapat data kelembapan udara terendah adalah 82% pada jam 12.00 WIB tanggal 12 April, kelembapan udara tertinggi 95% pada jam 17.00 WIB tanggal 25 April, dan kelembapan udara rata-rata 95%.



Gambar 13 Grafik Kelembapan Tanah Bulanan Tanpa *lost* data

Gambar 13 merupakan grafik kelembapan tanah bulanan data kelembapan udara yang di ambil pada jam 08.00 WIB, 12.00 WIB, dan 17.00 WIB dengan menghilangkan *lost* data. Didapat data kelembapan tanah terendah adalah 24,7% pada jam 12.00 WIB tanggal 20 April, kelembapan udara tertinggi 88,1% pada jam 17.00 WIB tanggal 19 April, dan kelembapan udara rata-rata 55%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, sistem yang dibuat berhasil melaksanakan perawatan bunga sesuai dengan tujuan penelitian, penyiraman otomatis, pengisian bak penampungan air otomatis, menghidupkan lampu taman otomatis, pemantauan terhadap suhu dan kelembapan udara pada sekitar taman pintar serta kelembapan tanah.

Berdasarkan data yang didapat pada pemantauan suhu udara dan kelembapan udara di sekitar kebun pintar, suhu udara terendah 25°C pada jam 08.00 WIB 26 April dan Suhu udara tertinggi 30°C pada jam 12.00 WIB 19 April. Nilai kelembapan udara rata-rata berada di 95%.

Berdasarkan hasil pengujian yang di lakukan menggunakan metode *whitebox testing* menunjukkan hasil, pengujian *software* dari pengujian *software* yang dilakukan sebanyak 9 pengujian didapatkan 9 tes berhasil atau sesuai dengan yang diharapkan dan pengujian *hardware* dari pengujian *hardware* yang dilakukan sebanyak 6 pengujian didapatkan 6 tes berhasil atau sesuai dengan yang diharapkan dan pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

1. E. Nasrullah, A. Trisanto, L. Utami, 2011, Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Secara Otomatis Menggunakan Sensor Suhu LM35 Berbasis Mikrokontroler ATmega8535, J. Rekayasa dan Teknol. Elektro, vol. 5, no. 3, pp. 182–192.
2. F. Amir, D. Rahmawati, M. Ulum, 2017, Penyiraman Tanaman Media Otomatis Berbasis Telepon Seluler PIntar dan Jaringan Sensor Fuzzy Tanpa Kabel, Semin. Nas. Mat. dan Apl. Univ. Airlangga.
3. A. H. Abbas, M. M. Mohammed, G. M. Ahmed, E. A. Ahmed, R. A. A. Abul Seoud, 2015, Smart watering system for gardens using wireless sensor networks, ICET 2014 - 2nd Int. Conf. Eng. Technol.
4. Syaza Norfilsha Binti Ishak, 2017, Smart Home Garden Irrigation System With Raspberry Pi, in 2017 IEEE 13th Malaysia International Conference on Communications (MICC), 2008, vol. 16, no. June, p. 24.
5. J. Hutagalung, J. Hutahean, Y. Siagian, 2015, Rancang Bangun pengecekan Pengecekan Kesuburan Tanah Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535 dengan Menggunakan Sensor Resistivitas Tanah, in Conference: Seminar

- Nasional Inovasi dan Teknologi Informasi, At Tuk-Tuk, Siadong Sumatera Utara.
6. F. Caetano, R. Pitarma, and P. Reis, 2014, Intelligent management of urban garden irrigation, in Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI.
 7. A. Junaidi, 2016, Internet of Things , Sejarah , Teknologi Dan Penerapannya : Review, J. Ilm. Teknol. Infromasi Terap., vol. 1, no. 3, pp. 62–66.
 8. R. S. Pressman, 2010, CS605-Software Engineering Practitioner’s Approach.
 9. E. Sutanta and K. Mustofa, 2012, Kebutuhan Web Service Untuk Sinkronisasi Data Antar Sistem Informasi dalam E-Gov di Pemkab Bantul Yogyakarta, JURTIK - STMIK Bandung, vol. 2, no. 3, pp. 20–26.
 10. S. Nazruddin, 2011, Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC Berbasis Android, Bandung: Bandung Informatika.
 11. B. Sivakumar and K. Srilatha, 2016, Study of Google Firebase API for Android Navdeep, Int. J. Innov. Res. Comput. Commun. Eng., vol. 4, no. 9, pp. 365–373.
 12. M. Shalahuddin, 2014, Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek, Bandung: Bandung Informatika.
 13. S. Nidhra, 2012, Black Box and White Box Testing Techniques – A Literature Review, Int. J. Embed. Syst. Appl., vol. 2, no. 2, pp. 29–50.
 14. A. Kadir, 2018, Arduino dan Sensor, Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
 15. A. Fadholi, 2013, Persamaan Regresi Untuk Simulasi Prediksi Total Hujan, J. CAUCHY, vol. 3, no. 1, pp. 1–9.