

SMART GARDEN SEBAGAI IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL DAN MONITORING TANAMAN BERBASIS TEKNOLOGI CERDAS

I.W.B. Darmawan¹, I.N.S. Kumara², D.C. Khrisne³,
^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana
Jl. Kampus Unud Bukit Jimbaran, Bali, Indonesia, 80361
Corresponding author email: bayudarmawan28@gmail.com

ABSTRAK

Smart garden adalah aplikasi sistem kendali dan monitoring penyiraman/perawatan tanaman yang memanfaatkan teknologi cerdas. Penelitian ini meninjau tentang komponen serta penerapan *smart garden* dalam kehidupan masyarakat. Komponen yang umumnya digunakan dalam *smart garden* antara lain BLYNK App, Antares, *Wireless Sensor and Actuators Networks*, SMS Gateway, *capacitive soil moisture sensor*, sensor suhu, sensor cahaya, Arduino nano, Arduino uno R3, Arduino mega 2560, serta Raspberry Pi. *Smart garden* berbasis mikrokontroler Arduino telah diaplikasikan dalam bidang pertanian dan perkebunan dengan tujuan untuk memantau pertumbuhan tanaman, optimalisasi kegiatan panen, pengembangan ekowisata dan program adiwiyata.

Kata kunci : *Smart garden*, arduino, sensor, mikrokontroler, suhu, kelembapan.

ABSTRACT

Smart garden is a control system application to monitor watering/plant care that utilizes intelligent technology. This study reviews the components used in smart gardens and the application of smart gardens in community life. The components commonly used in smart garden such as BLYNK App, Antares, wireless sensor and actuators networks, SMS Gateway, capacitive soil moisture sensor, temperature sensor, light sensor, Arduino nano, Arduino uno R3, Arduino mega 2560, and Raspberry Pi. Smart garden has been applied in agriculture and farm with the aim of monitoring plant growth, optimizing harvest activities, developing ecotourism and Adiwiyata program.

Keywords : *Smart garden, Arduino, sensor, microcontroller, temperature, humidity.*

1. PENDAHULUAN

Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2021 mencatat sebanyak 37,02% penduduk Indonesia bekerja dalam bidang pertanian [1]. Pembangunan pertanian di Indonesia adalah hal yang penting dari keseluruhan pembangunan nasional. Ada beberapa hal yang mendasari pembangunan pertanian di Indonesia mempunyai peranan penting, di antaranya adalah potensi sumber daya alam yang besar dan beragam, pangsa terhadap pendapatan nasional yang cukup besar, besarnya pangsa terhadap ekspor nasional, besarnya penduduk Indonesia yang menggantungkan hidupnya pada sektor ini, perannya dalam penyediaan pangan masyarakat dan menjadi basis pertumbuhan di daerah pedesaan. Namun, pembangunan pertanian dan ketahanan pangan masih menghadapi berbagai permasalahan, salah satunya adalah perubahan iklim.

Tujuh tahun terakhir termasuk tahun ini akan menjadi rekor terpanas bumi karena efek gas rumah kaca yang mencapai rekor konsentrasi di atmosfer [2]. Kondisi lingkungan yang sangat panas yang terjadi pada suatu daerah dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman yang selanjutnya bisa menurunkan produktivitas tanaman

Produktivitas tanaman yang menurun berupa kualitas tumbuh kembang tanaman yang buruk. Hal ini dapat dilihat dari daun yang kusam, berwarna kuning kecoklatan, serta muncul bintik-bintik pada daun [3]. Tanaman juga tampak terkulai dan tidak ditumbuhi bunga maupun buah. Bukan hanya faktor suhu yang sangat panas, produktivitas tanaman yang buruk dapat disebabkan karena faktor lainnya seperti luas tanah, keasaman tanah, pupuk, hama, dan kondisi irigasi [4].

Semakin besar luas lahan untuk menanam tanaman, maka tingkat produktivitas tanaman juga semakin baik.

Namun, penggunaan lahan yang semakin besar memiliki konsekuensi penggunaan faktor lainnya seperti benih, pupuk, dan pembasmi hama tanaman [4].

Derajat keasaman tanah memengaruhi pertumbuhan tanaman. Contohnya, tanah yang bersifat asam terhadap tanah padsolik merah kuning (PMK), agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Derajat pH dalam tanah juga menunjukkan keberadaan unsur-unsur yang bersifat racun bagi tanaman. Jika tanah masam, maka akan banyak ditemukan unsur aluminium yang dapat meracuni tanaman [5].

Pemupukan sebagai suatu usaha penambahan unsur hara dalam tanah yang meningkatkan kesuburan dan produksi tanaman [6]. Pemberian pupuk ke dalam tanaman dalam jumlah yang rasional dapat meningkatkan hasil panen tanaman tersebut. Pengaruh penambahan pupuk juga dapat menciptakan suatu kadar zat hara yang tinggi serta dapat meningkatkan kualitas hasil tanaman.

Hama dan penyakit merupakan organisme pengganggu tanaman yang menyebabkan gagal panen dan ketidakstabilan produksi hasil tanaman. Hama menyebabkan terganggunya proses pengisapan unsur hara, air, serta unsur lainnya. Pengangkutan zat makanan juga terganggu atau bahkan terhenti sama sekali, sehingga tanaman menjadi layu hingga mati.

Air ialah salah satu faktor penentu dalam proses produksi pertanian. Oleh karena itu, investasi irigasi menjadi sangat penting dalam rangka penyediaan air untuk pertanian. Dalam memenuhi kebutuhan air untuk berbagai keperluan usaha tani, maka air harus diberikan dalam jumlah, waktu, dan mutu yang tepat. Jika tidak, tanaman akan terganggu pertumbuhannya yang pada gilirannya akan memengaruhi produksi pertanian. Penyiraman tanaman harus dilakukan tepat waktu, karena hal tersebut mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal, sehingga dibutuhkan penerapan sistem yang mampu mengatur penyiraman tanaman dalam kondisi yang tepat dan meminimalisir kerja petani atau pemilik tanaman lainnya. Suatu sistem yang otomatis sangat memungkinkan suatu kendali terhadap penyiraman yang tepat waktu demi mendukung pertumbuhan tanaman. Untuk membuat suatu sistem yang otomatis diperlukan suatu pusat kendali yang akan berfungsi untuk

mengendalikan seluruh kegiatan yang diproses oleh sistem. Sistem penyiraman otomatis yang dirancang sedemikian rupa dikenal dengan *smart garden*.

Sistem ini menerapkan manajemen tata kelola lingkungan pada sisi efisiensi penggunaan energi yang membuat penyiraman tanaman secara *smart* yang diartikan sebagai metode penyiraman yang dibuat lebih otomatis yang diaplikasikan untuk melakukan pengairan pada tanaman dengan melakukan efisiensi penggunaan air melalui pemantauan debit air yang digunakan saat penyiraman dari aplikasi digital tertentu. *Smart garden* menyediakan beberapa fungsi yang bisa memantau suhu dan kelembapan udara serta suhu dan kelembapan tanah. Beberapa hal yang berkaitan erat dengan *smart garden* seperti komponen dan penerapannya pada lokasi tertentu diuraikan secara rinci dalam artikel penelitian ini.

2. KAJIAN PUSTAKA

Adapun kajian pustaka dalam penelitian ini mengarah pada konsep *smart garden* serta berbagai komponen yang digunakan dalam perancangan *smart garden*.

2.1 KONSEP SMART GARDEN

Smart garden sebagai serangkaian aplikasi yang memungkinkan komunikasi dalam jumlah tertentu dengan tumbuhan. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk melakukan kontak dengan tanaman dengan cara pemberian informasi kelembapan tanah dimana tanaman tersebut ditanam. Sistem taman pintar merupakan solusi untuk pemenuhan nutrisi air dalam pemeliharaan tanaman secara praktis [6].

Smart garden sebagai sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis Arduino dan sensor kelembapan tanah dengan daya input dari PLTS. Komponen yang digunakan untuk perancangan *smart garden* seperti pompa air 13watt, panel surya 50 WP, baterai 12 Ah, *battery charging controller* (BCC) max input 42V, Arduino uno, dan sensor kelembapan tanah SEN0193.

Pengembangan sistem taman pintar meningkatkan nilai tambah pertanian serta pendapatan ekonomi petani dan integrasi pariwisata berbasis ekologi. *Smart garden* juga dapat membantu mengurangi emisi, menghemat air, dan menyimpan lebih banyak karbon di tanaman dan tanah [4].

Sistem ini menggunakan taraf kelembapan tanah, apabila tanah tersebut dalam kondisi kurang lembab, maka sistem ini secara otomatis akan menyiram tanaman. Apabila tanah sudah lembab, maka sistem ini akan menutup secara otomatis dan tidak melakukan penyiraman tanaman [5].

2.2 KOMPONEN SMART GARDEN

Smart garden dirancang melalui penggunaan beragam komponen, baik itu komponen perangkat keras maupun komponen perangkat lunak. Berikut ini adalah uraian komponen *smart garden*.

1. Internet of Things (IoT).

Internet of Things mencakup perangkat komputasi seperti laptop, tablet, dan ponsel cerdas. Perangkat IoT biasanya disebut perangkat pintar, karena dapat berkomunikasi dengan perangkat lainnya secara otomatis.



Gambar 2. Skema Internet of Things

2. Arduino IDE

Arduino IDE berfungsi sebagai pembuatan *source code* untuk *board* Arduino. *Software* ini dapat ditulis menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya.



Gambar 3. Arduino IDE

3. Arduino Mega

Arduino Mega merupakan papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Papan ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (*serial port hardware*). Arduino Mega dilengkapi dengan sebuah *oscillator* 16 Mhz, sebuah *port* USB, *power jack* DC, ICSP *header*, dan tombol reset.



Gambar 4. Arduino Mega

4. Modul Wifi NodeMCU ESP8266

Modul WiFi NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino, sehingga bisa terhubung langsung dengan Wi-Fi dan membuat koneksi TCP/IP [19]. Modul ini membutuhkan daya sekitar 3.3v dan memiliki tiga mode Wi-Fi yaitu *station*, *access point*, dan *both* (keduanya).



Gambar 5. NodeMCU ESP8266

5. Sensor Kelembapan Tanah

Sensor kelembapan tanah adalah sensor yang mampu mendeteksi intensitas air di dalam tanah. Sensor kelembapan tanah terdiri dari dua *probe* untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya guna mendapatkan nilai tingkat kelembapan. Semakin banyak air, membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistansi besar).



Gambar 6. Sensor Kelembapan Tanah

6. LCD

LCD terdiri dari 16 karakter dan 2 baris. LCD mempunyai 192 karakter tersimpan. Terdapat pula karakter generator yang terprogram. LCD bisa dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit dan dilengkapi dengan *back light*.



Gambar 7. LCD

7. Relay

Relay ialah alat yang digunakan untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronik yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan

tenaga listrik sebagai sumber energinya. Kontaktor akan tertutup (menyala) atau terbuka (mati) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan ketika dialiri arus listrik.



Gambar 8. Relay

8. Solenoid Valve

Sebuah perangkat yang mengatur, mengarahkan, serta mengontrol aliran dari suatu cairan. Valve dapat dioperasikan secara manual, melalui pegangan, tuas pedal, dan lainnya. Selain dapat dioperasikan secara manual, katup juga bisa dioperasikan secara otomatis dengan menggunakan prinsip perubahan aliran tekanan maupun suhu. Perubahan tersebut dapat memengaruhi diafragma, pegas atau piston yang pada gilirannya dapat mengaktifkan katup secara otomatis.



Gambar 9. Solenoid Valve

9. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang digunakan untuk mengukur jarak antara penghalang dan sensor. Sensor ini memiliki 2 komponen utama sebagai penyusunnya yaitu *ultrasonic transmitter* dan *ultrasonic receiver*. Fungsi dari *ultrasonic transmitter* adalah memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz, sedangkan *ultrasonic receiver* menangkap hasil pantulan gelombang ultrasonik yang mengenai suatu objek.



Gambar 11. Sensor ultrasonik

10. PLTS

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan peralatan pembangkit listrik yang mengubah daya matahari menjadi listrik. PLTS juga sering disebut dengan *solar cell*, *solar photovoltaik*, ataupun solar energi. PLTS memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik.

PLTS memiliki beberapa komponen ini digunakan agar dapat berfungsi sesuai kebutuhan yaitu panel surya, *solar charging controller*, *inverter*, serta baterai atau aki.



Gambar 12. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

11. Solar Charger Controller (SCC)

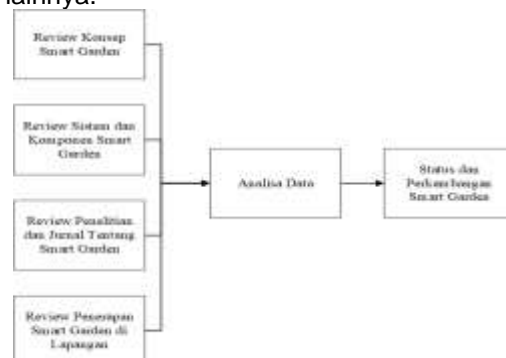
SCC adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke battery dan diambil dari baterai ke beban. Perangkat ini mengatur overcharging (kelebihan pengisian - karena battery sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya / solar cell. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. *Solar charge controller* menerapkan teknologi *pulse width modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus baterai ke beban.



Gambar 13. Solar charger controller (SCC)

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi kepustakaan. Peneliti melakukan tinjauan tentang konsep *smart garden*, komponen *smart garden*, penelitian terdahulu tentang *smart garden*, penerapan *smart garden* ddalam kehidupan masyarakat. Tinjauan yang dilakukan tersebut bersumber pada artikel ilmiah, buku, dan sumber terpercaya lainnya.



Gambar 14. Skematik umum penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menelaah komponen yang digunakan untuk implementasi *smart garden* serta penerapan *smart garden* di dalam kehidupan masyarakat. Komponen ini meliputi perangkat lunak serta perangkat keras. Setiap komponen tersebut dapat diuraikan sebagai berikut.

4.1 Penelitian Tentang *Smart Garden*

Sistem kontrol pertumbuhan tanaman hortikultura pada *smart garden* dijelaskan oleh Sari dkk (2017) [18]. Sistem dirancang dengan menggunakan mikrokontroler Arduino ATmega328, *Android*, *WiFi shield*, sensor kelembapan tanah YI-69, serta sensor suhu DHT-11. *Smart garden* menunjukkan kinerja yang baik dan mampu mendeteksi suhu, kelembapan tanah, serta melakukan pemupukan secara otomatis.

Implementasi *internet of things* untuk *smart agriculture irrigation* dilaporkan oleh Setyowati dkk (2019). Prinsip kerja sistem ini berupa kalibrasi sensor kelembapan tanah menggunakan *grafimetric water content* sebagai metode yang membandingkan berat air dan tanah. Langkah kalibrasi meliputi pengambilan contoh tanah, pengeringan tanah dengan suhu yang telah ditetapkan selama 24 jam, penimbangan tanah yang telah dikeringkan, penimbangan air sebesar 10%, pemasangan sensor, penyiraman secara merata, serta pencatatan nilai resistansi [19].

Desain dan Implementasi *smart garden* dengan menggunakan Raspberry Pi sebagai alat penyiraman otomatis berbasis web dan *Android* pada SMK Ma'arif Kota Mungkid dinyatakan oleh Debarun (2016). Komponen dalam sistem ini yakni *relay*, Raspberry Pi, sensor suhu, serta sensor kelembapan tanah. Tahapan pembuatan sistem ini berupa analisis permasalahan, penentuan komponen yang digunakan, perancangan aplikasi, perancangan *smart garden* dari komponen dan aplikasi tersebut, pengujian *smart garden* dari *relay* dan sensor, serta percobaan implementasi *smart garden* pada area perkebunan di SMK Ma'arif Kota Mungkid [4].

SHONICNO (*Smart Garden Home Aquaponic Based Arduino*) diterangkan oleh Nuha dkk (2018). Komponen yang digunakan ialah akuaponik, Arduino,

TCP/IP, sensor suhu, sensor kelembapan tanah. Sensor suhu dan sensor kelembapan tanah mengirim data yang diperoleh sebagai acuan tindakan yang akan dilakukan oleh Arduino mega, ketika sensor menunjukkan suhu yang tinggi dan kelembapan yang kurang, maka aktuator mengaktifkan pompa dan LED untuk menyiram tanaman selama 4 detik dan mematikan lampu penerangan sampai suhu aman dan kelembapan terpenuhi [13].

Rancang bangun *smart garden* berbasis *Internet of Thing* dengan Bot Telegram dijelaskan oleh Affandi (2019) [1]. Pembuatan rancang bangun ini menggunakan komponen seperti NodeMCU, *relay*, sensor DHT11, *capacitive soil moisture*, Telegram, *Black Box Testing*, serta model *waterfall*. Implementasi *smart garden* yaitu instalasi *wiring*, perancangan alat ukur dan *wiring* yang dibuat sesuai dengan tanaman, serta tahapan pengujian. *Wiring* sebagai pengkabelan yang menghubungkan antara mikrokontroler NodeMCU dengan *capacitive soil moisture*, DHT11, dan *relay*. Hasil rancangan alat ukur dan *wiring* meliputi saklar untuk menghidupkan dan mematikan *smart garden*, sensor DHT11 yang diletakkan di atas tanaman, sensor kelembapan tanah yang ditancapkan di pot, lampu LED untuk memberikan sinar pada tanaman, serta botol untuk menyimpan air yang selanjutnya digunakan dalam penyiraman tanaman. Sementara itu, tahapan pengujian dilakukan dengan *black box* [1].

Rancang bangun *smart garden* berbasis mikrokontroler dengan metode SDLC dinyatakan oleh Fahrissi dan Fatoni (2020) [11]. Sistem ini dirancang menggunakan komponen berupa Arduino Uno, *relay*, sensor higrometer, sensor kelembapan tanah YL-69, Modul ESP ATmega8266 dengan metode SDLC, yaitu metode yang dibangun secara sistematis yang dapat meningkatkan persentase dalam proyek pada tepat waktu dan menjaga proyek sesuai standarisasi. SDLC juga merupakan tahap pengembangan sistem dengan tujuan hasil proyek yang berkualitas dan sesuai dengan keinginan yang diharapkan [7]. Beberapa penelitian *smart garden* lainnya dapat diuraikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 1 Penelitian tentang Smart Garden

No	Judul Penelitian	Keterangan
1	Sistem Kontrol dan Monitoring Pertumbuhan Tanaman Hortikultura Pada <i>Smart Garden</i> (Sari dkk, 2017)	<i>Smart garden</i> digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembapan tanah serta melakukan pemupukan secara otomatis.
2	Desain dan Implementasi <i>Internet of Things</i> Untuk <i>Smart Agriculture Irrigation</i> (Setyowati dkk, 2019)	<i>Smart garden</i> mengendalikan dan memantau kelembapan tanah pada sistem irigasi berbasis Wireless Sensor Network.
3	Desain dan Implementasi <i>Smart Garden</i> Menggunakan Raspberry Pi Sebagai Alat Penyiram Otomatis Berbasis Web dan <i>Android</i> Pada SMK Ma'arif Kota Mungkid (Debarun, 2016)	Sistem penyiraman otomatis dengan Raspberry Pi yang dapat dipantau melalui web dan android. Sistem ini digunakan untuk membantu melakukan perawatan taman di SMK Ma'arif Kota Mungkid.
4	Shonicno (Smart Garden Home Aquaponic Based Arduino) (Nuha dkk, 2018)	Sistem aquaponik dengan shonicno (smart garden home aquaponik based arduino) digunakan untuk mempermudah pengaplikasiannya dalam ruang lingkup keluarga dan meningkatkan semangat dalam bercocok tanam serta budidaya ikan.
5	Rancang Bangun Smart Garden Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) dengan Bot Telegram (Affandi, 2019)	Smart Garden ini mengontrol penyiraman dan pencahayaan tanaman dari jarak jauh dengan mengirim pesan melalui aplikasi telegram yang dikirimkan ke alat smart garden. Alat merespon dan mengerjakan perintah yang telah dikirimkan dan membalas pesan tentang informasi yang diinginkan dari tanaman.
6	Rancang Bangun Sistem <i>Smart Garden</i> Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Metode SDLC (Fahrissi dan Fatoni, 2020)	Sistem smart garden berbasis mikrokontroler dengan menggunakan SDLC dapat menyiram jika kelembapan tanah mencapai tingkat kering, sedangkan jika kelembapan tanah mencapai tingkat setengah basah maka sistem tidak dapat menyiram tanaman. Sistem ini hanya dapat memantau kelembapan tanah melalui Arduino IDE.
7	<i>A Low Cost Smart Gardening and Irrigation System</i> (2014) Tehzeeb, Kaiser, serta Sharfuzzaman (2014)	Smart gardening dibuat dengan biaya rendah dari komponen dioda, resistor, resistor variabel (900 Ohm), kapasitor (2.2 mikro F), IC LM3914, transistor (2N3904), ADC 0804, multiplexer 74157, ULN 2003, relay, pompa, serta sprinkler.
8	Sistem perawatan tanaman cabai rawit dengan konsep <i>automatic gardening</i> kontrol NodeMCUESP8266 dan Blynk (2017) (Mulyadi dkk, 2017)	Sistem dirancang dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, aplikasi BLYNK, sensor kelembapan udara DHT22, sensor kelembapan tanah YL-69, relay, OLED LCD, serta LED <i>strip growlight</i> .
9	Smart Garden di Taman Asrama Universitas Telkom dengan Raspberry Pi berbasis IoT (2019) (Kusuma dkk, 2019)	Sistem dapat mengetahui kondisi kelembapan tanah, mengetahui debit air yang dikeluarkan saat proses penyiraman berlangsung, serta menyiram sesuai dengan kondisi tanah Taman Asrama Universitas Telkom.
10	<i>IoT Based Smart Irrigation System for Home Based Organic Garden</i> (Karunakanth dkk, 2018)	Smart irrigation system menerapkan sistem pengelolaan air yang lebih baik untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman organik di kebun pekarangan rumah.
11	Rancang Bangun Prototipe Pengatur Kelembapan Tanah Otomatis Pada Taman Berbasis Mikrokontroler (2018) (Eveline dkk, 2018)	Sistem mengatur kelembapan tanah secara otomatis menggunakan Arduino Uno R3, sensor kelembapan tanah, sensor jarak, motor, pompa, serta selang sebagai komponen penyusunnya.
12	Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis Untuk Tanaman Berbasis Arduino Dan Kelembapan Tanah (Alam dkk, 2019)	Memfaatkan tenaga matahahir untuk menghidupkan pompa air, menjaga kelembapan tanah dengan menghidupkan atau mematikan pompa air melalui relay.
13	Sistem Pengendalian Kelembapan Pada Budidaya Tanaman Sawi (Noviandi dkk, 2019)	Sistem pengendalian suhu dan kelembapan untuk penyiraman tanaman sawi secara otomatis dengan pendeteksi suhu dan kelembapan.
14	Rancang Bangun <i>Prototype</i> Sistem Monitoring Kelembapan Tanah Melalui SMS Berdasarkan Hasil Penyiraman Tanaman: Studi Kasus Tanaman Cabai dan Tomat (Yahwe dkk, 2016)	pemantauan penyiraman berdasarkan kelembapan tanah melalui SMS berbasis mikrokontroler. Hasil pembacaan kelembapan tanah dikirim ke ponsel pemilik tanaman melalui media SMS yang dihubungkan dengan GSM Shield ATWINQuad-Band.
15	Prototype Smart Garden System Berbasis Mikrokontroler (Chabir dan Kunang, 2020)	Prototype ini ialah pengembangan dari alat terdahulu yang tersusun dari rangkaian power supply mikrokontroler Arduino, sensor LDR, ultrasonik, dan kelembapan tanah, LCD, buzzer, serta pompa air.
16	<i>Smart Garden Automation</i> dengan Memanfaatkan Teknologi Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) (Prihanto dkk, 2021)	Sistem penyiraman dengan 3 metode penjadwalan klasik, <i>delay time</i> , serta <i>countdown</i> . Metode <i>countdown</i> memiliki hasil yang paling baik yaitu sudah mendukung automasi, pengambilan keputusan, serta konfigurasi yang paling sederhana.
17	<i>Smart Garden Monitoring System Using IoT</i> (Thamaraimanalan dkk, 2018)	Sistem dirancang untuk memantau data pada sensor serta mengaktifkan parameter lain sesuai dengan kebutuhan, misalnya jika ketinggian air di tangki dikurangi hingga nilai minimum maka sakelar motor dihidupkan. secara otomatis hingga ketinggian air tangki mencapai nilai maksimum.
18	<i>Development of Smart Garden Control System Using Probabilistic Filter Algorithm Based on SLAM</i> (Lee dkk, 2017)	<i>Smart garden</i> dibuat dari algoritma filter probabilistik berbasis SLAM, sehingga dapat digunakan di apartemen. Pengumpulan data pada sistem ini menggunakan sensor tanah, sensor pencahayaan, sensor kelembapan, dan sensor suhu, sementara kontrol sistem melalui aplikasi pada <i>smartpho</i> .
19	<i>Design of Smart Garden Sprinklers Based on Fuzzy Logic</i> (Azmi dkk, 2020)	Sistem penyiraman otomatis dengan metode fuzzy logic ini dapat bekerja secara sinkron. Sistem ini dapat diterapkan di berbagai bidang seperti perkebunan dan pertanian.
20	The "Smart Garden" System using Augmented Reality (Okayama dkk, 2013)	Smart Garden yang dapat memvisualisasikan panduan operasi pertanian menggunakan CG dan melapisinya di lapangan tempat operator bekerja, dan merekam posisi dan sudut pandang operator selama operasi mereka.

4.2 Penerapan Smart Graden

Smart garden dirancang menggunakan komponen tertentu yang disesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Berikut ini adalah uraian tentang penerapan *smart garden*.

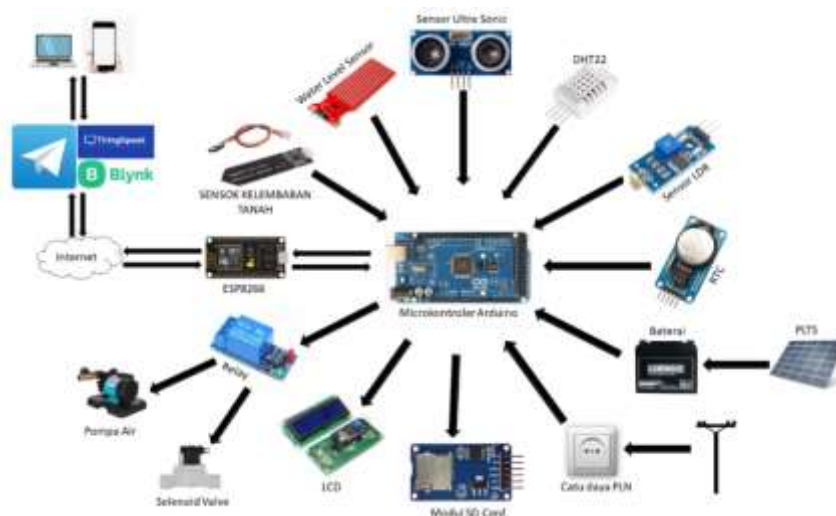
Seiring dengan revolusi industri 4.0, sektor pertanian memiliki peluang untuk berkembang dengan memanfaatkan teknologi. Seperti yang dilakukan oleh Koperasi Petani Muda Keren (PMK) di Desa Gobleg, Kecamatan Banjar, Kabupaten Buleleng, mengembangkan teknologi *Smart Farming*, yaitu konsep pengelolaan pertanian yang terintegrasi dengan pemanfaatan teknologi informasi. Sistem ini menerapkan konsep IoT, dimulai dari mekanisasi pertanian. Melalui mekanisasi tersebut, petani dengan mudah mengelola lahan pertanian atau perkebunan dari segi harga, waktu, dan tenaga. Seperti halnya dalam penyiraman tanaman menggunakan irigasi tetes, sehingga dapat menghemat air dan tenaga. Petani juga dapat melakukan monitoring kondisi tanaman mulai dengan tingkat keasaman tanah, kelembapan, serta tingkat curah hujan. Sektor pertanian yang pada awalnya terkesan merepotkan dapat berubah menjadi modern yang penuh dengan inovasi serta kreativitas melalui *smart farming*.

Salah satu ekowisata yang terdapat di Kabupaten Tabanan, Bali, yaitu kebun raya Bedugul. Kebun ini telah mengembangkan *smart garden* untuk memantau pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Smart garden dirancang menggunakan aplikasi berbasis *Android*. Selain berfungsi untuk monitoring tumbuh kembang tanaman, sistem ini juga dibuat untuk memudahkan pengunjung Kebun Raya Bedugul dalam menemukan tempat menarik yang ada di kebun raya tersebut.

Budidaya tanaman taoge membutuhkan proses yang rumit. Taoge lebih cepat layu dari pada jenis sayuran lainnya. Terkait hal tersebut, salah satu mahasiswa di Universitas Muhammadiyah Malang merancang *smart garden* untuk optimalisasi tanaman taoge. Sistem tersebut bekerja untuk menyesuaikan suhu serta kelembapan dengan menggunakan sensor DS18B20 dan YL69. Ketika dihidupkan, secara otomatis alat ini akan melakukan penyiraman pada taoge. *Smart garden* juga dilengkapi kamera dan IoT yang membuat para pembudidaya hanya perlu memantau kondisi taoge melalui ponsel.

Smart garden adalah salah satu proyek baru yang diterapkan di SMPN 4 Surabaya. Proyek ini merupakan bentuk penerapan karya penelitian siswa yang menang dalam lomba penelitian. Cara kerja sistem ini sudah diatur melalui aplikasi, sehingga pada waktu tertentu, aplikasi bekerja dengan baik dalam penyiraman tanaman. *Smart garden* ini juga dibuat untuk menciptakan SMPN 4 Surabaya menjadi sekolah adiwiyata, yaitu sekolah yang peduli lingkungan sehat, bersih, serta indah.



Gambar 17. Skematik *smart garden* dan sensor

Berdasarkan tinjauan pustaka, *smart garden* dapat digambarkan dalam skematik yang ditunjukkan pada Gambar 17. *Smart garden* terdiri dari berbagai sensor sebagai masukan (*input*) mikrokontroler Arduino. Luaran (*output*) dalam sistme menunjukkan suatu hasil atau sinyal kontrol untuk mengoperasikan alat lainnya seperti *relay*, aktuator, atau motor. Selain itu, terdapat pula pilihan penggunaan catu daya energi terbarukan seperti PLTS di samping sumber energi listrik dari PLN. Secara detail, sensor dan *output* dari *smart garden* ditunjukkan pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3 berikut ini.

Tabel 2. Jenis-jenis Arduino

No	Jenis Arduino
1	Arduino Nano
2	Arduino Uno
3	Arduino Mega
4	Raspberry Pi

Tabel 3. Sensor

No	Sensor
1	Capacitive V1.2 Soil Moisture Sensor
2	Light sensor MDL-LDR01
3	Temperature sensor DHT22
4	Ultrasonic sensor HC-SR04

Tabel 4. Komponen output

No	Komponen output
1	LCD
2	Modul Micro SD
3	Relay
4	Pompa air
5	Solenoid Valve

Smart garden ialah sistem kontrol pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang dilengkapi dengan Arduino uno, Arduino nano, Arduino Mega, dan Raspberry Pi. *Input* (masukan) berasal dari sensor kelembapan tanah, suhu, cahaya, dan jarak. *Output* (luaran) dari *smart garden* berupa *solenoid valve* dan pompa air. Catu daya *smart garden* dapat menggunakan catu daya dari PLTS dan PLN. ESP8266 ialah perangkat IoT yang terhubung serta bertukar data antara perangkat dan sistem *smart garden* melalui internet.

5. SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa *smart garden* telah diterapkan di daerah pedesaan hingga perkotaan. Sistem *smart garden* ini

dirancang dengan menggunakan komponen perangkat keras dan perangkat lunak. Komponen perangkat lunak seperti BLYNK App, Antares, WSANs, serta SMS Gateway. Sementara itu, komponen perangkat keras yang digunakan yakni sensor kelembapan tanah, sensor suhu, sensor cahaya, serta mikrokontroler. Salah satu jenis sensor kelembapan tanah yang umum digunakan adalah *capacitive soil moisture* yang memiliki rentangan nilai kelembapan kering, lembab, dan basah. Tanah dalam kondisi kering berada pada rentangan 430-520. Tanah dengan kondisi lembab berada dalam rentangan 350-430, sedangkan tanah basah berada pada rentangan 260-350. Sensor suhu yang dapat digunakan di antaranya adalah sensor DHT11 dan DHT22. Sensor *ultrasonic* yang umum digunakan ialah sensor *ultrasonic* HC-SR04. Sensor cahaya yang biasanya digunakan adalah sensor cahaya berjenis MDL-LDR01. Mikrokontroler sebagai pengontrol kerja sistem *smart garden* yang umumnya dapat digunakan adalah Arduino nano, Arduino uno r3, Arduino mega 2560, raspberry Pi.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Affandi, K. (2019). Rancang Bangun Smart Garden Berbasis Internet Of Thing (IoT) dengan Bot Telegram. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 165–169.
- [2] Alam, S., Tony2, H., & Darmawan, I. G. A. (1945). *Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis*. 3(1), 44–57. <http://journal.uta45jakarta.ac.id/index.php/JKTE/article/view/1423>
- [3] AZMI, F., Louise, J., Sitompul, Z. R., Kumar, S., & Surya, J. (2020). Design of Smart Garden Sprinklers Based on Fuzzy Logic. *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, 4(1), 212–220. <https://doi.org/10.31289/jite.v4i1.3886>
- [4] Debarun, C. (2016). Desain dan Implementasi Smart Garden Menggunakan Raspberry PI Sebagai Alat Penyiram Otomatis Berbasis Web dan Android Pada SMK Ma'arif Kota Mungkid. 14–16.
- [5] Eveline, Sudjadi, & Drajat. (2018). Rancang Bangun Prototipe Pengatur Kelembapan Tanah Otomatis Pada

- Taman Berbasis Mikrokontroler. *Transient*, 7(2), 495–499.
- [6] Fauzi, M. H. (2016). Respon Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens* L.) Terhadap Pemberian Air Siklus Jenuh Kapasitas Lapang. *Laboratorium Penelitian Dan Pengembangan FARMAKA TROPIS*, April, 5–24.
- [7] Fahrissi, M. R., Komputer, F. I., Darma, U. B., & Garden, S. (n.d.). Rancang Bangun Sistem Smart Garden Berbasis Iot Menggunakan Aplikasi Telegram. 119–131.
- [8] Ghitto, R. K., & Nurdiana, N. (2018). Rancang Bangun Smart Garden System Menggunakan Sensor Soil Moisture dan Arduino Berbasis Android (Studi Kasus :: Di Gerai Bibit Narnea Cikijing). *Universitas Majalengka*, 166–170.
- [9] Husdi, H. (2018). Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor Fc-28 Dan Arduino Uno. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 10(2), 237–243. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v10i2.315.237-243>
- [10] Lahande, P., & Mathpathi, D. B. (2018). IoT Based Smart Irrigation System. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, Volume-2(Issue-5), 359–362. <https://doi.org/10.31142/ijtsrd15827>
- [11] Mulyadi, R. M., Khirendi, O. F., Rajasa, S., Megananda, A., Humam, M., Khakim, L., & App, B. (n.d.). *Sistem Perawatan Tanaman Cabai Rawit Dengan Konsep*.
- [12] Noviandy, R., Yacoub, R. R., & Elang Dardian Marindani. (2019). Sistem Pengendalian Kelembaban Pada Budidaya Tanaman Sawi. *SISTEM PENGENDALIAN KELEMBABAN PADA BUDIDAYA TANAMAN SAWI Rian*, 1–10.
- [13] Nuha, F. U., Rizal, Z. A., & Permatasari, D. D. (2019). Shonicno (Smart Garden Home Aquaponic Based Arduino). *Jurnal Teknologi Informasi Dan Terapan*, 5(1), 25–30. <https://doi.org/10.25047/jtit.v5i1.75>
- [14] Okayama, T., & Miyawaki, K. (2013). The “smart garden” system using augmented reality. In *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)* (Vol. 1, Issue PART 1). IFAC. <https://doi.org/10.3182/20130327-3-jp-3017.00070>
- [15] Prihanto, A., Rachmawati, N., & Prapanca, A. (2021). *Smart Garden Automation Dengan Memanfaatkan Teknologi Berbasis Internet Of Things (IoT)*. 05.
- [16] Putra, A. (2020). Smart Gardening Berbasis Iot Dan Inferensi Fuzzy. *Fakultas Teknik Universitas Mataram*, 59.
- [17] Reza, A., Chabir, A., & Kunang, S. O. (n.d.). *Bina Darma Conference on Engineering Science PROTOTYPE SMART GARDEN SYSTEM BERBASIS MIKROKONTROLER Bina Darma Conference on Engineering Science*. 10–19.
- [18] Rivera, D., Rudomin, I., & Diaz, M. (2004). Smart garden: Plant mail and chat environments. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 3031, 135–139. https://doi.org/10.1007/978-3-540-24678-7_14
- [19] SANTOSO, H. B., PRAJOGO, S., & MURSID, S. P. (2018). Pengembangan Sistem Pemantauan Konsumsi Energi Rumah Tangga Berbasis Internet of Things (IoT). *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 6(3), 357. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v6i3.357>
- [20] Sari, D. megah, Hasanuddi, Z. B., & Dewiani. (2017). Sistem Kontrol Dan Monitoring Pertumbuhan Tanaman Hortikultura Pada Smart Garden. *Jurnal It*, 8(1), 6–15.
- [19] Setyowati, I., Novianto, D., Pamungkas, J. (2020). Desain dan Implementasi Internet of Things untuk Smart Agriculture Irrigation. *Sumber Daya Alam*, 5–8.

- [20] Tehzeeb, A. H., Kaiser, R., Sharfuzzaman, A. M., & Sarkar, M. A. R. (2014). *A Low Cost Smart Gardening and Irrigation System*. January 2008.