

Sistem *Smart Greenhouse* Pada Tanaman Paprika Berbasis *Internet of Things*

Smart Greenhouse System On Paprican Plants Based On Internet of Things

Sandi Pamungkas

Pusat Mikroelektronika

Institut Teknologi Bandung

Jl. Tamansari No.126 Bandung, Jawa Barat, Indonesia

Email : sandi@pme.itb.ac.id

Abstrak - Metode *greenhouse* merupakan salah satu dari beberapa metode yang sangat begitu populer untuk diterapkan pada berbagai jenis tanaman khususnya tanaman paprika. Pada intinya kondisi yang harus sangat dijaga disebuah *greenhouse* adalah kondisi dilingkungan seperti halnya suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah dan nilai pH air. Namun sangat disayangkan kondisi tersebut masih belum bisa terpantau dengan secara baik sehingga tanaman pun masih belum bisa maksimal. Oleh karena itu dibuatlah sistem *smart greenhouse*. Sistem *smart greenhouse* ini merupakan sebuah sistem yang nantinya mempunyai fungsi untuk mengukur sebuah parameter-parameter yang dibutuhkan oleh tanaman, khususnya tanaman paprika diantaranya seperti suhu & kelembaban udara, kelembaban tanah, pH air dan penyiraman. Tujuan dari penelitian ini yaitu merancang sebuah sistem untuk monitoring kondisi suatu tanaman didalam sebuah *greenhouse*, sehingga nantinya pemeliharaan untuk tanaman paprika kedepannya akan lebih terkendali pertumbuhannya jika dibandingkan dengan tanaman yang dibudidayakan diluar sebuah *greenhouse*. Pada sebuah sistem *smart greenhouse* ini menggunakan beberapa jenis komponen elektronika diantaranya sensor DHT-22, sensor kelembaban tanah kapasitif, dan sensor pH. Data-data yang dikirimkan oleh setiap sensor tadi nantinya akan dikirimkan ke *thingspeak* yang nantinya bisa kita akses dimana saja data-data tadi melalui *smartphone* atau laptop kita. Untuk nilai suhu yang bagus untuk tanaman paprika berada diangka 27⁰C sampai 29⁰C sedangkan untuk nilai kelembaban udara yang bagus untuk tanaman paprika berada di angka 70 *relative humidity* (RH) sampai 85 *relative humidity* (RH) sedangkan untuk nilai kelembaban tanah yang baik untuk tanaman paprika berada pada range 70 *relative humidity* (RH) sampai dengan 85 *relative humidity* (RH) dan untuk nilai pH air yang baik untuk tanaman paprika berada pada angka 6 sampai 6,5.

Kata kunci : sensor DHT-22, sensor kelembaban tanah, sensor pH, *thingspeak*, *smart greenhouse*.

Abstract - *Greenhouse method is one of several methods that are very popular to be applied to various types of plants, especially paprika plants. In essence the conditions that must be very guarded in a greenhouse are conditions in the environment such as temperature, air humidity, soil moisture and water pH value. But it is unfortunate that the condition still cannot be monitored properly so that the plants still cannot be maximized. Therefore a smart greenhouse system was created. This smart greenhouse system is a system that later has a function to measure the parameters needed by plants, especially paprika plants such as temperature & humidity, soil moisture, water pH and watering. The purpose of this research is to design a system for monitoring the condition of a plant in a greenhouse, so that later the maintenance for future paprika plants will be more controlled when compared to plants grown outside a greenhouse. In a smart greenhouse system it uses several types of electronic components including DHT-22 sensors, capacitive soil moisture sensors, and pH sensors. The data sent by each sensor will then be sent to thingspeak which we can access anywhere from the smartphone or laptop. For the value of a good temperature for paprika plants is estimated to be 27⁰C to 29⁰C while for the value of good air humidity for paprika plants is in the number 70 relative humidity (RH) to 85 relative humidity (RH) while for the value of soil moisture that is good for paprika plants is in range 70 relative humidity (RH) to 85 relative humidity (RH) and for the pH value of water that is good for paprika plants is in the numbers 6 to 6.5.*

.Keyword : *smart greenhouse, smartphone, DHT-22 sensor, soil moisture sensor, pH sensor, thingspeak, paprika plant.*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia dikenal dengan sebuah negara agraris, yang artinya negara yang begitu mengandalkan disektor pertanian untuk sebagai salah satu sumber untuk mata pecaharian ataupun sebagai penopang untuk sebuah pembangunan di negeri ini. Pertanian juga merupakan salah satu diantara sektor-sektor lainnya yang sangat mendominasi di negara kita khususnya dalam pendapatan untuk masyarakat di Indonesia, karena kita sudah mengetahui bahwa masyarakat Indonesia mayoritas pekerjaannya yaitu sebagai petani. Perlu kita ketahui bahwa pertanian Indonesia merupakan salah satu diantara yang lainnya sebagai penghasil unggulan yang baik untuk dikonsumsi didalam negeri maupun diluar negeri. Sehingga hal ini menyebabkan bahwa semakin banyaknya metode-metode pertanian di Indonesia yang bisa kita terus kembangkan. Salah satu metode yang banyak digunakan di Indonesia ini adalah dengan menggunakan metode *greenhouse*. *Greenhouse* atau rumah kaca adalah struktur tertutup yang menyediakan iklim mikro untuk pertumbuhan tanaman [1]. Pada prinsipnya *greenhouse* itu adalah sebuah bangunan yang didalamnya terdiri dari bahan kaca atau plastik yang sangat tebal dan bahan tersebut menutup permukaan bangunan, baik itu atap maupun pada dindingnya. Perlu kita ketahui juga *greenhouse* itu sendiri mempunyai beberapa manfaat yang diantaranya seperti bisa dijadikan tempat sebagai sarana untuk pembibitan tanaman, sebagai tempat budidaya tanaman, sebagai tempat argo wisata dan bisa dijadikan sebagai tempat agromat.

Saat ini pengendalian dan pengawasan pada *greenhouse* khususnya di negara kita yaitu Indonesia masih banyak menggunakan secara manual sehingga harapan terpenuhinya kuantitas dan kualitas produksi terutama pada tanaman paprika belum optimal karena masih terdapatnya beberapa kesalahan-kesalahan baik secara teknis maupun non teknis seperti keakurasian pemantauan masa tanam, pengukuran Ph tanah, pengukuran suhu, pengukuran kelembaban tanah dan masa penyiraman yang ideal. Masalah-masalah ini juga terdapat di sekolah SMK Negeri 1 Pacet Cianjur yang mana sekolah tersebut potensial memiliki lahan pertanian *greenhouse* yang teknis pengendalian dan pengawasannya masih bersifat manual.

B. Tinjauan State of Art

Sebelumnya ada juga yang pernah melakukan penelitian mengenai *smart greenhouse* ini yang dirancang oleh saudara Christian Fredy Naa S.Si.,M.Si.,M.Sc dan Levin Halim S.T.,M.T dengan judul penelitian yaitu “Sistem Monitoring Kontrol Suhu dan Kelembaban Pada Rumah Kaca” dari Universitas Katolik Parahyangan Bandung [2]. Cara kerjanya alat ini yaitu hanya mampu memonitoring suhu dan kelembaban pada rumah kaca tersebut. Pada alat beliau mempunyai kelebihan yaitu data yang diperoleh yaitu berupa text yang dapat tersimpan pada sebuah *memory card* yang bagaimana *memory card* tersebut dipasangkan di sebuah Ethernet shield di arduino mega. Namun pada alat beliau masih terdapat beberapa kekurangannya yang bagaimana hasil data penelitian beliau hanya mulai dari jam 06.20 sampai 20.48, selain itu juga data-data yang beliau dapatkan belum bisa ditampilkan secara online dan belum bisa diakses melalui android atau laptop sehingga kita harus bolak-balik menuju tempat rumah kaca tersebut untuk melakukan pengecekan pada tanaman dan pada rumah kaca beliau juga belum terdapat pengukuran untuk kelembaban tanah untuk tanaman dan pH air. Selain itu ada juga yang pernah melakukan penelitian mengenai *smart greenhouse* ini yang dilakukan oleh saudara Liu Dan, Cao Xin, Huang Chongwei dan Ji Liangliang dengan judul penelitiannya yaitu “*Intelligent Agriculture Greenhouse Environment Monitoring System Based on IOT Technology*”[3]. Alat ini menggunakan chip CC2530 sebagai pusat untuk kontroler dan menggunakan teknologi zigbee. Data yang diambil adalah data suhu & kelembaban udara. Data yang dibaca oleh sensor tersebut dikirimkan ke sebuah PC. Sistem beliau masih mempunyai kekurangan yaitu data yang dikirimkan hanya bisa dilihat lewat PC saja belum bisa dikirimkan ke android atau smartphone, selain itu beliau hanya mengukur suhu dan kelembaban udara saja tidak dengan kelembaban tanah dan pH. Selain itu ada juga yang pernah melakukan sebuah penelitian mengenai *smart greenhouse* ini yang dilakukan oleh saudara Gerard Rudolph Mendez, Mohd Amri Md Yunus dan Subhas Chandra Mukhopadhyay dari School of Engineering and Advanced Technology, Massey University, Palmerston North, New Zealand dengan penelitian berjudul “*A Wifi based smart wirelees sensor network for monitoring an*

agricultural environment"[4]. Sistem alat yang beliau pakai yaitu menggunakan sebuah pengembangan jaringan sensor nirkabel pinta (WSN) untuk dilingkungan pertanian. Beliau menggunakan sebuah modul WSN802G sebagai mikrokontrolernya. Data yang diambil berupa nilai suhu dan kelembaban udara yang nantinya data tersebut akan dikirimkan ke sebuah server pusat dan bisa dilihat melalui PC. Kekurangan dari sistem beliau yaitu data yang dikirimkan tadi belum bisa dilihat oleh *smartphone* dan objek penelitiannya pun masih berupa suhu dan kelembaban udara saja tidak dengan mengukur kelembaban tanah dan nilai pH, padahal kelembaban tanah dan pH air ini berpengaruh besar terhadap tanaman yang kita tanam apalagi menanam tanaman tersebut di sebuah *greenhouse* atau rumah kaca. Berdasarkan hal tersebut, maka penulis ingin membuat sebuah sistem perangkat teknologi khususnya pada *greenhouse* yang di dalamnya tanaman paprika yang nantinya cara kerja sebuah sistem ini akan bekerja secara otomatis dan mampu mengawasi secara jarak jauh. Untuk sistem kendali pada *greenhouse* itu sendiri sudah dilengkapi dengan beberapa komponen-komponen elektronika yaitu berupa sensor suhu, sensor kelembaban udara, sensor kelembaban tanah, sensor Ph air dan berupa modul wifi yaitu NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontrolernya. Dari setiap semua sensor yang nantinya akan mengirimkan sebuah data-data pembacaan dan data tersebut akan dikirimkan ke sebuah mikrokontroler yang nantinya akan di kirimkan ke *website* yang bernama *thingspeak*. *Thingspeak* itu sendiri merupakan sebuah *website* yang berfungsi untuk monitoring data-data yang dikeluarkan oleh setiap sensor tadi. Ada beberapa pilihan untuk *website* yang fungsinya untuk monitoring selain *thingspeak*, namun penulis disini memilih *thingspeak* karena *thingspeak* itu sendiri mempunyai suatu kelebihan dibandingkan dengan *website* lainnya. Kelebihan dari *thingspeak* ini yaitu tidak berbayar, *opensource*, *free broker*, *free logging*, *free application programming interface* (API) dan data yang dikirimkan oleh setiap sensor akan bisa kita unduh atau *download* yang nantinya data tersebut bisa menjadi berupa data JSON, XML dan CSV, maka dari itu penulis menggunakan *website thingspeak* ini. Namun pada *website thingspeak* ini masih mempunyai beberapa kelemahan diantaranya seperti hasil data yang diperoleh *thingspeak* ini

menggunakan jam *Universal Time Coordinated* (UTC) sehingga untuk dirubah ke waktu bagian Indonesia harus manual atau ditambahkan +7. Setelah data masuk ke sebuah *thingspeak* nanti kita bisa lihat data-data dari setiap sensor dengan menggunakan laptop atau hp kita. Cukup untuk membuka aplikasi *thingspeak* atau membuka aplikasi di *smartphone* maka kita akan bisa mengetahui suatu kondisi dari tanaman paprika saat itu juga, sehingga nantinya kedepannya hasil dari buah tanaman paprika tersebut akan bagus. Untuk tampilan pada android atau *smartphone* nanti akan disajikan berupa sebuah data yang disajikan berbentuk sebuah grafik yang bagaimana didalam sebuah grafik itu terdapat sebuah informasi-informasi yang diantaranya berupa nilai suhu pada ruangan *greenhouse*, kelembaban udara pada ruangan *greenhouse*, kelembaban tanah pada tanaman paprika, nilai ph air untuk penyiraman dan terdapat juga tanggal dan waktu terakhir pembacaan data. Alat yang penulis akan buat nantinya akan berbasis *internet of things*. *Internet of things* itu sendiri merupakan dimana alat-alat fisik disekitar kita nantinya bisa terhubung ke sebuah internet, contohnya seperti lampu, TV ataupun sebuah mesin cuci dapat kita kontrol hanya dengan menggunakan sebuah *smartphone* kita. bahkan untuk mematikan atau menghidupkan benda tersebut kita cukup melalui *smartphone* kita. *Internet of things* akan mendorong suatu pengembangan-pengembangan sejumlah aplikasi yang mampu memanfaatkan dan sebagian besarnya jumlah uang yang begitu banyak yang nantinya akan dikembangkan oleh pihak pengguna tersebut untuk memberikan suatu layanan baru baik itu kepada warga, perusahaan ataupun administrasi public [5]. Paradigma ini memang menemukan aplikasi dalam banyak domain yang berbeda, seperti otomatisasi rumah, otomatisasi industri, bantuan medis dan masih banyak lagi yang lainnya [6,7]

C. Tujuan

Tujuan penulis membuat sebuah sistem ini yaitu untuk merancang sebuah sistem yang bagaimana nantinya cara kerja sistem tersebut akan bekerja untuk memonitor suatu parameter-parameter terpenting didalam tanaman paprika yaitu berupa kondisi suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah dan pH air untuk penyiraman. Data-data dari setiap sensor tadi akan kita bisa lihat melalui *smartphone* atau laptop kita sehingga nantinya

dapat memudahkan para petani untuk melihat kondisi tanamannya.

II. METODOLOGI

Istilah pada *greenhouse* berasal dari kata “*green*” yang mempunyai arti yaitu hijau dan “*house*” yang mempunyai arti yaitu rumah. Jadi, istilah itu biasa diterjemahkan sebagai rumah hijau. Selain itu, penamaan ini juga disebabkan oleh adanya tanaman yang ditanam di dalamnya yang terlihat hijau dari luar karena dinding pada *greenhouse* yang tembus pandang (tembus cahaya), dengan memanfaatkan radiasi sinar matahari untuk pertumbuhan tanaman.

Greenhouse pada prinsipnya adalah sebuah bangunan yang terdiri dari bahan kaca atau plastik yang sangat tebal dan menutup diseluruh permukaan bangunan, baik atap ataupun dindingnya. *Greenhouse* biasanya dimiliki oleh perguruan tinggi atau lembaga pendidikan, balai penelitian dan perusahaan yang bergerak dibidang bisnis perbenihan, bunga dan *fresh market hortikultura*.

Bangunan *greenhouse* berupa bangunan yang berkerangka atau dibentuk menggelembung. Selubung bangunannya terdapat bahan bening atau tembus cahaya sehingga dapat meneruskan cahaya secara optimum untuk produksi dan melindungi tanaman dari kondisi iklim yang merugikan bagi pertumbuhan tanaman. Menurut bentuk. Konstruksi bangunannya, *greenhouse* memiliki bermacam-macam tipe. Seperti, tipe *tunnel*, *piggy back*, dan tipe *multispan*.

Terdapat tipe *greenhouse tunnel* merupakan *greenhouse* yang berbentuk seperti lorong setengah lingkaran. Atap yang berbentuk melengkung sangat efektif untuk menghindari dari terpaan angin. Kontruksi bangunan seperti ditunjukkan oleh **Gambar 1**.



Gambar 1. Kontruksi *greenhouse* tipe *tunnel*.

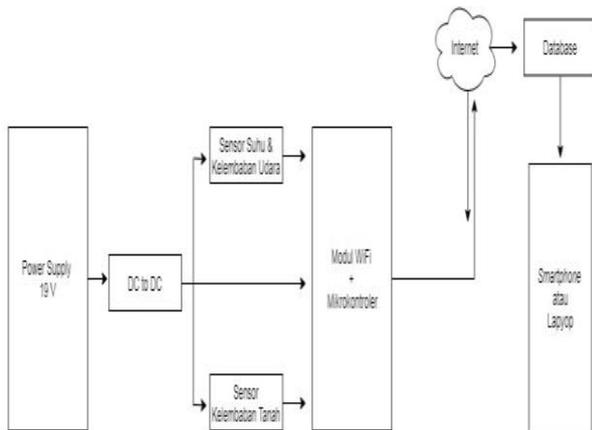
Internet of Things (IoT) merupakan suatu jaringan yang menghubungkan suatu objek dengan berbagai objek lainnya [8]. Dengan syarat memiliki identitas pengenalan serta alamat Intenet Protokol (IP), sehingga dapat saling

berkomunikasi dan bertukar informasi mengenai dirinya sendiri maupun lingkungan yang diinderainya. Banyak yang menyatakan bahwa *Internet of Things* (IoT) dimana benda-benda disekitar kita dapat terhubung atau berkomunikasi antara satu sama lain melalui sebuah jaringan internet [9]. Dengan adanya teknologi seperti ini kita mampu mengendalikan perangkat-perangkat yang berada disekitar kita ataupun jauh dari kita. Prinsip kerja dari IoT itu sendiri dengan menerjemahkan bahasa pemograman yang sudah kita masukan pada perangkat IoT itu sendiri. Perangkat itu sendiri disebut dengan mikrokontroler. Setelah itu mikrokontroler yang sudah kita program harus terhubung dengan perangkat modul wifi sebagai akses ke jaringan internet yang memungkinkan agar mikrokontroler tersebut dapat terkoneksi dengan jaringan internet.

IoT juga akan didukung oleh beberapa komponen penting elektronika berupa sensor dan modul elektronika seperti, sensor analog *capasitive soil moisture*. Sensor ini merupakan sebuah sensor yang berfungsi untuk mengukur kelembaban tanah dengan mengukur tingkat moisture tanah dengan pengindraan kapasitif daripada pengindraan resistif. Sensor suhu dan kelembaban udara. Disini untuk sensor suhu dan kelembaban udara menggunakan DHT-22. DHT-22 atau yang disebut dengan AM2302 adalah sebuah sensor suhu dan kelembaban, sensor ini memiliki keluaran berupa sinyal digital dengan konversi dan perhitungan dilakukan oleh MCU 8-bit terpadu [10]. Sensor pH, Pada prinsipnya sistem sensor pH (pH meter) terdiri dari elektroda pH yang digunakan untuk mendeteksi banyaknya ion H⁺ dari suatu cairan. Pengukuran pH ini dapat dilakukan dengan menggunakan elektroda potensiometrik. NodeMCU ESP8266, ESP8266 merupakan sebuah modul wifi yang mempunyai fungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti arduino namun perbedaannya dengan arduino itu sendiri yaitu nodeMCU berfungsi untuk modul wifi dan daya keluarannya sebesar 3,3V sedangkan arduino mempunyai tegangan keluar sebesar 5V dan ESP8266 agar bisa terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP sehingga membutuhkan daya 3v.

Mengenai kebutuhan suatu sistem, perancangan dalam mekanik, perancangan dalam elektronik, serta perancangan untuk algoritma, dan menjelaskan bagaimana cara kerja sebuah sistem *smart greenhouse* yang berbasis *Internet of Things* (IoT). Adapun blok diagram sistem yang dirancang akan ditunjukkan pada **Gambar 2** dan

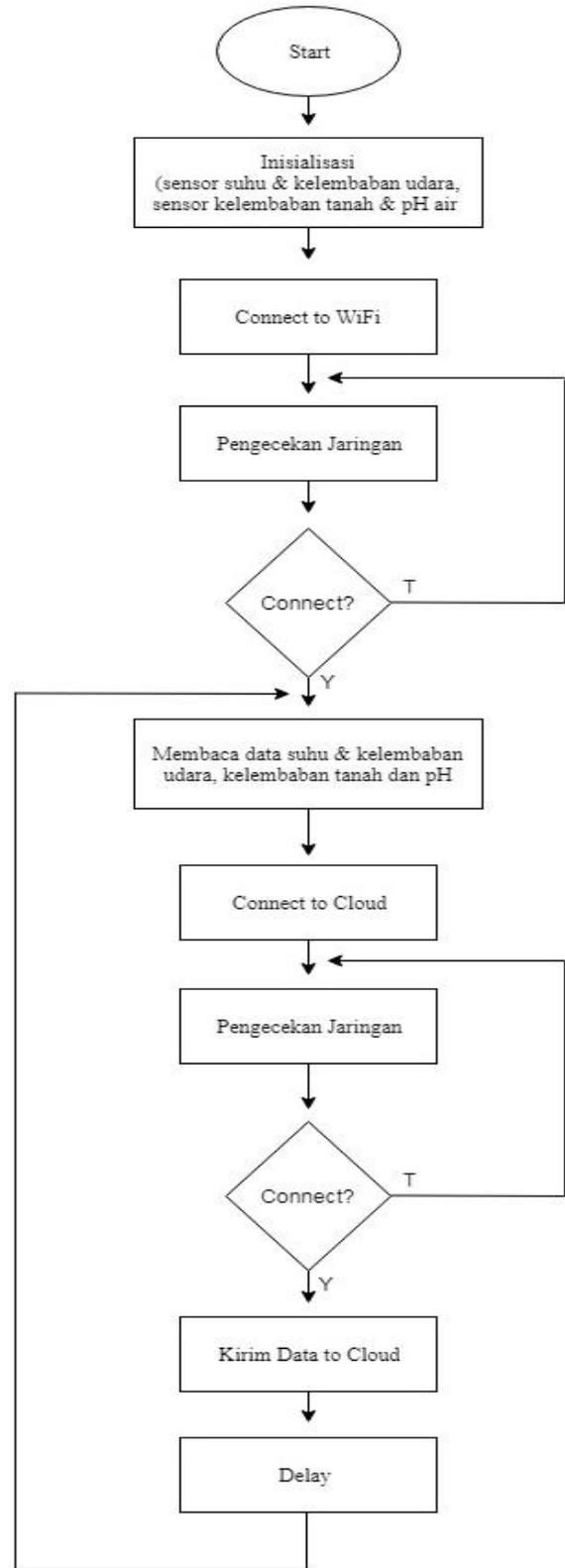
flowchart sistem keseluruhan akan ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 2. Blok diagram sistem

Power supply disini mempunyai fungsi untuk memberikan sebuah tegangan ke setiap sensor dan power supply yang digunakan oleh penulis yaitu sebesar 19 V. Setelah power supply masuk ke DC to DC yang mempunyai fungsi untuk menurunkan suatu tegangan dari power supply. Sensor suhu & kelembaban udara berfungsi untuk mendeteksi nilai suhu dan nilai kelembaban pada suatu *greenhouse*. Sensor kelembaban tanah berfungsi untuk mengukur lembab atau tidaknya tanah pada suatu tanaman. Modul WiFi + mikrokontroler berfungsi untuk sebagai pusat untuk pengolahan data pada semua sistem. Database berfungsi sebagai media pengolahan informasi yang tersimpan di komputer secara sistematis dan mudah untuk di akses. Untuk database itu sendiri menggunakan sebuah database *thingspeak*. Smartphone atau laptop berfungsi untuk sebagai media tampil data.

Tahapan pertama kita melakukan inisialisasi. Inisialisasi adalah pemberian nilai awal yang dilakukan saat deklarasi. Setelah inisialisasi tahapan selanjutnya terhubung atau tidak ke internet. Jika setelah inisialisasi dan tidak terhubung ke internet maka akan terjadi looping, begitu sebaliknya jika sudah terhubung ke internet maka akan masuk ke tahapan selanjutnya. Tahapan selanjutnya yaitu akan membaca data yang berupa nilai suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah dan pH air. Setelah data diambil maka tahapan selanjutnya adalah terhubung atau tidaknya ke *cloud*. Jika tidak terhubung maka akan terjadi looping, dan jika sudah terkoneksi maka data akan dikirim ke cloud dan selanjutnya terjadi *delay* untuk mengambil data selanjutnya.

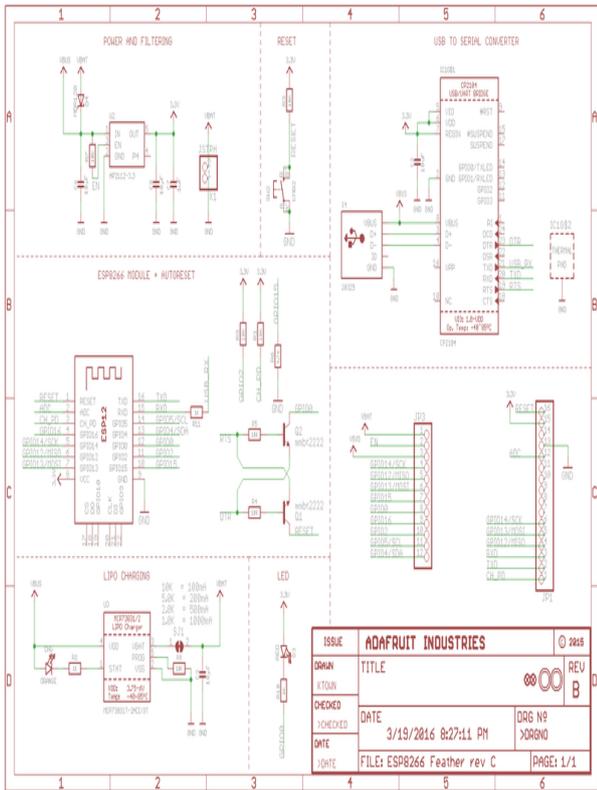


Gambar 3. Flowchart sistem keseluruhan.

Untuk modul yang digunakan dalam kasus ini menggunakan modul ESP8266 merupakan sebuah modul wifi yang mempunyai fungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti

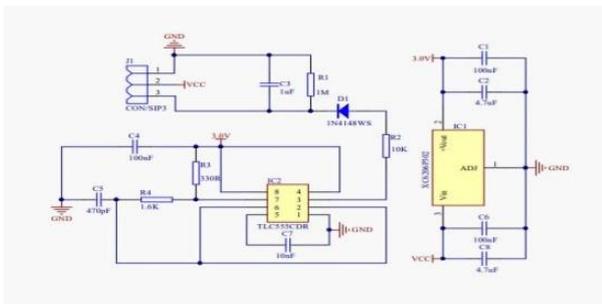
arduino agar bisa terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP.

NodeMcu ESP8266 merupakan modul pengembangan dari modul platform IoT (*Internet of Things*). Secara fungsional, modul ini hampir menyerupai dengan platform arduino, akan tetapi yang membedakannya adalah NodeMCU ESP8266 dikhususkan dapat terkoneksi ke internet. Skematik rangkaian NodeMCU ESP8266 terdapat pada **Gambar 4**.



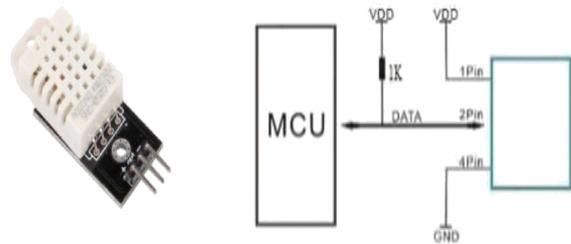
Gambar 4. Skematik rangkaian NodeMCU ESP8266.

Untuk Sensor kelembaban tanah yang digunakan adalah jenis sensor kelembaban tanah kapasitif. Alasan menggunakan sensor jenis ini yaitu sensor ini mempunyai kelebihan yaitu tidak mudahnya korosi pada probenya. Skematik sensor kelembaban tanah terdapat pada **Gambar 5**



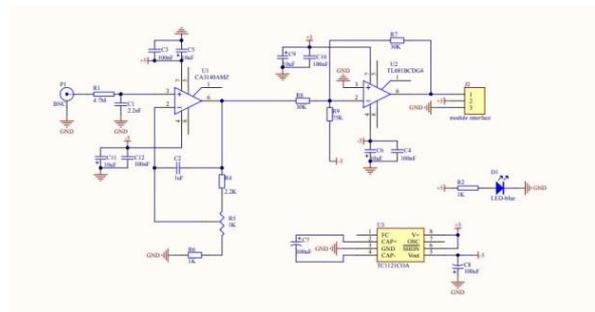
Gambar 5. Skematik sensor kelembaban tanah

Untuk sensor suhu & kelembaban udara disini penulis menggunakan sensor DHT-22 (AM2302). Sensor suhu ini merupakan tipe baru yang dibuat oleh perusahaan sensirion berdasarkan teknologi sens CMO yang menggabungkan chip CMOS dengan sensor [11]. Skematik sensor sensor suhu & kelembaban udara terdapat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Skematik rangkaian sensor suhu & kelembaban udara.

Untuk sensor pH disini penulis menggunakan sensor pH yang biasa. Prinsip kerja alat ini yaitu semakin banyak electron pada sample maka akan semakin bersifat asam begitu pun sebaliknya karena batang pada sensor pH meter ini berisi sebuah larutan elektrolit lemah. Sebelum menggunakan sensor ini alangkah baiknya pH meter harus dikalibrasi terlebih dahulu karena probe kaca elektroda tidak diproduksi e.m.f dalam jangka waktu lama [12]. Sensor pH yang penulis pakai mempunyai kelemahan tersendiri yaitu sensor tersebut tidak bisa dimasukkan ke dalam air dengan waktu yang lama. Kalau misalkan itu terjadi nantinya sensor tersebut kedepannya bekerja tidak dengan baik. Adapun skematik sensor sensor pH terdapat pada **Gambar 7**.



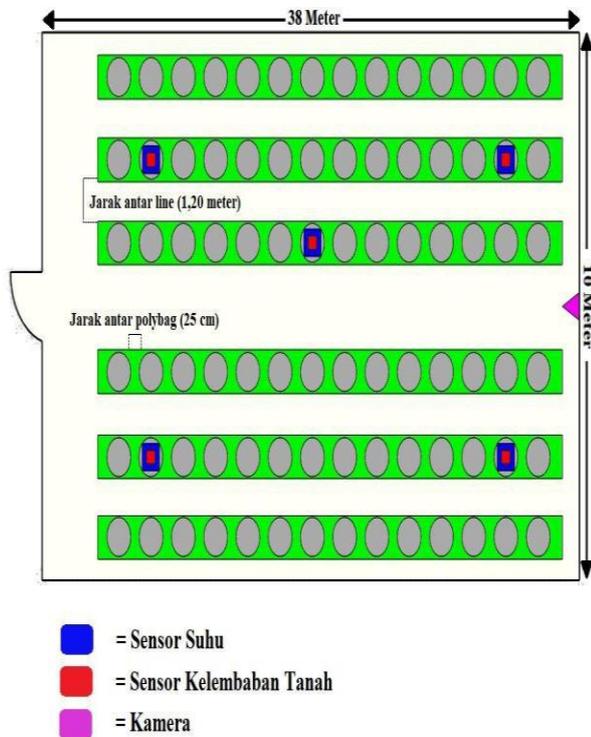
Gambar 7. Skematik rangkaian sensor pH

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan menjelaskan hasil dari proses pengujian sistem yang telah dibuat. Dimana dalam pengujian yang akan dilakukan ini nantinya berupa pengukuran terhadap komponen-komponen yang digunakan. Setelah melakukan proses pengujian dari setiap komponen-komponen yang digunakan, selanjutnya dilakukan analisa

sistem. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan untuk melihat dan memastikan bahwa sistem yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan apa yang diharapkan.

Dalam peletakan sensor pada *greenhouse* dapat ditunjukkan pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Penempatan sensor pada *greenhouse*.

Disini untuk mengambil sampel pada penelitian ini menggunakan teknik pengambilan sampel acak sederhana (*Simple Random Sampling*). Teknik penarikan sampel menggunakan cara ini memberi kesempatan yang sama bagi anggota populasi untuk menjadi sample. Kelebihan metode ini yaitu dapat mengurangi bias dan dapat mengetahui standart eror penelitian. Sementara kekurangannya yaitu tidak adanya jaminan bahwa sampel yang terpilih benar-benar dapat mempresentasikan populasi yang dimaksud.

Data diambil 4 hari dan selama 4 hari berjalan di SMK N 1 Pacet Cianjur mengalami perubahan-perubahan nilai. Perubahan nilai-nilai tersebut dikarenakan faktor waktu yang berbeda-beda dari pagi menuju siang, siang menuju sore dan sore menuju malam. Jika suhu pada *greenhouse* melebihi suhu ideal maka tanaman paprika akan layu dan jika kita telat memberikan air atau kita telat menyiram tanaman tersebut maka akan terjadinya layu permanen.

Selain layu terhadap buah paprika nya pun sangat berpengaruh seperti buah akan mengalami

cacat seperti ukuran buah tidak akan maksimal dan bobot buah tidak akan maksimal. Jika suhu terlalu dingin maka efek yang terjadi pada buah paprika akan menjadi keriput bahkan bisa sampai membusuk.

Begitu pun sama halnya jika nilai kelembaban udara dan kelembaban tinggi maupun rendah. Data dari lapangan akan ditunjukkan oleh **Tabel I**.

Tabel I. Hasil Pengujian di Lapangan.

Tanggal	Data					
	NST (°C)	NSTR (°C)	NKUT (°C)	NKUTR (°C)	NKTT (°C)	NKTTR (°C)
04-03-19	45	21	91	6	99	96
05-03-19	37	21	90	35	99	98
06-03-19	42	20	90	9	99	97
07-03-19	45	20	88	9	99	96

Keterangan:

NST : Nilai Suhu Tertinggi

NSTR : Nilai Suhu Terendah

NKUT : Nilai Kelembaban Udara Tertinggi

NKUTR: Nilai Kelembaban Udara Terendah

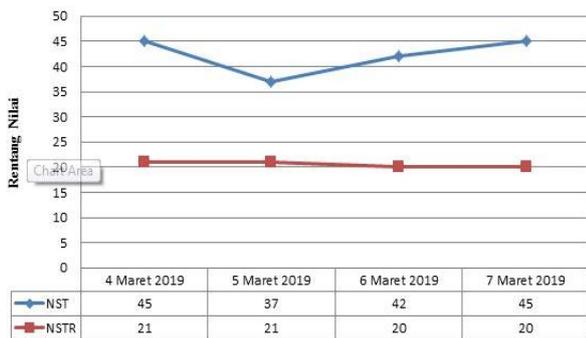
NKTT : Nilai Kelembaban Tanah Tertinggi

NKTTR: Nilai Kelembaban Tanah Terendah

Suhu ideal untuk tanaman paprika pada *greenhouse* di SMK N 1 Pacet Cianjur yaitu sekitar 27°C – 29°C. Kelembaban ideal untuk tanaman paprika pada *greenhouse* di SMK N 1 Pacet Cianjur yaitu sekitar 65% - 80%. Jika terjadi nilai suhu tinggi dan nilai kelembaban rendah maka harus dilakukan penyiraman. Untuk penyiraman ini bisa dilakukan dengan dua cara yaitu menyiram ke permukaan media atau menyiram dari atas. Jika terjadi nilai suhu rendah dan nilai kelembaban tinggi maka sirkulasi dibuka. Tujuan sirkulasi dibuka disini supaya nilai kelembabannya kembali stabil. Jika terjadi nilai suhu tinggi dan kelembaban tinggi maka tanaman harus di cek kadar airnya. Untuk cek kadar air ini memerlukan alat tertentu. Cara pengecekannya yaitu kita bisa cek kadar air pada daun tanaman paprika. Jika nilai kandungan air pada tanaman bernilai tinggi maka tanaman tidak harus disiram melainkan butuh udara sejuk, maka dilakukan penyiraman dari luar.

Tabel I menunjukkan hasil dari pengujian di lapangan. Data diambil 4 hari dan selama 4 hari berjalan mengalami perubahan-perubahan nilai. Perubahan nilai-nilai tersebut dikarenakan faktor waktu yang berbeda-beda dari pagi menuju siang, siang menuju sore dan sore menuju malam. Jika suhu pada *greenhouse* melebihi suhu ideal maka tanaman paprika akan layu dan jika kita telat

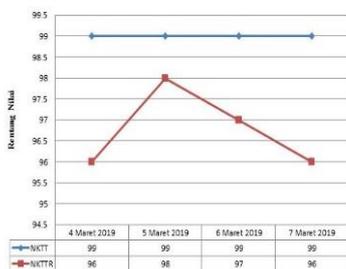
memberikan air atau kita telat menyiram tanaman tersebut maka akan terjadinya layu permanen. Selain layu terhadap buah paprika nya pun sangat berpengaruh seperti buah akan mengalami cacat seperti ukuran buah tidak akan maksimal dan bobot buah tidak akan maksimal. Jika suhu terlalu dingin maka efek yang terjadi pada buah paprika akan menjadi keriput bahkan bisa sampai membusuk. Begitu pun sama halnya jika nilai kelembaban udara dan kelembaban tinggi maupun rendah yang akan ditunjukkan oleh **Gambar 9**.



Gambar 9. Grafik nilai suhu tertinggi & terendah

Grafik pada **Gambar 9** menunjukkan hasil nilai suhu tertinggi dan terendah pada tabel A yang dimulai pada tanggal 4 Maret 2019 sampai dengan 7 Maret 2019. Pengambilan data tersebut dilakukan setiap 15 menit sekali.

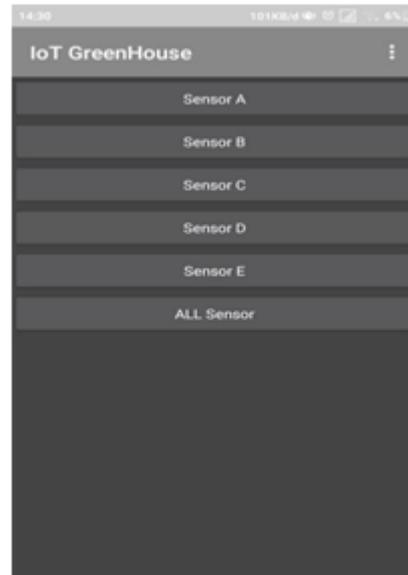
Sementara jika dalam nilai kelembaban tanah tertinggi dan terendah pada tabel A yang dimulai pada tanggal 4 Maret 2019 sampai dengan 7 Maret 2019. Pengambilan data tersebut dilakukan setiap 15 menit sekali. Nilai kelembaban tanah tertinggi dan terendah akan ditunjukkan oleh **Gambar 10**.



Gambar 10. Grafik nilai kelembaban tertinggi & terendah

Jika kita lihat **Gambar 10** grafik disana untuk nilai kelembaban tanah tertinggi sangat stabil dan jika dibandingkan dengan nilai kelembaban terendah itu terjadi perubahan.

Untuk monitoring tanaman paprika ini menggunakan android. Untuk tampilan androidnya terdapat pada **Gambar 11**.



Gambar 11. Layout tampilan utama aplikasi pada android.

Gambar diatas ini merupakan tampilan utama untuk aplikasi monitoring tanaman paprika. Jadi jika kita tadi mengklik menu Sensor C pada tampilan utama menu diatas maka selanjutnya akan muncul data sebuah grafik seperti **Gambar 12**. kita bisa lihat bahwa dalam menu sensor C ini terdapat sebuah grafik pengukuran suhu, kelembaban udara dan kelembaban tanah yang bertujuan untuk memudahkan melihat kondisi greenhouse. Disana kita disajikan berupa gambar grafik yang tujuannya yaitu untuk mengetahui data-data sensor yang dikirimkan. Begitupun sama dengan tampilan menu Sensor yang lainnya.



Gambar 12. Tampilan isi menu sensor C.

Hasil Tabel perbandingan hasil data yang diperoleh dari alat ukur sekolah dengan alat ukur penulis akan ditunjukkan pada **Tabel II**, **Tabel III** dan **Tabel IV**.

Tabel III. Perbandingan hasil data yang diperoleh dari alat ukur sekolah dengan alat ukur penulis.

Jam	Suhu (Menggunakan Alat Penulis)	Suhu (Menggunakan Alat Sekolah)
05.07	21,00	20,70
05.22	21,00	22,20
05.37	21,00	22,40
05.52	22,00	22,40
06.08	21,00	22,70
06.23	21,00	22,70
06.38	22,00	23,20
06.53	22,00	23,80
07.08	22,00	23,80
07.24	23,00	24,20
07.39	24,00	24,90
07.54	26,00	27,60
08.09	27,00	29,40
08.24	28,00	29,60
08.40	30,00	30,80
08.55	39,00	39,40
09.10	39,00	39,50
09.25	37,00	38,10
09.41	42,00	41,60
09.56	37,00	38,60
10.11	32,00	34,50
10.26	30,00	33,30
10.53	29,00	30,00
11.08	32,00	32,90
11.23	30,00	32,60
11.38	29,00	31,10
11.54	30,00	31,10
12.09	31,00	32,20
12.24	34,00	36,20
12.39	34,00	36,50
13.09	41,00	40,50
13.30	38,00	38,90
13.50	37,00	38,50
14.10	39,00	38,70
14.25	45,00	43,90
14.45	42,00	43,30
15.05	39,00	40,00
15.25	35,00	36,50
15.49	32,00	33,30
16.04	32,00	33,10
16.19	32,00	33,00
16.34	32,00	32,90
16.49	30,00	31,10
17.05	28,00	29,00
17.20	27,00	28,80
17.35	26,00	25,90
17.50	25,00	25,70
18.05	24,00	24,90
18.21	24,00	24,80
18.49	24,00	24,80
19.04	24,00	24,90
19.19	23,00	23,90
19.40	24,00	24,70

20.00	24,00	24,70
20.15	24,00	23,80
20.30	24,00	23,70
20.45	24,00	23,70
21.01	24,00	23,80
21.16	24,00	23,80
21.31	24,00	23,80
21.46	23,00	23,70
22.01	24,00	23,60
22.17	23,00	23,50
22.32	23,00	23,30
22.57	23,00	23,30
23.12	23,00	23,30
23.27	22,80	22,90
23.42	22,50	22,80
23.57	22,60	22,90

Jika kita lihat pada tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwa alat atau sistem yang penulis telah dibuat hasilnya tidak jauh berbeda dengan alat yang sekolah sering gunakan dalam untuk mengukur suhu. Alasan mengukur suhu dari pagi sampai malam yaitu untuk mengetahui nilai puncak suhu pada *greenhouse* dan hasilnya nilai puncak untuk suhu terjadi dimulai pada pukul 08.55 pagi sampai 14.45 siang.

Tabel III. Hasil perbandingan nilai kelembaban tanah.

Jam	Kelembaban Tanah (Menggunakan Alat Penulis)	Kelembaban Tanah (Menggunakan Alat Sekolah)
05.07	97,00	96,00
05.22	97,00	97,00
05.37	97,00	96,00
05.52	98,00	96,00
06.08	99,00	97,00
06.23	98,00	97,00
06.38	98,00	95,00
06.53	98,00	95,00
07.08	99,00	97,00
07.24	97,00	96,00
07.39	98,00	97,00
07.54	98,00	97,00
08.09	98,00	97,00
08.24	98,00	97,00
08.40	98,00	97,00
08.55	98,00	97,00
09.10	98,00	97,00
09.25	98,00	97,00
09.41	98,00	97,00
09.56	98,00	97,00
10.11	98,00	97,00
10.26	98,00	97,00
10.53	98,00	97,00
11.08	98,00	96,00
11.23	98,00	99,00
11.38	99,00	95,00

11.54	99,00	92,00
12.09	98,00	90,00
12.24	98,00	90,00
12.39	98,00	90,00
13.09	99,00	91,00
13.30	99,00	93,00
13.50	98,00	93,00
14.10	98,00	91,00
14.25	99,00	93,00
14.45	98,00	92,00
15.05	99,00	95,00
15.25	98,00	94,00
15.49	99,00	96,00
16.04	99,00	96,00
16.19	98,00	97,00
16.34	98,00	95,00
16.49	98,00	95,00
17.05	98,00	94,00
17.20	99,00	96,00
17.35	99,00	98,00
17.50	99,00	97,00
18.05	98,00	99,00
18.21	98,00	99,00
18.49	99,00	98,00
19.04	98,00	99,00
19.19	97,00	99,00
19.40	97,00	98,00
20.00	98,00	97,00
20.15	99,00	95,00
20.30	97,00	95,00
20.45	98,00	97,00
21.01	98,00	96,00
21.16	99,00	96,00
21.31	97,00	99,00
21.46	98,00	97,00
22.01	98,00	96,00
22.17	97,00	98,00
22.32	97,00	98,00
22.57	97,00	99,00
23.12	98,00	99,00
23.27	98,00	99,00
23.42	98,00	98,00
23.57	99,00	98,00

Jika kita lihat tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwa alat yang penulis telah buat hasilnya tidak jauh berbeda dengan alat yang sekolah sering gunakan dalam untuk mengukur suhu. Alasan mengukur kelembaban tanah dari pagi sampai malam yaitu untuk mengetahui nilai puncak kelembaban tanah pada *greenhouse* pada jam berapa saja.

Tabel IV. Hasil perbandingan nilai pH.

Jumlah Percobaan	pH (Menggunakan Alat Penulis)	pH (Menggunakan Alat Sekolah)
1	6,6	6,5
2	6,3	6,5
3	6,8	6,6
4	7,5	7,8
5	6,2	6,4

Jika kita lihat tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwa alat yang penulis telah buat hasilnya tidak jauh berbeda dengan alat yang sekolah sering gunakan dalam untuk mengukur pH air. Nilai pH yang baik khususnya untuk tanaman paprika yaitu berada pada angka 6,0 sampai dengan 6,5. Jika nilai pH lebih atau kurang itu akan mengakibatkan tanaman tumbuh tidak secara baik atau bahkan buah yang dihasilkan oleh tanaman paprika akan jelek dan ukuran buahnya pun akan kecil.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian mengenai pengujian dan analisi pada bab sebelumnya, hasil dari proses penelitian dapat disimpulkan bahwa : Sistem dapat membaca dan mengirimkan sebuah data suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah dan pH air secara baik. Data dapat dilihat di lihat pada tabel nilai keakurasian antara alat yang penulis buat dengan alat yang dipakai oleh pihak sekolah tidak terlalu jauh. Untuk nilai puncak pada suhu terjadi pada pukul 09.00 sampai dengan 14.00, sedangkan untuk pada kelembaban tanah itu relatife cukup sama. Sistem yang penulis rancang masih memiliki banyak kekurangan, demi perbaikan dan perkembangan penelitian selanjutnya penulis usulkan saran sebagai berikut :Penempatan sensor harus dilakukan secara benar supaya sensor dapat membaca data dengan baik dan benar.Untuk peneliti selanjutnya diharapkan menggunakan sensor pH yang dapat ditempatkan dalam air secara terus menerus. Casing pada alat diharapkan lebih tertutup supaya sensor tidak tersiram. Memperhatikan internet untuk masalah pada pengiriman data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V.Sri and S.F.Ahamed, "Smart wireless sensor network for automated" *IETE Journal Research*, vol.61,pp.180-185, 2015..
- [2] L.Halim S.T., and C.F. Naa S.Si., M.Si., M.Sc, "Sistem monitoring dan control suhu dan kelembaban pada rumah kaca" *Lembaga penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, Universitas Katolik Parahyangan*,2016.

- [3] L. Dan, Cao Xin, H. Chongwei, dkk, "Intelligent agriculture greenhouse environment monitoring system based on IoT technology" *International conference of intelligent transportation, Big data and smart city*, 2015.
- [4] G. R. Mendez, M. Amri, S. C. Mukhopadhyay, "A WiFi based smart wireless sensor network for monitoring an agriculture environment" *IEEE international instrumentation and measurement technology conference proceedings*, 2012.
- [5] A. Laya, V. I. Bratu, and J. Markendahl, "Who is investing in machine-to-machine communications?" in *Proc. 24th Eur. Reg. ITS Conf., Florence, Italy*, Oct. 2013, pp. 20–23, 2012.
- [6] M. Dohler, I. Vilajosana, X. Vilajosana, and J. Llosa, "Smart Cities: An action plan," in *Proc. Barcelona Smart Cities Congress, Barcelona, Spain*, Dec. 2011, pp. 1–6.
- [7] Herdiana, B., & Sanjaya, I. F. (2018, August). Implementation of telecontrol of solar home system based on Arduino via smartphone. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 407, No. 1, p. 012088). IOP Publishing.
- [8] J. M. Hernández-Muñoz, J. B. Vercher, L. Muñoz, J. A. Galache, M. Presser, L. A. Hernández Gómez, and J. Pettersson, "Smart Cities at the forefront of the future Internet," *The Future Internet, Lect. Notes Comput. Sci.*, vol. 6656, pp. 447–462, 2011.
- [9] N. Walravens and P. Ballon, "Platform business models for smart cities: From control and value to governance and public value," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 51, no. 6, pp. 72–79, Jun. 2013.
- [10] J. P. Lynch and J. L. Kenneth, "A summary review of wireless sensors and sensor networks for structural health monitoring," *Shock and Vibration Digest*, vol. 38, no. 2, pp. 91–130, 2006.
- [11] S. Kalairasai, S. Gautan, A. Bahera, dkk, "Arduino Based Temperature and Humidity Sensor," *Journal Of a Network Communications and Emerging Technologies (JNCET)*, Vol. 8, issue 4, 2018.
- [12] Herdiana, Budi. *Elektronika: Pendekatan Praktis dan Aplikasi* Cv, Deepublish, 2016.