

Prototipe Sistem Monitoring *Greenhouse* Menggunakan *Wireless Sensor Networks*

Hafizh F. Muhammad, Rangga A. Aqiil, Alif M. Syaikh, Abdul W. Dika, Abdul K. Yasir
Universitas Pendidikan Indonesia

Abstract :

Wireless sensor network (WSN) belakangan ini berkembang pesat salah satunya dalam bidang pertanian. Tujuan dari pembuatan alat ini adalah untuk dapat memudahkan manusia memantau lingkungan pada sebuah greenhouse melalui sensor secara wireless dan dapat dimonitor melalui jarak jauh. Alat ini juga dirancang agar bisa menyesuaikan kebutuhan suhu yang diinginkan dan melembapkan tanah secara otomatis berdasarkan program yang diberikan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah berbasis riset dengan melakukan pengujian menggunakan modul ESP-32 sebagai node koordinator dan pada node lainnya terpasang modul sensor Soil Moisture. Arduino Uno digunakan sebagai mikrokontroler dan ESP32 digunakan sebagai receiver dan pengirim data ke Web Server. Data tersebut dikirimkan secara wireless sehingga memudahkan untuk memantau keadaan dalam Greenhouse. Hasil dari data tersebut digunakan untuk mengeksekusi tindakan yang akan dilakukan. Penerapan teknologi jaringan sensor nirkabel (WSN) dengan modul ESP-32 dan sensor suhu dan kelembaban tanah memiliki dampak positif pada efisiensi pengelolaan lingkungan pertanian dan dapat diadaptasi untuk meningkatkan produktivitas kebun rumah dengan kontrol otomatis suhu dan kelembaban. Sistem ini memungkinkan pemantauan jarak jauh dan pengambilan keputusan berbasis data untuk mendukung pertanian berbasis teknologi di rumah.

Keyword : *WSN, Greenhouse, soil-moisture, sensor*

1. Pendahuluan

Indonesia, sebagai negara agraris, memiliki mayoritas penduduk yang bekerja di sektor pertanian. Sektor ini memiliki peran krusial dalam memenuhi kebutuhan penduduk yang terus meningkat dari waktu ke waktu. Menurut data yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penduduk Indonesia pada pertengahan tahun 2023 mencapai 278,69 juta jiwa (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2023). Angka tersebut mengalami kenaikan sebesar 1,05% dibandingkan dengan tahun sebelumnya, di mana jumlah penduduk mencapai 275,77 juta jiwa. Dengan pertumbuhan jumlah penduduk setiap tahunnya, hal ini secara otomatis menyebabkan peningkatan dalam konsumsi pangan.

Dalam upaya meningkatkan produksi dan kualitas pangan, diperlukan penerapan teknologi modern di sektor pertanian, seperti penggunaan greenhouse. Di dalam

greenhouse, petani dapat menanam tanaman hortikultura tanpa terpengaruh oleh perubahan musim, memungkinkan maksimalnya pertumbuhan tanaman dan pencegahan terhadap serangan hama serta penyakit yang umumnya menimpa tanaman. Kontras dibandingkan dengan tanaman yang dibiarkan di luar, yang lebih rentan terhadap serangan penyakit dan hama(Darmono et al., 2020). Meskipun kebanyakan greenhouse masih menggunakan penyiraman manual, perkembangan teknologi mendukung implementasi sistem penyiraman otomatis dan melibatkan teknologi monitoring, pengaturan suhu, kelembaban udara, dan kelembaban tanah melalui *Wireless Sensor Network* (WSN). Dengan pemanfaatan perangkat ini, suhu di dalam greenhouse dapat diawasi. Node akan mengawasi suhu dan tingkat kelembaban di dalam struktur tersebut(Puspitasari & Perdana, 2018).

Wireless Sensor Network (WSN) merupakan sekumpulan sensor dan aktuator yang terkoneksi melalui media nirkabel, bertanggung jawab untuk melakukan fungsi penginderaan dan tindakan yang terdistribusi(Guo et al., 2010). Komunikasi tanpa kabel digunakan untuk menghimpun pengukuran dan memfasilitasi pertukaran informasi antara stasiun pangkalan (base station) dengan aktuator yang tersebar di berbagai area rumah kaca(Ahonen et al., 2008).

Dalam penelitian ini, penerapan *Wireless Sensor Network* (WSN) bertujuan untuk mengawasi dan mengelola suhu, kelembaban udara, serta kelembaban tanah di dalam rumah kaca. Dengan memanfaatkan sensor *soil moisture*, diharapkan proses pemantauan menjadi lebih komprehensif. Sistem ini diharapkan memberikan informasi secara real-time mengenai kondisi di dalam rumah kaca dan pada saat yang sama meningkatkan efisiensi penggunaan energi manusia.

2. Kajian Pustaka

2.1 Komponen Elektronika

2.1.1 ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler SoC (System on Chip) yang kuat dengan Wi-Fi 802.11 b/g/n terintegrasi, Bluetooth mode ganda versi 4.2 dan berbagai periferal(Babiuch et al., 2019). mikrokontroler ini penerus lanjutan dari chip 8266 terutama dalam implementasi dua inti yang memiliki clock berbeda versi hingga 240 MHz. mikrokontroler ini juga menambah jumlah pin GPIO dari 17 menjadi 36, jumlah saluran PWM per 16 dan dilengkapi dengan memori flash 4MB.

ESP32 terintegrasi dengan saklar antena internal, balun RF, penguat daya, penguat penerima kebisingan rendah, filter, dan modul manajemen daya. Dirancang untuk perangkat seluler, perangkat elektronik yang dapat dipakai, dan aplikasi IoT, ESP32 mencapai konsumsi daya ultra-rendah melalui fitur hemat daya termasuk gerbang jam resolusi halus, beberapa mode daya, dan penskalaan daya dinamis.

ESP32 memiliki 48 pin dengan berbagai fungsi. Tidak semua pin terekspos di semua papan pengembangan ESP32, dan beberapa pin tidak dapat digunakan.

2.1.2 Sensor

Kelembaban tanah diukur oleh sensor soil moisture, dimana sensor ini memiliki dua pelat yang dapat memperkirakan kandungan volumetrik air di dalam tanah. Tegangan keluaran sensor berkorelasi secara langsung dengan permitivitas dielektrik dan kandungan air tanah melalui pelat, setelah itu nilai kelembaban dihitung berdasarkan resistansi yang diberikan (Miryala et al., 2020).

2.2 Wireless Sensor Network

Wireless Sensor Network (WSN) terbentuk oleh node sensor nirkabel, suatu perangkat yang dilengkapi dengan prosesor, antarmuka radio, konverter analog-to-digital, sensor, memori, dan sumber daya. Node sensor mendukung unit data rendah dengan daya komputasi dan laju penginderaan yang terbatas. Node dilengkapi dengan radio nirkabel berkecepatan rendah (10–100 kbps) dan jangkauan pendek (kurang dari 100 m), seperti radio IEEE 802.15.4, untuk berkomunikasi antar-node (Rawat et al., 2014).

Node sensor dapat ditempatkan secara ad-hoc atau direncanakan sebelumnya, seperti misalnya di sektor pertanian, memungkinkan pemantauan yang lebih akurat. WSN memungkinkan pengguna mengidentifikasi kondisi lingkungan menggunakan node yang terdiri dari beberapa sensor. Jaringan sensor nirkabel secara umum didefinisikan sebagai jenis jaringan nirkabel terdistribusi yang memanfaatkan teknologi Sistem Tertanam dan beragam sensor untuk melakukan proses penginderaan, pemantauan, transfer data, dan penyajian informasi kepada pengguna. Sensor-sensor ini meliputi kelembaban, radiasi, suhu, tekanan, mekanik, pergerakan, getaran, posisi, dan lain-lain. Setiap sensor memiliki perangkat keras dan perangkat lunaknya sendiri yang diintegrasikan dan dioperasikan dalam sistem jaringan sensor nirkabel. Pada penelitian ini akan diteliti sensor yang bisa digunakan untuk pertanian cerdas (Kaushik & Sharma, 2020).

3. Metodologi

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* dengan pendekatan kualitatif. Penelitian dan Pengembangan adalah metode penelitian yang mengembangkan produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada. Pengembangan produk tersebut dijelaskan dalam bentuk deskriptif yang disampaikan dalam kata - kata mengenai proses pembuatan dan cara kerja produk.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Pembuatan Sistem

Sistem *Wireless Sensor Networks* dimanfaatkan dalam memonitoring kelembaban tanah pada *Greenhouse*. Alat dan bahan yang digunakan untuk membangun sistem ini adalah ESP32, sensor *Soil Moisture*, LCD, dan aplikasi program

Arduino IDE. Sistem pertama kali dirancang dengan membuat sketsa komunikasi antar node. Terdapat tiga node yang berperan sebagai penghasil dan pengirim data dan satu node yang berperan sebagai pengumpul dan menyajikan data. Setelah dibuat sketsa komunikasi antar node, dibuat program agar sistem tersebut bekerja. Program dibuat dalam aplikasi Arduino IDE.

4.2. Program Sistem

Program dibuat dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE dengan menggunakan *library namedmesh*. *Library namedmesh* memiliki fungsi bahwa node - node dapat berkomunikasi dengan mengatur nama dari node tersebut. Node pengirim diberi nama "Node 1", "Node 2", dan "Node 3", sedangkan node yang berperan sebagai pengumpul data diberi nama "Node Lapor". Node 1, 2, dan 3 dihubungkan dengan sensor *Soil Moisture* dan Node Lapor dihubungkan dengan LCD untuk menampilkan data hasil dari Node 1, 2, dan 3. Program untuk sistem ini ditunjukkan pada gambar berikut:

```
7  #include "namedMesh.h"
8
9  #define MESH_SSID      "PE"
10 #define MESH_PASSWORD  "cepis1235"
11 #define MESH_PORT      5555
12 #define AOUT_PIN       36
13
14 Scheduler userScheduler; // to control your personal task
15 namedMesh mesh;
16
17 String nodeName = "Node 3"; // Name needs to be unique
18
19 int kelembaban = analogRead(AOUT_PIN);
20 int kelembabanpersen = map(kelembaban, 0, 1023, 100, 0);
21
22 Task taskSendMessage( TASK_SECOND*30, TASK_FOREVER, []() {
23     String msg = String("Kelembaban: ") + kelembabanpersen;
24     String to = "Node Lapor";
25     mesh.sendSingle(to, msg);
26 }); // start with a one second interval
```

Gambar 1. Program untuk node mengirim

```

28 void setup() {
29     Serial.begin(115200);
30
31     mesh.setDebugMsgTypes(ERROR | DEBUG | CONNECTION); // set before init() so that you can see startup messages
32
33     mesh.init(MESH_SSID, MESH_PASSWORD, &userScheduler, MESH_PORT);
34
35     mesh.setName(nodeName); // This needs to be an unique name!
36
37     mesh.onChangedConnections([]() {
38         Serial.printf("Changed connection\n");
39     });
40
41     userScheduler.addTask(taskSendMessage);
42     taskSendMessage.enable();
43 }
44
45 void loop() {
46     // it will run the user scheduler as well
47     mesh.update();
48 }

```

Gambar 2. Program untuk node mengirim

```

7  #include "namedMesh.h"
8  #include <Wire.h>
9  #include <LiquidCrystal_I2C.h>
10
11 #define MESH_SSID "PE"
12 #define MESH_PASSWORD "cepis1235"
13 #define MESH_PORT 5555
14
15 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
16
17 Scheduler userScheduler; // to control your personal task
18 namedMesh mesh;
19
20 String nodeName = "Node Lapor"; // Name needs to be unique
21

```

Gambar 3. Program untuk node pengumpul data

```

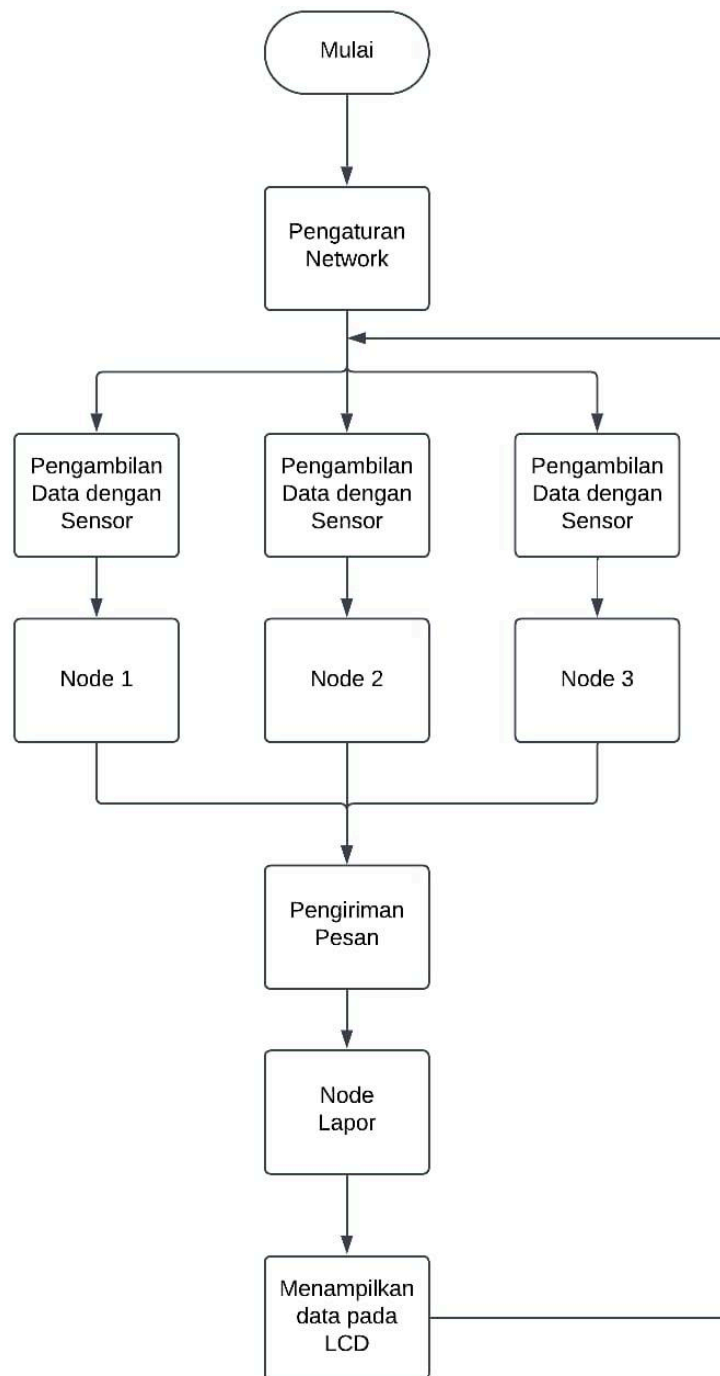
22 void setup() {
23     Serial.begin(115200);
24
25     lcd.init();           // initialize the lcd
26     lcd.backlight();
27     lcd.begin(16, 2);
28     lcd.clear();
29
30     mesh.setDebugMsgTypes(ERROR | DEBUG | CONNECTION); // set before init() so that you can see startup messages
31
32     mesh.init(MESH_SSID, MESH_PASSWORD, &userScheduler, MESH_PORT);
33
34     mesh.setName(nodeName); // This needs to be an unique name!
35
36
37     mesh.onChangedConnections([]() {
38         Serial.printf("Changed connection\n");
39     });
40 }
41 void loop() {
42     mesh.onReceive([](String &from, String &msg) {
43         Serial.printf("Received message by name from: %s, %s\n", from.c_str(), msg.c_str());
44         lcd.setCursor(0,0);
45         lcd.print(from);
46         lcd.setCursor(0,1);
47         lcd.print(msg);
48     });
49
50     mesh.update();
51 }

```

Gambar 4. Program untuk node pengumpul data

4.3. Cara Kerja

Node yang berperan sebagai pengirim akan mendapatkan data setelah sensor *Soil Moisture* mendeteksi kelembaban tanah dari *Greenhouse*. Data tersebut selanjutnya akan di kirim ke node yang berperan sebagai pengumpul data lalu menampilkannya pada LCD. Pada program, data dikirimkan dalam format “String(“Kelembaban: “) + kelembabanpersen;”. Program tersebut memiliki fungsi bahwa data yang dikirimkan akan ditampilkan pada LCD berupa “Kelembaban: n” dengan n adalah angka kelembaban yang dideteksi oleh sensor *Soil Moisture* dalam bentuk persen. Adapun *flowchart* mengenai sistem ini ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 6. Flowchart sistem

5. Simpulan

Berdasarkan pembuatan prototype yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kondisi suatu *greenhouse* dapat dipantau dengan prototype *wireless sensor network* (WSN) yang telah dibuat dengan berbasis ESP32 dan *soil moisture sensor* dengan jenis jaringan mesh network untuk komunikasi antar nodenya dan terdiri dari 4

node. Secara singkat sistem ini memiliki 2 tipe node yaitu 3 node yang berfungsi untuk pengambilan data dari greenhouse dan 1 node untuk melaporkan data tersebut. Setelah data diambil oleh node pengambil data maka node tersebut akan mengirimkan pesan ke node lapor dan pesan yang diterima node lapor akan ditampilkan pada LCD sehingga nilai yang diterima dapat diketahui. Pada pembuatan prototype ini hanya menggunakan 1 jenis sensor yaitu *soil moisture sensor*, dan prototype ini dapat ditambah dengan penggunaan sensor lain selain untuk mengukur kelembaban tanah. Contohnya adalah penggunaan sensor DHT11 atau BME untuk mendeteksi keadaan suhu yang ada pada *greenhouse*.

6. Daftar Pustaka

- Ahonen, T., Virrankoski, R., & Elmusrati, M. (2008). Greenhouse monitoring with wireless sensor network. 2008 IEEE/ASME International Conference on Mechatronics and Embedded Systems and Applications, MESA 2008, 403–408. <https://doi.org/10.1109/MESA.2008.4735744>
- Babiuch, M., Foltyniek, P., & Smutny, P. (2019). Using the ESP32 microcontroller for data processing. Proceedings of the 2019 20th International Carpathian Control Conference, ICC 2019, 1–6. <https://doi.org/10.1109/CarpathianCC.2019.8765944>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2020). Catalog : 1101001. Statistik Indonesia 2020, 1101001, 790. <https://www.bps.go.id/publication/2020/04/29/e9011b3155d45d70823c141f/statistik-indonesia-2020.html>
- Darmono, H., Perdana, R. H. Y., & Puspitasari, W. (2020). Observation of greenhouse condition based on wireless sensor networks. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 732(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/732/1/012107>
- Guo, W., Cheng, H., Li, R., Lü, J., & Zhang, H. (2010). Greenhouse monitoring system based on wireless sensor networks. Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery, 41(7), 181–185. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-1298.2010.07.037>
- Kaushik, I., & Sharma, N. (2020). Black Hole Attack and Its Security Measure in Wireless Sensors Networks. In Advances in Intelligent Systems and Computing (Vol. 1132). https://doi.org/10.1007/978-3-030-40305-8_20
- Miryala, S. K., Anbarasu, A., & Ramaiah, S. (2020). Emerging Technologies for Agriculture and Environment. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-7968-0>
- Puspitasari, W., & Perdana, H. Y. R. (2018). Real-time monitoring and automated control of greenhouse using wireless sensor network: Design and implementation. 2018 International Seminar on Research of Information

Technology and Intelligent Systems, ISRITI 2018, 362–366.
<https://doi.org/10.1109/ISRITI.2018.8864377>

Rawat, P., Singh, K. D., Chaouchi, H., & Bonnin, J. M. (2014). Wireless sensor networks: A survey on recent developments and potential synergies. *Journal of Supercomputing*, 68(1), 1–48. <https://doi.org/10.1007/s11227-013-1021-9>