

SISTEM MONITORING DAN KONTROL TANAMAN KOPI UNTUK SMART GREENHOUSE MENGGUNAKAN WIRELESS SENSOR NETWORK BERBASIS INTERNET OF THINGS

Ike Fibriani¹, Widjonarko²

^{1,2}Jurusan Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember
ikefibriani.teknik@unej.ac.id
widjonarko.teknik@unej.ac.id

Abstrak – *Wireless* yang telah ada dan banyak digunakan. Seperti salah satu contoh yaitu *Wireless Sensor Network*. Keunggulan dari penggunaan teknologi WSN yaitu data yang diperoleh dapat terkirim secara cepat dan efisien, serta informasi dapat terpantau secara langsung atau *real time*. *ZigBee* digunakan sebagai protokol untuk sistem *Wireless Sensor Network* ini, dimana penerapan ini digunakan sebagai *Smart Greenhouse*. Menggunakan 2 buah *node* yang dipasangkan 3 buah sensor, yaitu sensor DHT 11, YL-69 dan LDR dan 1 buah *coordinator* yang bertugas sebagai penerima data sensor dari kedua *node* dan melakukan *upload* pada web. Pada penelitian ini parameter yang digunakan yaitu RSSI dan daya sinyal. Pengujian RSSI dan daya menggunakan kondisi LOS dengan jarak 100 meter sampai 1000 meter dan NLOS dengan jarak 10 meter sampai 100 meter. Hasil dari pengujian RSSI pada kondisi NLOS didapatkan nilai tertinggi sebesar -56 dBm pada node 1 pada jarak 10 meter dan pada node 2 nilai tertinggi yaitu sebesar -57 dBm pada jarak 10 meter. Hasil dari pengujian *packet loss* pada kondisi NLOS *node* 1 dan *node* 2 didapatkan hasil yaitu 0%. hasil pengujian pada kedua kondisi dan jarak yang berbeda, secara garis hasilnya sama. pada kondisi jarak yang semakin jauh, nilai RSSI semakin kecil.

Kata Kunci: *Internet of Things*, RSSI, *Wireless Sensor Network*, *ZigBee*

Abstract - *Wireless* has been there and is widely used. As one example, namely the *Wireless Sensor Network (WSN)*. The advantage of using WSN technology is that the data obtained can be sent quickly and efficiently, and information can be monitored directly or in real-time one of the device is *ZigBee*. In this research, *Zigbee* applied used two nodes that are paired with three sensors, namely DHT 11, YL-69, and LDR sensors, and one coordinator which receiving data had the task of uploading data to the web. In this study, the parameters used are RSSI and signal power. RSSI and power testing use LOS conditions with a distance of 100 meters to 1000 meters and NLOS with a distance of 10 meters to 100 meters. The results of the RSSI test on NLOS conditions obtained the highest value of -56 dBm at node one at a distance of 10 meters, and at node two, the highest value was -57 dBm at a distance of 10 meters. The results of packet loss testing at NLOS node 1 and node 2 were 0%. The test results at different conditions and distances are the same. In conditions of further distance, the RSSI value is getting smaller.

Keywords: *Internet of Things*, RSSI, *Wireless Sensor Network*, *ZigBee*

PENDAHULUAN

Perubahan zaman yang semakin maju menghasilkan banyak teknologi yang dikembangkan demi mempermudah aktifitas manusia. Dari teknologi dalam aspek pertanian, pangan, sumber daya energi, transportasi maupun telekomunikasi. Yang paling pesat dikembangkan saat ini yaitu teknologi telekomunikasi. Dapat terlihat bagaimana di berbagai negara berusaha menciptakan teknologi telekomunikasi yang lebih cepat dan efisien. Salah satu teknologi yang sedang

dikembangkan yaitu teknologi *wireless*. Dimana terdapat beberapa jenis teknologi *wireless* yang telah ada dan banyak digunakan. Seperti salah satu contoh yaitu *Wireless Sensor Network (WSN)* [1]. Keunggulan dari penggunaan teknologi WSN yaitu data yang diperoleh dapat terkirim secara cepat dan efisien, serta informasi dapat terpantau secara langsung atau *real time*. Memanfaatkan lebih dari satu *node* sebagai penerima yang kemudian berkumpul pada sebuah simpul (*coordinator*) dan diteruskan pada server sehingga dapat terpantau secara langsung. Pemanfaatan dari teknologi WSN

sudah sangat luas. Seperti halnya dalam bidang lingkungan yaitu sebagai pemantau keadaan di sebuah area [2], [3]. Dimana dengan memanfaatkan beberapa buah sensor kemudian data dikumpulkan dalam sebuah node dan diolah untuk ditampilkan pada sebuah interface yang dapat ditampilkan melalui sebuah aplikasi khusus atau *web* [4], [5]. Sehingga pemantauan perubahan kondisi sebuah objek dapat dilakukan dengan tepat sehingga pengolahan data juga dapat dilakukan lebih efisien [6]. Keunggulan lain dari WSN yaitu dapat mencakup area yang lebih luas karena dapat menggunakan *node* yang banyak [7].

Dalam pengembangan *smart greenhouse* menggunakan *Wireless Sensor Network* sebagai sistem monitoring yang akan dibuat adalah *smart greenhouse* menggunakan *Wireless Sensor Network* dengan penambahan kontrol jarak jauh *Internet of Things* (IoT) [1], [5], [8], [9]. Pada penelitian ini, akan dibuat sebuah sistem yang memiliki fungsi untuk *monitoring* tanaman kopi menggunakan *Wireless Sensor Network* dengan kontrol jarak jauh IoT, Dengan penambahan IoT untuk mengetahui bagaimana kondisi tanaman pada *greenhouse*, cukup dengan menggunakan *smartphone* tanpa harus mengecek langsung ke *greenhouse*, yang juga diharapkan dapat membantu petani kopi untuk meningkatkan produksi yang lebih efisien dan dapat dipantau dari jarak jauh, Apalagi saat ini sudah banyak para petani yang menggunakan dan bisa mengaplikasikan *smartphone* dalam kehidupan sehari-hari. maka dibuatlah sistem monitoring tanaman kopi dan kontrol *smart greenhouse* dengan memanfaatkan *Wireless Sensor Network* berbasis IoT. Beberapa penelitian terkait penerapan teknologi IoT pada bidang kebun kopi adalah salah satunya yang pernah dilakukan oleh Abad et al [10]. Pada penelitian ini *greenhouse* dibangun dengan dibangun menggunakan sensor CO₂, pH, sensor kelembaban, sensor suhu, dan sensor luminan. Hal tersebut juga dilakukan oleh peneliti yang lain yaitu yang pernah dilakukan oleh Valverde et al [11]. Namun sayangnya, penelitian yang sudah ada tidak membahas pengujian yang didasarkan pengujian standart telekomunikasi seperti *delay* ataupun *packet loss*.

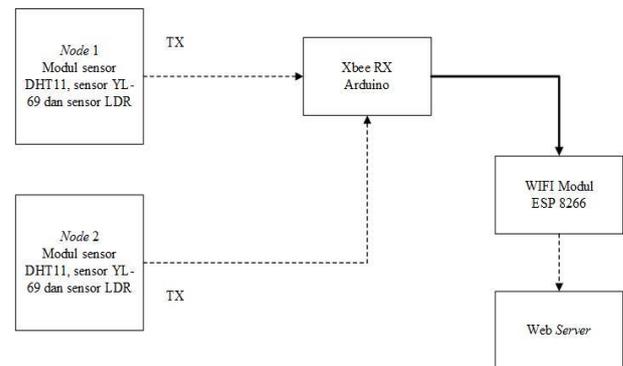
Berdasarkan latar belakang tersebut maka dibuat sebuah penelitian mengenai monitoring tanaman kopi menggunakan modul DHT 11, YL-69 dan juga menggunakan sensor LDR. Pada sensor-sensor tersebut dihubungkan dengan teknologi WSN dan kontrol IoT sehingga proses monitoring menjadi lebih efisien dan dapat dipantau dari jarak jauh. Dan juga sistem ini diterapkan pada sebuah *greenhouse* yang diharapkan dapat menjadi penunjang baik buruknya pertumbuhan tanaman kopi. Hasil dari *monitoring* ini dapat langsung dipantau dan diakses dalam *smartphone*.

METODE

Penelitian ini dilakukan dari tahap merancang sampai menguji seluruh sistem yang telah dibuat sebelumnya. Perancangan yang dilakukan adalah sistem monitoring kualitas udara untuk *Framework Smart Campus* Menggunakan *Wireless Sensor Network*.

A. Perancangan Sistem

Pengerjaan dilakukan dengan menyusun sistem dengan menerapkan perangkat keras seperti yang terdapat pada diagram blok Gambar 1.



Gambar 1. Desain Sistem

B. Pengujian RSSI (Received Signal Strength Indicator)

Pengujian RSSI bertujuan untuk mengetahui kekuatan sinyal yang dapat diterima oleh *receiver* dari *transmitter*. Dalam sistem yang menggunakan Xbee ini *node* bertugas sebagai *transmitter* dan *coordinator* sebagai *receiver*. Data untuk RSSI didapat dengan menggunakan *software* XCTU, dimana terdapat dua kondisi yang digunakan yaitu, NLOS (*Non Line-of-Sight*) dan LOS (*Line-of-Sight*).

Pada kondisi NLOS pengujian dilakukan pada jarak 10 m, 20 m, 30 m, 40 m, 50 m, 60 m, 70 m, 80 m, 90 m dan 100 m. Untuk pengujian LOS 100 m, 200 m, 300 m, 400 m, 500 m, 600 m, 700 m, 800 m, 900 m dan 1000 m.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian RSSI dari *Coordinator* ke *Node*

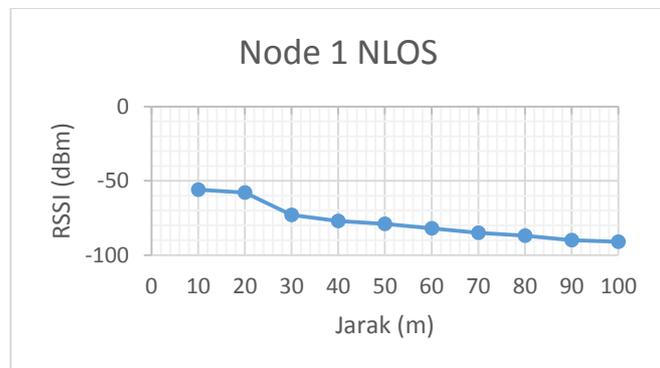
Pada Tabel 1 didapatkan hasil dari pengujian RSSI untuk kondisi NLOS. Dimana nilai pengukuran didapatkan dari *software* XCTU. Kemudian kedua nilai tersebut dibandingkan untuk mendapatkan nilai error, sehingga dapat menunjukkan ketepatan dari nilai yang didapat menggunakan sistem ini.

Tabel 1. Nilai RSSI Kondisi N-LOS

No	Jarak (m)	RSSI (dBm)		Error (%)
		Pengukuran	Perhitungan	
1	10	-56	-58	3,4
2	20	-58	-63,41	7,9
3	30	-73	-66,58	10,6
4	40	-77	-68,83	11,6
5	50	-79	-70,58	11,3
6	60	-82	-72,00	12,1
7	70	-85	-73,21	14,1
8	80	-87	-74,25	14,9
9	90	-90	-75,17	16,6
10	100	-91	-76	16,4
Error rata-rata				11,8

Hasil dari pengujian pertama pada pengukuran langsung menggunakan XCTU menunjukkan ketika jarak yang digunakan semakin jauh, maka nilai RSSI yang dihasilkan juga semakin kecil. Pada nilai perhitungan memiliki selisih hasil yang bervariasi.

Nilai *error* dari perbandingan kedua nilai menunjukkan *error* paling kecil yaitu sebesar 6,66 % pada percobaan pertama dan *error* terbesar yaitu pada percobaan kesembilan sebesar 13,80 % dan untuk rata-rata *error* sebesar 9,55 %.



Gambar 2. Nilai RSSI Node 1 Kondisi NLOS

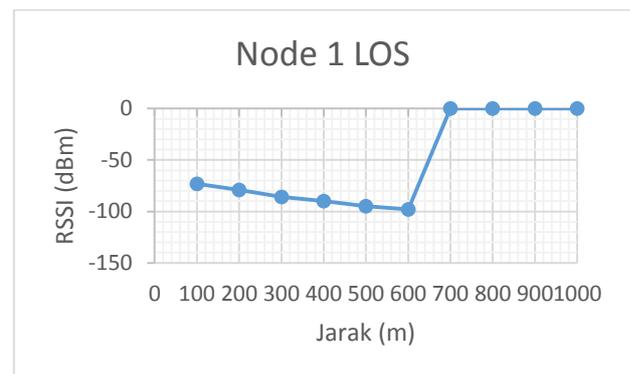
Pada Tabel 2 dapat terlihat bagaimana penurunan nilai RSSI, dari nilai tertinggi yaitu sebesar -56 dBm dengan jarak 10 meter dan nilai terkecil RSSI sebesar -91 dBm dengan jarak 100 meter. Penurunan nilai RSSI ini selain dikarenakan perubahan jarak yang semakin jauh juga dikarenakan terdapat halangan antara *transmitter* dan *receiver*. Sehingga sinyal mengalami pelemahan dan nilainya semakin kecil.

Tabel 2. Nilai RSSI Kondisi LOS

No	Jarak (m)	RSSI (dBm)		Error (%)
		Pengukuran	Perhitungan	
1	100	-73	-76	3,9
2	200	-79	-81,41	2,4
3	300	-86	-84,58	2,3
4	400	-90	-86,83	4,4
5	500	-95	-88,58	7,3
6	600	-98	-90,56	8,1
7	700	Hilang	-	-
8	800	Hilang	-	-
9	900	Hilang	-	-
10	1000	Hilang	-	-
Error rata-rata				4,7

Pada Tabel 2 menunjukkan hasil dari percobaan kedua ini. Dengan jarak terdekat 100 meter dan jarak terjauh yaitu 1000 meter. Hasil pengujian diketahui bahwa ketika pada jarak terdekat nilai RSSI yaitu sebesar -73 dBm dan terus menurun sampai dengan titik terjauh yang dapat dijangkau oleh sinyal yaitu pada jarak 600 meter dengan nilai RSSI sebesar -96 dBm. Pada jarak yang lebih jauh yaitu pada 700

meter sampai 1000 meter koneksi antara *transmitter* dan *receiver* tidak dapat dijangkau.



Gambar 3 Nilai RSSI Node 1 Kondisi LOS

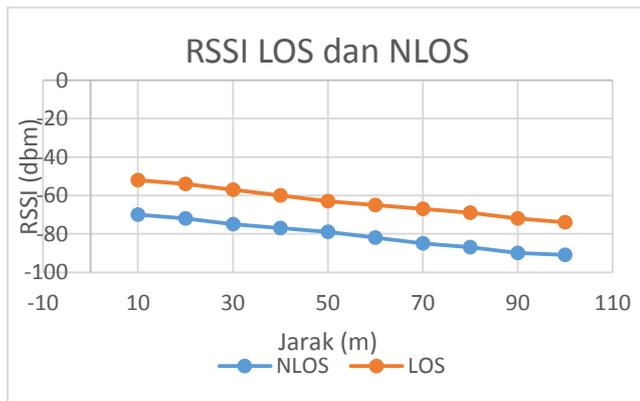
Pada Gambar 3 terlihat bagaimana tingkat penurunan nilai RSSI dengan bertambahnya jarak yang digunakan. Hasil tersebut dapat dikatakan bahwa kondisi LOS memiliki jarak transmisi lebih jauh dari kondisi NLOS. Namun bagaimanapun dengan spesifikasi Xbee Pro dengan jarak pada *outdoor* sebesar 750 meter, maka terlihat bagaimana ketika jarak ± 700 meter sinyal transmisi hilang.

Kemudian pada Tabel 3 menunjukkan bagaimana perbedaan nilai RSSI dengan jarak yang sama antara saat kondisi NLOS dan LOS. Pada tabel terlihat bagaimana secara garis besar nilai kedua kondisi nilai RSSI semakin kecil dengan semakin jauhnya jarak antara *node*. Namun pada kondisi NLOS memiliki nilai yang cenderung lebih kecil daripada LOS.

Tabel 3. Perbandingan Nilai RSSI Kondisi LOS dan NLOS

No	Jarak (m)	RSSI (dBm)	
		NLOS	LOS
1	10	-70	-52
2	20	-72	-54
3	30	-75	-57
4	40	-77	-60
5	50	-79	-63
6	60	-82	-65
7	70	-85	-67
8	80	-87	-69
9	90	-90	-72
10	100	-91	-74

Pada Gambar 4 menunjukkan nilai terbesar pada kondisi LOS adalah -70 dBm dan yang paling kecil yaitu -91 dBm. Untuk kondisi NLOS nilai terbesar yaitu -52 dBm dan nilai terkecil sebesar -74 dBm.



Gambar 4. Perbandingan Nilai RSSI Kondisi LOS dan NLOS Node 1

B. Pengujian *packet loss* dari *Coordinator* ke *Node*

Pengujian daya merupakan memperhitungkan *packet loss* dan menggunakan hasil dari nilai RSSI yang sudah ditemukan pada pengujian sebelumnya. Pada menggunakan persamaan akan diperoleh nilai *packet loss* dengan satuan %.

Pengujian daya pertama yaitu dengan kondisi NLOS dengan jarak 10 m sampai 100 m. Untuk data hasil pengujian terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai *packet loss* Kondisi NLOS.

No	Jarak (m)	RSSI (dBm)	<i>Packet loss</i> (%)
1	10	-56	0
2	20	-58	0
3	30	-73	0
4	40	-77	0
5	50	-79	3
6	60	-82	6
7	70	-85	10
8	80	-87	16
9	90	-90	25
10	100	-91	29

Dari data pada tabel menunjukkan nilai dari *packet loss*. Nilai *packet loss* yang diperoleh dari persamaan, nilai dari RSSI sangat mempengaruhi terhadap nilai *packet loss*. Secara garis besar dapat dikatakan nilai *packet loss* semakin besar. Pada jarak 10 meter *packet loss* yang dihasilkan yaitu sebesar 0% dan pada jarak terjauh yaitu 100 meter dihasilkan nilai yaitu sebesar 29%.

Pada pengujian kedua dengan kondisi LOS dan jarak yang digunakan yaitu mulai dari 100 m hingga 1000 m. Dapat dilihat bagaimana tingkat penurunan nilai *packet loss* terhadap nilai RSSI dari jarak 100 m hingga 600 m. Dan untuk pada jarak 700 m hingga 1000 m tidak ada nilai *packet loss* karena nilai RSSI juga hilang. Dengan begitu secara garis besar dari hasil pengujian ini yaitu dengan jarak semakin jauh dan nilai RSSI semakin kecil maka *packet loss* yang dihasilkan semakin besar.

Tabel 5. Nilai Daya Kondisi LOS

No	Jarak (m)	RSSI (dBm)	<i>Packet loss</i> (%)
1	100	-73	0
2	200	-79	0
3	300	-86	6
4	400	-90	10
5	500	-95	17
6	600	-98	26
7	700	Hilang	-
8	800	Hilang	-
9	900	Hilang	-
10	1000	Hilang	-

Pada Tabel 5 dapat dilihat bagaimana tingkatan nilai *packet loss* terhadap nilai RSSI dari jarak 100 m hingga 600 m. Dan untuk pada jarak 700 m hingga 1000 m tidak ada nilai daya karena nilai RSSI juga hilang.

C. Pengujian Hasil *Monitoring*

Proses pengujian *monitoring* dilakukan di area Universitas Jember dengan 3 waktu berbeda, yaitu pada pagi hari, siang dan malam. Menggunakan 2 *node*.

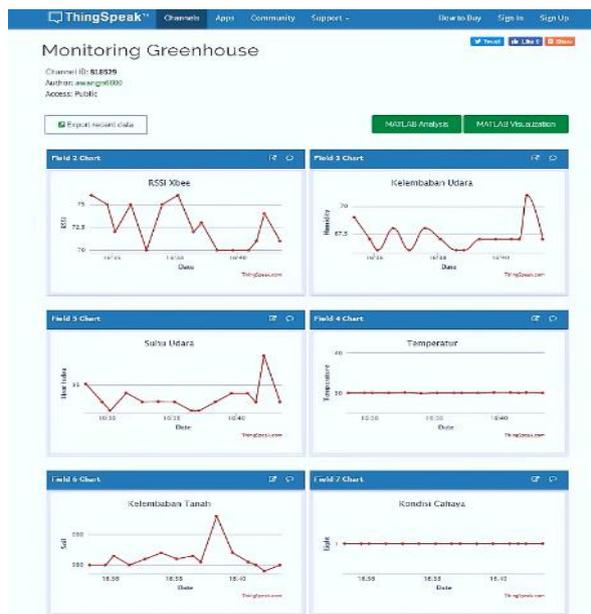
Tabel 6. Hasil *Monitoring* Pagi

No	Waktu	Node 1				Node 2			
		LD R	H (%)	T (°C)	H (%)	LD R	H (%)	T (°C)	H (%)
1.	18/06/2019 8:30	38	634	28	71	38	634	28	73
2.	18/06/2019 8:31	37	635	28	71	37	634	28	73
3.	18/06/2019 8:32	38	635	29	71	38	634	28	73
4.	18/06/2019 8:33	37	638	29	71	37	635	28	73
5.	18/06/2019 8:34	37	639	28	70	37	635	28	73

Hasil *monitoring* waktu pagi yang dilakukan selama 20 menit didapatkan nilai 35 sampai 38 pada intensitas cahaya yang disimbolkan dengan LDR, hasil ini hampir sama antara *node 1* maupun *node 2*. Kemudian pada nilai suhu dan kelembapan (H), suhu (T) waktu pagi didapatkan suhu terendah yaitu 28 °C dan pada suhu tertinggi yaitu 29 °C. Pada kelembapan nilainya berkisar antara 70% sampai 69 %. Antara *node 1* ataupun *node 2* memiliki hasil yang tidak jauh berbeda.

D. Tampilan Web

Hasil dari *monitoring* menggunakan sensor MQ-7 dan DHT11 dapat ditampilkan dalam bentuk *web*, yaitu pada <https://thingspeak.com>.



Gambar 5. Tampilan Web

PENUTUP

Simpulan

Dari tahap perancangan hingga pengujian sistem wireless sensor network ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil penelitian dapat diketahui juga bagaimana kondisi NLOS dan LOS sangat berpengaruh terhadap kekuatan sinyal. Terutama dengan menggunakan protokol Xbee dapat terlihat dengan kondisi NLOS pada jarak 30 meter nilai RSSI sebesar -73 dBm, namun pada kondisi LOS pada jarak 100 meter memiliki nilai RSSI sebesar -73 dBm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya halangan antara *coordinator* dan *node* sangat berpengaruh terhadap kualitas sinyal.
2. Hasil penelitian ini diketahui bahwa perubahan jarak antara *transmitter* dan *receiver* sangat berpengaruh terhadap nilai RSSI yang juga berpengaruh terhadap kualitas sinyal. Pada hasil perbandingan perubahan jarak pada *node* 1 maupun *node* 2 saat kondisi LOS dan NLOS, ketika jarak 10 meter memiliki nilai RSSI pada NLOS *node* 1 sebesar -70 dBm pada *node* 2 sebesar -68 dBm dan pada jarak 100 meter saat kondisi LOS *node* 1 dengan nilai RSSI -74 dBm dan *node* 2 sebesar -75 dBm.

Saran

Hasil pengujian yang telah dilakukan, untuk menggunakan web *thingspeak* terkadang pengunggahan data (*upload*) mengalami gangguan, sehingga disarankan menggunakan *web server* sendiri. Dan Untuk pengembangan selanjutnya, dapat ditambahkan mode kontrol pengisian air ditangki pada sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Erazo-Rodas, M. Sandoval-Moreno, S. Muñoz-Romero, M. Huerta, D. Rivas-Lalaleo, and J. L. Rojo-álvarez, "Multiparametric monitoring in equatorial tomato greenhouses (III): Environmental measurement dynamics," *Sensors (Switzerland)*, vol. 18, no. 8, pp. 1–36, 2018, doi: 10.3390/s18082557.
- [2] T. R. M. Saputra, M. Syaryadhi, and R. Dawood, "Penerapan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things Pada Kandang Ayam Untuk Memantau dan Mengendalikan Operasional Pternakan Ayam," *Snete*, vol. 1, no. October, pp. 1–8, 2017.
- [3] Ismiyati, D. Marlita, and D. Saidah, "Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor," *J. Manaj. Transp. Logistik*, vol. 01, no. 03, pp. 241–248, 2014.
- [4] W. Ruiz Martínez, Y. Díaz-Gutiérrez, R. Ferro-Escobar, and L. Pallares, "Application of the Internet of Things through a Network of Wireless Sensors in a Coffee Crop for Monitoring and Control its Environmental Variables," *TecnoLógicas*, vol. 22, no. 46, pp. 155–170, 2019, doi: 10.22430/22565337.1485.
- [5] F. Kiani and A. Seyyedabbasi, "Wireless sensor network and Internet of Things in precision agriculture," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 9, no. 6, pp. 99–103, 2018, doi: 10.14569/IJACSA.2018.090614.
- [6] W. Li and S. Kara, "Methodology for Monitoring Manufacturing Environment by Using Wireless Sensor Networks (WSN) and the Internet of Things (IoT)," *Procedia CIRP*, vol. 61, pp. 323–328, 2017, doi: 10.1016/j.procir.2016.11.182.
- [7] A. Ali, Y. Ming, S. Chakraborty, and S. Iram, "A comprehensive survey on real-time applications of WSN," *Futur. Internet*, vol. 9, no. 4, 2017, doi: 10.3390/fi9040077.
- [8] U. Syafiqoh, S. Sunardi, and A. Yudhana, "Pengembangan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air dan Tanah Pertanian," *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 3, no. 2, pp. 285–289, 2018, doi: 10.30591/jpit.v3i2.878.
- [9] M. Fuad, "Rancang Bangun Wireless Sensor Network Berbasis Protokol Zigbee dan GSM Untuk Sistem Pemantauan Polusi Udara," Institut Pertanian Bogor, 2015.
- [10] J. Abad *et al.*, "Coffee Crops Variables Monitoring: A Case of Study in Ecuadorian Andes," *Adv. Intell. Syst. Comput.*, vol. 893, pp. 202–217, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-04447-3_14.
- [11] J. Valverde, V. Rosello, G. Mujica, J. Portilla, A. Uriarte, and T. Riesgo, "Wireless sensor network for environmental monitoring: Application in a coffee factory," *Int. J. Distrib. Sens. Networks*, vol. 2012, no. November 2011, 2012, doi: 10.1155/2012/638067.