

ANALISIS PERFORMANSI TRANSMISI DATA PROTOKOL ZIGBEE (IEEE 802.15.4) TERHADAP PENAMBAHAN JUMLAH CLIENT PADA WIRELESS SENSOR NETWORK

Robby Wildan Muharam ¹⁾Herryawan Pujiharsono ²⁾Muntaqo Alfin Amanaf ³⁾

¹⁾²⁾³⁾Teknik Telekomunikasi, Institut Teknonlogi Telkom Purwokerto
Jl. D.I Panjaitan no. 128 Purwokerto 53147
Email : 14101113@st3telkom.ac.id

Abstrak. *Wireless Sensor Network* sebagai sistem yang digunakan dalam aplikasi pengamatan jarak jauh, menggunakan protokol zigbee dikarenakan berdaya rendah, murah, jangkauan luas, dan mendukung banyak client. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengukur pengaruh jumlah client pada parameter performansi diantaranya *throughput* dengan hasil pengukuran mendapatkan nilai maksimal 7,464 Kbps, *packet loss* dengan nilai tertinggi 60%, dan *delay* minimal pada nilai 35 ms pada topologi star. Berdasarkan hasil penelitian, jumlah client mempengaruhi nilai dari parameter *throughput* *packet loss* dan *delay* karena semakin banyaknya client maka akan terjadi tumpang tindih data yang menyebabkan data tidak dapat diterima oleh coordinator. Untuk mengurangi tumpang tindih data, maka diperlukan waktu jeda pengiriman diantara client atau dinamakan dengan *random delay slot*.

Kata kunci : *zigbee, throughput, packet loss, delay.*

1. Pendahuluan

Wireless Sensor Network (WSN) merupakan gabungan beberapa *node* sensor yang membentuk suatu jaringan [1]. Setiap *node* sensor memiliki kemampuan untuk mengambil data pada suatu kondisi dan dapat berkomunikasi dengan *node* sensor lainnya. Dengan menggunakan WSN, sebuah sistem dapat digunakan untuk mengukur suhu, kelembaban, tekanan, ketinggian air, dan lain sebagainya. Pengukuran dari suatu kondisi, diukur menggunakan sensor yang selanjutnya dikirimkan ke *node* utama atau *coordinator*.

Zigbee merupakan suatu teknologi data transfer pada jaringan *Low-rate Wireless Personal Area Network* (LR-WPAN) dengan standar protokol IEEE 802.15.4 [2]. Teknologi zigbee berdaya rendah (*low power*), murah (*low cost*), cakupan data transfer yang luas (*long range*), dan dapat menangani jumlah *nodes* yang besar hingga 65.536 buah [3]. Frekuensi yang digunakan yaitu 2.4 GHz yang termasuk pita frekuensi ISM (*Industrial, Scientific, and Medical*) dimana semua orang boleh menggunakan frekuensi tersebut tanpa memerlukan lisensi.

Penggunaan teknologi zigbee saat ini sudah digunakan secara meluas di berbagai bidang diantaranya pemantauan kesehatan jantung menggunakan *electrocardiogram* (ECG) [4], keranjang belanja pintar (*Smart Shopping Cart*) [5], pemantauan kadar air tanah [6], pemantauan kinerja alat berat [7], pemantauan pemakaian daya listrik secara jarak jauh [8], dan lain sebagainya.

Piyare & Lee (2013) menjelaskan pengukuran performansi dengan skenario jaringan yang berbeda – beda. Satu skenario jaringan dibuat secara *peer to peer*, komunikasi langsung dari arah *end device* ke *coordinator*, dan dua skenario lainnya dibuat dengan 1 hop (*router*), dan 2 hop (*router*). Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa *throughput* paling besar terdapat pada skenario 1 dengan menggunakan *baud rate* sebesar 115200 bps. Untuk penggunaan daya pada protokol zigbee dapat ditekan menjadi lebih efektif dikarenakan menggunakan mode *cyclic sleep*, sehingga penggunaan daya dapat dikurangi ketika tidak digunakan.

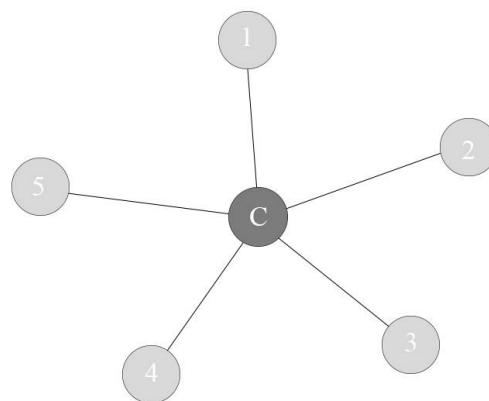
Soijoyo & Ashari (2017) menjelaskan analisis data transmisi pada protokol zigbee dengan tiga topologi diantaranya, *star*, *mesh*, dan *cluster tree*. Data yang dikirimkan berupa data suhu yang berasal dari sensor LM35. Berdasarkan hasil penelitian, topologi star memiliki *delay* yang kecil, *throughput*

yang stabil, dan *packet lost* yang relatif kecil. Hasil penelitian tersebut membuat korelasi performansi dengan jarak pengukuran yang bervariasi, dari 1 meter hingga 100 meter.

Berdasarkan hasil penelitian Piyare (2003) dan Soijoyo (2017), tidak ada pembahasan mengenai pengaruh banyaknya *client* pada topologi star dengan parameter performansi yang diukur. Hasil yang akan didapatkan dari penelitian ini yaitu korelasi parameter performansi dengan penambahan jumlah *client* yang mengirim data ke *coordinator* secara bersamaan pada pengukuran menggunakan perangkat langsung (*real devices*).

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan topologi *star* dengan jarak pengiriman data dari 1 sampai 10 meter pada kondisi LOS (*Line of Sight*). Gambar 1 menunjukkan konfigurasi topologi yang digunakan, dimana *coordinator* ditempatkan di tengah agar seluruh *end device* / *client* dapat menjangkau *coordinator*. Masing – masing *client* dinamai dengan identitas berupa angka 1 sampai 5.



Gambar 1. Topologi Jaringan Star

Data yang diambil dari penelitian ini yaitu data performansi yang memiliki tiga parameter diantaranya *throughput* yang merupakan representasi dari jumlah data yang diterima dalam satuan waktu (detik). Tujuan dari pengukuran parameter *throughput* adalah mengukur pengaruh besarnya paket data terhadap transmisi data pada protokol zigbee. [9]

$$Throughput = \frac{8 \times \text{jumlah byte (bit)}}{\text{waktu pengamatan (sec)}} \dots\dots\dots(1)$$

Delay merupakan jumlah dari lamanya waktu jeda pengiriman paket dikarenakan proses transmisi dari satu titik ke titik lainnya yang menjadi tujuan dari paket tersebut. [9]

$$Delay = \frac{\text{Waktu paket diterima} - \text{Waktu paket dikirim}}{\text{Jumlah Paket yang Diterima}} \dots\dots\dots(2)$$

Packet loss merupakan jumlah paket yang hilang selama proses transmisi data antara pengirim dan penerima. *Packet loss* terjadi ketika satu atau lebih data paket yang dikirim melalui jaringan gagal diterima oleh penerima. [9]

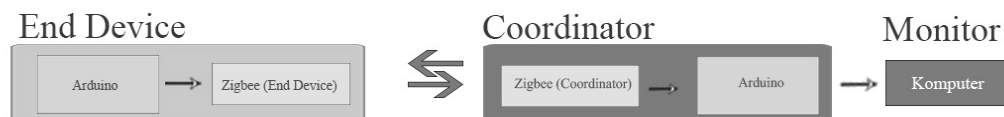
$$Packet Loss = \frac{\sum \text{paket hilang}}{\sum \text{paket dikirim}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Penelitian ini menggunakan enam buah perangkat xbee series 1, enam buah arduino uno, dan enam buah xbee *breakout*. Konfigurasi perangkat xbee menggunakan software yang dinamakan dengan XCTU. Parameter konfigurasi XCTU dapat dilihat pada tabel 1. Xbee yang menjadi *coordinator* akan digunakan untuk menangkap data yang dikirimkan oleh *end device*. Untuk memeriksa jumlah data dan lamanya waktu pengamatan, digunakan software yang dinamakan dengan *serial port monitor*. Blok diagram sistem dapat dilihat pada gambar 2. Koneksi antara perangkat xbee dan juga arduino uno

menggunakan komunikasi serial UART (Tx & Rx) yang dihubungkan menggunakan kabel *jumper*. Tegangan yang diberikan untuk perangkat xbee sebesar 3.3v berasal dari arduino uno.

Tabel 1. Konfigurasi Xbee

END DEVICE				
Channel	PAN ID	Destination Address High	Destination Address Low	Interface Data Rate
C	3332	13A200	40A5D32D	9600 bps
COORDINATOR				
Channel	PAN ID	Destination Address High	Destination Address Low	Interface Data Rate
C	3332	0	FFFF	9600 bps

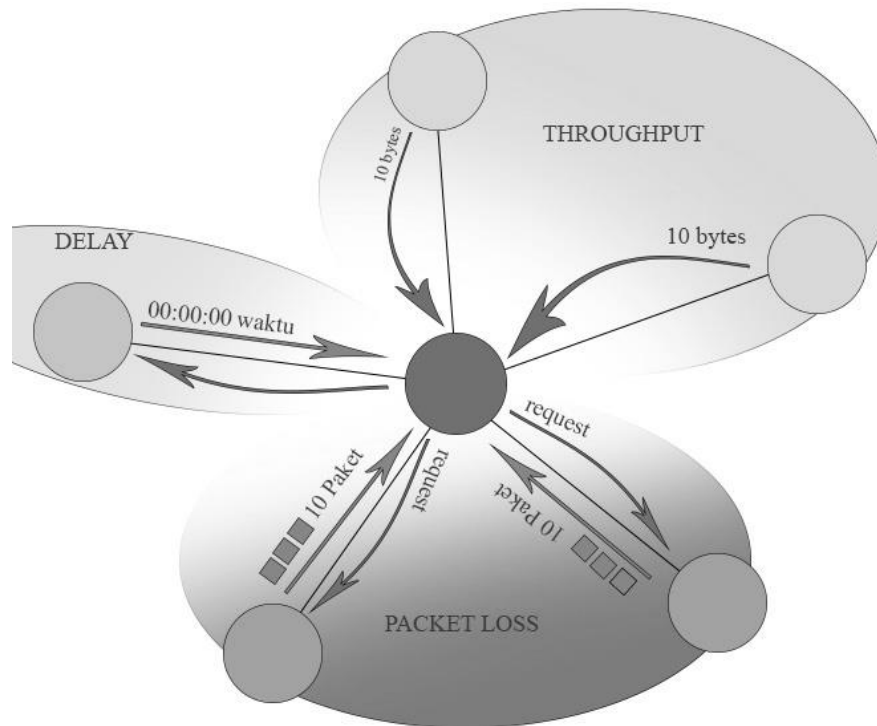


Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Perangkat Arduino Uno sebagai mikro pengendali memiliki peranan dalam menentukan data apa yang akan dikirim. Dalam penelitian ini, data yang dikirim berupa data teks sebesar 10 bytes, berisi huruf ASCII “Arduino 1\n”, identitas angka pada akhir paket merupakan identitas dari mana asal paket tersebut. Pada perangkat di *coordinator*, program Arduino Uno yang ditanamkan berfungsi untuk menangkap data paket dari beberapa *node* untuk kemudian ditampilkan pada *program serial port monitor* untuk dipantau paket apa saja yang masuk dan juga waktu penerimaan paketnya. Dalam memprogram Arduino Uno, software yang digunakan yaitu Arduino IDE.

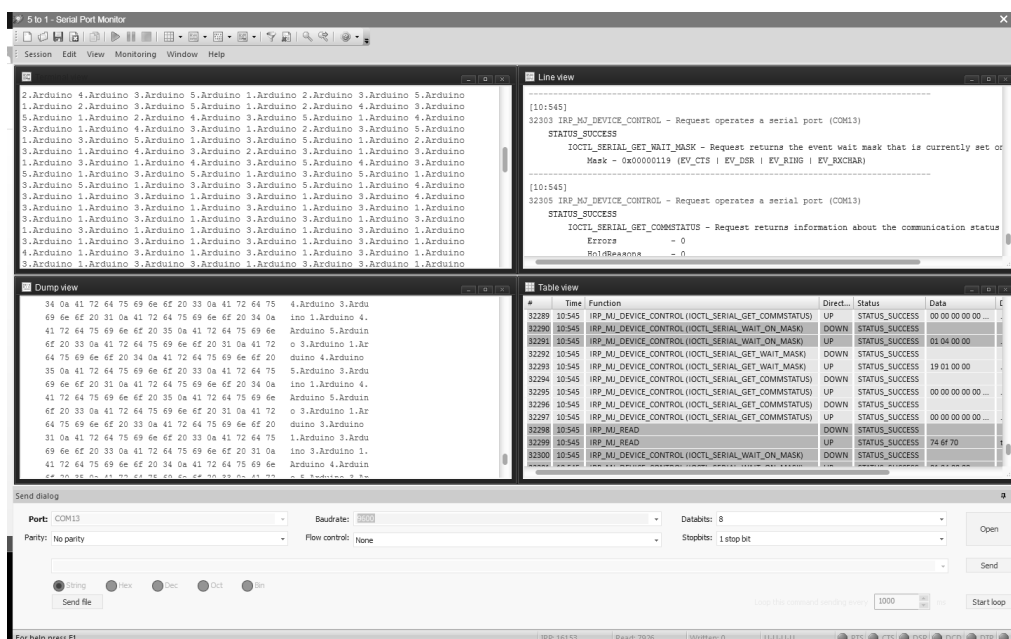
Pada pengukuran parameter *throughput*, *client* diprogram untuk mengirim data berupa teks sebesar 10 bytes dengan waktu jeda setiap 30 ms. Penggunaan jeda diberikan agar data yang dikirim tidak tumpang tindih dengan *node* lainnya. Pada pengukuran *packet loss*, *client* melakukan pengiriman data ketika mendapatkan permintaan dari *coordinator*. Data yang dikirim dibatasi hanya 10 paket, sehingga pengamatan dapat mudah dilakukan dengan melihat jumlah paket yang masuk dari masing – masing *client*. Pada pengukuran *delay*, *client* mengirim data balasan yang dikirimkan oleh *coordinator*.

Coordinator bertugas menampung data – data yang dikirimkan oleh *end device*. Pada pengukuran *throughput*, diberikan waktu batas maksimal pengamatan selama 10 detik. Untuk jumlah byte dibuat fleksibel agar perbandingan antara jumlah byte dan banyaknya *client* dapat diamati dengan baik. Pada pengamatan parameter *packet loss*, *coordinator* memberikan *broadcast request* terhadap *end device*, ketika data dikirim oleh *end device*, maka giliran *coordinator* yang menampung data tersebut. Pada pengukuran *delay*, *coordinator* akan menghitung waktu dari awal data dikirim menuju *client* hingga respon yang dikirim oleh *client* diterima *coordinator*. Gambar 3 menunjukkan skenario pengukuran masing – masing parameter.



Gambar 3. Skenario Pengukuran Parameter Performansi

Data yang dikirim oleh *end device* akan ditampung oleh *coordinator* menggunakan software yang dinamakan *serial port monitor*. Dengan menggunakan *serial port monitor*, maka waktu kedatangan paket serta besarnya ukuran data dapat dilihat dengan baik, gambar 4 menunjukkan tampilan dari data yang direkam.

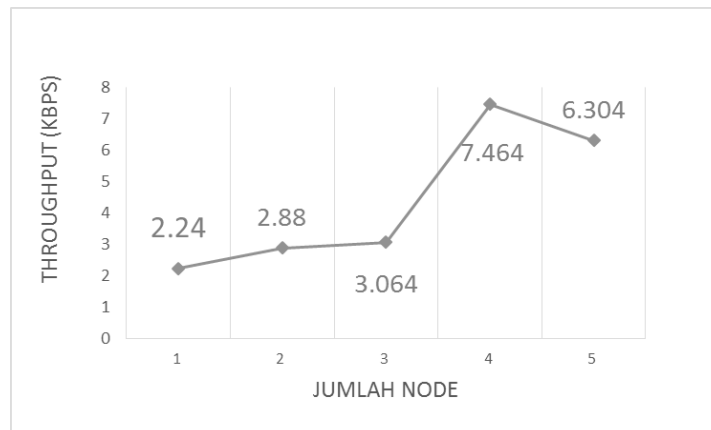


Gambar 4. Tampilan Hasil Perekaman Data Pengukuran

Pengolah data dilakukan secara manual dengan menggunakan rumus dari masing – masing parameter. Data yang dapat diambil dari *serial port monitor* yaitu jumlah paket, besarnya byte dari suatu paket, dan waktu kedatangan maupun *interval* antar paket.

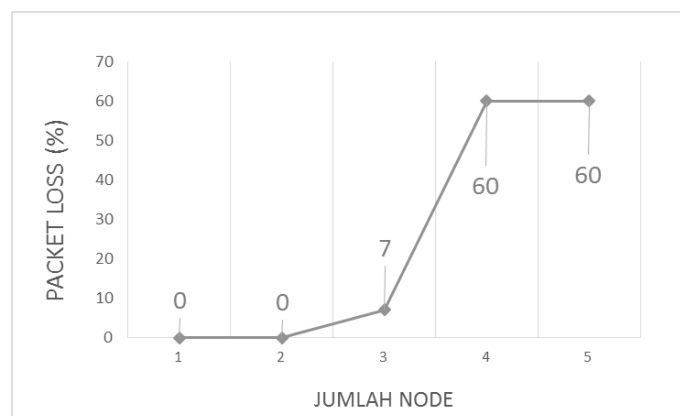
3. Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengukuran yang ditunjukkan pada gambar 5, nilai *throughput* maksimal berada pada nilai 7,464 Kbps dengan jumlah *node* 4, sedangkan nilai minimal berada pada nilai 2,24 Kbps pada jumlah *node* 1. Nilai *throughput* meningkat hingga jumlah *node* 4 dikarenakan jumlah byte yang masuk lebih banyak pada rentang waktu yang sama. Dengan penggunaan waktu jeda sebesar 30 ms, maka data yang masuk bersifat utuh dan tidak adanya tumpang tindih dengan data dari *node* lain. Pada percobaan dengan jumlah *node* 5, data yang diterima menurun karena adanya tumpah tindih data sehingga data tidak dapat diterima dengan baik.



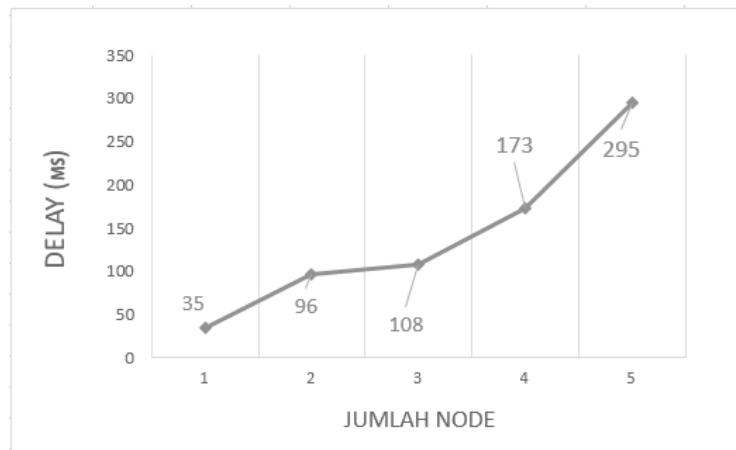
Gambar 5. Hasil Pengukuran Throughput

Berdasarkan hasil pengukuran yang ditunjukkan pada gambar 6, nilai *packet loss* maksimal berada pada nilai 60%, sedangkan nilai *packet loss* terkecil berada pada nilai 0%. Kenaikan nilai *packet loss* ditandai dengan semakin banyaknya jumlah *node*, data yang masuk secara bersamaan tidak dapat diterima dengan baik oleh *coordinator*, sehingga diperlukan pewaktuan dari masing – masing *node* dalam melakukan transmisi data menuju *coordinator*, agar data yang sampai tidak saling tumpang tindih.



Gambar 6. Hasil Pengukuran Packet Loss

Berdasarkan hasil pengukuran yang ditunjukkan pada gambar 7. Nilai *delay* minimal terjadi pada jumlah *node* pertama dengan nilai 35 ms, kenaikan nilai *delay* bervariasi hingga pada jumlah *node* lima yang mendapat nilai 295 ms. Nilai dari parameter *delay* meningkat sesuai dengan jumlah *node* yang semakin bertambah dalam suatu jaringan. Kenaikan nilai *delay* diakibatkan karena transmisi data yang dikirim tidak dapat diterima secara bersamaan, sehingga *node* yang belum diterima akan terus mencoba mengirim data hingga kanal transmisi yang menuju *coordinator* longgar.



Gambar 7. Hasil Pengukuran Delay

4. Simpulan

Berdasarkan pengukuran performansi terhadap pengaruh penambahan *client* pada topologi *star* dari protokol zigbee (802.15.4) dapat disimpulkan bahwa :

1. Jumlah *client* mempengaruhi performansi dari parameter *throughput*. Jumlah *client* yang optimal yaitu 4 buah dimana pada pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan jumlah *client* 4 memperoleh nilai tertinggi yaitu sebesar 7,464 Kbps. Penambahan jumlah *client* melebihi 4 buah justru akan mengurangi nilai *throughput* terlihat dari penurunan nilai *throughput* pada nilai 6,304 Kbps. Berkurangnya nilai *throughput* dikarenakan jumlah data yang masuk berkurang akibat tumpang tindih data dari satu *client* dengan *client* lainnya.
2. Jumlah *client* mempengaruhi performansi dari parameter *packet loss*. Data yang masuk secara bersamaan, menimbulkan tumpang tindih data sehingga *coordinator* tidak dapat menerima data dengan baik. Untuk penggunaan jumlah *client* yang melebihi 2, terjadi kenaikan nilai *packet loss* dari 7% hingga 60 %. Untuk meminimalisir kenaikan nilai *packet loss* maka perlu diatur waktu jeda pengiriman dari masing – masing *client* agar data tidak saling tumpang tindih dan dapat diterima dengan baik oleh *coordinator*.
3. Jumlah *client* mempengaruhi performansi dari parameter *delay*. Ditandai dari rata – rata nilai *delay* yang semakin meningkat. Peningkatan nilai *delay* diakibatkan karena pengiriman transmisi data tidak dapat dilakukan pada satu *channel* yang bersamaan, sehingga *node* yang datanya belum diterima akan terus mencoba mengirim hingga berhasil diterima. Nilai *delay* minimal yang didapatkan pada penelitian ini sebesar 35 ms, dengan kenaikan yang bervariasi dengan nilai maksimal 295 ms pada jumlah *node* 5.

Ucapan Terima Kasih

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan makalah penelitian ini. Berbagai macam upaya yang telah penulis tempuh sehingga berhasil menyelesaikan makalah penelitian ini tidak terlepas dari dukungan pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada Institut Teknologi Telkom Purwokerto yang telah mendukung penuh dalam memberikan bantuan moril maupun finansial.

Daftar Pustaka

- [1] R. Piyare and S. Lee, "Performance Analysis of XBee ZB Module Based Wireless Sensor Networks," vol. 4, no. 4, pp. 1615–1621, 2013.
- [2] S. H. Kim, P. K. Chong, and T. Kim, "Performance Study of Routing Protocols in ZigBee Wireless Mesh Networks," *Wirel. Pers. Commun.*, 2017.
- [3] U. Parmar, "International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering Comparative Study of Zigbee , Bluetooth and Wi-Fi Technology for Constructing Wireless Fire Alarm System," vol. 4, no. 9, pp. 893–897, 2014.
- [4] S. Lee, "Implementation of a Wireless ECG Acquisition SoC," vol. 19, no. 1, pp. 247–255, 2015.
- [5] A. Yewatkar, F. Inamdar, R. Singh, and A. Bandal, "Smart Cart with Automatic Billing , Product Information , Product Recommendation Using RFID & Zigbee with Anti-Theft," *Procedia - Procedia Comput. Sci.*, vol. 79, pp. 793–800, 2016.
- [6] P. Agus, F. Satya, and M. Abdurrohman, "Soil Moisture monitoring prototype using Arduino and Zigbee Protocol with M2M Platform," p. 9, 2015.
- [7] M. A. Murti, S. Hadiyoso, and M. Adli, "Design And Implementation Of Wireless Telemetry System For Detect Heavy Equipment Performance Based On Arduino," pp. 1–12, 2014.
- [8] A. Assyifa, A. Rakhmatsyah, and N. A. Suwastika, "Implementation Of Electricity Consumption Monitoring System Using Wireless Sesnsor Network (Zigbee)," pp. 1–10, 2016.
- [9] S. Soijoyo and A. Ashari, "Analysis of Zigbee Data Transmission on Wireless Sensor Network Topology," vol. 8, no. 9, pp. 145–151, 2017.