

## ANALISIS DAN IMPLEMENTASI JARINGAN NIRKABEL ZIGBEE PADA PROTOTIPE HOME AUTOMATION (STUDI KASUS LAMPU RUMAH)

Caisar Oentoro<sup>1</sup>, Vera Suryani<sup>2</sup>, Tri Brotoharsono<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

---

### Abstrak

Home automation merupakan suatu konsep yang merupakan gabungan dari aplikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang bekerja secara bersama dan mengendalikan perangkat elektronik yang beroperasi pada suatu tempat, misalnya di rumah modern tanpa atau dengan sepenghlihatan manusia secara langsung[1]. Teknologi yang terdahulu seperti X11, Bluetooth, dan Wi-Fi memiliki keterbatasan sebagai basis suatu home automation, yaitu harus adanya kabel pada X11, terbatasnya jumlah perangkat pada Bluetooth, dan perlunya daya / energi yang dibutuhkan untuk pengiriman data lewat Wi-Fi. Pengendalinya pun banyak yang masih bersifat satu kendali untuk satu alat. Untuk mengatasi hal tersebut, diciptakanlah teknologi ZigBee. ZigBee merupakan teknologi yang berbasis IEEE 802.15.4 yang dapat menghemat lebih banyak daya listrik, memiliki jarak hingga 80 meter, serta dapat membentuk banyak node dalam satu jaringan.

Dalam penelitian ini, dikaji penggunaan protokol ZigBee serta bagaimana cara mengimplementasikannya untuk otomasi perangkat rumah, dengan studi kasus lampu rumah yang dikendalikan dengan perangkat Android. Parameter yang dipakai untuk menunjukkan unjuk kerja dalam penelitian ini adalah RSSI, throughput, round trip time, dan besar energi. Perangkat ZigBee yang digunakan adalah XBee S2 yang dikolaborasi dengan mikrokontroler Arduino sehingga modul XBee S2 dapat lebih mudah untuk dioperasikan.

Dari hasil percobaan didapatkan bahwa perangkat XBee mampu bekerja dengan round trip time dari 60-160 ms dengan throughput 7 operasi per detik. Meski begitu, perangkat XBee hanya mampu bekerja dalam range 10 - 20 meter jika modul diletakkan di ruang yang berbeda, dan mampu bekerja hingga 80 meter lebih jika kondisi ruang tanpa penghalang. Sedangkan untuk konsumsi daya diperoleh bahwa battery dengan voltase sebesar 3.7 volt dengan kapasitas 790 mAH hanya akan bertahan sekitar kurang dari 28 jam, jika frekuensi sleep time XBee adalah 7.5 detik. Hal ini dipengaruhi oleh penggunaan mikrokontroler Arduino beserta shieldnya yang memakan arus yang cukup besar, yaitu sekitar 25.8 mA.

Kata Kunci : XBee, ZigBee/IEEE 802.15.4, Android, Performansi, Daya.

---

Telkom  
University

### Abstract

Home automation is a concept that is a combination of hardware and application software to work together and control the electronic devices that operate in a place, for example in the modern home, with or without direct human view[1]. Previous technologies such as X11, Bluetooth, and Wi-Fi has its limitations as a base for home automation, which had a cable on X11, the limited number of devices in Bluetooth, and the need for power / energy needed for sending data over Wi-Fi. Controlling devices in home automation also need one tool to one device. To overcome this, ZigBee technology was created, wick controllable through Android.ZigBee is an IEEE 802.15.4-based technology that can save more power, has a range up to 80 m, and can form a lot of nodes in the network.

In this study, examined the use of ZigBee protocol and how to implement it for home automation device, with case study house lights are controlled by Android devices. The parameters used to demonstrate the performance of this research is RSSI, throughput, round trip time, and energy efficiency. ZigBee devices that use XBee S2 is a collaboration between the microcontroller Arduino XBee S2 module so that it can be easier to operate.

From the results of the experiment showed that the XBee device is able to work with the round trip time value from 60 - 160 ms and throughput is about 7 operations per second. Even so, the XBee only able to work in range about 10-20 meters if the module is placed in a different space, and able to work up to 80 meters if the module is placed in a room without barrier. As for the power consumption is obtained that a battery with a voltage of 3.7 volts with a capacity of 790 mAh will last only about less than 28 hours, if the frequency XBee sleep time was 7.5 seconds. It is influenced by the use of the Arduino microcontroller along the shield consuming considerable stream, which is about 25.8 mA

Keywords : XBee, ZigBee / IEEE 802.15.4, Android, Performance, Power.

---

# 1. Pendahuluan

## 1.1. Latar belakang

*Home automation* merupakan suatu konsep yang merupakan gabungan dari aplikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang bekerja secara bersama dan mengendalikan perangkat elektronik yang beroperasi pada suatu tempat, misalnya di rumah *modern* tanpa atau dengan sepenghlihatan manusia secara langsung[1]. Sistem *home automation* menyediakan pengendalian secara lokal atau *remote* pada perangkat elektronik melalui perangkat *remote controller* atau bisa juga perangkat komputer. Jadi, penghuni dapat dengan mudah melakukan pengendalian terhadap perangkat elektronik rumah tangga mereka dalam satu atau lebih pengendali. Antara pengendali dengan perangkat yang dikendalikan dapat dihubungkan dengan berbagai cara. Misalnya dengan kabel maupun dengan teknologi *wireless*. Penggunaan teknologi kabel sudah diperkenalkan satu dekade lalu melalui teknologi *XII* dengan menggunakan Java sebagai antar muka pengendali[1]. Namun, kabel kurang efektif karena dapat dengan mudah rusak serta perlu biaya tambahan untuk perawatan. Teknologi *wireless* pun diterapkan dengan menggunakan *Bluetooth*[4]. Teknologi *Bluetooth* dapat menggantikan kabel secara efektif karena tanpa terbatas pada jaringan yang statis sehingga dapat bersifat *mobile* dan tidak perlu tambahan biaya lagi untuk perawatan kabel. *Bluetooth* pun dirasa masih mempunyai kekurangan apabila digunakan sebagai protokol komunikasi untuk sistem *home automation*, yaitu *delay*-nya akan bertambah seiring penambahan perangkat *Bluetooth* (penambahan node). Untuk menanggulangi masalah tersebut diperkenalkanlah teknologi *ZigBee*.

*ZigBee* merupakan protokol dari keluarga *IEEE 802.15.4* yang digunakan sebagai protokol komunikasi dengan pemrosesan data yang rendah pada jaringan untuk sistem kontrol dan sensor. Penggunaan *ZigBee* pada jaringan dimaksudkan untuk konsumsi daya yang rendah. *ZigBee* didesain untuk komunikasi *WSN* (*Wireless Sensor Network*). Sebuah modul *ZigBee* bekerja pada jaringan *mesh* dan dapat bekerja dengan jarak sampai 100 m pada lokasi tertutup (*indoor*) dan jika bekerja pada ruang terbuka (*outdoor*) dapat bekerja hingga 1500 m.

Lampu rumah merupakan perangkat rumah tangga yang sangat dibutuhkan dan setiap rumah pasti memiliki lampu sebagai alat penerangan baik di dalam atau di bagian luar di sekitar rumah. Sering sekali penghuni rumah lupa menyalakan lampu ketika akan atau sedang bepergian dan memiliki keinginan untuk menyalakannya di waktu malam. Namun, keinginan tersebut tidak dapat dilakukan karena saklar yang mungkin berada di dalam rumah sehingga harus ada orang yang menghidupkannya dari dalam rumah. Untuk itulah dibutuhkan kendali jarak jauh yang berguna untuk memantau keadaan sekaligus sebagai pengendali lampu rumah. Lampu rumah juga memiliki sifat yang *generic*, artinya adalah lampu rumah dapat menggambarkan atau mewakili *state* saklar.

*Android* merupakan sistem operasi *smartphone* yang paling banyak digunakan di dunia. Sekitar 46.9% pengguna *smartphone*, sistem operasi yang digunakan adalah *Android*. Di samping itu 89% pengguna *smartphone*, menggunakan dan memanfaatkan *smartphone* setiap hari dalam kesehariannya. Di samping hal tersebut, *Android* juga menyediakan SDK (*Software Development Kit*) yang *open source* dan dapat digunakan secara gratis, sehingga memudahkan

*developer* untuk melakukan pengembangan aplikasi di atas sistem operasi *Android*. Dokumentasinya serta *tutorial*-nya pun dapat dengan mudah diperoleh melalui *Internet*. Sehingga, aplikasi yang berbasis *Android* dapat lebih mudah diterapkan dan lebih mudah di-*install* dari satu perangkat ke perangkat lainnya, tentunya jika sistem operasi yang digunakan adalah *Android*.

Sistem *home automation* yang memanfaatkan jaringan *ZigBee* mempunyai keterbatasan, yaitu hanya dapat melakukan transmit data maksimum pada kisaran 250 Kbps serta tidak ditujukan untuk pengiriman data secara terus-menerus (*continue*) karena dapat memperpendek umur baterai, jika digunakan baterai sebagai sumber arus. Hal ini tentu saja menjadi pertimbangan bagaimana merancang suatu sistem *home automation* terutama pada sistem pengendali yang menggunakan protokol *ZigBee*.

## 1.2. Perumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, berikut adalah rumusan masalah yang dapat dirumuskan:

- Bagaimana mengimplementasikan penggunaan teknologi *ZigBee* untuk mengendalikan lampu?
- Bagaimana besaran RSSI, waktu *round trip time* serta *throughput* yang dihasilkan oleh perangkat *ZigBee* sebagai protokol komunikasi untuk kendali?
- Bagaimana merancang antarmuka pengendali yang sederhana dan mudah digunakan?
- Bagaimana pengaruh penggunaan *ZigBee* sehingga dapat menghemat daya listrik?

## 1.3. Batasan masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- Mengimplementasikan jaringan berbasis *ZigBee* dengan topologi star, tanpa menggunakan *router*.
- Sistem pengendali menggunakan *Android*, sistem *server* diprogram dengan menggunakan bahasa *Java*.
- Komunikasi dari *client* ke *server* menggunakan protokol TCP dengan memanfaatkan jaringan lokal (*WLAN*).
- Tidak membahas teknik pemrograman *server* dengan *Java*.

## 1.4. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Membangun *prototype* sistem *Home Automation* untuk pengendalian lampu berbasis *ZigBee* dengan pengendali berbasis *Android*.
- Menganalisis performansi sistem yang dibuat dengan berdasarkan pada RSSI, waktu *round time trip* dan *throughput* yang dihasilkan.
- Menganalisis efisiensi penggunaan daya.

## 1.5. Hipotesa

Hipotesa untuk penelitian ini adalah:

- a. RSSI, *round trip time* dan *throughput* yang dihasilkan dapat mencukupi kebutuhan minimal untuk pengendalian lampu jarak jauh dengan menggunakan perangkat *smartphone Android*.
- b. *ZigBee* dapat bekerja secara *real time*.

### 1.6. Metodologi penyelesaian masalah

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penyelesaian penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Pengumpulan data dan studi literatur  
Pengumpulan data didapatkan dari dokumentasi perangkat keras yang digunakan. Referensi dan studi literature meliputi *Home Automation Design, ZigBee Protocol Stack*, yang bersumber dari *Internet*, buku, *paper*, artikel, dll.
- b. Perancangan model sistem.  
Perancangan sistem menggunakan model *Object Oriented*.
- c. Implementasi Sistem.  
Sistem ini akan diimplementasikan menggunakan *Java* untuk perancangan aplikasi dan antarmuka, sedangkan untuk mikrokontroler yang digunakan adalah *Arduino*.
- d. Pengukuran sistem.  
Pengukuran sistem dilakukan untuk mencari RSSI, *throughput*, dan *round trip time* untuk mengetahui seberapa baik perangkat *ZigBee* dapat bekerja.
- e. Analisis hasil  
Analisis sistem dilakukan untuk mengetahui berapa tingkat efektifitas dengan menganalisis tingkat *round trip time* dan *throughput* yang dihasilkan.
- f. Pembuatan laporan  
Tahapan terakhir dari penelitian ini adalah pembuatan laporan, berfungsi sebagai dokumentasi terhadap proses dan hasil penelitian yang telah dilakukan.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengukuran dan analisis yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan:

1. Dapat mengimplementasikan *prototype* dari sistem *Home Automation* berbasis protokol *ZigBee* dengan pengendali *Android*. *User* dapat mengendalikan lampu secara jarak jauh melalui *Smartphone Android* dan sistem dapat mengatasi penambahan dan pengurangan aktuator.
2. Dari percobaan yang dilakukan, diperoleh bahwa RSSI yang dianggap baik untuk melakukan pengiriman data adalah kurang lebih di bawah -76 dBm. Sedangkan untuk RTT, diperoleh nilai dari 60 hingga 170 ms, dengan *throughput* sekitar 7 kali operasi dalam 1 detik.
3. Aktuator bertahan kurang dari 28 jam jika *power source* yang digunakan adalah baterai dengan kapasitas baterai 470 mAH.

### 5.2. Saran

1. Sistem dapat dikembangkan ke dalam sistem yang berbasis web, sehingga pengendali tidak terbatas pada *Android*.
2. Penggunaan mikrokontroler dapat dihilangkan dan menggantinya dengan memanfaatkan *input output* dari modul XBee S2 secara langsung, sehingga dapat lebih menghemat daya.

## Daftar Pustaka

- [1] Alkar, Ali Ziya, Selcuk Gecim, H., Gunney, M., 2010 *Web Based ZigBee Home Automation System, IEEE 94* 290-296.
- [2] Ryan, J.L., 1989, *Home Automation, Electronics and Engineering Journal August* 185-192.
- [3] Sharma, H., Kumar Sachan, V., Akhtar Imam, S., 2012, *Energy Efficiency of the IEEE 802.15.4 Standard in Wireless Sensor Networks: Modeling and Improvement Perspectives, International Journal of Computer Applications* 58 12-20.
- [4] Gill, K., Hua-Yang, S., Yao, F. Lu, Xin, 2009, *A ZigBee-Based Home Automation System, IEEE Transactions on Consumer Electronics* 55 422-430
- [5] Callaway, E., Gorday, P., Hester, L., 2002, *Home Networking with IEEE 802.15.4: A Developing Standard for Low-Rate Wireless Personal Area Networks, IEEE 0163* 70-77.
- [6] John Robbles, R., Kim, H., 2010, *Applications, Systems and Methods in Smart Home Technology: A Review, International Journal of Advanced Science and Technology* 15 37-48.
- [7] Rapplogic, *xbee-api: A Java API for Digi XBee/XBee-Pro OEM RF Modules*, 2013, <https://code.google.com/p/xbee-api/>.
- [8] Woodwall, W., 2010. *Auburn University Proteus Project*, [https://github.com/wjwwood/au-proteus/blob/master/xbee-api/src/com/GCS/xbee\\_test/XBeePtPTest\\_Send.java](https://github.com/wjwwood/au-proteus/blob/master/xbee-api/src/com/GCS/xbee_test/XBeePtPTest_Send.java).
- [9] Khan, S.S., Khoduskar, A., Dr. Koli, N. A., 2011, *Home Automation System, International Journal of Advanced Engineering Technology* 2 129-132.
- [10] Skrzypczak, L., Grimaldi, D., Ralk R., 2009, *Basic Characteristics Of ZigBee And Simpliciti Modules to Use in Measurements Systems, IMEKO World Congress Fundamental and Applied Metrology*, 6 1456-1460
- [11] Sugiarto, B., 2010, *Perancangan Sistem Pengendalian Suhu pada Gedung Bertingkat dengan Teknologi Wireless Sensor Network, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4 62-68
- [12] Digi International Inc., *XBee/XBee-PRO ZB RF Modules*

- [13] Si Alhir, Sinan., 2003, *Learning UML*, O'Reilly
- [14] R. Margaret, *Definition round-trip-time*,2007,  
<http://searchnetworking.techtarget.com/definition/round-trip-time>.
- [15] Arifin, D. A.,*Pengukuran Besaran Listrik*,2012,Universitas Mercu Buana
- [16] Seidman, S. *Calculating battery life of Arduino + XBee Project*,2013,  
<http://electronics.stackexchange.com/questions/71744/calculating-battery-life-of-arduino-xbee-project/71745#71745>
- [17] Anonim, [en.wikipedia.org/wiki/ZigBee](http://en.wikipedia.org/wiki/ZigBee)
- [18] Widodo, S., *Arus Listrik dalam Rangkaian*,[belajar.kemdiknas.go.id](http://belajar.kemdiknas.go.id)
- [19] Mayalarp, V., Limpaswadpaisarn, N., Poombansao T., Kittipiyakul S., 2010,  
*Wireless Mesh Networking with XBee* , School of Information, Computer, and  
Communication Technology
- [20] Anonim.*ZigBee Topologies*.  
<http://www.jennic.com/elearning/zigbee/files/html/module/module2-1.htm>
- [21] Anonim,*Home Automation Public Profile*,2010,*ZigBee Alliance*
- [22] *Smartphone Users Around the World – Statistics and Facts [Infographic]*,2012,  
<http://www.go-gulf.com/blog/smartphone/>
- [23] STU,*Measuring the current draw of an Arduino project*,2012,  
<http://blog.cuyahoga.co.uk/2012/06/measuring-the-current-draw-of-an-arduino-project/>