

Implementasi dan Analisa Jaringan Wireless Sensor Untuk Monitoring Suhu, Kelembaban dan Kadar CO₂ Pada Ruangan

Aditya Kurniawan^{1,*}, Rendy Munadi¹, Ratna Mayasari¹

¹ Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom Bandung

* E-mail : adityakurniawan@student.telkomuniversity.ac.id

Abstrak. Dewasa ini WSN berkembang sangat pesat terutama di bidang *monitoring*. Pada saat ini sistem *monitoring* masih banyak menggunakan kabel sebagai penghubung objek dengan *Personal Computer*, dan hanya sedikit objek yang dapat *dimonitoring* secara bersamaan. Jika kita *memonitoring* 100 ruangan maka kita harus menyiapkan kabel yang menghubungkan ke 100 ruangan tersebut. Oleh karena itu, diperlukan proses *monitoring* yang terdiri dari lebih dari satu jalur yang efisien. Selain itu kualitas jaringan pada sistem ini dituntut bagus agar data yang diperoleh tepat dan dapat diproses. Untuk itu maka perlu diadakan percobaan membahas kualitas jaringan diatas untuk beberapa *node* dan jenis topologi yang berbeda. Hasil dari perancangan dan realisasi sistem sensor yaitu hasil perhitungan nilai suhu, kelembaban dan kadar CO₂ secara *wireless* dengan jarak 61,84 meter tanpa *router node* dan lebih dari 65 meter dengan *router node* dalam *indoor*. Selain itu sensor DHT11 memiliki *error rate* sebesar 0,08 %, hal ini menunjukkan bahwa sensor DHT11 memiliki kualitas yang baik . Sedangkan sensor MG811 memiliki kualitas yang bagus karena dalam pengujian kadar ppm beberapa kondisi orang bernafas menunjukkan hasil yang stabil.

Kata Kunci: DHT 11, MG811, *Monitoring*, *Wireless Sensor Network*, Xbee S2

1. Pendahuluan

Kenyamanan dalam ruangan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Kualitas udara merupakan salah satu faktor utama yang menentukan kesehatan dalam ruangan maupun diluar ruangan. Dan salah satu parameter kualitas udara adalah karbon dioksida (CO₂). Gas yang tidak terlihat tetapi mematikan ini. Yang menyebabkan berbahaya karena gas tersebut tidak berbau pada konsentrasi yang kecil. Jadi, Anda tidak akan tahu kapan kadar CO₂ terlalu banyak di sekitar Anda, kecuali Anda mulai merasa pusing. Dan disaat itu, kadar gas tersebut telah memasuki tahap berbahaya.

Proses *monitoring* dapat menjadi salah satu solusi untuk mengetahui kondisi ruangan kita apakah sehat atau tidak . Untuk dapat *memonitoring* bagaimana keadaan kualitas udara itu baik atau tidak, maka dibutuhkan suatu alat yang dapat mendeteksi keadaan udara dalam suatu ruangan . Biasanya proses *monitoring* ini masih dilakukan secara manual dengan memanfaatkan tenaga manusia untuk menuju lokasi yang ingin di analisa.

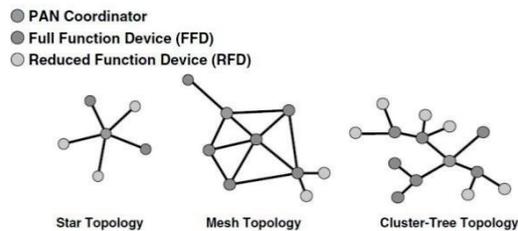
Sehingga penulis ingin mengembangkan suatu alat yang bertujuan untuk *memonitoring* kondisi ruangan. Dimana alat tersebut sederhana , dan mudah dipasang. Alat ini dilengkapi dengan sensor untuk mendeteksi beberapa faktor yang dianggap perlu untuk di *monitoring* dengan daya yang seminimal mungkin. CO₂. Berikut adalah beberapa riset yang mengembangkan beberapa konsep *monitoring* ini , seperti “Perancangan dan Pembuatan Wireless Sensor Network Menggunakan Wifi Bee Untuk *Monitoring* Suhu dan Kelembaban” dari fakultas teknik Universitas Malang, “*Monitoring* kandungan karbondioksida (CO₂) dalam sebuah model ruangan berbasis mikrokontroller ATMEGA8535” dari Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

2. Landasan Teori

2.1 Wireless Sensor Network

Wireless Sensor network adalah sebuah infrastruktur yang terdiri dari kemampuan pengindraan (mengukur), penghitungan, dan elemen komunikasi yang memberikan kemampuan untuk instrumen, mengamati, dan bereaksi terhadap peristiwa dan fenomena pada lingkungan tertentu. Pengguna jaringan ini sebagian besar adalah sipil, pemerintah, komersial atau industri^[1].

2.2 Topologi pada IEEE 802.15.4^[1]



Gambar 1 Topologi pada IEEE 802.15.4^[1]

Protocol IEEE 802.15.4 merupakan standar untuk gelombang radio yang digunakan sebagai *protocol* pada WPAN (*Wireless Personal Area Network*). Berdasarkan *logical device*, zigbee dapat dibedakan dari *logical device* tersebut. Ada 3 kategori dari *logical device* diatas.

1. *Node coordinator*, perangkat FDD yang bertanggung jawab untuk pembentukan jaringan dan kontrol.
2. *Node Router*, perangkat FDD yang mendukung fungsi data routing, sebagai perangkat yang meneruskan pesan antar perangkat terpencil di seluruh jalur multihop
3. *End Device*, perangkat FDD yang hanya berfungsi untuk komunikasi dengan *parent*

2.3 MG811^[5]



Gambar 2 Sensor MG811^[5]

Sensor ini mengadopsi prinsip sel *solid elektrolit*. Sensor ini terdiri dari Udara, Au|NASICON||carbonate|Au, udara, CO₂. Ketika sensor mendeteksi CO₂, terjadi reaksi elektrode

Reaksi katoda : $2\text{Li} + \text{CO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{e}^- = \text{Li}_2\text{CO}_3$

Reaksi Anoda : $2\text{Na} + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{e}^- = \text{Na}_2\text{O}$

2.4 DHT11^[6]



Gambar 3 Sensor DHT11^[6]

Sensor DHT11 adalah modul sensor temperatur dan kelembaban udara relatif dalam satu paket. Sensor ini terdiri dari komponen yang relatif sensitif terhadap kelembaban, perangkat deteksi temperatur tersambung di *microcontroller* 8 bit. Sensor DHT11 ini mampu mengukur suhu dari 10° – 40° C dan kelembaban 60%RH atau dibawahnya.

2.5 Arduino Uno^[7]



Gambar 4 Arduino Uno^[7]

Arduino uno adalah suatu sistem *microcontroller* berdasarkan Atmega328. Arduino uno memiliki 14 digital input / output (dimana 6 bisa digunakan untuk PWM output), 6 analog input, 16MHz kristal osilator, USB koneksi, power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino uno berbeda dari semua papan sebelumnya dalam hal itu tidak menggunakan *chip driver* FTDI USB-to-serial.

2.6 Xbee RF Modules^[8]



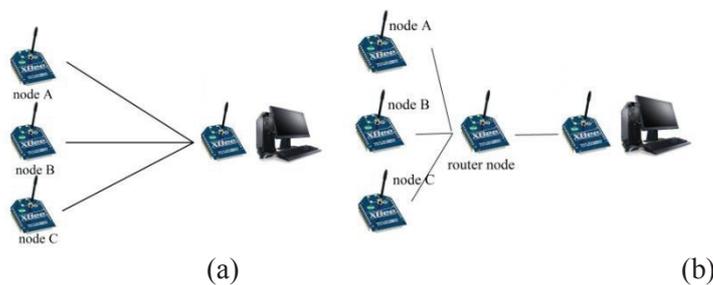
Gambar 5 Xbee S2^[8]

Xbee RF Modules dirancang dari standart IEEE 802.15.4 yang membutuhkan daya yang kecil untuk untuk *Wireless Sensor Network*. Modul ini beroperasi pada ISM frekuensi 2.4 GHz dengan pin – pin yang kompatibel dengan lain (X-bee lain).

3. Perancangan

Gambaran Umum Sistem

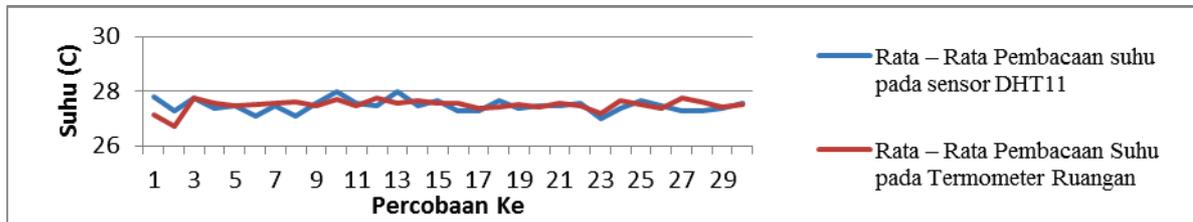
Sistem ini dibuat dengan 2 macam topologi yaitu *singlehop* dan *multihop* dengan jumlah *node* bervariasi . Untuk realisasi hardwarenya akan diberikan 4 *node* dengan rincian 3 *node* akan dipasang sensor untuk mengukur suhu, kelembaban , dan kadar CO₂ (end device) dan 1 *node* akan berperan sebagai receiver ke PC (coordinator) dengan jarak yang bervariasi.



Gambar 6 Skenario Percobaan (a) singlehop (b) multihop

4. Pembahasan

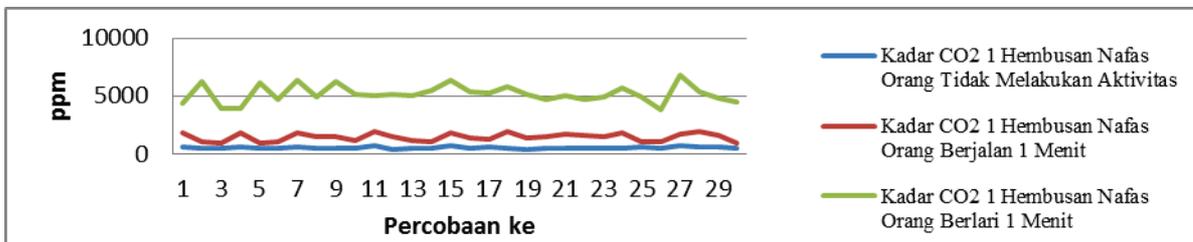
4.1 Analisis keakuratan sensor DHT11



Gambar 8 Grafik Percobaan Sensor DHT11

Dari perhitungan *error rate* diatas didapatkan nilai 0,08%, hal ini menunjukkan bahwa kesalahan pembacaan pada sensor sangat kecil sehingga bisa dibilang sensor ini bagus dan teruji untuk menghitung suhu ruangan.

4.2 Analisis keakuratan sensor MG811



Gambar 9 Grafik Percobaan Sensor MG811

Dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa sensor berjalan dengan baik dan cukup akurat dengan ditunjukkan dari kadar ppm beberapa kondisi, yaitu kadar CO₂ satu hembusan dari orang yang tidak melakukan aktivitas lebih kecil dari orang yang berjalan satu menit, dan kadar CO₂ (ppm) orang yang berjalan satu menit lebih kecil daripada orang yang berlari 1 menit.

4.3 Analisis Jangkauan Kerja xbee S2

Tabel 1 Hasil Pengujian Jarak Kerja Xbee S2

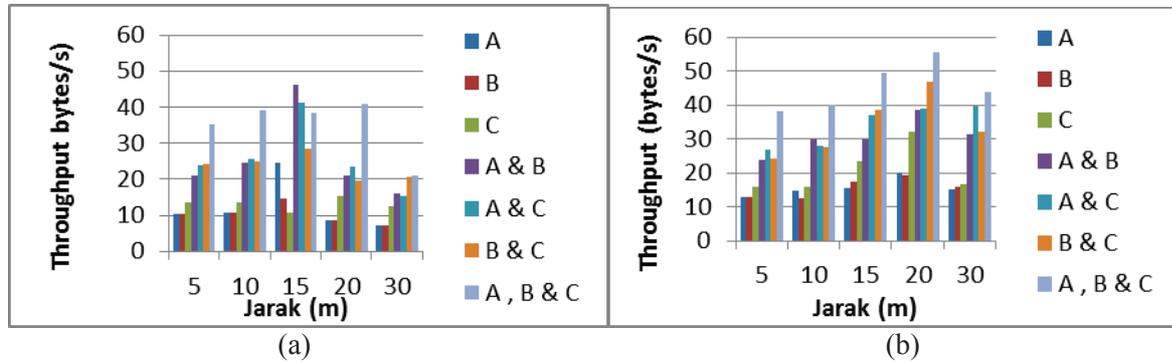
Jarak (m)	Status (Tanpa Router Node)	Status (Dengan Router Node)
10	Terhubung	Terhubung
20	Terhubung	Terhubung
30	Terhubung	Terhubung
40	Terhubung	Terhubung
50	Terhubung	Terhubung
60	Terhubung	Terhubung
61,84	Tidak Terhubung	Terhubung
65	Tidak Terhubung	Terhubung

Dari data tabel 1 saat tanpa *router node* pada jarak 0 meter sampai 61,83 meter *end device* masih terhubung dengan *coordinator node*, tetapi ketika jarak antara kedua node berubah menjadi 61,84 meter *end device* tidak bisa terhubung dengan *coordinator node*. Di sisi lain (dengan *router node*) pada jarak 0 meter sampai 65 meter *end device* masih terhubung dengan *coordinator node*. Dengan demikian dari data ini menunjukkan bahwa ketika pada topologi ditambahkan *router node* maka jarak *maksimal* jangkauan kerja xbee akan bertambah hal ini disebabkan karena ada *router node* ditengah tengah topologi yang berfungsi penghubung sinyal antara *end device* dan *coordinator node*.

4.4 Analisis Kualitas Jaringan Xbee S2

Pada analisa kualitas jaringan Xbee S2 ini dilakukan pengujian berdasarkan jumlah *node* dan topologinya (*singlehop* dan *Multihop*). Pengujian dilakukan di gedung N Universitas Telkom lantai 3 dengan jarak antara *end device* dengan *coordinator node* 5m, 10m, 15m, 20m, dan 30m.

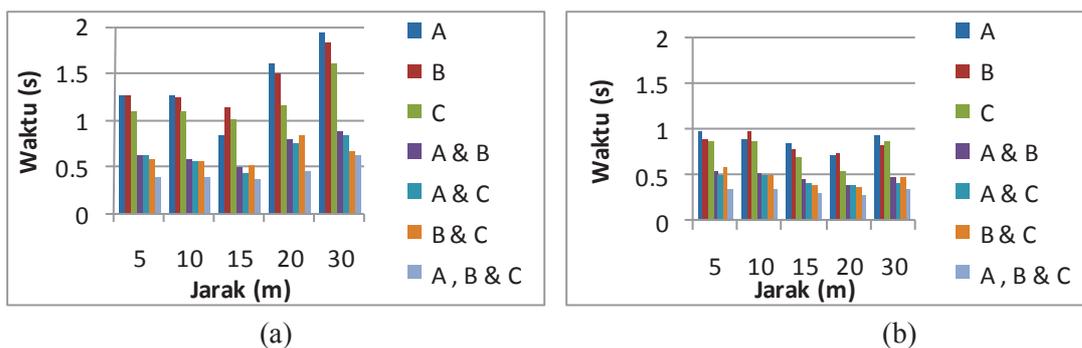
4.4.1 Throughput



Gambar 10 (a) Hasil Data Throughput Singlehop (b) Hasil Data Throughput Multihop

Dari data gambar 10 menunjukkan peningkatan *throughput* pada jarak 5 meter sampai 15 meter pada *singlehop* dan pada jarak 5 meter sampai 20 meter pada *multihop*. Setelahnya *throughput* cenderung turun. Hal ini dapat disimpulkan bahwa xbee S2 mempunyai jarak optimal sistem yaitu pada *singlehop* disekitaran 15 meter dan pada *multihop* (dengan 1 *node router*) di sekitaran 20 meter. Setelah jarak optimal tersebut, semakin jauh jarak *end device* dan *coordinator node* *throughput* sistem akan semakin berkurang. Sedangkan pengaruh banyaknya *node* terhadap *throughput* sistem adalah semakin banyak *node* yang aktif maka semakin tinggi pula *throughputnya*. Hal ini dikarenakan banyaknya paket yang diterima pada sisi RX yang menjadikan *throughput* di sisi RX juga bertambah pada sisi topologi, pada *multihop* besar *throughput* yang didapat lebih besar dari pada yang *singlehop*. Hal ini disebabkan karena ada *router node* yang berfungsi meneruskan sinyal dari *end device* ke *coordinator node*.

4.4.2 Delay Interarrival



Gambar 11 (a) Hasil Data Delay Interarrival Singlehop (b) Hasil Data Delay Interarrival Multihop

Dari data gambar 11 disimpulkan *delay interarrival* akan berbanding terbalik dengan *throughput*. *Delay interarrival* akan semakin kecil pada titik optimal yaitu pada *singlehop* disekitaran 15m dan pada *multihop* (dengan 1 *router node*) di sekitaran 20m. Setelah jarak optimal tersebut, semakin jauh jarak *end node* dan *coordinator node* delay sistem akan semakin bertambah. Karena semakin jauh jarak *node*, waktu yang dibutuhkan TX mengirim ke RX juga semakin lama. Disamping itu, pengaruh banyaknya *node* terhadap *delay interarrival* sistem adalah semakin banyak *node* yang aktif maka semakin kecil *delay interarrivalnya*, hal ini dikarenakan semakin tingginya *throughput* di penerima (RX). Kemudian pada sisi topologi, pada *multihop* *delay interarrival* yang didapat lebih kecil dari pada yang *singlehop*. Hal ini juga disebabkan karena semakin tingginya *throughput* sistem dengan topologi *multihop*.

4.5 Konsumsi Daya

Tabel 2 Hasil Pengujian Konsumsi Energi

No	Node	Konsumsi Energi tanpa node router (mwatt hour)	Konsumsi Energi dengan topologi dengan router node (mwatt hour)
1	A	40,024	35,483
2	A	39,585	36,837
	B	40,284	35.242

Pada pengujian konsumsi energi saat 1 node pengirim dengan topologi *singlehop* sebesar 40,024 *mwatt hour* dan pada topologi *multihop* 35,483 *mwatt hour*. Dan saat 2 node mengirim secara bersama sama didapatkan hasil 39,585 *mwatt hour* dan 40,284 *mwatt hour* pada topologi *singlehop*, sedangkan 36,837 *mwatt hour* dan 45,242 *mwatt hour* pada topologi *multihop*. Secara keseluruhan didapatkan hasil yaitu penggunaan energi lebih sedikit pada topologi *multihop* karena ada *router node* yang berfungsi sebagai perantara antara *end device* dengan *coordinator node* jadi energi yang dibutuhkan lebih sedikit. Sedangkan dengan bertambahnya jumlah *node* tidak begitu berpengaruh terhadap konsumsi

5. Kesimpulan

Sistem yang dirancang dapat mengukur kondisi ruangan (suhu, kelembaban dan kadar CO₂) secara *wireless* dengan jarak 61,84 meter tanpa *router node* dan lebih dari 65 meter dengan *router node* dalam *indoor*. Pengaruh jarak sistem pada analisis *throughput* yaitu semakin jauh jarak antara sistem maka *throughput* di RX semakin kecil. Tetapi pada sistem terdapat jarak optimal yaitu pada *singlehop* 15m dan *multihop* 20m, pada jarak tersebut sistem memiliki kualitas *throughput* paling bagus. Sedangkan pengaruh banyaknya pengirim, semakin banyak *end device* yang mengirimkan data maka semakin besar *throughput* di RX. Jadi, Besar *throughput* di RX berbanding terbalik dengan *delay interarrival* di RX. Semakin tinggi *throughput* di RX, maka semakin kecil *delay interarrival*nya. Begitu sebaliknya, semakin kecil *throughput* di RX maka semakin tinggi *delay interarrival*nya. Di sisi Konsumsi energi di TX dengan topologi *singlehop* lebih tinggi daripada dengan topologi *multihop*. Sedangkan banyaknya *node* yang mengirim tidak berpengaruh terhadap konsumsi energi di TX.

6. Daftar Pustaka

- [1] Sohraby, K., Minoli, D., & Znati, T. (2007). WIRELESS SENSOR NETWORK Technology, Protocols, and Application. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [2] Rahmi1, D. A., Sumardi, & Setiawan, I. (Fakultas Teknik Universitas Diponegoro). Monitoring Kandungan Karbondioksida (CO₂) Dalam Sebuah Model Ruang Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535. Jurnal Fakultas Teknik Universitas Diponegoro .
- [3] Priyono, I. M. (2013). Perancangan dan pembuatan wireless sensor network menggunakan wifi bee untuk monitoring suhu dan kelembaban. Jurnal Universitas Malang.
- [4] Faludi, R. (2011). Buliding Wireless Sensor Network. United States of America: O'Reilly Media, Inc.
- [5] "Datasheet MG811" [online] Diakses September 7, 2015 <http://datasheet.eeworld.com.cn/pdf/219135,ETC,MG811.pdf>
- [6] "Datasheet DHT11" [online] Diakses Maret 21, 2015 <http://www.datasheet4u.com/datasheet-pdf/D-Robotics/DHT11/pdf.php?id=785590>
- [7] "Datasheet Arduino Uno" [online] Diakses Maret 4, 2015, <http://arduino.cc/en/main/arduinoBoardUno>
- [8] "Xbee UserZB Manual" [online] Diakses Desember 17, 2015, <https://www.adafruit.com/datasheets/XBee%20ZB%20User%20Manual.pdf>
- [9] Solichin, A. Pemrograman Web dengan PHP dan MySQL.
- [10] "Datasheet UartSBee v3.1" [online] Diakses Desember 18, 2015, <http://www.seedstudio.com/depot/datasheet/UartSBee%20V3.1.pdf>