

## Implementasi Purwarupa Sistem Pemantau Suhu Serta Kelembaban Berbasis XBEE Sensor Network dan Arduino Uno

Mario Kitsda M Rumlawang<sup>1</sup>, Wijaya Kuniawan<sup>2</sup>, Rizal Maulana<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya  
Email: <sup>1</sup>93rio.roem@gmail.com, <sup>2</sup>wjaykurnia@ub.ac.id, <sup>3</sup>rizal\_lana@ub.ac.id

### Abstrak

Pemantauan suhu dan kelembaban berbasis WSN (*Wireless Sensor Network*). Sistem pemantau yang berbasis WSN memiliki kelebihan dibandingkan dengan berbasis kabel selain biaya instalasi, pemeliharaan dan perbaikan. Penggunaan XBEE-S2 lebih baik digunakan untuk *monitoring* jangka panjang daripada nRF karena hanya menggunakan tegangan rendah 3,3 volt. Meskipun mahal dalam segi biaya tapi jika diperhitungkan untuk jangka panjang akan lebih baik jika harus mengganti secara berkala. Implementasi sederhana dari sistem pemantau suhu dan kelembaban pada bangunan berbasis XBEE *sensor network* dapat diterapkan dalam peternakan ayam yang membantu untuk memantau suhu inkubator dari jarak jauh dan pemakaian Arduino sebagai Mikrokontrolernya merupakan pilihan yang tepat karena fitur yang sesuai dengan karakter XBEE yang membutuhkan pin TX dan RX serta sensor DHT-11 yang membutuhkan banyak pin. Pemilihan topologi dalam pengiriman data juga sangat penting untuk diketahui sebelum melakukan pemasangan sistem agar mendapatkan hasil yang maksimal. Sensor *node* menggunakan Arduino uno dan menggunakan modul XBEE-S2 sebagai media pengiriman serta penerimaan data dan menggunakan dua Topologi yang berbeda yaitu Topologi *star* dan Topologi *tree* yang pengujian jarak dan *throughput* ditampilkan langsung pada program XCTU. Pengujian dengan topologi *tree* yang memiliki *throughput* tertinggi 0.31 Kbps dan terendahnya 0.03 Kbps sedangkan topologi *star* mencapai angka tertinggi 0.59 Kbps dan terendah 0.51 Kbps. Hal tersebut disebabkan pengiriman pada topologi *star* langsung ke *Coordinator*.

**Kata Kunci :** *Wireless Sensor Network, XBEE, Topologi Star, Topologi Tree, Throughput.*

### Abstract

*Temperature and humidity monitoring based on WSN (Wireless Sensor Network). monitoring system based on WSN has advantages compared to cable-based in addition to installation, maintenance and repair costs. The use of XBEE-S2 is better used for long-term monitoring than nRF because it only uses a 3.3 v low voltage. Even though it is expensive in terms of cost, if it is calculated for the long term it will be better if you have to replace it regularly. The simple implementation of the temperature and humidity monitoring system in the XBEE sensor network based building can be applied in chicken farms which helps to monitor the incubator temperature remotely and the use of Arduino as a Microcontroller is the right choice because of features that match the XBEE character that requires TX and RX pins and DHT-11 sensors that require a lot of pins. The choice of topology in sending data is also very important to know before installing the system to get maximum results. The node sensor uses Arduino uno and uses the XBEE-S2 module as a medium for sending and receiving data and uses two different Topologies, star topology and tree topology, which tests distance and throughput are displayed directly on the XCTU program. Testing with tree topology has the highest throughput of 0.31 Kbps and the lowest is 0.03 Kbps while the star topology reaches the highest number of 0.59 Kbps and the lowest is 0.51 Kbps. This is due to the delivery of the star topology directly to the Coordinator.*

**Keywords:** *Wireless Sensor Network, XBEE, Star Topology, Tree Topology, Throughput.*

### 1. PENDAHULUAN

Pemantauan suhu dan kelembaban dapat dilakukan dengan mengimplementasikan

sistem SHM (*Structural Health Monitoring*) berbasis WSN (*Wireless Sensor Network*). SHM yang berbasis WSN memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan berbasis kabel

karena selain biaya instalasi, pemeliharaan dan perbaikan murah, WSN memiliki dimensi yang kecil sehingga dapat ditaruh di lingkungan yang tak terjangkau.

Jaringan sensor nirkabel sendiri memiliki beberapa node yang tersebar untuk memantau suatu area atau tempat tertentu, setiap node tersebut biasanya memiliki Topologi yang tidak tetap karena disesuaikan dengan kebutuhan. Hal tersebut dapat dilakukan dan disesuaikan menurut kondisi tempat dengan mengukur getaran, suhu, kelembaban, dll. (Sharma, Mittal, & Rath, 2014).

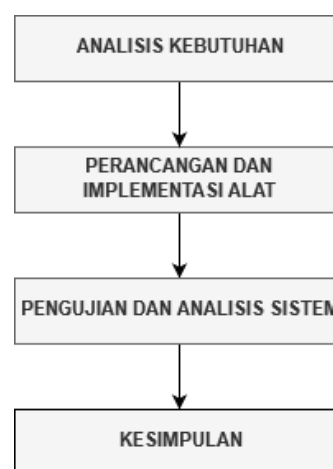
Pemanfaatan WSN dengan menggunakan XBEE dimana merupakan spesifikasi untuk jaringan protokol komunikasi tingkat tinggi dengan menggunakan radio digital berukuran kecil. Kelebihan dari XBEE S2 sendiri adalah memiliki daya rendah sehingga biasa digunakan sebagai alat pengatur secara *Wireless* pengganti NRF atau radio komunikasi lainnya. Pengimplementasian *Wireless Sensor Network* sangat banyak digunakan, terutama di luar negeri.

Peran *Wireless Sensor Network* dengan Topologi adalah salah satunya berada di Topologi *star*. Di dalam implementasi Topologi *star* pada *Wireless Sensor Network*, implementasi diwujudkan dalam bentuk penyediaan sebuah node sensor sebagai node sensor pusat atau *server*, untuk kemudian node sensor lainnya dihubungkan ke *server*. Melakukan pemantauan terhadap kondisi sebuah tempat dari jarak yang berbeda dan 24 jam sehari dengan sistem yang efisien telah menjadi sebuah kebutuhan serta tantangan di zaman sekarang. Salah satu contoh sederhana pemantauan suhu dan kelembaban dapat diimplementasikan menggunakan WSN pada bangunan dapat dimulai dari hal-hal sederhana seperti tempat peternakan ayam atau lainnya. Contoh penerapan XBEE dan sensor suhu serta kelembaban dapat diaplikasikan secara langsung di peternakan ayam untuk mengetahui suhu seperti inkubator dan data hasilnya dikirim menggunakan XBEE tanpa harus membuat peternak selalu melakukan pengecekan langsung suhu di inkubator secara terus menerus. Data hasil sensor dari jarak jauh dapat dikirimkan dengan menggunakan XBEE dan ditampilkan ke layar komputer ataupun laptop. Penggunaan topologi dalam pengiriman data juga sangat penting untuk diketahui sebelum melakukan pemasangan sistem agar mendapatkan hasil yang maksimal.

Permasalahan kali ini akan melakukan Implementasi dan Analisis purwarupa sistem pemantau suhu dan kelembaban pada bangunan berbasis *XBEE sensor Network* dan *arduino uno*. Node sensor tersebut akan menggunakan *Arduino uno* juga menggunakan modul XBEE-S2 sebagai media komunikasi pengiriman dan penerimaan data serta menggunakan dua Topologi yang berbeda dalam pengujiannya yaitu Topologi *star* dan Topologi *tree*.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang dipakai pada penelitian ini mengacu pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Metodologi Penelitian

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu melakukan perancangan serta implementasi pengiriman data XBEE secara umum, dengan menggunakan topologi *star* dan topologi *tree*. Selanjutnya melakukan perancangan dan implementasi pada komunikasi sistem yang menjelaskan keseluruhan kegiatan pertukaran data yang terjadi pada sistem. Penjelasan detail mengenai tahap analisis kebutuhan, perancangan dan implementasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

### 2.1. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan fungsional dari sistem adalah kebutuhan yang harus terpenuhi agar sistem dapat dikatakan bekerja sesuai tujuan. Berikut merupakan beberapa kebutuhan fungsional pada sistem sebagai berikut.

#### 1. Akuisisi Data Sensor

Fungsi ini yang membuat sensor mengambil data terlebih dahulu sebelum dikirimkan ke XBEE *Coordinator* melalui

XBEE Router/End Device.

## 2. Pengiriman Data Sensor

Fungsi ini yang membuat sensor mengirimkan data hasil sensor ke XBEE Coordinator melalui XBEE Router/End Device yang akan ditampilkan pada serial monitor XCTU.

## 3. Pengiriman data dengan mode Topologi star

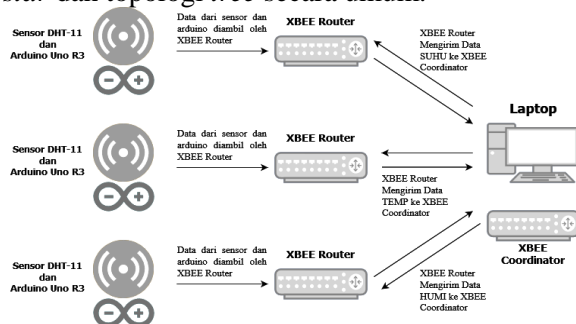
Fungsi ini yang membuat sensor mengirimkan data hasil dengan mode Topologi star pada program XCTU dalam jaringan ID yang sudah diatur yaitu 2018. Dimana 3 XBEE Router yang akan mengirimkan data secara langsung ke 1 XBEE Coordinator.

## 4. Pengiriman data dengan mode Topologi tree

Fungsi ini yang membuat sensor mengirimkan data hasil dengan mode Topologi tree. Untuk melakukan mode ini maka dilakukan pengaturan 1 XBEE Coordinator, 1 XBEE Router, dan 2 XBEE End Device. Data yang dikirim dari masing-masing End Device menuju ke Coordinator harus melalui Router terlebih dahulu.

## 2.2. Rancangan Umum Kerja Alat.

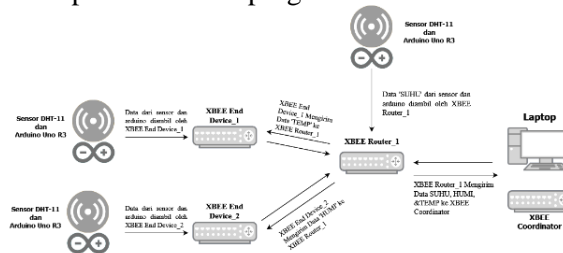
Pada bagian ini menampilkan tentang pengiriman dan penerimaan data berdasarkan perancangan fungsi node dalam mode topologi star dan topologi tree secara umum.



Gambar 2. Gambaran umum kerja alat Topologi Star.

Gambar.2 menjelaskan konsep umum pengiriman data dari sistem pemantau suhu dan kelembaban berbasis XBEE Sensor Network. Di sini ada 3 buah XBEE Router yang digunakan untuk mengambil data dari sensor dan mengirim ke XBEE Coordinator untuk

ditampilkan melalui program XCTU.



Gambar.3 Gambaran umum kerja alat Topologi Tree.

Sedangkan pada Gambar.3 konsep pengiriman data berbeda dengan topologi star karena menggunakan topologi tree yang dimana 2 buah XBEE End Device mengirim data hasil sensor kepada XBEE Router dan kemudian semua data hasil sensor dikirim ke XBEE Coordinator.

## 2.3. Rancangan Fungsi Node Sensor.

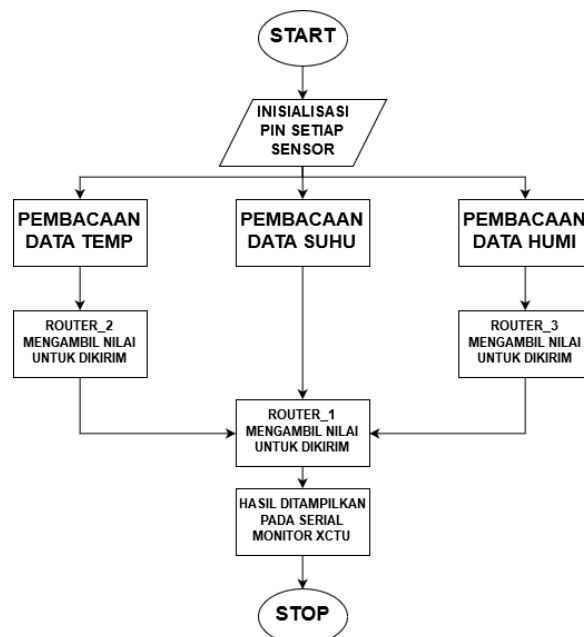
Pada bagian ini dijelaskan mengenai pengiriman dan penerimaan data berdasarkan perancangan fungsi node secara umum serta bagaimana perancangannya dalam mode topologi star dan topologi tree.

Pada Gambar.4, setiap node XBEE Router/End Device yang terhubung dengan sensor, terlebih dahulu mengambil data berupa suhu dan kelembaban kemudian dikirim ke XBEE Coordinator. Jika XBEE Coordinator berhasil merespon XBEE Router/End Device maka data akan langsung dikirim dan ditampilkan pada serial monitor program XCTU. Berikut adalah diagram alir fungsi Node Sensor mengirim data ke XBEE.



Gambar 4. Diagram alir fungsi node sensor mengirim data secara umum

dikirim ke XBEE Coordinator.



Gambar 6. Diagram alir fungsi node sensor mengirim data mode topologi tree



Gambar 5. Diagram alir fungsi node sensor mengirim data mode topologi star

Pada diagram alir topologi star di Gambar.5, menunjukkan setiap node XBEE Router yang terhubung dengan sensor, terlebih dahulu mengambil data berupa data 'SUHU', data 'TEMP', dan data 'HUMI' kemudian dikirim langsung ke XBEE Coordinator.

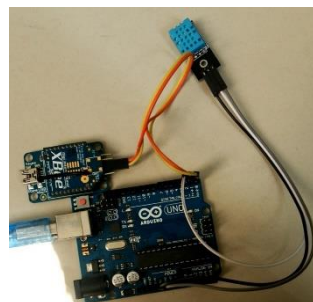
Berikut ini diagram alir topologi tree dapat dilihat pada Gambar.6, dimana setiap node XBEE End Device yang terhubung dengan sensor, terlebih dahulu mengambil data berupa data 'TEMP', dan data 'HUMI' kemudian dikirim menuju ke Router\_1 terlebih dahulu setelah semua data masuk maka akan langsung

## 2.4. Implementasi Perangkat Keras

Berdasarkan perancangan perangkat keras yang ditujukan pada metodologi penelitian dan perancangan, maka proses implementasi perangkat keras dapat dijelaskan pada langkah-langkah berikut ini.

### 1. Perangkat Router\_1

Pemasangan alat yang berfungsi sebagai pengirim data dapat dilihat pada Gambar.7. XBEE Router dan sensor DHT-11 dihubungkan ke Arduino Uno.



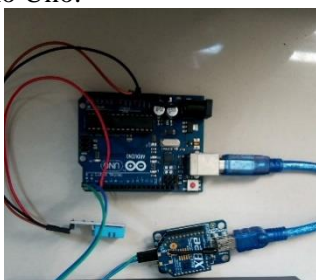
Gambar 7. Perangkat Router\_1 dan XBEE

- Menyiapkan modul Arduino Uno R3.
- Menyiapkan XBEE Serial USB dan XBEE S2.
- Menyiapkan sensor DHT-11 1 buah dan kabel jumper sesuai dengan pin yang akan digunakan.
- Pin TX dan RX pada XBEE Serial USB dihubungkan pada Arduino Uno R3.

- e) Pin (+) DHT-11 dihubungkan pada pin 5V Arduino Uno R3, Pin (-) dihubungkan ke GND, dan Pin (out) dihubungkan pada pin digital 2 di Arduino Uno R3 sebagai pembaca data suhu dan kelembaban yang akan dikirimkan pada XBEE S2.
- f) Data keluar “SUHU”.

## 2. Perangkat Router\_2

Pemasangan alat yang berfungsi sebagai pengirim data dapat dilihat pada Gambar.8. XBEE Router dan sensor DHT-11 dihubungkan ke Arduino Uno.

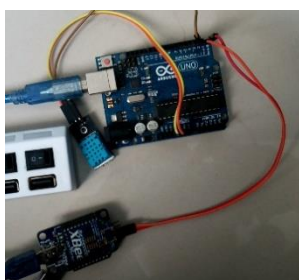


Gambar 8. Perangkat Router\_2 dan XBEE

- a) Menyiapkan modul Arduino Uno R3
- b) Menyiapkan XBEE Serial USB dan XBEE S2
- c) Menyiapkan sensor DHT-11 1 buah dan kabel jumper sesuai dengan pin yang akan digunakan.
- d) Pin TX dan RX pada XBEE Serial USB dihubungkan pada Arduino Uno R3.
- e) Pin (+) DHT-11 dihubungkan pada pin 5V Arduino Uno R3, Pin (-) dihubungkan ke GND, dan Pin (out) dihubungkan pada pin digital 2 di Arduino Uno R3 sebagai pembaca data suhu dan kelembaban yang akan dikirimkan pada XBEE S2.
- f) Data keluar “TEMP”.

## 3. Perangkat Router\_3

Pemasangan alat yang berfungsi sebagai pengirim data dapat dilihat pada Gambar.9. XBEE Router dan sensor DHT-11 dihubungkan ke Arduino Uno.



Gambar 9. Perangkat Router\_3 dan XBEE

- a) Menyiapkan modul Arduino Uno R3
- b) Menyiapkan XBEE Serial USB dan XBEE S2
- c) Menyiapkan sensor DHT-11 1 buah dan kabel jumper sesuai dengan pin yang akan digunakan.
- d) Pin TX dan RX pada XBEE Serial USB dihubungkan pada Arduino Uno R3.
- e) Pin (+) DHT-11 dihubungkan pada pin 5V Arduino Uno R3, Pin (-) dihubungkan ke GND, dan Pin (out) dihubungkan pada pin digital 2 di Arduino Uno R3 sebagai pembaca data suhu dan kelembaban yang akan dikirimkan pada XBEE S2.
- f) Data keluar “HUMI”.

Berikut adalah tabel yang menunjukkan hubungan antara masing-masing pin dari alat yang digunakan.

Tabel 1. Pin Arduino ke sensor DHT-11 dan XBEE

Arduino Uno	DHT-11 & XBEE
Pin VCC	Pin +
Pin GND	Pin -
Pin 2	Pin data
Pin TX	Pin RX
Pin RX	Pin TX

## 4. Perangkat Coordinator

- a) Menyiapkan modul Arduino Uno R3, XBEE S2, XBEE Serial USB dan kabel jumper sesuai dengan pin yang akan digunakan.
- b) Pin TX dan RX pada XBEE Serial USB dihubungkan pada Arduino Uno R3 agar XBEE S2 dapat menerima paket data.

## 3. PENGUJIAN DAN HASIL

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil pengiriman data berdasarkan jarak serta throughput yang didapatkan dari masing-masing XBEE. Pada pengujian ini juga bertujuan untuk mengetahui perbandingan performa antara topologi *star* dan topologi *tree* dalam pemantauan suhu serta kelembaban berbasis XBEE *sensor network* dan Arduino uno.

### 3.1. Pengujian antara Router\_1 terhadap Coordinator.

Hasil pengujian dari berdasarkan jarak dan kekuatan sinyal serta jumlah paket yang berhasil dikirimkan oleh Router\_1 menggunakan program XCTU dapat dilihat pada Tabel.2



Tabel 2. Hasil Pengujian Jarak pada *Router\_1*

Jarak (meter)	Kekuatan Sinyal (dBm)	XBEE Ter-deteksi	Paket Diterima
5	-82	YA	99
5	-79	YA	100
5	-52	YA	100
5	-75	YA	100
5	-86	YA	100
10	-85	YA	98
10	-88	YA	100
10	-91	YA	99
10	-80	YA	99
10	-82	YA	100
15	-94	YA	91
15	-71	YA	100
15	-78	YA	100
15	-78	YA	100
15	-70	YA	100
25	-94	YA	91
25	-82	YA	90
25	-82	YA	95
25	-87	YA	94
25	-86	YA	96
30	-94	YA	27
30	-82	YA	23
30	-82	YA	25
30	-87	YA	34
30	-86	YA	37

Berikut adalah hasil pengujian *throughput* pada *Router\_1* menggunakan program XCTU dapat dilihat pada Tabel.3

Tabel 3. Hasil Pengujian *Throughput* pada *Router\_1*

JARAK (METER)	Instant Transfer Ratio (Kbps)	Average Transfer Ratio (Kbps)
5	2.9	2.67
10	2.97	2.89
15	2.9	2.89

Pada hasil pengujian jarak XBEE *Router\_1* yang telah ditampilkan pada Tabel.2 , maka akan didapati bahwa semakin jauh jarak antar *Router\_1* dengan *Coordinator* maka kekuatan sinyal dari XBEE yang dipakai akan semakin melemah secara fluktuatif. Bahkan jika dilakukan pengujian jarak 25 meter dengan kondisi terhadap oleh dinding atau objek lainnya yang tebalnya melebihi 20cm, data terkirim hanya 10% dari 100 data yang dikirimkan berbeda dengan data yang dikirimkan pada jarak 25 meter tanpa ada banyak penghalang yang lebih baik hasilnya. Pada pengujian jarak 30 meter atau lebih pada area *indoor* dari 100 paket data yang dikirim hanya sekitar 20-40 paket data yang diterima, kebanyakan paket lain tidak terkirim karena

terjadi *error* saat pengiriman data (*TX error*) dan terjadi beberapa kali paket data yang hilang.

Pengujian *Throughput* XBEE *Router\_1* yang ditunjukkan pada Tabel.3 berada pada angka tertinggi 2.9 Kbps di *Instant Transfer Ratio* dan 2.89 Kbps di *Average Transfer Ratio* yang berarti stabil meskipun berada pada jarak yang berbeda.

### 3.2. Pengujian antara *Router\_2* terhadap *Coordinator*.

Hasil pengujian dari berdasarkan jarak dan kekuatan sinyal serta jumlah paket yang berhasil dikirimkan oleh *Router\_2* menggunakan program XCTU dapat dilihat pada Tabel.4. Pengujian dilakukan dengan jarak yang telah ditentukan dan dilakukan selama beberapa kali.

Tabel 4. Hasil Pengujian Jarak pada *Router\_2*

Jarak (meter)	Kekuatan Sinyal (dBm)	XBEE Terdeteksi	Paket Diterima
5	-76	YA	100
5	-79	YA	100
5	-52	YA	100
5	-75	YA	100
5	-86	YA	100
10	-76	YA	100
10	-88	YA	100
10	-91	YA	99
10	-80	YA	99
10	-82	YA	100
15	-84	YA	99
15	-71	YA	100
15	-78	YA	100
15	-78	YA	100
15	-70	YA	100

Berikut adalah hasil pengujian *throughput* pada *Router\_2* menggunakan program XCTU dapat dilihat pada Tabel.5

Tabel 5. Hasil Pengujian *Throughput* pada *Router\_2*

JARAK (METER)	Instant Transfer Ratio (Kbps)	Average Transfer Ratio (Kbps)
5	2.83	2.97
10	2.95	2.95
15	2.95	2.97

Pada hasil pengujian jarak XBEE *Router\_2* yang telah ditampilkan pada Tabel.4, terlihat bahwa memiliki hasil yang masih termasuk baik karena berhasil mengirimkan data diatas 90% dari total paket data yang dikirim.

Begitupun dengan hasil pengujian *Throughput XBEE Router\_2* yang ditunjukkan pada Tabel.5 menampilkan data yang hampir sama untuk pengiriman data 100 kali, berada pada angka tertinggi 2.95 Kbps di *Instant Transfer Ratio* dan 2.97 Kbps di *Average Transfer Ratio*.

### 3.3. Pengujian antara Router\_3 terhadap Coordinator.

Hasil pengujian dari berdasarkan jarak dan kekuatan sinyal serta jumlah paket yang berhasil dikirimkan oleh *Router\_2* menggunakan program XCTU dapat dilihat pada Tabel.6

Tabel 6. Hasil Pengujian Jarak pada *Router\_3*

Jarak (meter)	Kekuatan Sinyal (dBm)	XBEE Terdeteksi	Paket Diterima
5	-82	YA	100
5	-72	YA	100
5	-76	YA	100
5	-77	YA	100
5	-86	YA	100
10	-87	YA	100
10	-86	YA	99
10	-91	YA	98
10	-83	YA	99
10	-82	YA	100
15	-89	YA	100
15	-85	YA	99
15	-88	YA	100
15	-83	YA	98
15	-80	YA	100

Berikut adalah hasil pengujian *throughput* pada *Router\_3* menggunakan program XCTU dapat dilihat pada Tabel.7

Tabel 7. Hasil Pengujian *Throughput* pada *Router\_3*

JARAK (METER)	Instant Transfer Ratio (Kbps)	Average Transfer Ratio (Kbps)
5	3.0	2.9
10	2.86	2.04
15	2.96	2.94

Pada hasil pengujian jarak XBEE *Router\_3* yang telah ditampilkan pada Tabel.6, maka akan didapati bahwa meskipun jaraknya semakin jauh tetapi paket data yang diterima masih termasuk dalam kategori yang baik karena berhasil mengirimkan data diatas 90%.

Begitupun dengan hasil pengujian *Throughput XBEE Router\_3* yang ditunjukkan pada Tabel.7 menampilkan perubahan data

rasio transfer yang mencolok di jarak 10 meter, berada pada angka tertinggi 3.0 Kbps di *Instant Transfer Ratio* dan 2.04 Kbps di *Average Transfer Ratio* yang berarti angka terendah jika dibandingkan dengan kedua *XBEE Router* sebelumnya yang berada di atas angka tersebut tapi mendapatkan *ITR* paing tinggi diantara semua *XBEE Router*.

### 3.4. Pengujian pengiriman data dengan Topologi Star.

Hasil pengujian skenario Topologi *Star* berdasarkan *throughput* langsung dari program XCTU dapat dilihat dari Tabel.8. Data di tabel dibuat berdasarkan data suhu dan kelembaban saat itu,, sehingga *throughput* yang dihasilkan adalah asli bukan berdasarkan paket kosong.

Tabel 8. Hasil Pengujian *Throughput* skenario Topologi *Star*

WAKTU (s)	THROUGHPUT (Kbps)
10	0.51
30	0.59
50	0.51
70	0.57
90	0.55

Berdasarkan Pengujian nilai *Throughput* pada skenario Topologi *Star* dengan waktu tertentu di didapati *Throughput* paling tinggi berada pada saat 30 detik yaitu mencapai 0.59 Kbps dan paling rendah berada di 10 detik serta 50 detik yaitu 0.51 Kbps. Hal tersebut menunjukkan Tingkat kepadatan trafik mempengaruhi besar paket yang diterima oleh Topologi *Star*.

### 3.5. Pengujian pengiriman data dengan Topologi Tree.

Hasil pengujian skenario Topologi *Tree* berdasarkan *throughput* langsung dari program XCTU dapat dilihat dari Tabel.9. Data di tabel dibuat berdasarkan data suhu dan kelembaban saat itu, sehingga *throughput* yang dihasilkan adalah asli.

Tabel 8. Hasil Pengujian *Throughput* skenario Topologi *Tree*

WAKTU (s)	THROUGHPUT (Kbps)
10	0.03
30	0.19
50	0.31
70	0.30
90	0.21

Berdasarkan Pengujian nilai *Throughput*

pada skenario Topologi *Star* dengan waktu tertentu di didapati *Throughput* paling rendah berada pada saat 10 detik yaitu hanya mencapai 0.03 Kbps dan paling tinggi berada di 50 detik yaitu 0.31 Kbps. Hal tersebut menunjukkan Tingkat kepadatan trafik mempengaruhi besar paket yang diterima oleh Topologi *Tree*. Jadi jika dibandingkan dengan Topologi *Star*, nilai *throughput* yang dihasilkan Topologi *Tree* lebih rendah karena pengiriman pada Topologi *Star* dapat langsung ke tujuan utamanya.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian Implementasi dan Analisis purwarupa sistem, data yang dikirimkan dalam mode topologi *star* dikirim secara langsung menuju ke *Coordinator* sedangkan dalam mode topologi *tree* setiap *End Device* harus mengirim data terlebih dahulu ke *Router* sebelum mengirim ke *Coordinator* akibatnya data yang diterima lambat jika dibandingkan dalam topologi *star*. Penggunaan topologi *tree* disarankan untuk dipakai dalam pemantauan dengan jarak jauh di *outdoor* dengan maksimal jarak 120m dan topologi *star* digunakan untuk jarak dekat area *indoor* dengan maksimal jarak 40m. Pengujian dengan topologi *tree* yang memiliki *throughput* tertinggi 0.31 Kbps dan terendahnya 0.03 Kbps sedangkan topologi *star* mencapai angka tertinggi 0.59 Kbps dan terendah 0.51 Kbps. Hal tersebut disebabkan pengiriman pada topologi *star* langsung ke *Coordinator*. Penggunaan topologi pada XBEE diharapkan tidak hanya merujuk pada topologi *star* dan topologi *tree* saja.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Angraini, Dwima.(2013) Analisis dan Simulasi *Wireless Sensor Network* (WSN) Untuk Komunikasi Data Menggunakan Protokol *Zigbee*.
- Firdaus. (2014). *Wireless Sensor Network* Teori dan Aplikasi. Jakarta: Graha Ilmu.
- Iqbal, Muhammad Syamsu (2008) : Studi Kinerja Protokol IEEE 802.15.4 untuk Jaringan Sensor Nirkabel Adhoc, Thesis, Bandung: ITB.
- Kinney, Patric (2003) (*Chair of IEEE 802.15.4 Task Group*): *Zigbee Technology: Wireless Control that Simply Works*, *Communications Design Conference*.
- Marandin, Dimitri : *Simulation of IEEE*

802.15.4/*Zigbee with Network Simulator-2 (ns-2)*

- Setijadi, E., Nur, E., & Amalina. (2014). Desain Topologi Komunikasi *Wireless Sensor Network* (WSN) Pada Aplikasi Sistem *Structural Health*
- Sharma, D., Sehrawat, H., & Jyoti. (2012). *Energy Afficiant M-SPIN Protocol. International Jurnal of Scientific & Engineering Research*, 3(10).
- Sugiarto, Bambang. (2010) Perancangan Sistem Pengendalian Suhu pada Gedung Bertingkat dengan Teknologi *Wireless Sensor Network*. LIPI