

# DESAIN DAN IMPLEMENTASI DETEKTOR KEBAKARAN RUMAH BERBASIS LOKASI DENGAN MENGGUNAKAN WIRELESS SENSOR NETWORK

## DESIGN AND IMPLEMENTATION OF HOUSE FIRE DETECTORS USING LOCATION BASED WIRELESS SENSOR NETWORK

Intan Laily Muflikhah<sup>1</sup>, Dr. Ir. Rendy Munadi S.T.,M.T.<sup>2</sup>, Gustommy Biso S.T.,M.T.<sup>3</sup>

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[intanlaily01@gmail.com](mailto:intanlaily01@gmail.com), <sup>2</sup>[rendy\\_munadi@yahoo.co.id](mailto:rendy_munadi@yahoo.co.id), <sup>3</sup>[tommy.biso@gmail.com](mailto:tommy.biso@gmail.com)

### Abstrak

Pada dasarnya api merupakan sesuatu yang dibutuhkan oleh manusia, namun tidak dapat dipungkiri bahwa api juga memiliki dampak negatif yang sangat luar biasa jika tidak digunakan dengan bijak, salah satunya adalah kebakaran rumah. Penyebab yang sering terjadi adalah karena kebocoran gas, hubungan arus pendek listrik, dan sebagainya. Biasanya kebakaran rumah yang terjadi terlambat untuk diketahui dan menyebar dengan cepat.

Pemanfaatan WSN (Wireless Sensor Network) digunakan untuk mencegah kebakaran rumah yang dipasang di beberapa titik. Dengan penggunaan node sensor, koordinator, dan pemanfaatan aplikasi android bisa mengatasi permasalahan kebakaran rumah. Dengan memanfaatkan sensor asap dan api yang memperlihatkan indikasi munculnya gas dan api dengan home automation. Dan penempatan GPS modul diperlukan untuk penentuan lokasi terjadinya kebakaran, sehingga lokasi kebakaran dapat dikirimkan ke pemadam dengan cepat. Dengan alat ini, kita dapat mengetahui dengan pasti keadaan rumah apakah aman atau tidak dari bahaya kebakaran.

Hasil Pengujian yang didapatkan adalah jangkauan maksimum NRF24L01 sebesar 95 meter pada keadaan LOS (Line Of Sight). Jarak jangkauan NRF24L01 juga dapat mempengaruhi besar delay dan throughput dalam proses pengiriman datanya. Nilai realibilitas dan availabilitas yang didapatkan sebesar 99,69% dan 99,7%.

**Kata Kunci :** WSN, Sensor Node

### Abstrack

*Basically fire is something that is needed by humans, but it can not be denied that fire also has a tremendous negative impact if not used wisely, one of which is home fire. The most common cause is due to gas leakage, short circuit, and so on. In case of fire the loss of property and life becomes the stakes. Usually home fires that occur late to be known and spread quickly.*

*The utilization of WSN (Wireless Sensor Network) is used to prevent house fires installed at some point in the house. With the use of sensor nodes, coordinator, and utilization of android applications can overcome the problem of home fires. By utilizing smoke and fire sensors that show indications of the emergence of gas and fire with home automation. And GPS module placement is required for the determination of the location of the fire, so the fire location can be sent to the extinguisher quickly. With this tool, we can know with certainty whether the house is safe or not from fire hazard.*

*The test results obtained are the maximum range of NRF24L01 of 95 meters in the state of LOS (Line Of Sight). Distance range of NRF24L01 can also affect the amount of delay and throughput in the data transmission process. The reliability and availability value obtained is 99.69% and 99.7%.*

**Keyword :** WSN, Sensor Nodes

### 1. Pendahuluan

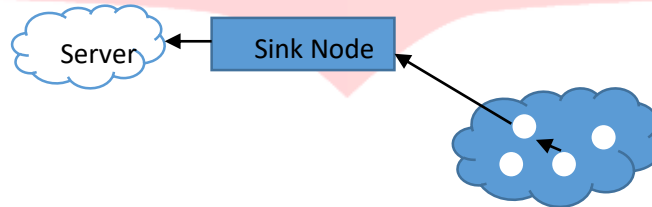
Kebakaran bisa terjadi dimana saja dan kapan saja, salah satunya adalah rumah - rumah yang terdapat penghuninya maupun sedang ditinggal penghuninya. Tercatat oleh BNPB pada rentang tahun 2011 – 2015 terjadinya kebakaran rumah maupun seluruh pemukiman warga mencapai 979 kasus yang terjadi di seluruh Indonesia [1]. Oleh karena itu penulis membuat detektor kebakaran dengan home automation dengan

memanfaatkan penggunaan WSN (*Wireless Sensor Network*) dan menggabungkannya dengan aplikasi *smartphone* sehingga membentuk suatu *smart home* sebagai salah satu solusi permasalahan dalam pendeteksian api dan automasinya. Dengan memanfaatkan sensor api, sensor asap, dan GPS Modul diharapkan deteksi dini pada tempat yang berpotensi menjadi pemicu kebakaran segera tertangani. Adapun alat automasi yang terdiri dari penyemprot air dan kipas. GPS Modul digunakan untuk mengirimkan lokasi orang terdekat jika terjadi kebakaran dengan aplikasi dari *smartphone* sehingga jika terjadi kebakaran orang sekitar rumah mana yang terbakar dan dapat memadamkan api dengan cepat. Aplikasi android berguna untuk melakukan pemantauan terhadap rumah agar tidak perlu was – was saat ditinggal pergi.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Wireless Sensor Network (WSN)

*Wireless Sensor Network* atau bisa juga disebut sensor jaringan nirkabel adalah sistem yang didalamnya terdiri dari sensor yang digunakan untuk memantau keadaan lingkungan sekitar [2]. Tiap sistem WSN juga dilengkapi dengan peralatan komunikasi, agar dapat saling bertukar data. Terdapat dua macam komunikasi yang digunakan oleh WSN diantaranya adalah *ad-hoc* dan *multi-hop*. *Ad-hoc* adalah kemampuan suatu perangkat untuk saling berkomunikasi tanpa adanya router sebagai penghubung. Sedangkan komunikasi antar perangkat/ *node* yang membutuhkan suatu perantara seperti router disebut dengan *Multi-hop* [3].

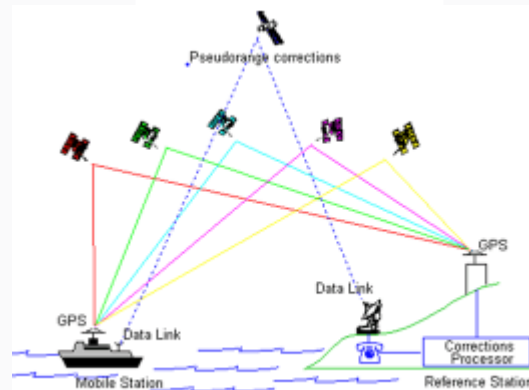


Gambar 1. Arsitektur WSN

WSN dibangun dari *access point* dan *sensor point*. *Sensor point* menyajikan data berupa analog dan kemudian dirubah menjadi data digital, lalu dikirim ke *access point* melalui jaringan nirkabel[3]. *Access point* bertugas sebagai pengendali dan menampilkan data yang diperoleh dari *sensor node*. Data yang telah diolah disimpan pada *Cloud server* dan untuk kemudian dapat dilihat oleh *user*.

### 2.2 Penentuan Lokasi

GPS (*Global Positioning System*) atau juga disebut GPS transceiver adalah alat navigasi satelit untuk memantau atau memberikan posisi suatu tempat. Berikut ini konsep dasar bagaimana GPS dapat memberikan koordinat suatu lokasi. Berikut gambar cara kerja sistem *positioning* GPS.

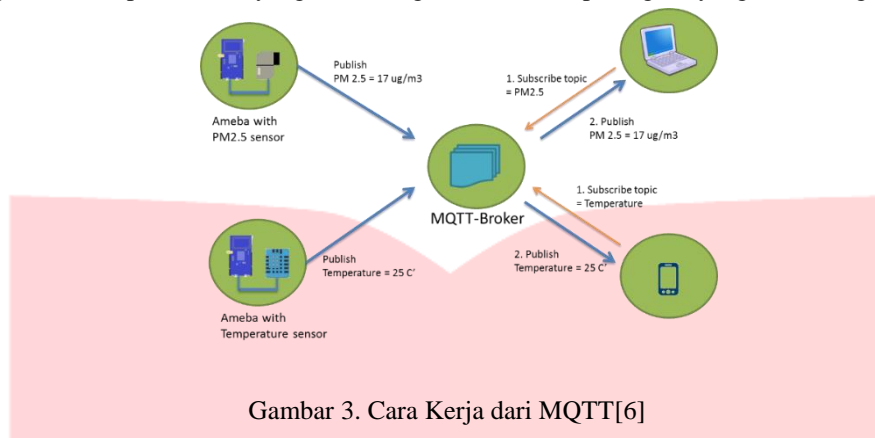


Gambar 2. Sistem *Positioning* Menggunakan GPS[4]

Menentukan posisi menggunakan GPS dilakukan dilakukan secara bersamaan ke beberapa satelit yang sudah diketahui koordinatnya. Pada penentuan koordinat GPS terdapat beberapa parameter yang ditentukan, yaitu parameter koordinat X,Y,Z dan satu parameter kesalahan terhadap waktu akibat perbedaan waktu antara waktu *receiver* GPS di bumi dan waktu dimana satelit itu berada. Kemudian dalam menentukan posisi menggunakan GPS digunakan beberapa metode, yaitu metode absolut dan diferensial. Tiap – tiap metode dapat dilakukan secara *real time* dan *postprocessing* [4].

## 2.3 MQTT

*Message Queuing Telemetry Transport* atau juga disebut MQTT adalah protokol M2M (machine to machine) yang berbasis open source yang cocok digunakan untuk perangkat yang terhubung dengan aplikasi mobile[5].



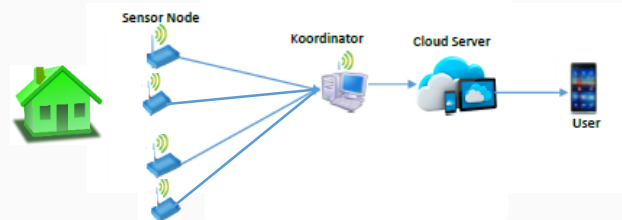
Gambar 3. Cara Kerja dari MQTT[6]

Pada operasi penggunaan MQTT terdapat beberapa langkah, diantaranya:

1. **Publisher** : terdiri dari serangkaian perangkat yang dilengkapi dengan sensor untuk membaca keadaan disekitarnya. Publisher mengunggah data sensor ke MQTT-Broker, yang berfungsi sebagai database dengan layanan MQTT.
2. **Subscriber** : subscriber merujuk ke perangkat yang menerima dan mengamati pesan yang diterima dari publisher untuk kemudian dilihat pada perangkat seperti laptop maupun telepon genggam.
3. **Topic** : topik digunakan untuk mengkategorikan pesan, seperti pembacaan level asap dikategorikan pada topik *Air Quality*. Subscriber(client) dapat memilih pesan topik yang ingin mereka terima[6].

### 3. Pembahasan

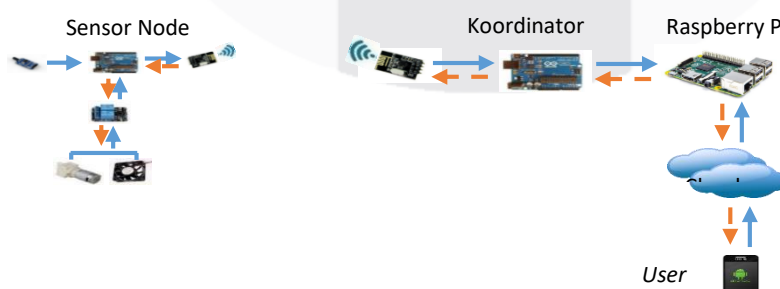
Pengujian perangkat akan dilakukan pada rumah dengan penentuan menggunakan topologi star yang terdiri dari 4 *end point*, dan satu koordinator.



Gambar 4. Arsitektur Jaringan WSN

Perancangan perangkat menggunakan topologi star, dimana semua sensor node terhubung dengan koordinator. Perancangan ini bertujuan untuk mengetahui jangkauan dari pengaplikasian WSN. Detektor kebakaran dipasang pada rumah yang menjadi objek uji perangkat dan ditempatkan pada titik tertentu. Pada gambar 4 diatas menunjukkan bahwa terdapat dua sensor node yang terhubung langsung ke koordinator. Proses pengiriman data dilakukan oleh NRF24L01 secara nirkabel. Kemudian data yang diterima oleh koordinator disimpan pada database dan selanjutnya akan ditampilkan pada aplikasi android. Sehingga dapat dilakukan pemantauan kebakaran rumah oleh *user*.

### 3.2 Desain Sistem



Gambar 5. Desain Sistem Detektor Kebakaran

Gambar 5 menunjukkan sebuah desain sitem detektor kebakaran yang terdiri dari beberapa sensor, arduino, relay, kipas, pompa air, NRF24L01, dan Raspberry Pi. Sistem yang dibangun ini memiliki dua langkah kerja, yaitu proses *monitoring* dan *controlling*. Pada proses *monitoring*, sensor – sensor dan status dari automasi ke *user*. Dan untuk proses *controlling*, *user* dapat mengaktifkan atau mematikan kipas dan pompa air melalui aplikasi *smartphone*. Pada proses ini, *user* juga dapat mengirimkan lokasi kejadian (lokasi rumah) kepada pihak yang dapat megecek rumah dengan cepat/ pemadam kebakaran, jika terdeteksi adanya kebakaran.

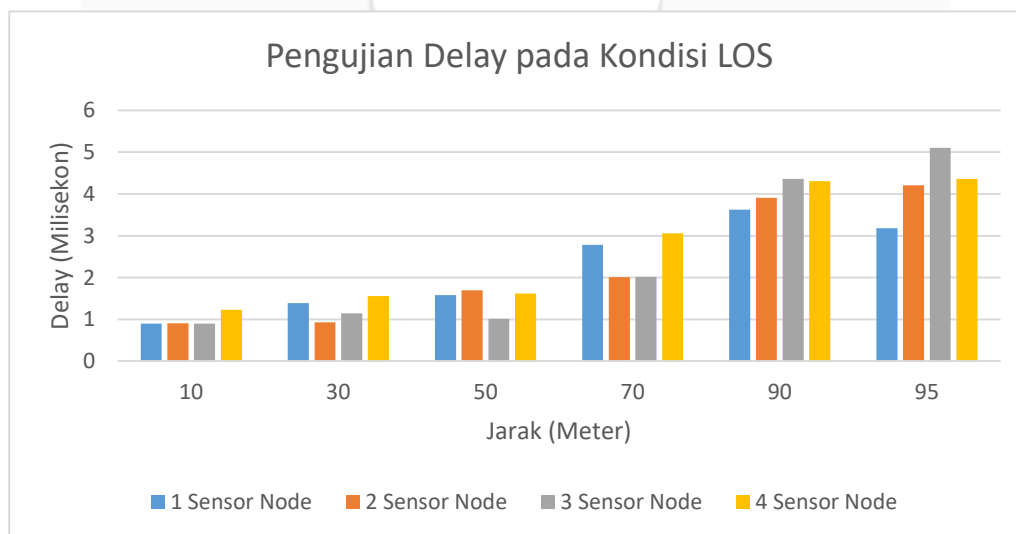
Tabel 1. Spesifikasi Detektor Kebakaran

Nama	Fungsi	Spesifikasi
Sensor Node 1	End Device untuk mendeteksi dan membaca data dari sensor asap, sensor api.	1 NRF24L01, 1 Arduino Uno, 1 Sensor Asap MQ2, 1 Sensor Flame, 1 Relay, Pompa Air, 1 Fan
Sensor Node 2	End Device untuk mendeteksi dan membaca data dari sensor asap, sensor api dan GPS Module.	1 NRF24L01, 1 Arduino Uno, 1 Sensor Asap MQ2, 1 Sensor Flame, 1 GPS Module Ublox Neo, 1 Relay, Pompa Air, 1 Fan
Sensor Node 3	End Device untuk mendeteksi dan membaca data dari sensor asap, sensor api dan GPS Module.	1 NRF24L01, 1 Arduino Uno, 1 Sensor Asap MQ2, 1 Sensor Flame, 1 Relay, Pompa Air, 1 Fan
Sensor Node 4	End Device untuk mendeteksi dan membaca data dari sensor asap, sensor api dan GPS Module.	1 NRF24L01, 1 Arduino Uno, 1 Sensor Asap MQ2, 1 Sensor Flame, 1 Relay, Pompa Air, 1 Fan
Koordinator	Sebagai pusat koordinasi data – data yang diterima dari sensor node	1 Raspberry Pi, 1 NRF24L01
Privat Server	Sebagai penyimpan data dan dapat dilihat pada aplikasi android	VPS

### 3.3 Analisis Kualitas Jaringan NRF24L01

Pengujian kualitas jaringan atau yang biasa disebut QoS (*Quality of Servie*) pada sistem detektor kebakaran diperlukan untuk mengetahui seberapa besar performansi jaringan saat terjadi pertukaran data. Yang dijadikan parameter pengujian QoS disini adalah besar delay dan Throughput. Pengujian dilakukan dengan cara mengirimkan data dari NRF24L01 sensor *node* (Tx) ke NRF24L01 koordinator (Rx). pengujian jarak yang diambil sama dengan pengujian jarak jangkauan NRF24L01 dalam kondisi LOS yang sudah dilakukan.

#### 3.3.1 Pengujian Terhadap Delay

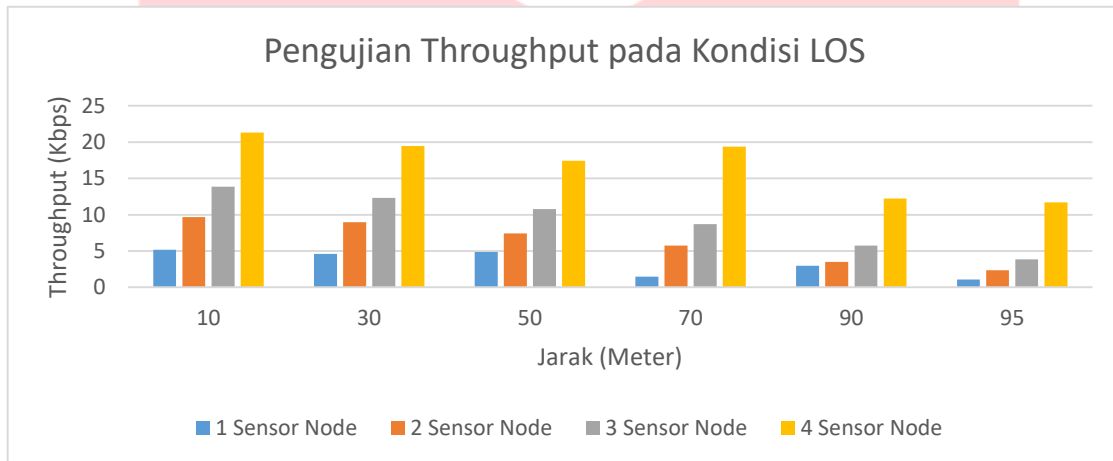


Gambar 6. Grafik Pengujian Terhadap Delay Sensor Node

Pada Gambar 6 terlihat adanya kenaikan pada pengujian delay pada kondisi LOS. Pada jarak 95 meter nilai delay yang dihasilkan semakin besar, itu berarti bahwa semakin jauh jarak antara NRF24L01 (Tx) dan NRF24L01 (Rx) maka semakin besar pula delay yang dihasilkan. Perbandingan pada pengujian menggunakan satu, dua, tiga, dan empat sensor node, dapat diketahui bahwa semakin banyak sensor node yang digunakan maka semakin besar pula nilai delaynya, meskipun selisihnya hanya sedikit.

### 3.3.2 Pengujian terhadap Troughput

Hasil pengujian pada nilai Throughput diatas dilakukan dengan mengambil capture dari proses dengan bantuan NRF24L01 sniffer. Hasil yang telah diperoleh kemudian dapat dilihat pada aplikasi wireshark. Pada proses pengujian ini dilakukan pada jarak 10 meter dan kemudian setiap 20 meter sekali akan dilakukan pengujian ulang. Pengujian dilakukan dengan memonitoring keadaan lingkungan oleh sensor node.



Gambar 7. Grafik Pengujian Throughput Sensor Node

Dapat dilihat pada gambar diatas, bahwa terjadi penurunan nilai Throughput seiring dengan bertambahnya jarak saat dilakukan pengujian. Kemudian setelah jarak optimal sistem, semakin jauh jarak sensor node dengan koordinator Throughput sistem semakin berkurang. Sedangkan pengaruh banyaknya sensor node terhadap Throughput sistem adalah semakin banyak node yang aktif, maka semakin tinggi pula nilai Throughputnya. Hal ini dikarenakan banyak paket yang diterima oleh NRF24L01 (Rx) yang menjadikan Throughput di sisi NRF24L01 (Rx) juga bertambah pada sisi topologinya.

## 3.4 Analisis Pengujian QoS Sistem pada Server Internet

Analisis kualitas jaringan pada server internet dilakukan dengan pengujian terhadap nilai Throughput dan delay pada saat terjadi proses *monitoring* dan *controlling* pada server internet.

### 3.4.1 Delay Monitoring

Pengukuran nilai delay didapatkan dengan cara melakukan pengurangan waktu pengiriman data yang dilakukan Raspberry Pi dengan waktu data yang diterima saat pertama kali oleh VPS. Pada pengujian delay ini dilakukan sebanyak 15 kali percobaan didapatkan hasil rata – rata delay server sebesar 0.08587 sekon (85 ms). Hal ini memperlihatkan bahwa indeks delay Excellent mengacu pada ITU-T G.1010 yang menyatakan bahwa nilai delay dalam kategori Excellent adalah <150 milisekon[7].

### 3.4.2 Throughput Monitoring

Pada pengukuran nilai Throughput didapatkan dengan cara mengambil nilai data pada server VPS dengan menggunakan wireshark. Proses *monitoring* dilakukan dengan mengirim data – data yang tersimpan pada Raspberry Pi ke VPS dan kemudian diteruskan ke *user* pengguna smartphone android menggunakan protokol MQTT. Pengujian nilai Throughput *monitoring* dilakukan sebanyak 15 kali percobaan dengan hasil rata – rata sebesar 5526,599 bytes/sec. Rata – rata besar dari total paket yang dikirimkan adalah sebesar 354 bytes dengan waktu pengiriman rata – rata sebesar 0,0642 sekon.

### 3.4.3 Delay Controlling

Pengukuran nilai delay didapatkan dengan cara melakukan pengurangan waktu pengiriman data yang didapat oleh VPS dengan waktu data yang diterima saat pertama kali oleh Raspberry Pi. Pada pengujian delay ini dilakukan sebanyak 15 kali percobaan didapatkan hasil rata – rata dari pengukuran delay *monitoring* dan *controlling* server sebesar 0,108267 sekon (108 ms) pada 15 kali percobaan. Nilai dari delay *monitoring* dan *controlling* server yang didapat masuk dalam kategori Excellent yang mengacu pada ITU-T G.1010 [7]

### 3.4.4 Throughput Monitoring dan Controlling

Proses *monitoring* dan *controlling server* adalah proses pengiriman data dari Raspberry Pi ke *user* Android maupun sebaliknya. Data *throughput* yang diambil pada aplikasi *wireshark* VPS dan dilakukan dengan pengambilan satu data *monitoring* dan satu data *controlling* dengan melakukan sebanyak 15 kali percobaan dengan hasil pengujian nilai *Throughput monitoring* dan *controlling* adalah 1543,751 bytes/sec, dengan besar rata – rata paket sebesar 682,2. Nilai *Throughput* yang didapatkan saat *monitoring* dan *controlling* lebih kecil dari pada saat proses *monitoring*. Hal ini disebabkan oleh lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengiriman data *monitoring* dan *controlling* sekaligus sehingga menyebabkan kecilnya nilai *throughput* pada proses *monitoring* dan *controlling server*.

## 3.5 Realibility dan Availability

Berdasarkan hasil dari sistem yang telah dibangun, maka dapat diketahui seberapa besar nilai realibility dari sistem yang telah dibangun, maka dilakukan pengujian dengan mengamati paket data sensor *node* yang masuk ke *node* koordinator (gateway). Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan programing pada arduino uno sensor *node* dan kemudian paket data yang diterima dapat dilihat pada serial monitor. Pada pengiriman paket data tersebut terdapat 1000 data yang dikirimkan, dan hanya 2 yang gagal diterima oleh *node* koordinator (gateway).

**Tabel 4-14** Nilai Realibility dan Availability

Uptime	Downtime	Realibility berdasarkan data (%)	Available berdasarkan data (%)
997	3	99,69%	99,7%

## 3.6 Delay End to End Sistem

Untuk mengetahui berapa nilai delay dari sistem hingga *user*, maka dilakukan proses pengambilan data delay end to end sistem. Delay end to end ini merupakan besarnya waktu yang dibutuhkan sistem untuk melakukan pengiriman dan penerimaan data yang diambil dari *node* sensor menuju ke koordinator dan kemudian menuju ke *user*. Proses pengukuran dilakukan dengan cara mengirimkan data *controlling* berupa pengiriman command untuk melakukan pemberian pesan melalui aplikasi smartphone android yang telah dibuat. Dan kemudian lamanya waktu yang dibutuhkan tersebut dijadikan nilai dari end to end sebuah sistem. Dibawah ini merupakan tabel hasil dari pengukuran delay end to end yang dilakukan sebanyak 15 kali percobaan dengan hasil delay rata – rata end to end sistem 1,155 sekon.

## 4. Kesimpulan

Dari hasil yang telah diperoleh dari pengujian, dapat diambil berbagai kesimpulan diantaranya sebagai berikut:

1. Prototype sistem detektor kebakaran yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik dan berfungsi sesuai dengan yang ditentukan sebelumnya dan dapat *monitoring* kondisi terkini dari rumah, dengan memperlihatkan parameter level asap dan api.
2. Prototype sistem detektor kebakaran yang telah dibuat dapat melakukan *controlling*, sehingga jika kebakaran tidak dapat diatasi oleh sistem automasi, maka *user* dapat melihat peringatan kebakaran pada smartphone android dan mengirimkan pesan pada orang terdekat dari rumah untuk mengecek kondisi rumah, maupun dapat menghubungi pemadam kebakaran lebih cepat.

3. Pada pengujian kualitas jaringan NRF24L01 pada kondisi LOS dengan menggunakan dua sensor *node*, didapatkan nilai delay terkecil pada jarak 10 meter dan delay terbesar pada jarak 95 meter.
4. Pada pengujian kualitas jaringan server dalam 15 kali percobaan, didapatkan nilai rata – rata delay *monitoring* sebesar 85 ms, dan nilai rata – rata *controlling* sebesar 108 ms.
5. Pada pengujian kualitas jaringan server dalam 15 kali percobaan, didapatkan nilai rata – rata Throughput *monitoring* sebesar 5526,599 bytes/sec serta *monitoring* dan *controlling* sebesar 1543,751 bytes/sec.
6. Semakin banyak jumlah sensor *node* yang digunakan akan semakin besar pula delaynya pada jarak optimum Throughputnya. Dan begitupula trouhgputnya, semakin banyak jumlah sensor *node*, semakin besar pula nilai trouhgputnya.
7. Besarnya nilai realibility dan availability keseluruhan sistem adalah 99,69% dan 99,7%.
8. Topologi *star* menyebabkan kegagalan beberapa paket yang sampai ke penerima, karena semua *node* terhubung langsung ke koordinator. Kegagalan tersebut terjadi karena koordinator tidak bisa menerima menerima paket- paket yang melakukan transmisi ulang saat melewati batas waktu tunggu.
9. Rata – rata delay end to end yang dihasilkan sistem detektor kebakaran sebesar 1,155 sekon.

#### Daftar Pustaka

- [1] BNPB. Data Kejadian Bencana Kebakaran Pemukiman, <http://geospasial.bnpb.go.id/pantauanbencana/data/dataakbmukimall.php>. Diakses pada tanggal 10 Oktober 2016
- [2] Arkan, F., & Belakang, L. (2014). Sistem Detektor Kebakaran untuk Rumah Susun dengan Sistem Wireless Sensor Network.
- [3] H, M. Y., Gunawan, A., Azwar, H., Bambang, H., & P, A. S. (2011). Prototype Wireless Sensor Network ( WSN ) sebagai Sistem Pendeteksi Dini Kebakaran Hutan, 2–6.
- [4] Az-Robot Indonesia. GPS Data Receive dan Proses Parsing. <http://indo-robotic.blogspot.co.id/2014/04/gps-data-receive-dan-proses-parsing.html>. Diakses pada tanggal 10 November 2016