



RANCANG BANGUN WIRELESS SENSOR NETWORK UNTUK MENDETEKSI KEBAKARAN DI LINGKUNGAN PERUMAHAN

Nanang Aji Nugroho¹⁾, Ulinnuha Latifa²⁾, Yuliarman Saragih³⁾

^{1), 2), 3)} Teknik Elektro Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. HS. Ronggo Waluyo, Karawang
Email : nanangnugroho65@gmail.com

Received: September 30, 2020. Accepted: December 30, 2020

Abstrak

Kebakaran di Indonesia menjadi salah satu sumber bencana yang memberikan dampak yang besar, baik dari korban jiwa hingga kerugian materi, untuk itu diperlukan suatu sistem yang dapat mendeteksi kebakaran yang dapat beroperasi di daerah pemukiman yang luas dan memberikan informasi secara akurat. Sistem yang dibuat *Wireless Sensor Network* sebagai pendeteksi Kebakaran. Penelitian yang dilakukan menggunakan topologi *tree* pada alat pendeteksi kebakaran. Titik deteksi sistem dibuat sebanyak 4 titik *sensor node* dan satu titik pengumpul data dan pengiriman data ke database (*sink node*) Hasil keluaran dari sistem dapat dilihat pada *Thingspeak*. *Interfacing* keluaran sistem pada laptop menggunakan Delphi 7. Hasil data pengukuran dapat ditampilkan pada komputer dengan menghubungkan sink node menggunakan kabel. Jarak maksimum antar node 150 meter. Keterlambatan pengiriman data antar node sensor sebesar 1 detik, dan keterlambatan pengiriman data menuju *thingspeak* sebesar 20-27 detik.

Kata kunci: *Wireless sensor network, sensor node, sink node, thingspeak, Delphi 7*

Abstract

Fires in Indonesia are one of the sources of disasters that have a large impact, from casualties to material losses. Therefore, a system that can respond to fires is needed which operates in large residential areas and provides archived information. The system created by the Wireless Sensor Network as a fire detector. The research was conducted using a tree topology in a fire detection device. The detection points are made as many as 4 sensor node points and one data collection point and data sending to the database (sink node). The output of the system can be seen on Thingspeak. Interfacing the system output on a laptop using Delphi 7. Data results can be accessed on a computer by connecting the sink node using a cable. The maximum distance between nodes is 150 meters. The delay in sending data between sensor nodes is 1 second. and the delay in sending data to the thingspeak is 20 seconds.

Keyword: *Wireless sensor network, sensor node, sink node, thingspeak, Delphi 7.*

PENDAHULUAN

Kebakaran merupakan salah satu sumber bencana yang memberikan dampak yang besar baik dari korban jiwa hingga kerugian materi. Kebakaran dapat terjadi dimana saja baik di tempat umum

maupun di perumahan. Penyebab kebakaran diakibatkan oleh beberapa faktor, antara lain hubungan arus pendek instalasi listrik, kebocoran gas, puntung rokok, dan sebagainya[1]. Penduduk di Kabupaten Karawang per tahun 2016 yaitu sebanyak 2.295.778 jiwa dengan luas wilayah

1.737,30 km²[2]. Artinya, kepadatan di Kabupaten Karawang sekitar 1.321,46 jiwa/km². Meskipun Kabupaten Karawang bukan termasuk kota metropolitan, namun di beberapa wilayah tertentu terdapat kepadatan penduduk. Kepadatan penduduk inilah yang menjadi salah satu faktor terjadinya kebakaran. Maka dari itu, untuk meminimalisir terjadinya kebakaran, diperlukan alat pembantu untuk mendeteksi kebakaran. Salah satu faktor penting dalam pemadaman kebakaran adalah proses komunikasi untuk melaporkan titik api yang akurat saat terjadi kebakaran hutan[3]. Semakin cepat kebakaran terdeteksi, maka semakin cepat proses pemadaman kebakaran karena meminimalisir kebakaran yang makin meluas.

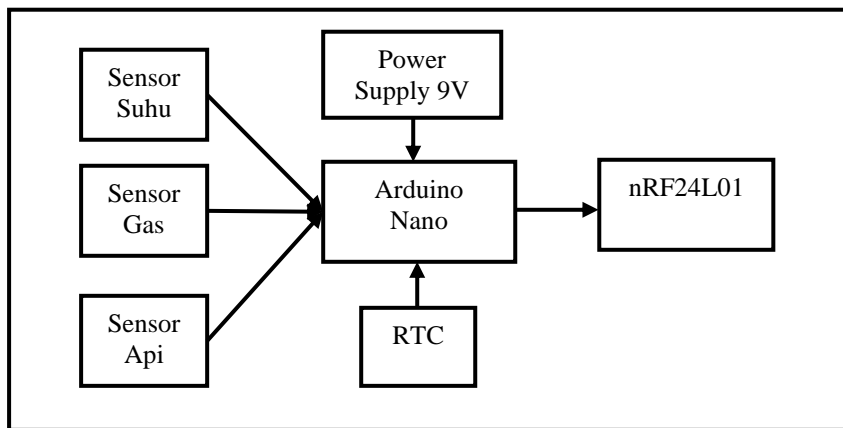
Penggunaan sistem komunikasi nirkabel sebagai media komunikasi pada jaringan komputer banyak digunakan belakangan ini[4]. Teknologi *wireless sensor network* salah satu teknologi yang menggunakan sistem komunikasi nirkabel. *Wireless sensor network* terdiri atas sejumlah *node sensor* yang diletakkan secara acak untuk mengukur parameter di lingkungan sekitar dan mengirim hasilnya secara *wireless* menuju stasiun pusat[5]. *Node sensor* merupakan bagian terpenting dalam suatu sistem *wireless sensor network*, karena *node sensor* ini dapat mengumpulkan informasi parameter di lingkungan sekitar, kemudian diolah dan dikirimkan ke pusat[6]. Dalam penggunaannya *wireless sensor network* memiliki beberapa topologi jaringan yaitu topologi *star*, *tree*, dan *mesh*. Topologi *tree* lebih kompleks dibandingkan dengan topologi *star*. Setiap *node* mempertahankan satu jalur komunikasi untuk *gateway*. Pengiriman data dapat dilakukan melalui *node-node*, yang masih satu jalur[7]. Sifat *wireless sensor network* ini dapat *me-monitoring* suatu area pemantauan secara *realtime*[3].

Teknologi *wireless sensor network* sudah banyak dikembangkan pada penelitian sebelumnya. Salah satunya yang menggunakan teknologi *wireless sensor network* ini untuk mendeteksi kebakaran

hutan dengan menggunakan sensor suhu[8]. Hasil yang didapatkan penelitian ini yaitu jarak maksimum antar *node* sejauh 100 meter. Pada penelitian lainnya, teknologi ini juga digunakan dalam bidang lainnya yaitu dalam mendeteksi bencana banjir. Hasil penelitian yang didapatkan yaitu penggunaan sistem ini cocok digunakan untuk mendeteksi banjir karena dapat mendeteksi kenaikan air di bagian hulu sungai[9]. Berdasarkan penelitian sebelumnya dapat diambil kesimpulan bahwa sistem *wireless sensor network* ini sangat tepat digunakan untuk mendeteksi bencana, khususnya bencana kebakaran yang sering terjadi di wilayah padat penduduk di daerah Karawang. Diharapkan penelitian ini dapat mencegah kebakaran yang besar di lingkungan padat penduduk. Sehingga dapat menekan korban jiwa dan kerugian materi.

METODE PENELITIAN

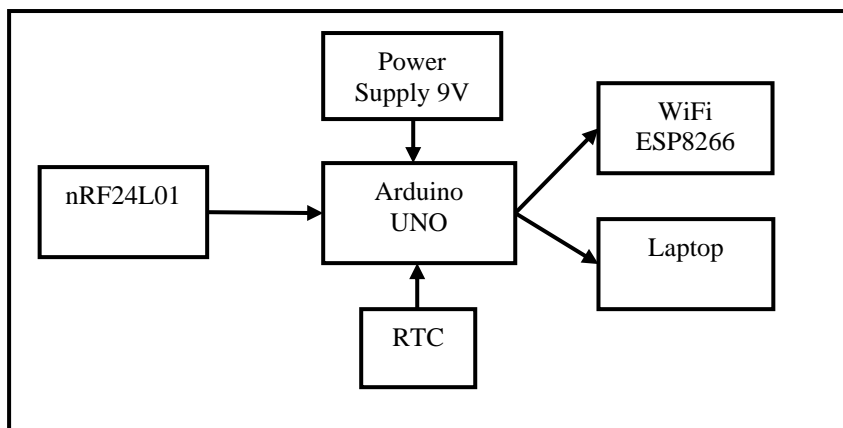
Perancangan sistem ini terdiri atas perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras terdiri dari 4 *sensor node* dan 1 *sink node*. Perancangan perangkat keras unit *sensor node* ditunjukkan pada Gambar 1 yang terdiri dari Arduino nano, sensor suhu, sensor api, sensor gas, RTC, modul nRF24L01. Modul *wireless* yang digunakan untuk komunikasi jarak jauh menggunakan modul nRF24L01. Modul ini memanfaatkan pita gelombang RF (*Radio Frequency*) 2.4 GHz. Gelombang radio adalah satu bentuk dari radiasi elektromagnetik, dan terbentuk ketika objek muatan listrik dari gelombang isolator dimodulasi dengan gelombang audio[10]. Modul nRF24L01 digunakan karena memiliki harga yang murah dan dapat menjangkau jarak sampai 100 meter[4]. Modul nRF24L01 lebih unggul dalam penerimaan paket data dibandingkan dengan modul Xbee[11].



Gambar 1. Perancangan perangkat keras node sensor

Perancangan perangkat keras unit *sink node* ditunjukkan pada Gambar 2 yang terdiri dari Arduino UNO, modul nRF24L01, RTC, modul WiFi ESP8266. Modul WiFi ESP8266 implementasikan pada *sink node* yang berfungsi sebagai pengiriman data menuju *Thingspeak* dengan menggunakan jaringan internet. Modul WiFi

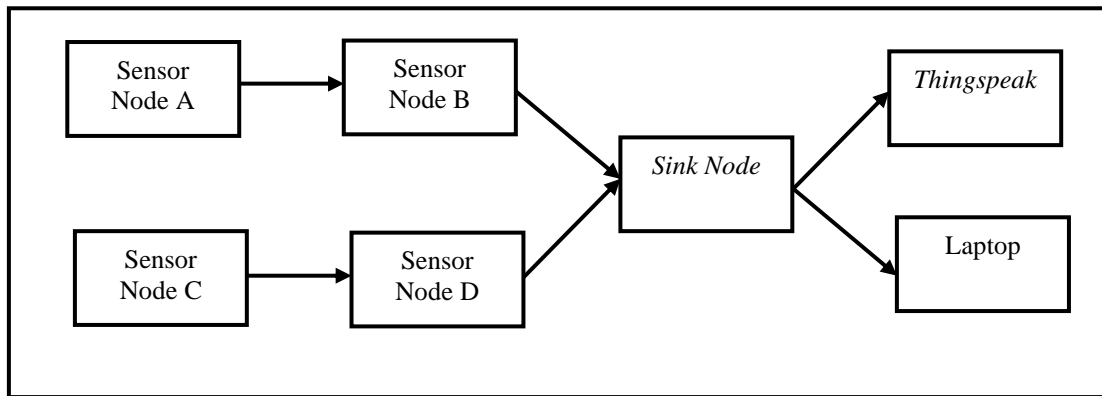
ESP8266 dipilih karena memiliki kelebihan biaya yang jauh lebih rendah[12]. Masukan sistem adalah nilai peramater dari masing-masing sensor, sedangkan keluaran nilai parameter dalam tampilan *thingspeak* dan aplikasi berbasis *windows*, terdapat RTC sebagai tanda waktu yang *realtime*.



Gambar 2. Perancangan perangkat keras sink node

Perangkat lunak yang ditunjukkan pada Gambar 3. Sistem yang dirancang menggunakan dengan komunikasi nirkabel, dimana sistem ini menggunakan topologi *Tree*. Setiap node mempertahankan satu jalur komunikasi untuk gateway. Pengiriman data dapat dilakukan melalui node-node yang masih satu jalur[7]. Sensor node akan mendeteksi parameter lingkungan sekitar dengan menggunakan masing masing sensor. Setelah nilai parameter didapatkan nilai-nilai tersebut akan digabungkan dalam bentuk paket

data. Hal ini bertujuan supaya nilai parameternya tidak tercampur dengan sensor node lainnya. Setelah data diterima oleh *sink node*, data akan di *parsing* (dipisahkan). Data yang sudah dipisahkan akan dikirim ke *thingspeak*, hasil nilai dapat dimonitoring di *thingspeak*. Selain itu data dapat dimonitoring menggunakan laptop yang terhubung dengan *sink node* menggunakan kabel.



Gambar 3 Diagram Alir Data

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain: pengujian nRF24L01, pengujian IoT, dan pengujian *interface* menggunakan Delphi 7. Pada pengujian nRF24L01 dilakukan 2 pengujian yaitu pengujian tanpa halangan dan dengan halangan. Hasil pengujian yang dilakukan akan mendapatkan data berupa pengujian waktu, akurasi, jarak, dan persentase. Nilai persentase ditentukan dalam Persamaan 1. Selanjutnya pengujian *Internet of Things* (IoT) yaitu dengan menguji pengiriman data menuju *thingspeak*, dan yang terakhir yaitu pengujian *interface* menggunakan Delphi 7.

$$Presentase = \frac{\text{Jumlah data diterima}}{\text{Jumlah data sample}} \times 100\% \dots (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian nRF24L01

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil kerja sistem dan komunikasi nirkabel secara jarak jauh. Cara pengujiannya yaitu dengan cara

meletakkan masing-masing *transceiver* dan *receiver* di lokasi yang berbeda. Pengujian modul nRF24L01 dilakukan dengan 3 kondisi yaitu pengujian terhadap jarak, pengujian terhadap waktu, pengujian akurasi. Pengujian ini dilakukan pada saat dua kondisi yaitu pada ruang terbuka dengan kondisi tanpa halangan, dan saat kondisi terdapat *obstacle* (halangan). Pada Tabel 1 di sajikan jarak antara *transceiver* dan *receiver* yang dicatat pada kolom Jarak (m), selanjutnya terdapat kolom jumlah data yang dikirim oleh *transceiver* menuju *receiver* pada kolom ini terdapat jumlah sampel data yang dikirim oleh *transceiver*, lalu jumlah data yang diterima oleh *receiver* akan di catat pada kolom Jumlah data di terima. Kolom presentase (%) merupakan hasil dari perhitungan persamaan 1. Beberapa yang diterima oleh *receiver* terjadi *delay*, hasil data yang mengalami *delay* di catat pada kolom Jumlah data yang diterima (Delay). Berikut Tabel 1 hasil pengujian nRF24L01 dengan kondisi tanpa halangan.

Tabel 1. Hasil pengujian nRF24L01 kondisi tanpa halangan

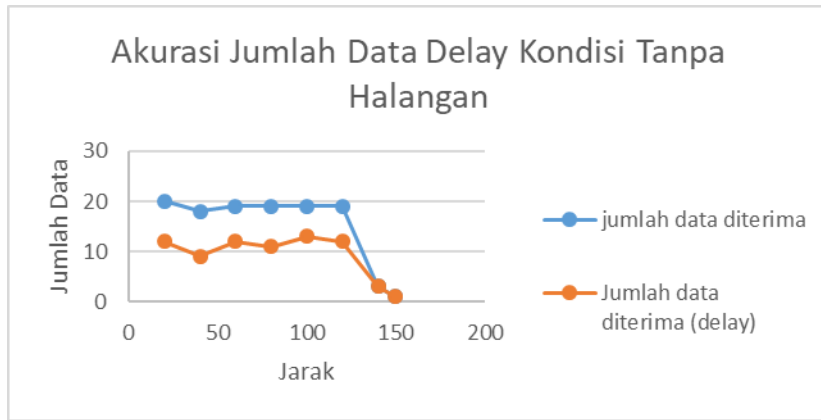
Jarak (m)	Jumlah Data di Kirim	Persentase (%)	Jumlah Data di Terima	Persentase (%) (Delay)	Jumlah Data di Terima (Delay)
20	20	100	20	65	12
40	20	90	18	50	9
60	20	95	19	63,16	12
80	20	95	19	57,89	11
100	20	95	19	68,42	13
120	20	95	19	63,16	12
140	20	15	3	100	3
150	20	3	1	100	1

Pengujian dengan kondisi tanpa halangan didapatkan dengan cara melihat sampel data yang dikirim sebanyak 20x, kemudian akan dicatat data

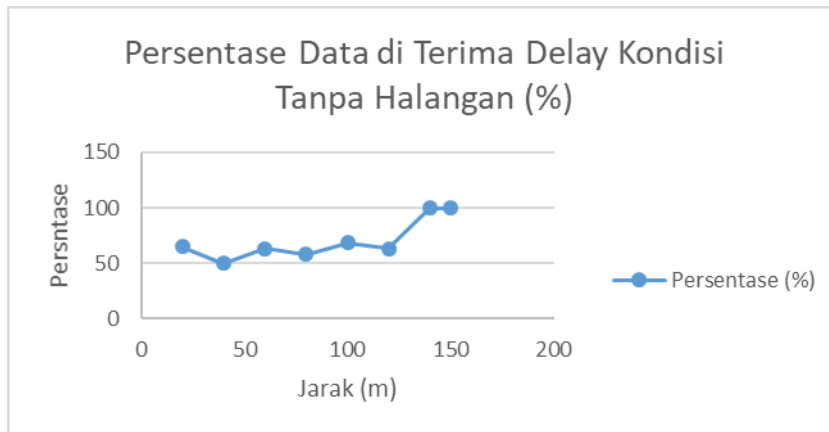
yang diterima dan dengan data yang diterima yang terjadi *delay*. Hasil Akurasi jumlah data yang diterima didapatkan melalui sampel data sebanyak

20x dan menghitung jumlah data yang diterima. Hasil akurasi data yang diterima *delay* didapatkan melalui sampel data yang diterima dan menghitung

jumlah data yang diterima dalam kondisi *delay*. Hasil presentase didapatkan dengan menggunakan Persamaan 1.



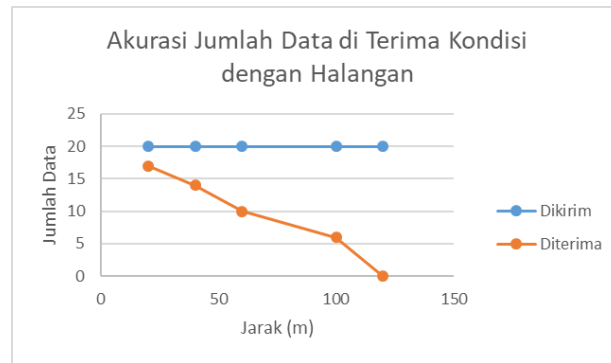
Gambar 4. Grafik akurasi jumlah data yang diterima (delay) kondisi tanpa halangan



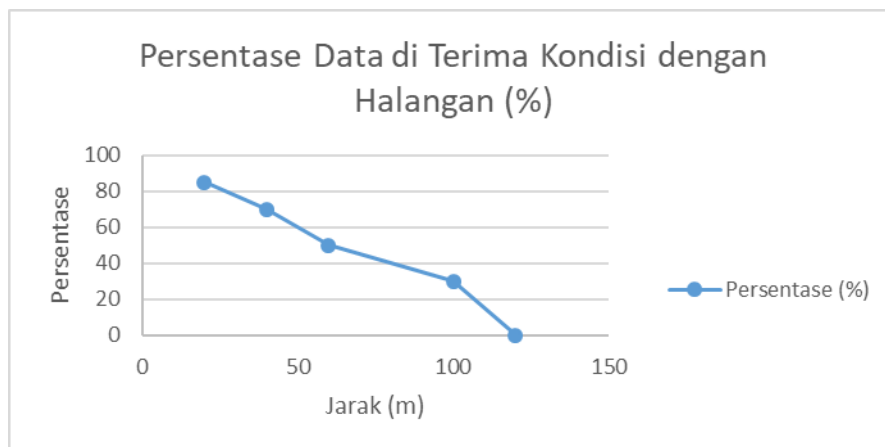
Gambar 5. Grafik presentase data diterima kondisi tanpa halangan

Hasil grafik pada Gambar 4 menunjukkan perbandingan antara jumlah data yang dikirim dengan jumlah diterima. Hasil pengujian jarak komunikasi tanpa halangan didapatkan bahwa komunikasi jarak 0 sampai 120 meter masih berjalan bagus. Hal ini ditunjukkan dengan masih banyak jumlah data yang diterima, sedangkan pada jarak diatas 120 meter komunikasi tidak berjalan dengan

baik hal ini ditunjukkan dengan terus menurunnya jumlah data yang diterima. Saat kondisi jarak diatas 150 meter tidak ada data yang diterima oleh *receiver*. Hasil presentase pada Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin jauh jarak komunikasi maka presentase data yang akan diterima akan semakin kecil.



Gambar 6. Grafik akurasi jumlah data yang di terima kondisi dengan halangan



Gambar 7. Grafik presentase data diterima kondisi dengan halangan

Hasil grafik pada Gambar 6 menunjukkan perbandingan antara jumlah data yang diterima dengan jumlah data yang diterima dalam kondisi *delay*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap jumlah data yang diterima memiliki 50% data yang dalam kondisi *delay*. Data yang dalam kondisi *delay* ini berselisih 1 detik lebih lama dari waktu yang seharusnya diterima. Hasil grafik pada Gambar 7 menunjukkan ketika jarak semakin jauh, maka data yang diterima memiliki *delay* secara keseluruhan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin jauh jarak, maka akan berpengaruh terhadap waktu pada saat melakukan pengiriman dan penerimaan data.

Selanjutnya, pengujian nRF24L01 dilakukan saat kondisi terdapat *obstacle* (halangan) seperti bangunan, pohon, kendaraan, dan makhluk hidup.

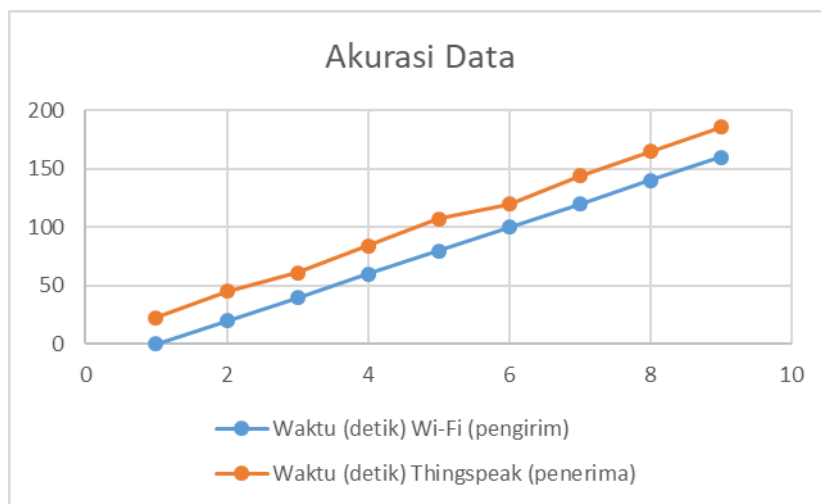
Pada Tabel 2 di sajikan kolom letak *receiver* yang merupakan titik *receiver* yang tidak berpindah posisi, sedangkan pada kolom letak *transceiver* yang merupakan titik *transceiver* yang berpindah-pindah posisi. Jarak antara titik *transceiver* dan titik *receiver* yang dicatat pada kolom Jarak (m). Selanjutnya terdapat kolom jumlah data yang dikirim oleh *transceiver* di catat pada kolom Jumlah Data dibagian Dikirim sedangkan data yang di terima oleh *receiver* dicatat pada kolom Jumlah Data dibagian Diterima. Kolom presentase (%) merupakan hasil dari perhitungan persamaan 1. Berikut Tabel 2 hasil pengujian dengan kondisi terdapat halangan.

Tabel 2. Hasil pengujian nRF24L01 kondisi dengan halangan

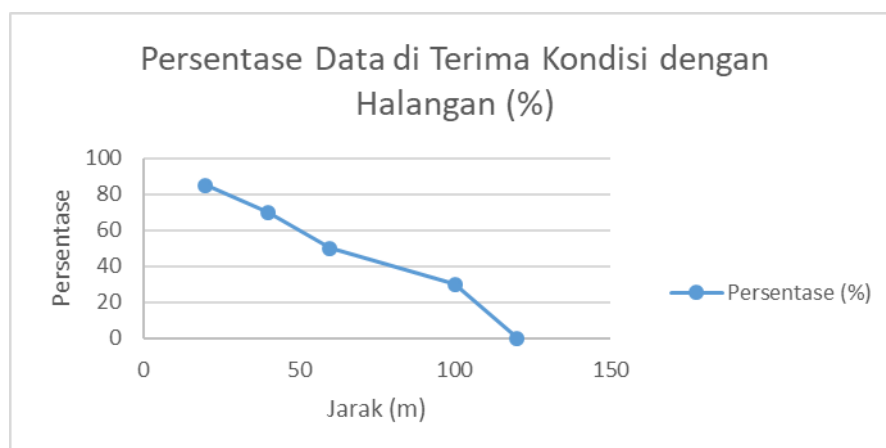
Letak Receiver	Letak Transceiver	Jarak (m)	Jumlah data		Persentase (%)
			Dikirim	Diterima	
Blok D2 No 1	Blok D2 No 5	20	20	20	100
	Blok D2 No 10	40	20	17	85
	Blok D3 No 9	60	20	16	80
	Blok D3 No 14	100	20	13	60
	Blok D4 No 3	120	20	0	0

Pengujian saat kondisi terhalang dilakukan dengan cara melihat sampel data yang dikirim sebanyak 20x, kemudian akan dicatat data yang diterima. Hasil Akurasi jumlah data yang diterima

didapatkan melalui sampel data sebanyak 20x dan menghitung jumlah data yang diterima. Hasil presentase didapatkan melalui Persamaan 1.



Gambar 8. Grafik akurasi data pengujian internet of things



Gambar 9. Grafik presentase data diterima kondisi dengan halangan

Hasil grafik pada Gambar 8 menunjukkan perbandingan antara jumlah data yang dikirim dengan jumlah diterima. Hasil pengujian saat kondisi dengan halangan di dapatkan bahwa jarak 0

sampai 100 meter masih berjalan bagus. Hal ini ditunjukkan dengan masih banyak jumlah data yang diterima, sedangkan pada jarak diatas 100 meter tidak berjalan dengan baik hal ini ditunjukkan

dengan terus menurunnya jumlah data yang diterima. Berbeda dengan pengujian tanpa halangan, pada pengujian dengan halangan menunjukkan bahwa banyak data yang dikirim tidak sampai ke penerima. Jumlahnya cukup banyak, jika jaraknya terus bertambah maka data yang hilang akan semakin banyak. Hasil presentase pada Gambar 9 menunjukkan bahwa semakin jauh jarak komunikasi maka presentase data yang akan diterima akan semakin kecil.

Pengujian Internet of Things (IoT)

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil kerja sistem dan mengetahui proses pengiriman data menuju *Thingspeak*. Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan *hotspot* dengan

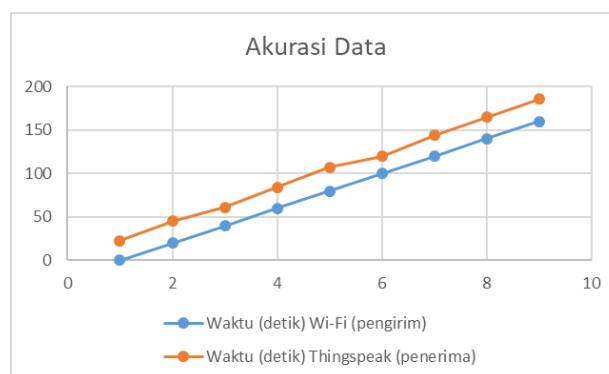
bandwidth sebesar 2.4 GHz ke modul WiFi ESP8266 ini bertujuan agar WiFi ESP8266 dapat terhubung dengan jaringan internet. Pengujian modul WiFi ESP8266 dengan cara mengkoneksi dengan jaringan internet. Pada Tabel 3 disajikan Kolom sampel yang merupakan kegiatan percobaan, lalu waktu saat pengiriman data dari Wifi ESP8266 di catat pada bagian kolom Waktu (detik) dibagian WiFi ESP8266 (pengirim), sedangkan waktu saat penerimaan data di catat pada kolom Waktu (detik) dibagian Thingspeak (penerima). Berikut Tabel 3 hasil pengujian *internet of things*.

Tabel 3. Hasil pengujian internet of things

Sampel ke-	Waktu (detik)	
	WiFi ESP8266 (pengirim)	Thingspeak (penerima)
1	0	23
2	20	45
3	40	61
4	60	84
5	80	107
6	100	120
7	120	144
8	140	165
9	160	186
10	180	202

Pengujian modul WiFi didapat dengan melihat sample data ketika mengirimkan data yang telah terkumpul pada *sink node*, kemudian akan dicatat

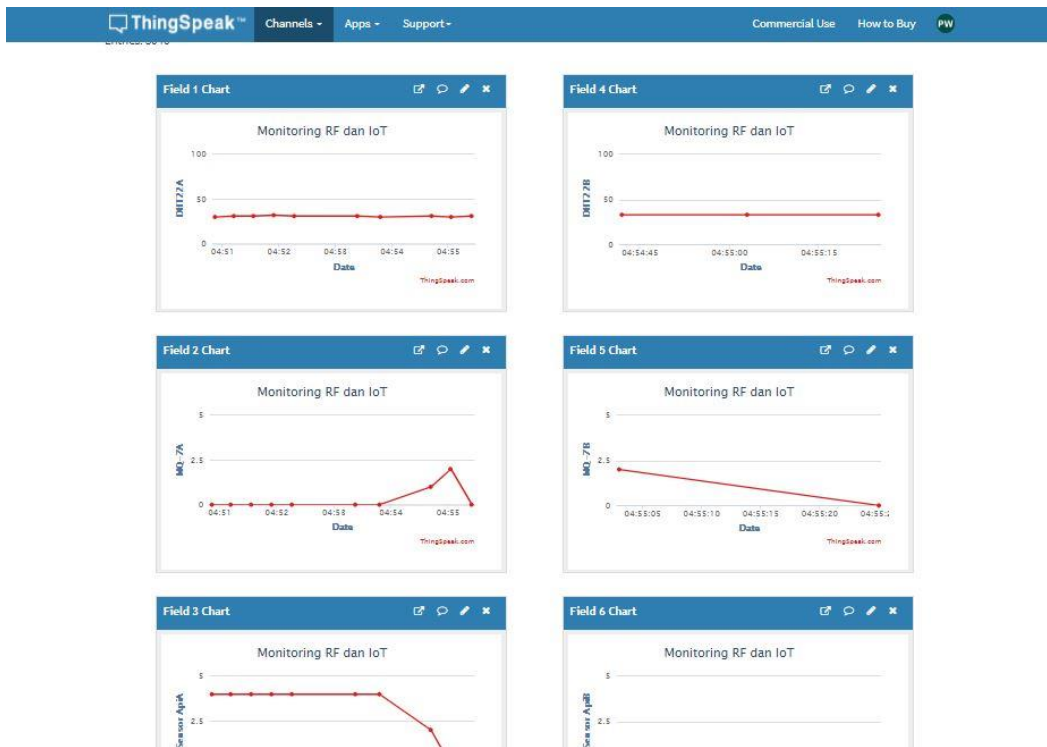
data yang diterima oleh database. Hasil akurasi data dapat dilihat dengan perbandingan antara waktu yang dikirim dan data diterima oleh *Thingspeak*.



Gambar 10. Grafik akurasi data pengujian internet of things

Hasil grafik pada Gambar 10 menunjukkan perbandingan waktu antara data pengiriman dan data yang diterima *thingspeak*. Pengujian dilakukan dengan mengambil sampel sebanyak 10 kali dengan waktu pengiriman menuju *thingspeak* setiap 20 detik. Hasil pengujian didapatkan bahwa

data yang diterima oleh *thingspeak* memiliki *delay* selama 20-27 detik. Sedangkan pada Gambar 11 menunjukkan bahwa hasil parameter masing-masing *sensor node* telah ditampilkan di *Thingspeak* dalam bentuk grafik.



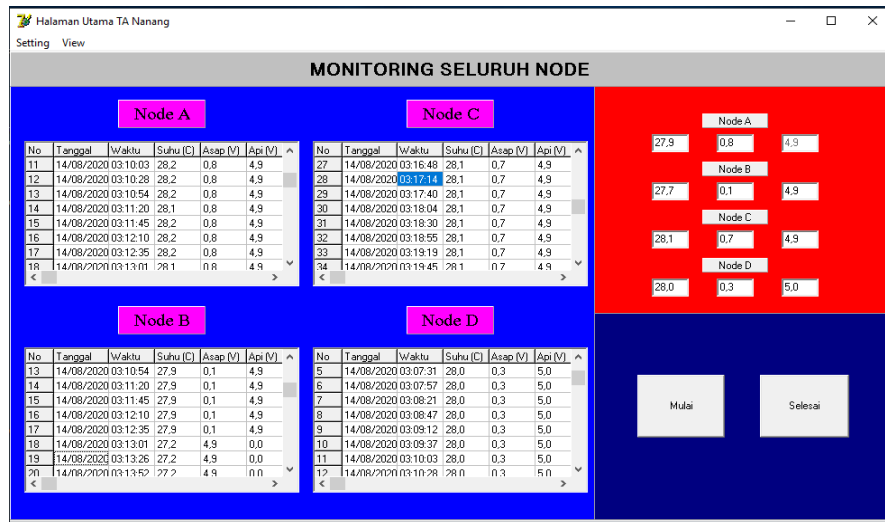
Gambar 11. Tampilan pada thingspeak

Pengujian *Interface* Menggunakan Delphi 7

Pengujian *interface* dilakukan bertujuan untuk memonitoring data pengukuran yang ditampilkan secara *realtime*. Pengujian *interface* ini menggunakan data pengukuran dari seluruh *sensor node* yang dikirim ke *sink node*, *sink node* terhubung dengan laptop menggunakan komunikasi serial melalui *port COM 8* untuk menampilkan data pengukuran *node* tersebut. Setelah semua terhubung, buka aplikasi kemudian klik *setting* dan pilih *port*, lalu dilakukan penyamaan *port* yang digunakan untuk komunikasi serial. Setelah sama klik pilihan mulai untuk menjalankan aplikasi. Gambar 12 dibawah ini memperlihatkan tampilan *interface*

yang dirancang untuk menampilkan data suhu udara, tegangan sensor gas CO, dan tegangan sensor api. Tampilan *interface* yang dirancang telah berhasil bekerja dengan baik dimana pada *interface* dapat memunculkan nilai parameter kebakaran secara *realtime*.

Jika terjadi perubahan nilai yang sangat tinggi di salah satu data suhu udara, tegangan sensor gas CO, dan tegangan sensor api, maka di *node sensor* tersebut teridentifikasi kebakaran. sehingga harus di kirim tim untuk mamantau ke lokasi *node sensor* yang teridentifikasi kebakaran.



Gambar 12. Hasil Pengujian Interface menggunakan Delphi 7

KESIMPULAN

Modul yang digunakan dalam penelitian cocok diimplementasikan, karena dapat menjangkau daerah yang luas. Modul nRF24L01 dapat mengirim dan menerima data dengan daerah yang cukup jauh. Setelah dilakukan pengujian, jarak maksimal yang dapat di cakup oleh modul ini sejauh 150 meter dengan kondisi tanpa halangan, sedangkan jika diuji dengan kondisi terdapat halangan seperti bangunan, pohon, kendaraan, dan makhluk hidup, modul ini dapat mencangkup sejauh 100 meter. Modul nRF24L01 memiliki delay penerimaan yang cukup kecil. Terjadi keterlambatan data yang sampai pada *receiver* yaitu selama 1 detik, dan data yang *delay* hanya sekitar 50% dari total data yang di terima. Sisanya data yang diterima tepat waktu. Jadi tingkat keakuratan modul ini cukup baik. Pengujian *internet of things* untuk melakukan pengiriman data menuju *thingspeak*. Data seluruh node sensor berhasil masuk ke *thingspeak* tetapi terjadi keterlambatan selama 20-27 detik. Interface yang dibuat dapat menampilkan hasil data pengukuran secara *realtime*. Saran penelitian selanjutnya menggunakan *transceiver* yang lebih baik agar dapat mendeteksi jarak yang jauh walaupun dalam keadaan dengan halangan, dan pengembangan database diperlukan agar dapat menyimpan data lebih banyak dan cepat.

REFERENCES

- [1] F. Arkan, “Sistem Detektor Kebakaran Untuk Rumah Susun Dengan Sistem Wireless Sensor Network,” *J. Ecotipe (Electronic, Control. Telecommun. Information, Power Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 5–13, 2014, doi: 10.33019/ecotipe.v1i1.40.
- [2] B. P. Statistik, “Jumlah Penduduk Menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin,” 2016. <https://karawangkab.bps.go.id/dynamictable/2018/07/24/44/jumlah-penduduk-menurut-kelompok-umur-dan-jenis-kelamin-di-kabupaten-karawang-2016.html>.
- [3] I. C. Dwinata, M. Rivai, and E. Setijadi, “Desain Wireless Sensor Network dan Webservice untuk Pemetaan Titik Api pada Kasus Kebakaran Hutan,” *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, pp. 198–203, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16292.
- [4] D. I. Afidah, A. F. Rochim, and E. D. Widiyanto, “Perancangan Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) untuk Memantau Suhu dan Kelembaban Menggunakan nRF24L01+,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 2, no. 4, p. 267, 2014, doi: 10.14710/jtsiskom.2.4.2014.267-276.
- [5] J. Guo, H. Zhang, and W. Chen, “Location-based Inner-Cluster Data Aggregation for Wireless Sensor Networks,” *AASRI Procedia*, vol. 3, pp. 523–527, 2012, doi: 10.1016/j.aasri.2012.11.082.
- [6] L. A. Akbar and M. Rivai, “Rancang Bangun

- Sensor Node pada Wireless Sensor Network Menggunakan Deret Sensor Gas dan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Mendeteksi Kebakaran Hutan,” *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16282.
- [7] M. Y. Hariyawan, A. Gunawan, and E. H. Putra, “Implementasi Wireless Sensor Network untuk Pendeteksi Dini Kebakaran Hutan,” vol. 5, pp. 1–10, 2014.
- [8] H. Irawan, M. Rivai, and F. Budiman, “Rancang Bangun Wireless Sensor Network Pada Pendeteksi Dini Potensi Kebakaran Lahan Gambut Menggunakan Banana Pi IoT,” *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 2, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i2.26016.
- [9] H. O. Yuzria, R. A. Pesma, D. Dahlan, H. Harmadi, M. Shadri, and W. Wildian, “Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Banjir Menggunakan Telemetry Nikabel Dengan Transceiver nRF24L01+,” *J. Ilmu Fis. / Univ. Andalas*, vol. 9, no. 1, pp. 57–67, 2017, doi: 10.25077/jif.9.1.57-67.2017.
- [10] I. H. Palendeng, J. O. Wuwung, E. K. Allo, B. S. Narasiang, and J. T. Elektro-ft, “Rancang Bangun Sistem Audio Nirkabel Menggunakan Gelombang Radio Fm,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 1, no. 4, pp. 1–5, 2012, doi: 10.35793/jtek.1.4.2012.634.
- [11] U. J. Shobrina, R. Primananda, and R. Maulana, “Analisis Kinerja Pengiriman Data Modul Transceiver NRF24101 , Xbee dan Wifi ESP8266 Pada Wireless Sensor Network,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 4, pp. 1510–1517, 2018.
- [12] H. S. Nida, “Prototype Sistem Multi-Telemetry Wireless untuk Mengukur Suhu Udara Berbasis Mikrokontroler ESP8266 pada Greenhouse,” *Kinetik*, vol. 2, no. 3, pp. 217–226, 2017, doi: 10.22219/kinetik.v2i3.89.