

Implementasi Sistem Pendeteksi Ketinggian Air Dengan Menggunakan Wireless Sensor Network Node Point To Point

Moch. Rizki Cahyadi¹, Sabriansyah Rizqika Akbar², Edita Rosana Widasari³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹mochrizkic@gmail.com, ²sabrian@ub.ac.id, ³editarosanaw@ub.ac.id

Abstrak

Pendangkalan yang disebabkan kikisan tanah pada sungai terjadi pula penyempitan yang disebabkan oleh adanya bangunan ilegal yang dibangun di daerah aliran sungai. Kondisi ini menyebabkan daya tampung air sungai menjadi kecil sehingga menyebabkan air sungai meluap dan terjadi banjir. Penggunaan sensor *ultrasonik* sebagai pendeteksi ketinggian air dapat dilakukan untuk mengetahui peningkatan ketinggian air di sungai. Pengiriman satu data menuju satu komputer ini menjadi tidak efektif karena banyaknya perangkat yang dibutuhkan. Metode *routing point-to-point* dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Melalui metode ini pengguna tidak perlu melakukan monitoring satu data dari satu node. Data ketinggian sungai akan dikirimkan oleh node-node menuju gateway sehingga hanya memerlukan satu perangkat yang tersambung dengan komputer. Penelitian ini mengimplementasikan *routing point-to-point* sebagai metode komunikasi sistem pendeteksi ketinggian air sungai menggunakan modul komunikasi nRF24L01. Sistem dirancang agar dapat mengirimkan data yang didapatkan oleh node menuju gateway. Gateway akan menerima data dari node, kemudian akan dibuat program untuk menampilkan data tersebut dalam bentuk grafik. Dari hasil pengujian yang dilakukan tingkat akurasi dari sensor ultrasonik lebih dari 89%. Pembacaan data pada prototipe memiliki ketepatan 80%. Pengiriman data memiliki akurasi 100%. Hasil pengujian fungsional sistem dapat menampilkan grafik yang mengindikasikan berfungsinya fitur mqtt dan *websocket* pada sistem.

Kata kunci: banjir, *routing point-to-point*, monitoring sungai, nRF24L01, sensor ultrasonik

Abstract

Siltation caused by erosion of soil in river is also a constriction caused by existence of illegal buildings built in watershed. This condition causes water capacity of river smaller, causing river overflow and flooding occurs. Use ultrasonic sensors as water level detection can done to determine increase water level in river. Sending one data to one computer becomes ineffective because the number of devices required. Point-to-point routing method can be a solution to solve problem. Through this method, user doesn't need to monitor one data from one node. River height data will sent by nodes to gateway so that only requires one device connected to computer. This research implements point-to-point routing as communication method of river water level detection system using nRF24L01 communication module. The system designed to transmit obtained data by node to gateway. Gateway will receive data from node, then program will created display in graphical form. From the results of tests conducted level of accuracy of ultrasonic sensors more than 89%. The data reading on the prototype has an accuracy 80%. Data delivery has 100% accuracy. System functional test results can display graphs that indicate functionality of mqtt and websocket features on system.

Keywords: flooding, *routing point-to-point*, river monitoring, nRF24L01, ultrasonic sensor

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara kepulauan terbesar di Dunia yang memiliki 5 pulau terbesar. Pulau Jawa merupakan salah satu pulau besar di Indonesia dengan penduduk yang sangat banyak karena pulau ini menjadi jantung

perekonomian Indonesia khususnya di Jakarta yang menjadi Ibu kota Negara. Banyaknya orang yang merantau ke Jakarta menyebabkan Jakarta semakin memiliki banyak penduduk. Banyaknya penduduk tersebut tidak sesuai dengan kapasitas pemukiman yang ada. Kebanyakan perantau tersebut membuat rumah-rumah atau

pemukiman yang ilegal dan membuat pemukiman didaerah aliran sungai (BPADJakarta, 2015). Pulau Jawa memiliki banyak dataran tinggi yang berupa bukit serta pegunungan. Pegunungan tersebut menjadi tempat penampungan air selama musim hujan berlangsung. Sehingga air akan mengalir melalui sungai untuk kembali ke laut. Namun, karena maraknya peralihan dari hutan menjadi perkebunan atau pemukiman warga menyebabkan air yang harusnya diserap akan dialirkan ke sungai dan menambah volume air di daerah aliran sungai (Kompas.com, 2017).

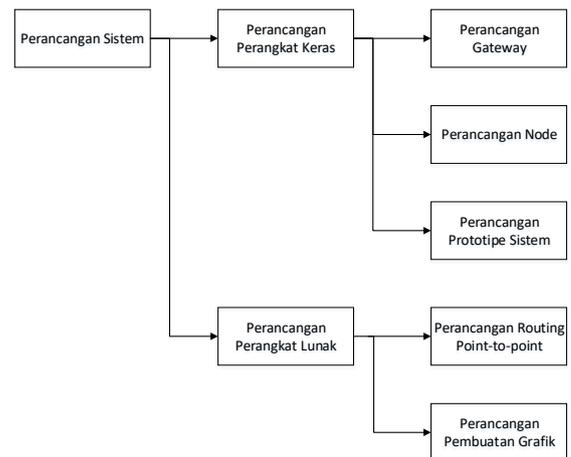
Aliran air yang cepat dapat menyebabkan dinding sungai terkikis. Kikisan dari dinding sungai ini akan terbawa dan mengendap di berbagai tempat. Akibatnya, sungai yang asalnya dalam akan menjadi dangkal. Sungai yang dangkal mengurangi daya tampung terhadap air yang akan melewati sungai tersebut. Selain pendangkalan pengurangan daya tampung sungai juga terjadi karena adanya bangunan yang dibuat di samping sungai yang menyebabkan penyempitan aliran sungai. Selain penyempitan dengan adanya bangunan ini membuat air yang harusnya tertahan sebagian dan masuk ke dalam tanah tidak dapat dilakukan dan akan mengalir semuanya. Daya tampung sungai yang semakin menyempit ini akan menyebabkan aliran sungai meluap dan terjadi banjir (Kompas.com, 2016).

Kondisi peningkatan air ini dapat dideteksi dengan menggunakan sensor ultrasonik. Kondisi sungai di wilayah hilir seperti Jakarta berarus tidak deras karena biasanya aliran sungai berkelok-kelok (ilmugeografi.com, 2016). Sehingga tidak terjadi gelombang-gelombang air seperti daerah hulu. Sehingga sensor ultrasonik dapat digunakan sebagai pendeteksi ketinggian air sungai dengan cukup efektif. Salah satu penelitian yang menggunakan sensor ultrasonik adalah penelitian yang dilakukan oleh (Martalia, 2016). Menurut penelitian yang dilakukan Martalia (2016) sensor ultrasonik HC-SR04 dapat digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi level ketinggian air. Pada penelitian ini level ketinggian air yang dideteksi ada 4. Hanya saja pada penelitian ini data yang didapatkan langsung ditampilkan pada tempat tersebut dan tidak melakukan pengiriman data. Dengan adanya pengiriman data maka akan mempermudah untuk melakukan monitoring terhadap ketinggian air dan mendeteksi bencana banjir. Sehingga pengawasan dapat dilakukan dimana saja.

Berdasarkan latar belakang diatas penulis mengangkat skripsi dengan judul “IMPLEMENTASI SISTEM PENDETEKSI KETINGGIAN AIR DENGAN MENGGUNAKAN WIRELESS SENSOR NETWORK NODE POINT-TO-POINT” setelah data didapatkan oleh sensor ultrasonik HC-SR04. Data akan dikirimkan dengan menggunakan modul transceiver nRF24L01. Pengiriman data dikirimkan dengan *routing point-to-point*. pengiriman data dilakukan dari node-node menuju gateway. Penggunaan modul komunikasi nRF24L01 agar sistem yang dibuat memiliki harga yang lebih murah dan mudah ditemui.

2. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada tahap perancangan terbagi menjadi dua bagian, yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.



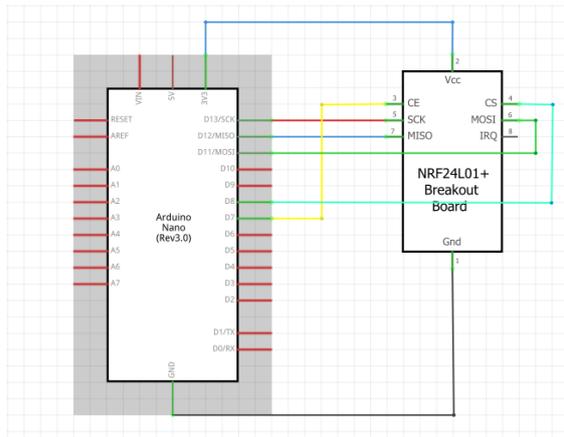
Gambar 1. Alur perancangan sistem

Perancangan perangkat keras meliputi perancangan gateway dan node. Sedangkan perancangan perangkat lunak meliputi perancangan komunikasi node secara point-to-point dan perancangan pembuatan grafik. Perancangan perangkat keras pada gateway dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perancangan perangkat keras gateway

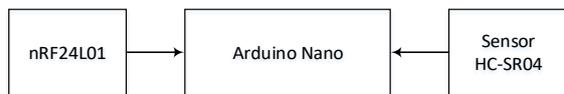
Skematik rangkaian dari perancangan perangkat keras gateway dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skematik rangkaian gateway

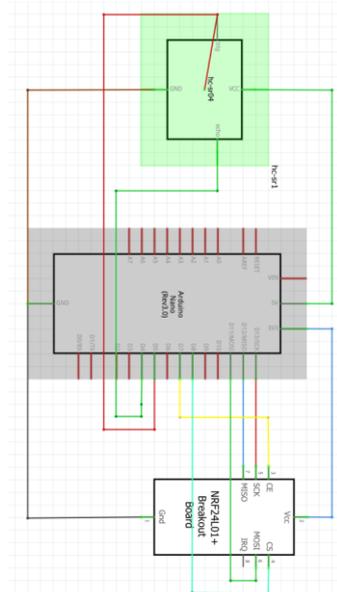
Pada Gambar 2 diatas perangkat yang digunakan adalah modul komunikasi nRF24L01 digunakan untuk melakukan komunikasi dengan node. Mikrokontroler Arduino Nano sebagai pemroses data yang diterima dan dikirim. Laptop akan menampilkan data yang diproses arduino nano dengan grafik.

Perancangan perangkat keras pada node dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Perancangan perangkat keras node

Skematik rangkaian dari perancangan perangkat keras node dapat dilihat pada Gambar 5.

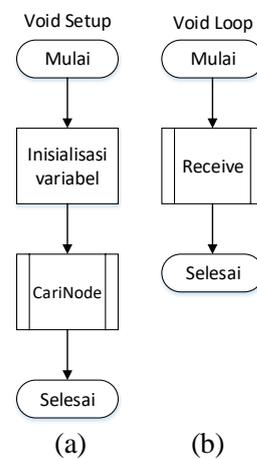


Gambar 5. Skematik rangkaian node

Pada Gambar 4 diatas perangkat yang digunakan adalah nRF24L01 digunakan untuk melakukan komunikasi dengan gateway dan

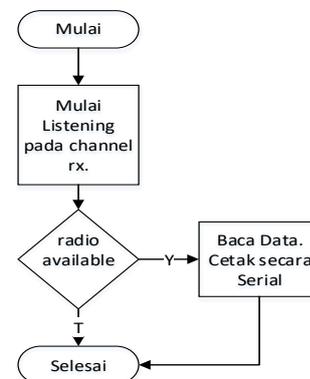
node lainnya. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi ketinggian air. Mikrokontroler arduino nano yang digunakan untuk memproses data sensor serta data yang diterima atau dikirimkan.

Selanjutnya adalah perancangan dan implementasi pada perangkat lunak. Perancangan perangkat lunak pada gateway dapat dilihat pada Gambar 6. Fungsi setup akan menginisialisasi variabel dan menentukan node yang dihubungkan. Fungsi loop hanya akan melakukan *receive* karena gateway hanya akan melakukan *receive* data dari node dan mengirimkannya secara serial menuju laptop setelah menemukan node.



Gambar 6. Flowchart setup dan loop gateway

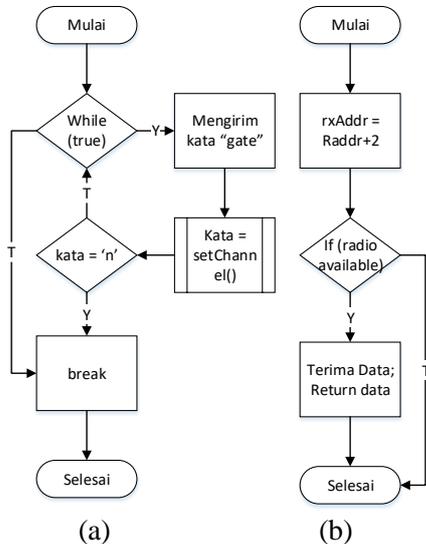
Flowchart untuk fungsi *receive* dapat dilihat pada gambar 7. Fungsi *receive* hanya melakukan *receive* dan menampilkan data secara serial. Data serial yang dikirimkan akan dikonversi oleh laptop menjadi grafik.



Gambar 7. Flowchart Fungsi *receive*

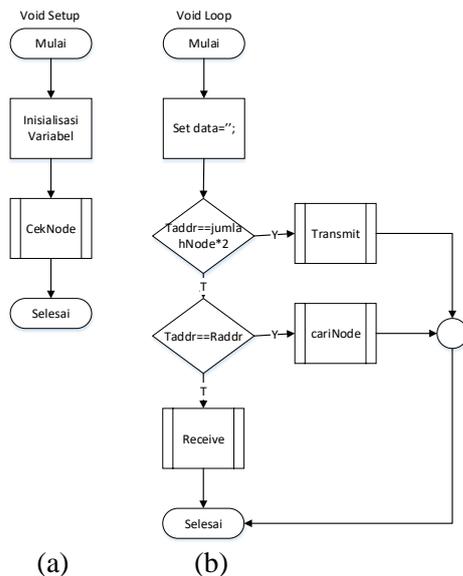
Pada saat inisialiasi gateway memanggil fungsi *carinode*, flowchart fungsi *carinode* dapat dilihat pada Gambar 8a. Fungsi *carinode* berfungsi mengirimkan kata gate pada channel tertentu sedangkan untuk fungsi *setchannel*

menerima data pada channel yang sama saat carinode mengirimkan data. Fungsi set channel dapat dilihat pada Gambar 8b.



Gambar 8. Flowchart carinode dan setchannel

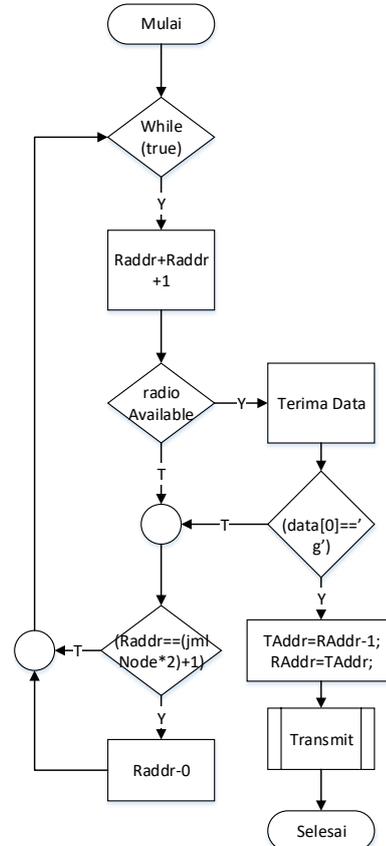
Perancangan perangkat lunak pada node dapat dilihat pada Gambar 9. Perancangan perangkat lunak pada node dimulai dengan fungsi setup dan fungsi loop pada node. Setelah inialisasi variabel melakukan pemanggilan fungsi ceknode. Untuk fungsi loop dilakukan pengecekan kondisi terlebih dahulu sebelum memanggil fungsi yang akan dijalankan.



Gambar 9. Flowchart fungsi setup dan loop node

Untuk dapat terhubung dengan node lainnya pada fungsi setup memanggil fungsi cek node. Flowchart fungsi ceknode dapat dilihat pada Gambar 10. Fungsi ini melakukan listening pada channel-channel yang diinisialisasi dari

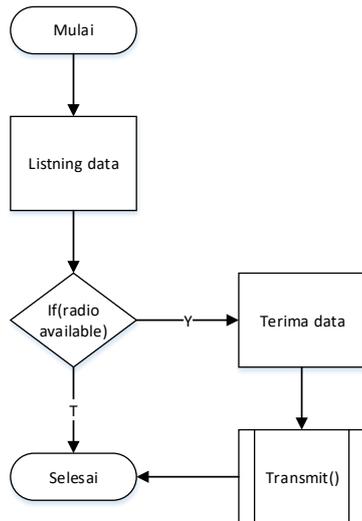
jumlah node. Setelah menerima data fungsi ini akan mengirimkan data pada channel data diterima kemudian berhenti.



Gambar 10. Flowchart fungsi ceknode

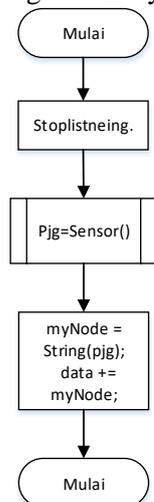
Untuk fungsi cari node akan berjalan ketika node tersebut bukan node terakhir. Flowchart dari fungsi ini dapat dilihat pada Gambar 8 diatas.

Pada fungsi loop node juga menjalankan fungsi transmit dan receive. Untuk fungsi receive akan berjalan setelah fungsi carinode berjalan. Flowchart dari fungsi receive pada node dapat dilihat pada Gambar 11. Setelah menerima data pada node akan mengirimkan data seperti terlihat pada flowchart setelah data diterima fungsi transmit dipanggil dan dijalankan.



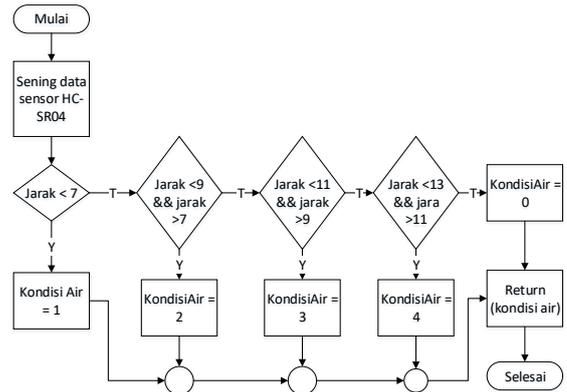
Gambar 11. Flowchart fungsi receive node

Fungsi transmit pada node akan berjalan dalam dua kondisi yaitu saat node menjadi node terakhir dan saat node telah menerima data. Flowchart fungsi transmit dapat dilihat pada Gambar 12. Sebelum node mengirimkan data node akan memeriksa atau menjalankan fungsi sensor terlebih dahulu untuk mendapatkan data sensor kemudian mengirimkannya.



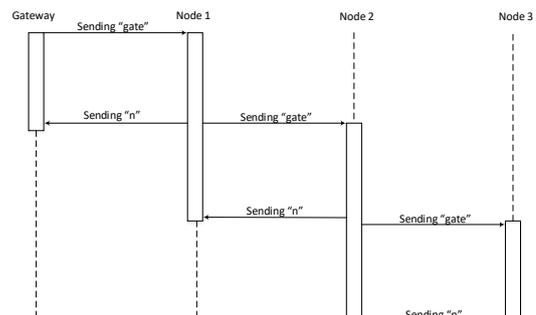
Gambar 12 Flowchart fungsi transmit

Fungsi sensor akan dijalankan ketika node akan melakukan pengiriman data. Flowchart fungsi sensor dapat dilihat pada Gambar 13. Fungsi ini akan melakukan pembacaan data kemudian data tersebut dikonversi menjadi kondisi siaga. Kondisi siaga ini nantinya dikirimkan menuju node selanjutnya.



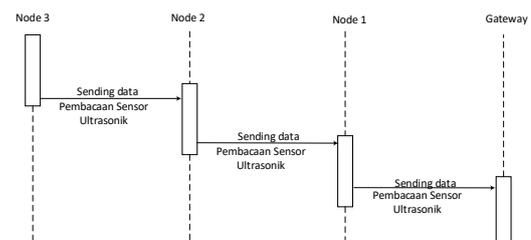
Gambar 123. Flowchart fungsi sensor

Langkah pertama dalam sistem ini adalah menghubungkan gateway dengan node yang akan menjadi node 1. Siklus kerja dari sistem dapat dilihat pada Gambar 14. Gateway akan mengirimkan "gate" kemudian node yang melakukan listen pada channel 0 sampai channel node terakhir. Setelah node menerima data dari gateway, node akan mengirimkan "n" pada channel yang sama saat node mengirimkan "gate".



Gambar 14. Diagram siklus pembentukan node

Setelah node terakhir terhubung node terakhir akan mengirimkan data hasil pembacaan sensor. Siklus pengiriman data dapat dilihat pada Gambar 15. node terakhir akan mengirimkan data sensor menuju node selanjutnya. Kemudian node selanjutnya akan mengirimkan data node terakhir dan data sensornya sendiri menuju nodeselanjutnya sampai menuju gateway.



Gambar 15. Siklus pengiriman data

Setelah tahap perancangan selesai selanjutnya tahap implementasi. Implementasi

dilakukan sesuai dengan perancangan yang sebelumnya dilakukan. Implementasi pada perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 136. Implementasi perangkat keras

3. PENGUJIAN

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini ada empat pengujian yaitu pengujian sensor HC-SR04, pengujian level ketinggian air, pengujian pengiriman data dan pengujian sistem pada prototipe.

3.1. Pengujian Sensor HC-SR04

Pengujian sensor bertujuan untuk mengetahui akurasi dari sensor HC-SR04. Pengujian ini dilakukan dengan menghadapkan benda dengan jarak 16, 13, 11, 9 dan 7 cm. Nilai pembacaan sensor tersebut akan dibandingkan untuk didapatkan tingkat akurasi pembacaannya. Hasil pengujian sensor HC-SR04 dapat dilihat pada Tabel 1. Data ini diambil dari 15 sampel data pengujian yang dilakukan.

Tabel 1. Hasil pengujian sensor HC-SR04

No	Jarak (cm)	Rata-rata Data Sensor			ketepatan sensor %		
		u1	u2	u3	u1	u2	u3
1	7	6.4	6.6	6.4	91.4	94.2	90.8
2	9	8.1	8.3	8.1	89.7	92.5	89.9
3	11	10.5	10.5	10.3	95.5	95.5	93.8
4	13	12.3	12.5	12.7	94.5	96.4	97.5
5	16	16	16.2	16.4	99.9	98.8	97.6

Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi yang tinggi yaitu lebih dari 89%.

3.2. Pengujian Level Ketinggian Air

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor dapat membaca kondisi siaga dengan tepat. Pengujian ini dilakukan dengan

melakukan pengisian air pada talang air dengan ketinggian air 2.5, 4.5, 7.5, 8.5 dan 9.5. Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali. Hasil pengujian level ketinggian air dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian level ketinggian air

No	Sensor	Nilai sesuai	Nilai tidak sesuai	Ketepatan data
1	1	4	1	80%
2	2	4	1	80%
3	3	4	1	80%

Hasil pengujian menunjukkan terjadi error satu kali pada pembacaan. Error ini terjadi pada saat dilakukan pendeteksian ketinggian air pada tinggi 8.5 cm. Ini disebabkan oleh pembacaan nilai sensor yang sedikit keliru. Pendetesi harusnya mendeteksi jarak 7.2 cm namun sensor mendeteksi jarak 6.8 cm. Menyebabkan error terjadi.

3.3. Pengujian Pengiriman Data

Pengujian pengiriman data ini bertujuan untuk mengetahui apakah data dapat dikirimkan dari node menuju gateway secara point-to-point atau tidak. Pengujian yang dilakukan adalah 10 kali pengujian pengiriman data. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

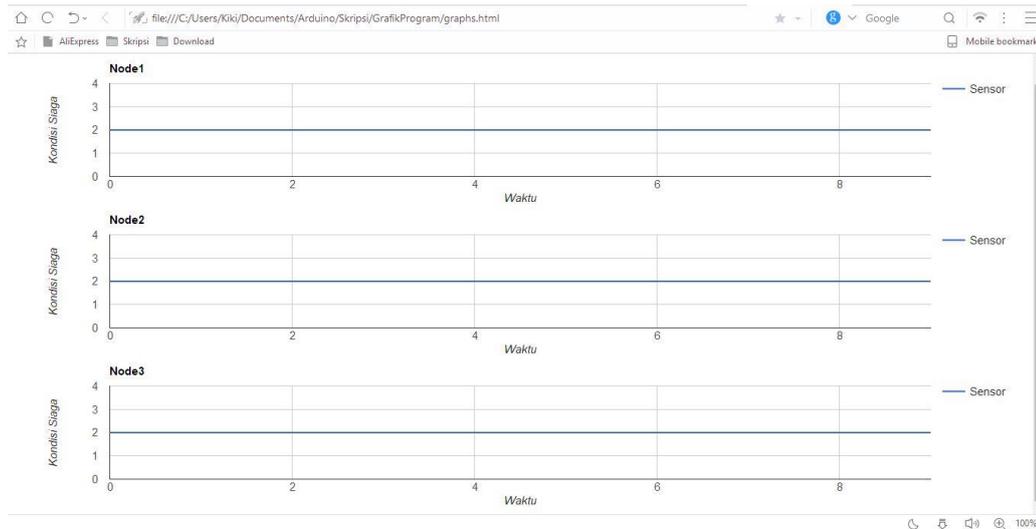
Tabel 3. Hasil pengujian pengiriman data

Jumlah Data yang diterima salah	0
Jumlah Data yang diterima benar	10
Tingkat akurasi data	100%

Dari Tabel 3 diatas dapat dilihat bahwa seluruh data dapat diterima oleh gateway seluruhnya dan data yang diterima sesuai data yang dikirimkan tiap node.

3.4. Pengujian Sistem pada Prototipe

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem dapat berjalan sesuai dengan perancangan dan implementasi yang dilakukan. Grafik hasil pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 17 dan Gambar 18.



Gambar 17. Grafik siaga 2



Gambar 18. Grafik siaga 1

Pada Gambar 17 dan Gambar 18 diatas setiap grafik menunjukkan saat setiap node berada pada kondisi siaga 2 dan siaga 1. Kedua grafik diatas menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan sesuai dengan perancangan dan implementasi yang dilakukan. Tampilnya grafik pada pengujian ini menunjukkan bahwa sistem telah berhasil menerapkan fitur mqtt yang mengirimkan datanya dengan websocket dan ditampilkan dalam bentuk grafik dengan fitur google chart

4. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, implementasi, hasil pengujian dan analisis yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengimplementasian sistem pendeteksian ketinggian air dilakukan dengan merancang

dan mengimplementasi perangkat keras meliputi arduino nano, modul nrf24101, dan sensor HC-SR04. Sedangkan perancangan perangkat lunak dimulai dengan pembentukan node, pengiriman data, pengambilan data secara serial dan menampilkan data dalam bentuk grafik.

2. Sensor HC-SR04 dapat digunakan sebagai pendeteksian ketinggian karena memiliki tingkat akurasi lebih dari 89%.
3. Data node diperoleh dari sensor HC-SR04 yaitu sensor ultrasonik dengan mengukur jarak antara sensor dan permukaan air.
4. Routing point-to-point diterapkan dengan cara node melakukan pengiriman data pada suatu channel. Node yang akan menjadi tetangganya akan melakukan listening pada beberapa channel termasuk channel node melakukan pengiriman data. Setelah data

diterima maka node yang akan dihubungkan akan mengirimkan balasan pada channel tersebut dan menjadikan channel tersebut sebagai channel *transmit* node baru tersebut. Sedangkan untuk node pengirim data akan menjadikan channel tersebut sebagai channel *receive*.

5. Pengiriman dilakukan dari node terakhir yang terhubung dan mengirimkannya menuju channel transmit menuju node selanjutnya. Node tersebut akan mengirimkan datanya bersama dengan data dari node sebelumnya yang ia terima. Pengiriman ini terus dilakukan hingga data sampai pada gateway. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan data diterima 100%. Seluruh data yang dikirimkan node dapat diterima oleh gateway.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Arduino, 2016. *Arduino Nano*. [Online] Tersedia di: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano> [Diakses 4 Oktober 2016].
- BPADJakarta, 2015. *Daerah Aliran Sungai (DAS) DKI Jakarta*. [Online] Tersedia di: [http://jakartapedia.bpadjakarta.net/index.php/Daerah_Aliran_Sungai_\(DAS\)_DKI_Jakarta](http://jakartapedia.bpadjakarta.net/index.php/Daerah_Aliran_Sungai_(DAS)_DKI_Jakarta) [Diakses 21 Juni 2017].
- Dargie, W. & Poellabauer, C., 2010. *FUNDAMENTALS OF WIRELESS SENSOR NETWORKS : THEORY AND PRACTICE*. 1st penyunt. Chichester: John Wiley & Sons Ltd..
- Desai, P., 2015. *Python Programming for Arduino*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Fonseca, R. et al., 2005. *Beacon Vector Routing: Scalable Point-to-Point Routing in Wireless*. Boston, Proceedings of the 2nd Symposium on Networked Systems Design and Implementation.
- Google, 2017. *Google Chart*. [Online] Tersedia di: <https://developers.google.com/chart/interactive/docs/> [Diakses 5 Juni 2017].
- Kompas.com, 2016. *Penataan Sungai-sungai di Jakarta Kian Mendesak*. [Online] Tersedia di: <http://megapolitan.kompas.com/read/2016/08/29/17000001/penataan.sungai-sungai.di.jakarta.kian.mendesak> [Diakses 22 Juni 2017].
- Kompas.com, 2017. *Ini Penyebab Banjir Jakarta Menurut UPC*. [Online] Tersedia di: <http://properti.kompas.com/read/2017/02/21/193000321/ini.penyebab.banjir.jakarta.menurut.upc> [Diakses 22 Juni 2017].
- MAJDI, K., 2013. *GELOMBANG ULTRASONIK DALAM BERBAGAI BIDANG*. [Online] Tersedia di: <http://sains-resources.blogspot.co.id/2013/07/gelombang-ultrasonik-dalam-berbagai.html> [Diakses 22 Juni 2017].
- Martalia, A., 2016. KALIBRASI SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 SEBAGAI SENSOR PENDETEKSI JARAK PADA PROTOTIPE SISTEM PERINGATANDINI BENCANA BANJIR. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016*, Volume V, pp. SNF2016-43 - SNF2016-46.
- python, 2001. *python.org*. [Online] Tersedia di: <https://www.python.org/doc/essays/blurb/> [Diakses 6 Juni 2017].
- Vannesa, W., Salim, F. & Moskovits, P., 2013. *The Definitive Guide to HTML5 WebSocket*. First penyunt. New York: Paul Manning.