

Kelayakan LoRa Untuk Jaringan Komunikasi Sistem Pengelolaan Air di Politeknik Negeri Samarinda

Prihadi Murdiyat¹, Sunu Pradana², Abdul Hamid Kurniawan³

^{1,2,3} Teknik Elektro, Politeknik Negeri Samarinda

Jln. Dr. Ciptomangunkusumo, Samarinda 75131, INDONESIA

Abstract- A water management system is being developed in Politeknik Negeri Samarinda (Polnes). The system consists of a number of sensor node (SN) that is always connected to a gateway/sink. Communication network between SNs and gateway is considered to utilize radio technology. As the campus area reaches 10 hectare, long range (LoRa) radio technology might be the candidate. Eventhough LoRa, in its specification, could cover the distance of around 15 km in line of sight condition, Polnes campus that has hilly terrain with several storey buildings may reduce the coverage of LoRa. Hence, in this research, the received signal strength (RSSI) was measured to find the possibility of LoRa being the communication network infrastructure. At the location where the gateway would be installed, a 433 Mhz LoRa transmitter was operated to continuously send data packets. A LoRa receiver was brought to every future SN locations to measure the RSSI. The measurement by the receiver that was equipped with a rubber duck antenna (3 dBi gain) showed that the RSSI is between -107 dB to -85 dB for the distance of up to 165 meter. Meanwhile, by the use of a Yagi antenna with the gain of 7.37 dBi, the RSSI value is between -100 dB to -80 dB. All of those results verify that LoRa is capable for the communication infrastructure of Polnes water management system.

Intisari- Sebuah sistem pengelolaan air sedang dibangun di Kampus Politeknik Negeri Samarinda (Polnes). Sistem terdiri dari beberapa *sensor and actuator node* (SAN) yang terdapat di berbagai tempat dalam kampus, yang senantiasa terhubung secara nirkabel (*wireless*) dengan *gateway/sink*. Jaringan komunikasi antara SAN dan *gateway* dipertimbangkan menggunakan radio. Dengan luas kampus yang mencapai 10 hektar, salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah *long range* (LoRa). Walaupun dalam spesifikasi teknisnya LoRa mampu mencapai jarak hingga 15 km dalam kondisi *line of sight* (LOS), kampus Polnes yang berbukit-bukit dan mempunyai gedung-gedung bertingkat sangat mungkin dapat mengurangi jarak jangkauannya. Karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengukuran *received signal strength indication* (RSSI) untuk

mengetahui kemungkinan LoRa sebagai infrastruktur komunikasi. Pada lokasi di mana *gateway* akan dipasang, sebuah pemancar LoRa yang bekerja pada frekuensi 433 MHz dioperasikan untuk mengirim paket data secara terus-menerus. Sebuah penerima LoRa yang digunakan untuk mengukur RSSI, dibawa ke tempat-tempat di mana SAN akan dipasang. Hasil pengukuran dengan penerima menggunakan antenna *rubber duck* dengan *gain* 3 dBi membuktikan bahwa pada penerimaan RSSI berkisar antara -107 dB hingga -88 dB untuk jarak hingga 165 meter. Sementara penggunaan antenna Yagi dengan penguatan 7.37 dBi menghasilkan RSSI antara -100 dB hingga -80 dB. Seluruh hasil tersebut membuktikan bahwa LoRa mampu digunakan sebagai infra struktur komunikasi sistem pengelolaan air di Polnes.

Kata Kunci- pengelolaan air, LoRa, pengukuran, RSSI.

I. PENDAHULUAN

Untuk memenuhi kebutuhan air di kampus Politeknik Negeri Samarinda (Polnes), sebagian besar pasokan air diperoleh dari PDAM, sementara dari sumur bawah tanah hanya digunakan untuk masjid kampus. Terdapat dua saluran masukan/intake yang masing-masing dialirkan ke bak penampungan yang berbeda. Karena kedua bak penampungan tersebut berada pada posisi yang rendah, maka air dari bak-bak penampungan tersebut dipompa secara regular ke tangki-tangki yang terdapat di tiap gedung.

Masalahnya, lahan di kampus Polnes berbukit-bukit, sehingga ketinggian tangki di tiap gedung berbeda. Akibatnya ketika air dipompa selama periode tertentu untuk mengisi tangki-tangki yang berada pada jaringan tertentu, beberapa tangki akan penuh dan airnya terus meluber, sementara tangka di tempat yang lebih tinggi belum terisi sepenuhnya. Untuk mengatasi melubernya air, sebenarnya pernah dipasang kran apung, tetapi usianya tidak cukup panjang karena tekanan air yang mengalir pada pompa cukup tinggi.

Selain itu, karena pengamatan volume tangki dilakukan secara manual oleh satu operator, tinggi muka air saat itu sulit untuk diketahui. Pekerjaan mengamati isi tangki tampaknya juga dirasa terlalu merepotkan, sehingga tiap hari pompa diaktifkan hanya dalam kurun waktu yang dianggap sudah mencukupi. Maka melubernya air di satu tangki dan kurangnya volume air di tangki lain makin sering terjadi.

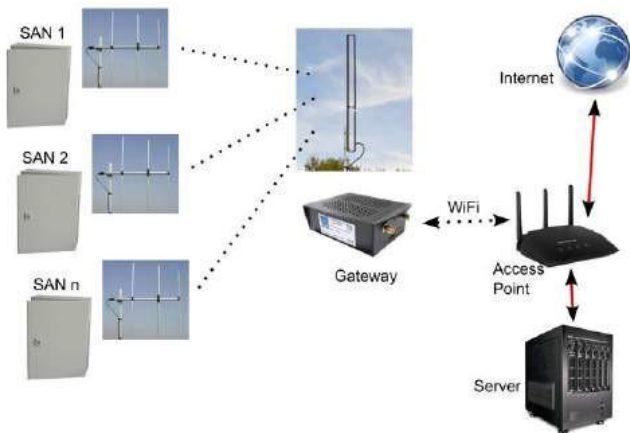
Untuk memperbaiki mekanisme pengelolaan air agar menjadi lebih baik, di mana seluruh tangki dapat terisi tanpa ada air terbuang, di Polnes akan dirancang bangun sistem pengelolaan air yang dapat diamati dan dikontrol secara

¹Dosen, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Samarinda, Jl. Dr. Ciptomangunkusumo, Samarinda 75131 INDONESIA (tlp: 0541-260588, fax: 0541-260355; e-mail: pmurdiyat@polnes.ac.id)

²Dosen, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Samarinda, Jl. Dr. Ciptomangunkusumo, Samarinda 75131 INDONESIA (tlp: 0541-260588, fax: 0541-260355; e-mail: sunupradana@polnes.ac.id)

³Dosen, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Samarinda, Jl. Dr. Ciptomangunkusumo, Samarinda 75131 INDONESIA (tlp: 0541-260588, fax: 0541-260355; e-mail: abdulhamidkurniawan@polnes.ac.id)

terpusat. Dengan adanya system ini juga akan dapat diukur penggunaan air di tiap tangki. Sistem yang dibangun merupakan sebuah jaringan sensor nirkabel (*Wireless Sensor Network/WSN*) [1] yang konfigurasi ditunjukkan dalam Gambar. 1.



Gambar. 1 Konfigurasi jaringan sensor nirkabel yang digunakan untuk system pengelolaan air di Polnes.

Sebagaimana ditampilkan dalam Gambar. 1, *sensor and actuator node* (SAN) yang diletakkan di dekat tangki akan mengukur ketinggian air dan volume konsumsinya. Kedua data tersebut akan dikirim ke sebuah *gateway* yang akan melanjutkannya (*forward*) ke sebuah komputer server melalui jaringan internet dalam kampus. Operator yang mendapat otoritas akan mempunyai akses untuk dapat membaca data pada server. Melalui server pula, operator yang mendapat otoritas juga dapat menutup/membuka *valve* pada masukan tangki, mematikan/ menghidupkan pompa. Jika operator mengatur setting *valve* agar bekerja secara otomatis, maka program dapat disetting agar *valve* terbuka/tetutup berdasar ketinggian air di tangki.

Untuk kemudahan instalasi, komunikasi antara SN dengan *gateway* dilakukan melalui teknologi radio. Selain itu, biaya instalasi juga akan lebih rendah dibanding menggunakan kabel. Mengingat luas kampus Polnes yang mencapai 10 hektar, dan jarak gedung yang mencapai hingga 500 meter, salah satu teknologi radio yang murah dan dapat mencapai jarak tersebut adalah *long range* (LoRa) [2].

LoRa merupakan salah satu kandidat kuat untuk teknologi komunikasi nirkabel yang digunakan dalam *Internet of Things* (IoT) [3]. Menurut spesifikasinya [2], LoRa mampu mencapai jarak hingga 5 km di area *suburb* dan 15 km di area *rural*. Tetapi secara teoritis LoRa mencapai jarak 921 km [4]. Ternyata hal tersebut dapat dibuktikan di [5], di mana rekor jarak terjauh telah mencapai 832 km yang diperoleh ketika pemancar LoRa dibawa oleh balon udara pada ketinggian 83 km.

Akan tetapi semua hasil tersebut diperoleh dalam kondisi *Line of Sight* (LoS), di mana antara antena pemancar dan penerima tidak terdapat penghalang. Pada kenyataannya, kampus Polnes mempunyai kontur yang beragam, banyak

pohon-pohon tinggi, dan bangunan bertingkat. Maka, berbagai fenomena perambatan gelombang radio seperti refleksi, transmisi, difraksi, difusi, dan *guiding* [6] dapat terjadi ketika sinyal radio dari pemancar merambat ke penerima. Akibatnya jarak jangkauan LoRa akan menurun.

Untuk menilai apakah LoRa dapat diandalkan untuk menjadi infrastruktur jaringan komunikasi sistem pengelolaan air di Polnes, penelitian ini mengukur parameter *received signal strength indication* (RSSI).

II. METODE PENELITIAN

Untuk mengukur RSSI, sebuah pemancar LoRa diletakkan di Laboratorium Jurusan Teknik Elektro, di mana *gateway* akan dipasang. Ketika dilakukan pengukuran, pemancar dioperasikan untuk mengirim paket data secara periodik.

Paket dibangkitkan oleh sebuah Arduino Nano, yang kemudian mengirim data digital ke pemancar LoRa Semtech SX1278 yang bekerja pada frekuensi 433 Mhz. Setting daya pemancar menggunakan nilai *default* sebesar 17 dBm. Antena yang digunakan adalah slim jim yang mempunyai gain sebesar 6 dBi. Rangkaian Arduino Nano, pemancar LoRa dan antenanya ditunjukkan dalam Gambar. 2, sedang hasil pemasangannya ditunjukkan dalam Gambar. 3. Antena terpasang setinggi 5 m di atas tanah. Sementara itu, rangkaian penerima terdiri dari sebuah Arduino Uno, penerima LoRa Dragino 433 MHz, dan *liquid crystal display* (LCD) 20x4. Agar bisa dibawa ke mana-mana (*mobile*), suplai rangkaian berupa sebuah baterai 9 V. Bagian dalam dan tampilan luar dari penerima ditunjukkan dalam Gambar. 4.



Gambar. 2 Rangkaian Arduino Nano, pemancar LoRa, dan antenna sebelum dipasang.



Gambar. 3 Hasil pemasangan unit pemancar dan antenna pada tiang



Gambar. 4 Bagian dalam dan tampilan luar bagian penerima

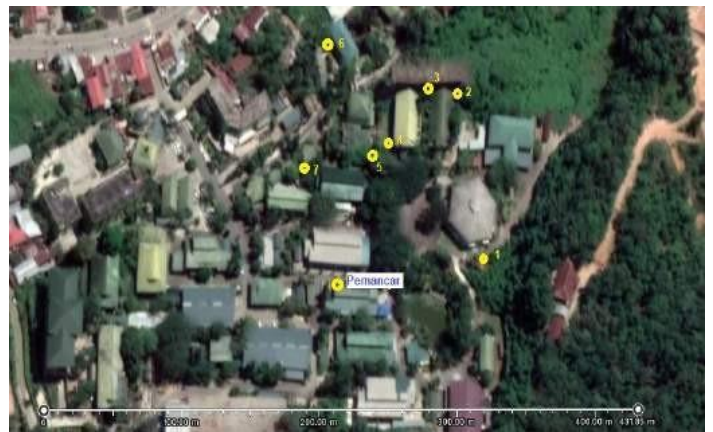
Untuk bagian penerima, dua jenis antenna yang digunakan adalah *rubber duck* dan Yagi 3 elemen, yang berturut-turut mempunyai gain sebesar 3 dBi dan 7,37 dBi. Bentuk kedua antenna ditunjukkan dalam Gambar. 5.



Gambar. 5 Antena *rubber duck* dan Yagi 3 elemen yang akan dipasang pada bagian penerima.

Pengukuran nilai RSSI dilakukan di tujuh lokasi tangki, yaitu: tangki dekat tower antenna radio FM (No. 1), gedung Jurusan Teknologi Informasi/TI lokasi 1 (No. 2), gedung TI lokasi 2 (No. 3), gedung Jurusan Desain Produk/DP (No. 4), gedung Jurusan Pariwisata (No. 5), kantor Satuan Pengawas Internal/SPI (No. 6), dan Tandon Utama lokasi 2 (No. 7). Tinggi antenna penerima saat dilakukan pengukuran adalah dua meter di atas tanah.

Letak tiap-tiap lokasi tersebut di atas ditunjukkan dalam peta pada Gambar. 6. Di antara seluruh lokasi pengukuran, yang mempunyai jarak terpendek dari pemancar adalah Tandon Utama (No. 7) yang mempunyai jarak sekitar 90 m. Akan tetapi, antara pemancar dengan Tandon Utama terdapat dua gedung yang menghalangi. Sementara itu, lokasi dengan jarak paling jauh dari gateway adalah kantor SPI (No. 6) yang mempunyai jarak sekitar 165 m. Di antara keduanya terdapat kurang lebih lima bangunan dan beberapa pohon tinggi. Selain itu kontur tanah di antara keduanya cukup tinggi, sehingga walaupun tidak ada gedung sekalipun, sulit untuk mendapat kondisi line of sight (LoS), kecuali dengan menggunakan tiang antenna yang cukup tinggi.



Gambar. 6 Lokasi pemancar dan titik-titik pengukuran dalam kampus Polnes

III. HASIL DAN DISKUSI

Dari hasil pengukuran RSSI yang dilakukan masing-masing tiga kali untuk antenna *rubber duck* dan tiga kali untuk antenna Yagi di tujuh lokasi, diperoleh rata-rata nilai RSSI seperti ditampilkan dalam Tabel I.

TABEL I
HASIL PENGUKURAN RSSI DI TIAP LOKASI

No	Lokasi	Jarak (m)	RSSI (dB)	
			<i>Rubber duck</i>	Yagi
1	Tower antenna pemancar FM	115	-94	-80
2	Gedung TI lokasi 1	160	-99	-93
3	Gedung TI lokasi 2	151	-102	-95
4	Gedung DP	107	-85	-82
5	Gedung Pariwisata	96	-88	-84
6	Kantor SPI	165	-107	-100
7	Tandon utama	90	-92	-77

Tampak bahwa nilai RSSI terbesar adalah sebesar -107 dB. Dibandingkan dengan nilai minimum RSSI yang dapat

diterima oleh Dragino sebesar -148 dB [7], nilai-nilai RSSI hasil pengukuran dalam Tabel I tersebut masih berada jauh di atas. Sehingga dapat dinyatakan bahwa LoRa layak untuk digunakan sebagai infrastruktur jaringan komunikasi sistem pengelolaan air di Polnes.

Temuan lain menunjukkan bahwa nilai RSSI yang dihasilkan oleh penerima dengan menggunakan antenna Yagi selalu lebih besar daripada yang dihasilkan oleh antenna *rubber duck*. Hasil ini sudah tepat karena penguatan/*gain* antenna Yagi memang lebih besar. Akan tetapi, karena antenna Yagi mempunyai pola radiasi *uni direction* maka ada kemungkinan bahwa nilai RSSI yang dihasilkannya bisa lebih kecil daripada yang dihasilkan oleh antenna *rubber duck*, jika arah antenna tidak tepat. Namun hasil pada Tabel 1 membuktikan bahwa arah antenna Yagi sudah sesuai.

Lebih jauh, hasil pada Tabel I juga membuktikan bahwa jarak yang pendek antara penerima dengan pemancar tidak selalu menghasilkan nilai RSSI yang lebih besar. Sebagai contoh, dengan menggunakan antenna *rubber duck*, nilai RSSI pada Tandon Utama yang hanya berjarak 90 m adalah sebesar -92 dB, jauh lebih kecil dibanding dengan hasil yang diperoleh di Gedung DP dan Pariwisata yang berturut-turut hanya sebesar -85 dB dan -88 dB. Padahal jarak keduanya terhadap pemancar adalah lebih jauh dibanding jarak antara Tandon Utama dengan pemancar. Hal ini beralasan karena seperti disampaikan dalam Bab III, pemancar dan penerima di lokasi kantor SPI terhalang oleh dataran tinggi, beberapa buah gedung, serta pohon-pohon tinggi. Beruntung, nilai RSSI tersebut bisa ditingkatkan dengan cara menggunakan antenna Yagi. Sehingga nilai RSSI yang diperoleh menjadi -77 dB, paling tinggi dibanding RSSI yang diperoleh lokasi lain yang lebih jauh. Ini menunjukkan bahwa arah antenna Yagi untuk menerima sinyal terkuat yang datang dalam bentuk pantulan, difraksi, atau sejenisnya, sudah tepat.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran dan pembahasan dalam Bab III terbukti bahwa LoRa dapat digunakan sebagai infrastruktur jaringan komunikasi untuk sistem pengelolaan air di Politeknik Negeri Samarinda. Juga diperoleh bahwa nilai RSSI yang diperoleh dari penerima yang menggunakan antenna Yagi adalah lebih tinggi dibanding RSSI yang diperoleh penerima dengan menggunakan antenna *rubber duck*. Selain itu, juga telah dibuktikan nilai RSSI tidak hanya dipengaruhi oleh jarak, tetapi juga oleh kontur tanah di Polnes yang berbukit-bukit, serta gedung dan pohon tinggi yang terletak di antara pemancar dan penerima

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Samarinda yang telah memberikan dana sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

REFERENSI

[1] I. F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, and E. Caryici, "A survey on sensor networks", in *IEEE Communication Magazine*, August 2002, pp 102-114.

- [2] Semtech, "LoRa and LoRaWAN: A technical overview", Technical paper, Semtech Corporation, 2020.
- [3] Z. H. Ali, H. A. Ali, M. M. Badawy, "Internet of things (IoT): Definitions, challenges and recent research directions", *International Journal of Computer Applications* 128(1), October 2015, pp37-47.
- [4] T. Janssen, N. BniLam, M. Aernouts, R. Berkvens, dan M. Weyn, "LoRa 2,4 Ghz Communication Link and Range", *Sensors* 2020 20, 2020.
- [5] The Things Network Team, "LoRa world record broken: 832 km/517 mi using 25 mW", <https://www.thethingsnetwork.org/article/lorawan-world-record-broken-twice-in-single-experiment-1>, April 2020.
- [6] H. Sizun, "Radio wave propagation for telecommunication applications", Springer, Paris, 2003, pp 44-51.
- [7] -----, "Arduino shield featuring LoRa technology" <https://www.dragino.com/products/lora/item/102-lora-shield.html>, August 2020.