

Pengembangan *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) Berbasis IoT Sebagai Alat Mitigasi Resiko Potensi Bencana Banjir di Kota Bontang

Wilis Agung Permadi¹, Hijratul Puk Kamal Habibi², Mardhiyah Huuriin Haspaning Putri³
^{1,2,3} Komunitas Pemantau Air Kota Bontang, Kalimantan Timur
 wilis0707@gmail.com

Abstrak- Hujan deras pada tahun 2019 telah menyebabkan terjadinya banjir besar di kota Bontang yang mengakibatkan kerugian material pada masyarakat. Setelah kejadian tersebut, masyarakat tidak merasa tenang ketika terjadi musim hujan karena munculnya berbagai informasi yang tidak tepat tentang ketinggian muka air sungai Bontang. Tidak tepatnya informasi menyebabkan masyarakat bingung ketika harus membuat keputusan untuk menyelamatkan benda dan jiwanya. Untuk menyediakan informasi akurat tentang kondisi daerah aliran sungai di kota Bontang, agar masyarakat dapat menjadikannya sebagai pertimbangan untuk membuat keputusan, dikembangkanlah sebuah sistem AWLR berbasis IoT yang menggunakan teknologi komunikasi LoRa dan internet. Sistem terdiri dari empat buah *end node*, sebuah *gateway*, dan *server*. Hasil pengujian terhadap sistem yang telah dirancang bangun menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dan memberikan informasi yang tepat dan *real time* tentang tinggi muka air di DAS sungai Bontang kepada masyarakat.

Kata kunci: Daerah aliran sungai, mitigasi potensi banjir. AWLR, LoRa, IoT

I. PENDAHULUAN

Hujan deras yang terjadi di kota Bontang, Kalimantan Timur tanggal 5 dan 6 Juni 2019 menyebabkan terjadinya banjir besar di sebagian wilayah kota. Akibat kejadian tersebut, banyak korban banjir mengalami kerugian harta benda. Setelah itu, tiap kali terjadi hujan, sering muncul informasi yang simpang siur tentang kemungkinan banjir yang disebabkan oleh kondisi daerah aliran sungai (DAS) di Bontang. Informasi yang muncul di antaranya adalah: berita tentang level ketinggian air yang sebenarnya tidak sesuai dengan kenyataan, atau telah pecahnya tanggul yang dapat mengakibatkan banjir susulan. Akibatnya, masyarakat sering resah karena sulit mendapatkan berita yang benar tentang kondisi sungai pada saat itu.

Sistem yang mampu memberikan informasi kondisi lingkungan kota Bontang secara *real time* terutama di daerah aliran sungainya dirasa sangat kurang. Karena itu, Komunitas Pemantau Air Sungai Bontang, yang disingkat Kompas, mengembangkan sebuah sistem monitoring sungai yang dapat memberikan informasi akurat, *real time*, dan secara langsung kepada masyarakat luas tentang kondisi DAS di Bontang. Sistem yang dikembangkan ini dapat dikatakan sebagai *automatic water level recorder* (AWLR).

Sebelumnya, pemantauan level kondisi air/sungai di DAS kota Bontang dilakukan dengan menangkap gambar melalui

closed circuit TV (CCTV). Setelah itu, gambar yang ditangkap dibagikan ke kalangan terbatas melalui media sosial (*medsos*) dan *messenger*. Karena CCTV tidak dapat mengukur ketinggian air, dan informasi yang diperoleh hanya untuk kalangan terbatas, maka tim Kompas berusaha melakukan inovasi dengan mengembangkan sebuah sistem informasi kondisi DAS yang dapat menampilkan ketinggian air di beberapa titik DAS dan dapat diakses oleh masyarakat kota Bontang. Sistem ini sejalan dengan pengembangan kota Bontang untuk menjadi *smart city* di mana ketersediaan informasi secara terbuka sangat diperlukan.

Rancang bangun alat ini terbagi menjadi dua, yaitu bagian perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang dirancang bangun antara lain adalah: sensor, *controller*, dan *data uploader*. Sedangkan perangkat lunak yang dirancang bangun meliputi program yang digunakan untuk pemrosesan hasil pembacaan sensor, pengolahan data, dan pengiriman data melalui jaringan internet. Selain itu, juga dirancang bangun perangkat penunjang seperti tiang, *box panel*, panel surya.

II. DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

A. Deskripsi Sistem Peralatan

AWLR merupakan suatu perangkat yang digunakan untuk mengukur ketinggian permukaan air pada danau, bendungan, daerah aliran sungai, dan aliran irigasi [1]. Dibanding sistem pengukuran *level* air manual, di mana tinggi air diamati oleh petugas, kemudian dilaporkan, sistem ini lebih praktis karena tidak memerlukan petugas pembaca yang harus bertugas 24 jam. Selain itu, karena pembacaan tinggi muka air dapat dibaca dengan selang waktu yang sangat pendek dan segera dikirimkan ke lokasi penyimpanan dan penampilan data, maka laporan yang diterima merupakan hasil pengukuran *real time*.

Fungsi AWLR yang dibangun ini adalah untuk melakukan pengukuran tinggi muka air DAS di kota Bontang, mengirim data, dan menyajikan data *real time* yang akurat. Untuk sisi penyajian data, perangkat dikembangkan dengan berbasis *internet of things* (IoT) [2], di mana data hasil pembacaan dari sensor akan dikirimkan ke *server* melalui internet dan ditampilkan secara online agar masyarakat bisa mendapatkan informasi yang diakses melalui *website*. Perangkat sensor dipasang di beberapa titik DAS kota Bontang sehingga tersedia informasi ketinggian air dari hulu hingga muara sungai.

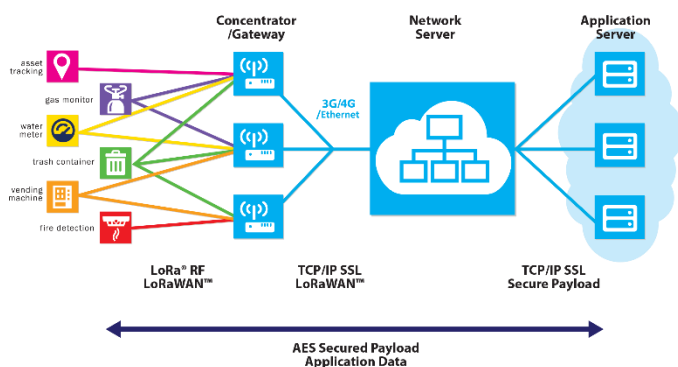
B. Diagram Blok Jaringan Komunikasi AWLR

Sistem AWLR yang dirancang bangun terdiri dari beberapa buah *end node*, *gateway*, dan *server*. Komunikasi antara *end node* dan *gateway* dilakukan dengan menggunakan teknologi *long range* (LoRa) [3]. Sedangkan protokol komunikasi yang digunakan adalah LoRa wide area network (LoRaWAN) [4], [5].

LoRa dipilih karena jarak antara *end node* dan *gateway* mencapai beberapa kilometer. Menurut spesifikasinya [3], jangkauan LoRa mampu mencapai 5 km di dalam kota, di mana terdapat banyak bangunan, dan mencapai 15 km di luar kota. Bahkan pengukuran di [6] mendapatkan rekor sejauh 832 km yang diperoleh dengan cara memasang pemancar LoRa pada balon udara yang melayang setinggi 83 km di atas tanah.

Walaupun demikian, pada kenyataannya, jarak yang jangkau LoRa sangat mungkin berkurang karena adanya faktor-faktor perambatan gelombang radio seperti difraksi, refleksi, dan difusi [7]. Untuk mengurangi pengaruh faktor-faktor tersebut, letak antena pemancar dan antena penerima hendaknya cukup tinggi sehingga bisa mendekati atau memenuhi kondisi *line of sight* (LoS) di mana tidak terdapat penghalang di antara keduanya.

Untuk komunikasi antara *gateway* dengan *network server* digunakan jaringan internet. Karena itu, pada *gateway* dipasang perangkat *power over ethernet local area network* (POE LAN) untuk terhubung ke *network server*, *application server*, dan *database*. Website yang dibangun di *application server* dapat diakses oleh masyarakat Bontang. Diagram blok jaringan komunikasi AWLR secara keseluruhan mengadaptasi diagram umum teknologi LoRaWAN [4], [5] seperti ditunjukkan dalam Gambar 1.



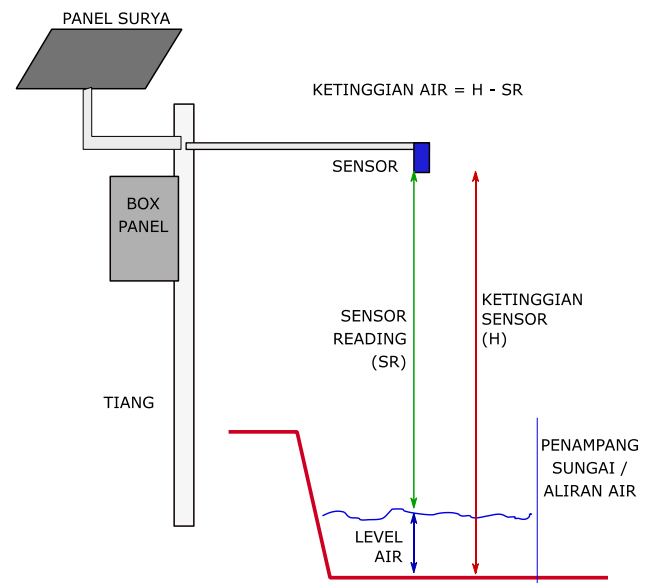
Gambar 1. Diagram jaringan komunikasi AWLR yang dirancang bangun [2]

Sesuai dengan Gambar 1, *end node* mengirim data yang diperolehnya ke *gateway* melalui jaringan LoRa. Selanjutnya, data yang diterima oleh *gateway* diteruskan ke *network server* melalui jaringan internet. *Network server* mengirim data yang diterimanya ke *application server*.

C. End Node

Diagram perangkat *end node* dan peletakkannya di tepi sungai ditunjukkan pada Gambar 2. Seluruh perangkat *end node* kecuali panel surya dan sensor, diletakkan dalam *box panel*. Box dan panel surya, dipasang pada tiang dengan ketinggian

tertentu sesuai dengan lingkungan daerahnya. Sensor dipasang pada batang besi yang tegak lurus pada tiang agar bisa berada di atas sungai, di mana tinggi muka air diukur.



Gambar 2. Peletakan *end node* di tepi sungai

Sensor menggunakan jenis *ultra sonic*. Setelah sensor melakukan pembacaan jarak, hasil pengukurannya dikonversi oleh *controller* menjadi data oleh. Selanjutnya *controller* memberikan ke *uploader* agar bisa dikirim ke *gateway*. Pengiriman dilakukan oleh pemancar LoRa dengan jenis Dragino LDD575, dan menggunakan protokol LoRaWAN.

D. Gateway

Gateway merupakan perangkat yang berfungsi untuk menghubungkan sebuah jaringan dengan jaringan lain yang menggunakan protokol komunikasi berbeda [8]. Pada penelitian ini, *gateway* menerima data yang dikirim oleh beberapa *end node* melalui penerima LoRa Dragino LDD575. Selanjutnya, dengan menggunakan perangkat POE LAN, data yang diperoleh dari *end node* dikirim ke *network server*, dan *application server*. Data yang diperoleh disimpan dalam *data base* yang terdapat pada *application server*. Data-data inilah yang kemudian ditampilkan di *website* agar dapat diakses oleh masyarakat

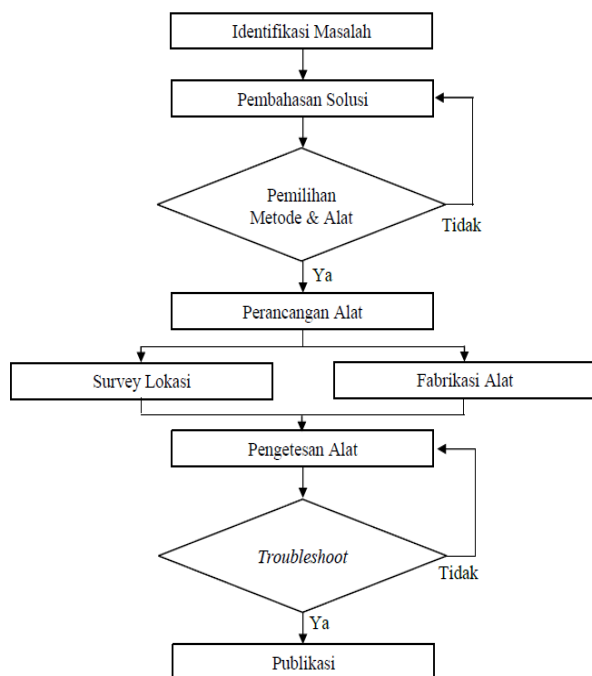
Gateway yang digunakan dalam proyek ini adalah RAKWireless 7249 yang dipasang pada menara BTS setinggi 80 meter dengan lokasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Jangkauan terjauh *gateway* dengan *end node* terpasang saat ini adalah 4,17 km di titik AWLR KM5. Saat ini, *Gateway* melayani 4 buah perangkat sensor dengan titik lokasi di antaranya KM5 jalan poros Bontang-Samarinda (4,17 km), jembatan Flores (1,94 km), jembatan Brokoli Pisangan (1,69 km) dan Kampung Aren INBIS (3,10 km).



Gambar 3. Lokasi gateway dan jarak dengan end node

E. Kegiatan Perancangan dan Implementasi

Kegiatan perancangan dan implementasi AWLR ditunjukkan pada [Gambar 4](#). Setelah mengidentifikasi permasalahan, tim membahas solusi yang diperlukan, termasuk di dalamnya adalah pemilihan metode dan peralatannya. Jika hal ini belum dapat dicapai, maka pembahasan dilakukan kembali. Jika sudah disepakati, maka dilakukanlah perancangan alat. Berdasarkan situasi lokasinya di mana alat akan dipasang, rancangan alat mungkin berbeda. Ketika peralatan selesai dibangun, selanjutnya dilakukan pengetesan/pengujian di lapangan. Pengetesan dilakukan berulang kali hingga dirasa hasil yang diperoleh sesuai dengan yang direncanakan. Jika sistem telah bekerja dengan baik, maka dibuat laporan dan publikasi dari kegiatan ini.



Gambar 4. Alur kegiatan

Setelah dilakukan pembuatan, maka tampilan sensor *ultrasonic*, dan *cover*-nya ditunjukkan dalam [Gambar 5](#).



Gambar 5. Sensor dan cover-nya.

Sementara itu, rangkaian *controller* yang dibangun mempunyai tampilan seperti pada [Gambar 6](#).



Gambar 6. Rangkaian controller

Proses perakitan, pemasangan/instalasi, beserta perangkat terpasang di dua lokasi yaitu titik km5 dan INBIS berturut-turut ditunjukkan dalam [Gambar 7](#), [Gambar 8](#), [Gambar 9](#) dan [Gambar 10](#).



Gambar 7. Kegiatan perakitan AWLR



Gambar 8. Kegiatan pemasangan/instalasi AWLR di lokasi Km5



Gambar 9. Hasil pemasangan AWLR di lokasi Km5



Gambar 10. Hasil pemasangan AWLR di IN BIS.

Transceiver LoRa yang digunakan pada seluruh *end node* adalah Dragino LDD575, seperti yang ditampilkan pada [Tabel 1](#). Jarak antara *end node* dengan *gateway* dan antenna yang digunakan di tiap *end node*, juga ditunjukkan pada [Tabel 1](#).

Tampak bahwa jarak terjauh adalah 4.19 km, sedang jarak terdekat adalah 1.69 km. Untuk jarak yang dekat, jenis antenna yang digunakan pada *end node* adalah *rubber duck* dengan *gain* (penguatan) sebesar 2 dBi. Pada *end node* yang jaraknya jauh dari *gateway*, digunakan antenna dengan *gain* sebesar 5.8 dBi.

TABEL 1
PERBANDINGAN JARAK TIAP LOKASI DAN JENIS ANTENA

Titik End Node	Sensor (Dragino)	Jarak (km)	Jenis Antena		
Km5	LDD575	4.19	slim jim	omni-directional	5.8dBi fiberglass
Flores	LDD575	1.94	rubber duck	omni-directional	3dBi SubG
Brokoli	LDD575	1.69	rubber duck	omni-directional	2dBi SubG
INBIS	LDD575	3.10	omni	omni-directional	5.8dBi fiberglass

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketika jaringan komunikasi AWLR dioperasikan, *gateway* menerima hasil pengukuran *received signal strength indicator* (RSSI) dan *signal to noise ratio* (SNR) untuk tiap lokasi *end node* dengan hasil seperti ditunjukkan dalam [Tabel 2](#). Pada tabel ditampilkan sepuluh sampel hasil pengukuran beserta nilai rata-ratanya. Sepuluh sampel tersebut diambil ketika seluruh *end node* sudah dioperasikan. Waktu pengambilan data adalah antara jam 05:26 hingga 06:43 pagi. Frekuensi kerja *transceiver* LoRa Dragino LDD575 adalah 923 MHz.

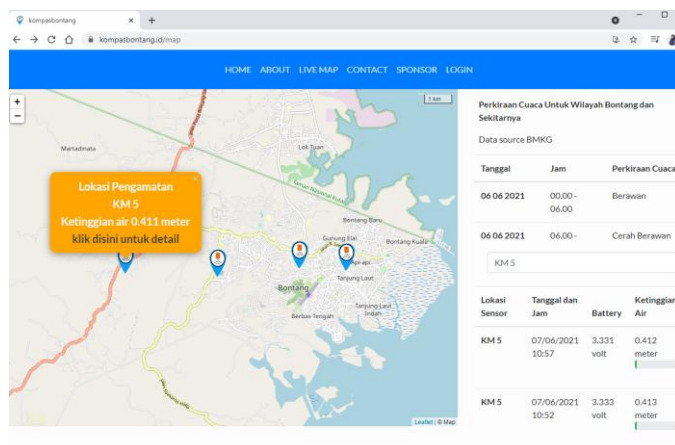
TABEL 2
HASIL PENGUKURAN RSSI DAN SNR DI EMPAT LOKASI

Lokasi KM5		Lokasi Flores		Lokasi Brokoli		Lokasi INBIS	
Antena Slimjim		Antena Rubber duck		Antena Rubber duck		Antena omni	
RSSI (db)	SNR (db)	RSSI (db)	SNR (db)	RSSI (db)	SNR (db)	RSSI (db)	SNR (db)
-119	-11.2	-117	-6.8	-119	-11.8	-115	-0.8
-117	-15.5	-117	-6.2	-117	-13.5	-115	-1.5
-117	-11	-114	-0.8	-117	-12.8	-114	-2
-120	-13.5	-117	-4	-117	-11.2	-116	-1
-119	-14.8	-116	-8.2	-119	-13.8	-116	-3.2
-117	-15.5	-117	-5.5	-117	-9.5	-116	-1.5
-117	-13.8	-117	-1.8	-117	-11.8	-115	1
-117	-13.8	-117	-6.5	-117	-11.8	-115	-0.2
-117	-12.2	-116	-9.5	-119	-10.5	-115	0.5
Rata-Rata		Rata-Rata		Rata-Rata		Rata-Rata	
-117	-13.4	-116	-5.4	-117	-11.8	-115	-0.96

Hasil pada [Tabel 2](#) menunjukkan bahwa seluruh nilai RSSI berada di atas -120 dB, yang merupakan nilai minimum sinyal yang diterima *receiver* LoRa. Maka, kanal komunikasi antara tiap *end node* dengan *gateway* cukup memenuhi syarat untuk komunikasi data antara keduanya. Pencapaian ini dimungkinkan antara lain karena letak *gateway* yang cukup tinggi (pada menara BTS setinggi 80 m), sehingga antara *end node* dengan *gateway* dapat memenuhi atau mendekati kondisi *line of sight* (LoS). Komunikasi radio dengan frekuensi 923 MHz seperti yang digunakan LoRa memang membutuhkan kondisi LoS untuk mencapai jarak sejauh mungkin.

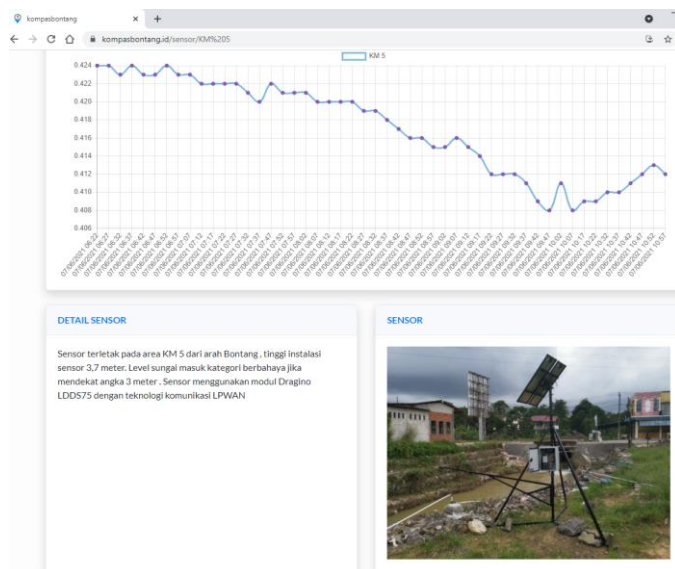
Kondisi ini memungkinkan untuk rencana penambahan empat buah *end node* lagi di lokasi berbeda untuk mendapatkan laporan dari sebanyak mungkin titik dari hulu hingga muara sungai. Penambahan lokasi tersebut sangat penting artinya karena banyak penduduk yang tinggal di sekitar DAS sungai Bontang.

Ketika ke empat *end node* sudah dipasang pada lokasi masing-masing dan diaktifkan, maka hasil pengukuran ketinggian air, tegangan baterai (*power supply*) dapat dilihat pada website <https://kompasbontang.id/> dengan *update* data setiap 5 menit. Untuk lokasi sensor di lokasi KM5, hasil pemantauan pada website ditampilkan pada [Gambar 11](#). Website dapat diakses masyarakat.



Gambar 11. Tampilan website untuk laporan pada lokasi km5

Website juga menyediakan tampilan grafik perubahan tinggi muka air secara *real time* seperti ditunjukkan dalam [Gambar 12](#).



Gambar 12. Tampilan grafik perubahan tinggi muka air secara *real time*

Data yang diperoleh tidak hanya ditampilkan seperti pada [Gambar 11](#) dan [Gambar 12](#), melainkan juga dapat digunakan sebagai bahan analisa untuk memperkiraan tinggi muka air sungai beberapa jam mendatang. Jika pada website dapat

ditambahkan fasilitas prakiraan tersebut, maka ketika tinggi muka air beberapa jam yang akan datang diperkirakan akan menggenangi perumahan masyarakat dengan ketinggian yang signifikan, maka masyarakat mempunyai waktu untuk mengamankan barang-barangnya dan meninggalkan rumah, sehingga akan mengurangi resiko kerugian material dan jiwa karena banjir

Lebih jauh, data tersebut juga dapat digunakan untuk meramalkan ketinggian air tiap tahun, sekaligus bisa menjadi referensi bagi pemerintah daerah sebagai acuan untuk membuat sistem tanggap darurat dalam menghadapi banjir musiman.

IV. KESIMPULAN

Dengan telah terpasangnya AWLR di empat lokasi sepanjang sungai Bontang, masyarakat dan pemerintah daerah kini dapat memantau perubahan ketinggian air secara *real time*. Bagi masyarakat, informasi yang diperoleh sangat penting untuk menentukan, apakah mereka perlu mempersiapkan diri menghadapi banjir. Sedangkan bagi pemerintah daerah, informasi ini dapat digunakan untuk pencegahan terhadap titik banjir dan dapat membantu upaya penanggulangan banjir di daerah kota Bontang.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT. Pupuk Kalimantan Timur yang telah mensupport tim Kompas baik dalam dana maupun lokasi yang disediakan untuk keperluan tim penelitian kami. Kepada BPBD kota Bontang yang telah memberikan data-data yang diperlukan serta memberi penjelasan-penjelasan sehingga sistem yang ada dan permasalahannya akhirnya dapat dipahami dengan baik.. Serta support dari RT wilayah KM5, Flores dan Brokoli juga Inkubator Bisnis (InBiS) yang selalu mendukung Kompas baik untuk lokasi maupun support lainnya.

REFERENSI

- [1] I. G. L. M. Parwita, "Evaluasi kinerja automatic water level recorder (AWLR) Tukad Mati," *Jurnal Matrix*, vol. 6, no. 3, November 2016.
- [2] 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.
- [3] Semtech, *LoRa and LoRaWAN: A Technical Overview*, Technical paper, Semtech Corporation, 2020.
- [4] LoRaWAN™, *Specification v1.0*, Lora Alliance, Inc. 2400 Camino Ramon, Suite 375 San Ramon, CA 94583(2015), LoRa Alliance, Technical report, 2015.
- [5] LoRaWAN, <https://www.thethingsnetwork.org/>
- [6] 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.
- [7] H. Sizin. *Radio Wave Propagation For Telecommunication Applications*, Springer, Paris, 2003, pp 44-51.
- [8] D.W Firmansyah, M. H. H Ichsan, and A. Bhawiyuga, "Pengembangan gateway LoRA-MQTT untuk transmisi data dua arah antara wireless sensor network dan cloud server," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol 4, no. 1, Januari 2020.