

# **E-WATER METER UNTUK SMART CITY BERBASIS TEKNOLOGI LORA**

## ***E-WATER METER FOR SMART CITY BASED ON LORA TECHNOLOGY***

**Aan Anto Suhartono\*, Aneke Rintiasti**

Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Surabaya

Diterima: 18 April 2022

Direvisi: 23 Mei 2022

Disetujui: 17 Juni 2022

### **ABSTRAK**

Pencatatan pemakaian air secara manual menunjukkan hasil yang kurang efektif dalam aplikasinya. *Monitoring* konsumsi air dapat dilakukan secara *real time* dengan Teknologi Informasi (TI) melalui *Internet of Things* (IoT). Teknologi nirkabel yang mempunyai keunggulan berdaya pancar rendah dengan cakupan luas adalah perangkat *Long Range* (LoRa). Penelitian ini bertujuan merancang bangun sistem IoT *e-Water Meter* untuk *Smart City* yang dapat mengetahui kuantitas penggunaan air melalui *monitoring* nirkabel secara *real time* berbasis Teknologi LoRa. *E-Water Meter* diintegrasikan dengan Modul LoRa tipe SX1276 yang bekerja pada frekuensi 920 MHz – 923 MHz sesuai dengan alokasi frekuensi LoRa di Indonesia. Tahapan metode penelitian yang dilakukan diantaranya : desain *e-Water Meter* dengan modul LoRa, *setup gateway* LoRa, uji coba arsitektur jaringan Lora, sistem *billing* dan analisis data. Prototipe *E-Water Meter* berhasil mengirimkan data konsumsi air secara nirkabel dan *real time* dengan tingkat galat 0,79% dan telah memenuhi persyaratan SNI 2547-2008. LoRa menggunakan frekuensi kerja 921 MHz. Kekuatan sinyal LoRa pada *e-Water Meter* mencapai level *Received Signal Strength Indication* (RSSI) tertinggi = -82 dBm dan terendah = -120 dBm.

**Kata kunci:** *TI, IoT, LoRa, e-Water Meter.*

### **ABSTRACT**

*Manual water usage recording has shown less effective results in its application. Water consumption monitoring can be implemented in real time with Information Technology (IT) through the Internet of Things (IoT). A wireless technology that has the advantage of low transmit power over a wide range is Long Range (LoRa) devices. This study was aimed to design an IoT system e-Water Meter for Smart City that could determine the quantity of water usage through wireless monitoring based on LoRa Technology. The e-Water Meter was integrated with the LoRa Module type SX1276 working at frequency between 920 MHz - 923 MHz in accordance with LoRa frequency allocation in Indonesia. The stages of the research method included: digital water meter design with LoRa modules, LoRa gateway setup, testing the Lora network architecture, billing systems and data analysis. The Digital Water Meter Prototype successfully transmitted wireless data of water consumption in real time with an error rate of 0.79% which has met the requirements of SNI 2547-2008. LoRa used a working frequency of 921 MHz. The LoRa signal strength on the e-Water Meter reached the highest Received Signal Strength Indication (RSSI) level = -82 dBm and the lowest = -120 dBm.*

**Keywords:** *IT, IoT, LoRa, e-Water Meter.*

### **PENDAHULUAN**

Seperti halnya udara yang bersih, air yang bersih merupakan kebutuhan hidup manusia yang sangat penting. Kebutuhan air bersih yaitu banyaknya air yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air dalam kehidupan sehari-hari seperti mandi, mencuci, memasak, menyiram tanaman dan lain sebagainya. Sumber air bersih untuk kehidupan sehari-hari secara umum harus memenuhi standar kuantitas dan kualitas [1].

Penyediaan air bersih untuk rumah tangga menjadi kewenangan setiap daerah untuk pengelolaannya dalam hal ini ditangani oleh pihak swasta atau Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) [2]. Sampai saat ini meteran air yang digunakan oleh PDAM berupa meteran air mekanik manual.

Pencatatan pemakaian air dilakukan oleh petugas dengan mendatangi setiap rumah untuk mencatat atau mengambil gambar yang selanjutnya dikirim ke sistem PDAM. Pelanggan membayar tagihan di awal bulan berdasarkan hasil

\*Corresponding author :

Email: [aan.baristand@gmail.com](mailto:aan.baristand@gmail.com)

DOI: <http://dx.doi.org/10.37209/jtbbt.v12i1.275>

pencatatan petugas yang dilakukan di akhir bulan sebelumnya. Kegiatan pencatatan meter air mekanik secara manual hingga terbitnya tagihan pemakaian air pada sistem PDAM selain tidak efisien juga rentan terjadi kesalahan yang disebabkan manusia.

Salah satu ciri *smart city* adalah mengelola dan mengintegrasikan infrastruktur dan aset kota dengan memanfaatkan Teknologi Informasi, termasuk diantaranya adalah pengelolaan jaringan pasokan air [3]. Konsep *remote monitoring* dapat diterapkan untuk melakukan pencatatan penggunaan konsumsi air secara *real time* sehingga pemantauan penyediaan dan penggunaan air dapat dilakukan dengan menggunakan platform IoT [3-4].

Penyedia layanan air bersih dapat merekam data penggunaan air di setiap rumah pelanggan tanpa mendatangi rumah pelanggan satu per satu sehingga data pemakaian dapat langsung terkirim ke server secara *real time*. Dengan data tersebut dapat dihitung volume penggunaan air serta biaya yang harus dikeluarkan oleh pelanggan. Tentu saja informasi tersebut juga dapat dilihat oleh pelanggan. Untuk itu diperlukan arsitektur jaringan nirkabel dan perangkat komunikasi yang memiliki konsumsi daya rendah dan mempunyai jangkauan luas dengan menggunakan teknologi *Long Range - LoRa* [5].

LoRa, singkatan dari *Long Range*, adalah sistem komunikasi nirkabel dengan cakupan area luas mencapai lebih dari 15 km dengan konsumsi daya yang rendah sehingga baterai dapat bertahan lama. LoRa bekerja pada jangkauan frekuensi 433 MHz, 868 MHz atau 915 MHz sesuai dengan regulasi setiap negara. Kemampuan transmisi datanya 2-255 oktet dengan kecepatan 50 Kbps. Arsitektur jaringan LoRa terdiri dari *end device communication*, *gateway* dan server. *Gateway* akan mengirim data dari *end device* ke server menggunakan *ethernet*, WiFi atau LTE. Skema ini termasuk dalam jenis topologi jaringan “*star of star*” [6].

Regulasi tentang LoRa di Indonesia sesuai dengan PerDirjen SDPPI No. 3 Tahun 2019, merupakan Perangkat Telekomunikasi Low Power Wide Area – LPWA Non Seluler bekerja pada pita frekuensi Radio 920-923 MHz dan terdiri dari 2 bagian utama *End Node* dan *Gateway* [7]. Dalam penelitian ini *e-Water Meter* yang dikembangkan merupakan *End Node* atau perangkat telekomunikasi LPWA non seluler yang mengirimkan sinyal ke *Gateway* LPWA non seluler.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem IoT yang dapat mengetahui kuantitas penggunaan air melalui pemantauan secara nirkabel pada *e-water meter* untuk *smart city* secara *real time* berbasis teknologi LoRa. Informasi hasil pemantauan yang ditampilkan pada dasbor berbasis web dapat diakses melalui komputer atau ponsel. Teknologi LoRa dipilih karena memiliki keunggulan berdaya pancar rendah dengan cakupan luas dan pemakaian daya yang hemat.

## BAHAN DAN METODE

Sistem yang dibangun dalam penelitian “Sistem IoT untuk *Monitoring* Meter Air Secara Wireless Berbasis LoRa” menggunakan komponen dan peralatan standar yang beredar dan dapat ditemukan di pasar sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan, diantaranya:

### Arduino Nano

Arduino Nano adalah *development board microcontroller* berbasis cip ATmega328, secara fungsi sama dengan Arduino Uno namun memiliki perbedaan utama tidak adanya *jack power* DC serta menggunakan konektor Mini-B USB. Arduino Nano Mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, *power jack*, ICSP *header* dan tombol reset. Bentuk Arduino Nano dapat dilihat pada Gambar 1.



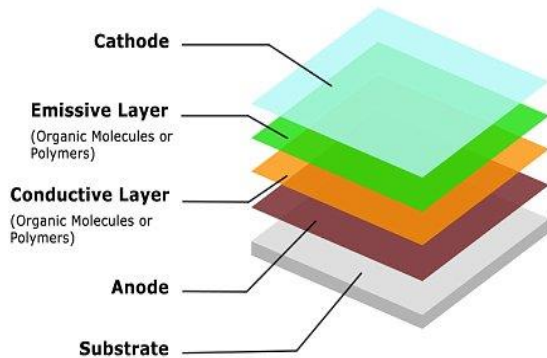
Gambar 1. Arduino Nano

### OLED (*Organic Light-Emitting Diode*)

OLED (ilustrasi Gambar 2) merupakan perangkat elektronik yang menggunakan serangkaian film tipis dan pemancar cahaya yang terdiri dari rantai hidrokarbon, bukan semikonduktor yang sarat dengan logam berat seperti gallium arsenide fosfida seperti pada teknologi LED yang ada. Susunan organik antara

dua konduktor dengan fungsi kerja yang berbeda menghasilkan cahaya terang dengan memanfaatkan lebih sedikit energi. Struktur OLED dimulai dengan satu lapisan dan secara bertahap berkembang menjadi lapisan ganda, tiga lapisan dan serta saat ini telah menggunakan anatomi *multilayer* [8].

### OLED structure



Gambar 2. Struktur OLED [9]

### Water Flow Sensor

*Water flow sensor* AICHI OF05ZAT berfungsi untuk mengukur debit air yang mengalir dalam saluran pipa. Sensor aliran bertipe OF-Z merupakan sensor aliran yang disusun dan dirancang dengan struktur sederhana karena roda gigi pada sensor ini berbentuk bulat panjang (elips) sehingga menghasilkan pengukuran yang akurat. Sensor *flow* yang digunakan dengan metode *Hall effect*.



Gambar 3. Flow Sensor [10]

### LoRa SX1276 (LoRa Shield 920 Mhz – 923 MHz)

LoRa (*Long Range*) merupakan teknologi modulasi sinyal radio yang menggunakan modulasi CSS (*Chirp Spread Spectrum*). Modul SX1276 menggunakan teknologi LoRa *spread spectrum* sehingga memiliki jangkauan yang lebih luas dibanding sistem modulasi FSK (*Frequency-Shift Keying*) atau OOK (*On-Off Keying*). Untuk fleksibilitas maksimum, pengguna dapat menentukan modulasi spektrum sebaran *bandwidth* (BW), *spreading factor* (SF) dan *error correction rate* (CR). Manfaat lain dari *spread modulation* adalah bahwa setiap faktor penyebaran bersifat ortogonal sehingga beberapa sinyal yang ditransmisikan dapat menempati saluran yang sama tanpa terjadi gangguan. SX1276 menawarkan opsi *bandwidth* mulai dari 7,8 kHz hingga 500 kHz dengan *spreading factor* mulai dari 6 hingga 12, dan frekuensi 137- 1020 MHz.



Gambar 4. LoRa SX1276

### Gateway LoRa

Gateway LoRa yang digunakan adalah jenis Dragino LG-01S.



Gambar 5. Gateway LoRa

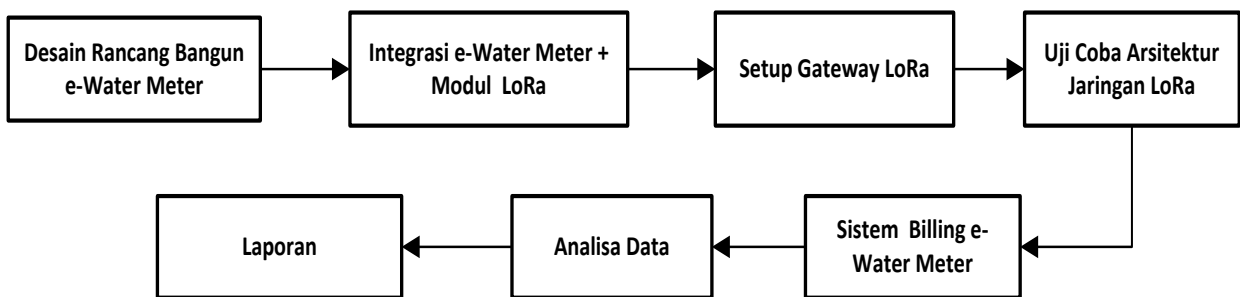
Data spesifikasi untuk perangkat ini ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Spesifikasi Dragino LG-01S [11]

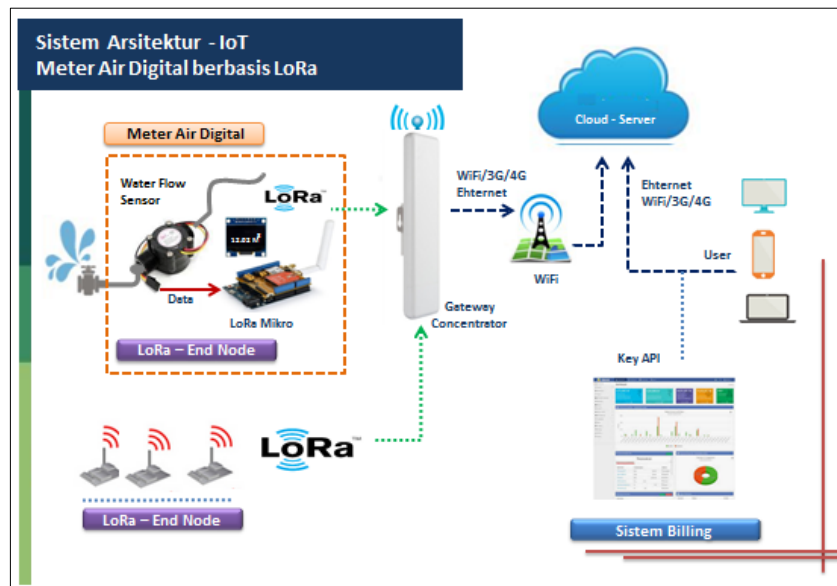
Parameter	Spesifikasi
<b>Linux</b>	
Processor	400MHz, 24K MIPS
Memori	Flash: 16MB ; RAM: 64MB
<b>MCU/LoRa</b>	
MCU	ATMega328P
Memori	Flash : 32KB, RAM : 2KB
Cip LoRa	SX2176/78
<b>Seluler 4G LTE (Optional)</b>	
Modul	Quectel E20 LTE
Laju Data	Hingga 100Mbps <i>downlink</i> dan 50Mbps <i>uplink</i>
<b>Seluler 3G UMTS/HSPA+ (Optional)</b>	
Modul	Quectel E20 LTE
Laju Data	Hingga 14.4Mbps <i>downlink</i> dan 5.76Mbps <i>uplink</i>
<b>Interfaces</b>	
Port LAN	10M/100M RJ45 Ports x 2
WiFi	802.11 b/g/n
Nirkabel	LoRa Wireless
Daya	12V DC
USB	USB 2.0 <i>host connector</i> x 1 USB 2.0 <i>host internal interface</i> x1

Metode dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan berdasarkan Gambar 6. Diawali dengan tahap desain *e-Water Meter* dan modul LoRa hasilnya berupa prototipe E-Water Meter yang di dalamnya terdapat sensor yang dapat menghasilkan data berupa debit dan volume air yang digunakan secara digital dan dapat mengirimkan data secara nirkabel melalui frekuensi LoRa. *E-Water Meter* diintegrasikan dengan modul LoRa kemudian disebut sebagai *end node*. Langkah berikutnya melakukan *setup* pada *gateway* LoRa dengan spesifikasi protokol pita frekuensi komunikasi yang telah ditetapkan. Untuk memastikan komunikasi data LoRa antara *End Node* dan *gateway* berjalan dengan baik, dilakukan uji coba arsitektur jaringan Lora. Proses selanjutnya pembuatan Sistem *Billing* dengan tujuan data yang dikirim dari *gateway* LoRa secara *real time* dapat dikirim ke *Cloud Server* melalui jaringan internet untuk disimpan ke *Database Cloud Server*. Tahap akhir dari metode penelitian ini adalah analisis data dari uji coba semua “Sistem IoT untuk Monitoring Meter Air Secara Nirkabel Berbasis LoRa”.

*E-Water Meter* selama ini banyak dikembangkan oleh para peneliti [12-13] yaitu sistem yang dibangun menggunakan mikrokontroler dengan sensor *flow hall effect* menghasilkan data digital. Data yang dihasilkan untuk selanjutnya data dikirimkan ke *database server* [13]. Penelitian dan studi tentang komunikasi data nirkabel dengan protokol LoRa telah dilakukan oleh beberapa peneliti [14-16]



**Gambar 6.** Metode Penelitian



Gambar 7. Sistem Arsitektur *e-Water Meter*

Sistem arsitektur yang dibangun dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 7. *E-Water Meter* yang dilengkapi modul LoRa atau *End Node* melakukan formulasi debit pemakaian air. Komunikasi data secara nirkabel dalam penelitian ini menggunakan dua perangkat berbeda yaitu *End Node* dan *Gateway*. Untuk dapat saling berkomunikasi diperlukan protokol komunikasi yang sesuai dengan teknologi LoRa yaitu sinkronisasi beberapa parameter antara lain: frekuensi, *bandwith*, *spread factor*, *coding rate*, *id device* yang terdaftar, panjang data yang dikirim, dan karakter *header-footer-delimiter*. Modul LoRa yang digunakan, LoRa SX1276, dapat disetel pada frekuensi 920 MHz – 923 MHz sesuai dengan regulasi di Indonesia (PerDirjen SDPPI Kemenkominfo). Setiap *gateway* LoRa akan menerima paket data dari beberapa *e-Water Meter*, akan tetapi data yang dapat dikirim ke *Cloud Server* dari perangkat telah teregistrasi di sistem. Selanjutnya *Gateway* mengirimkan data ke *Server Cloud* melalui WEB API dengan berbagai pilihan koneksi jaringan internet diantaranya: *Ethernet*, WiFi, 3G atau LTE. Pada penelitian ini digunakan koneksi jaringan *Ethernet*. Penyedia layanan air dan *User* dapat mengakses data pemakaian air sesuai hak akses pada dasbor *Sistem Billing e-Water Meter* melalui berbagai media komunikasi (komputer, laptop, *smartphone*) yang terkoneksi dengan internet.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemakaian volume air pada *e-Water Meter* berasal dari besaran *flow rate* atau debit dikalikan dengan waktu dalam liter dengan menggunakan rumus :

$$V = Q \times T \quad (1)$$

dengan

V = Volume

Q = Debit air L/menit

T = Waktu (detik)

Uji coba volume air pada *e-Water Meter* menggunakan instalasi perpipaan dengan tujuan untuk menghasilkan nilai yang akurat. Hasil formula *e-Water Meter* seperti pada Tabel 2 menunjukkan total pemakaian air sejumlah 0,51 L dengan rata-rata debit air sebesar 3,84 L/menit rata-rata *Flow Sensor* dengan menggunakan *hall effect* sebesar 10,13 seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil *Running e-Water Meter*

Waktu	<i>Flow Sensor</i> (Hall effect)	Debit (L/menit)	Total Volume (L)
1	10	3,45	0,06
2	10	4,23	0,13
3	11	3,84	0,19
4	10	4,23	0,26
5	11	3,84	0,33
6	10	4,23	0,4
7	11	3,84	0,46
8	8	3,07	0,51
Rata - rata	10,13	3,84	0,51

Untuk memastikan keakurasian data maka dilakukan verifikasi dengan menggunakan gelas Ukur 500 mL.

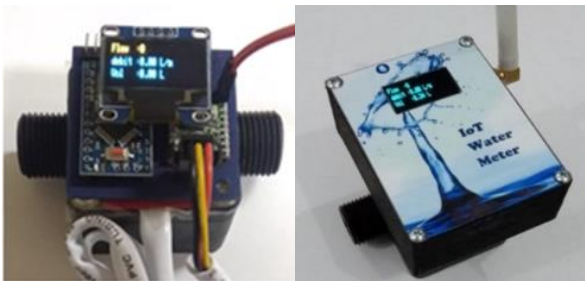
$$\begin{aligned} \text{Selisih} &= e\text{-Water Meter} - \text{Gelas Ukur} \\ &= 510 \text{ mL} - 506 \text{ mL} \\ &= 4 \text{ mL (8 detik)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase galat} &= (4\text{mL} / 506) * 100 \text{ mL} \\ &= 0,79\% \text{ mL} \end{aligned}$$

Hasil verifikasi volume e-Water Meter 510 mL dan hasil gelas ukur 506 mL sehingga memiliki ketelitian dengan galat sebesar 0,79 %.

### Prototipe e-Water Meter

Data yang diperoleh dari sensor e-Water Meter agar dapat dikirim secara nirkabel ke gateway LoRa dengan interval waktu tertentu diperlukan integrasi dengan modul LoRa. Hasil integrasi disebut juga dengan *end node*. Pengiriman data dapat dilakukan melalui sinkronisasi protokol komunikasi LoRa antara *End Node* dan *gateway*. Prototipe e-Water Meter dengan LoRa dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Prototipe e-Water Meter dengan LoRa

Agar perangkat bisa mengirim data dengan jarak yang jauh maka kita perlu mengatur *bandwidth* pada nilai yang serendah mungkin dan mengatur *Spreading Factor* pada nilai yang setinggi mungkin. Namun menurunkan *bandwidth*

dapat meningkatkan risiko miskomunikasi karena penyimpangan frekuensi dan ketidaktepatan.

### Setup Gateway

Proses *setup embeded system gateway* LoRa melalui metode OTAA (*Over The Air Activation*) yaitu dengan jaringan *Ethernet* atau WiFi, untuk melakukan koneksi ke jaringan menggunakan *password* LoRa.

*Packet data* yang telah dikirim dari *End Node* nantinya akan diterima pada perangkat *gateway*. Pada sisi *gateway*, tidak semua *packet data* akan diproses. Melainkan hanya *packet* yang sesuai kriteria dan sudah teregistrasi di *Cloud Server* yang bisa di proses lebih lanjut.

Pada pengiriman *packet data* LoRa diperlukan sinkronisasi protokol komunikasi LoRa sehingga dua perangkat berbeda antara *End Node* dan *gateway* bisa saling berkomunikasi. Parameter yang perlu dilakukan sinkronisasi antara lain: frekuensi, *bandwith*, *spread factor*, *coding rate*, dan alamat.

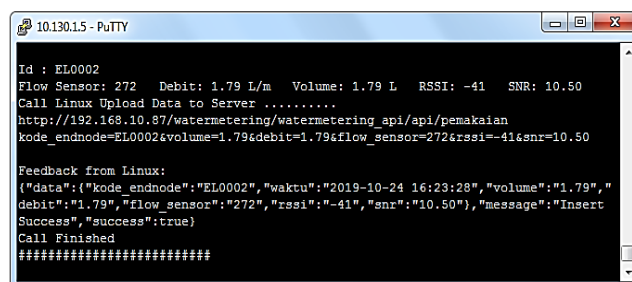
Berikut adalah perintah sinkronisasi komunikasi protokol LoRa :

```
LoRa.setPins(ssPin, resetPin, dio0Pin);
if (!LoRa.begin(921E6)) {
  Serial.println("Starting LoRa failed!");
  while (1);
}

LoRa.setTxPower(14);
LoRa.setSpreadingFactor(10);
LoRa.setSignalBandwidth(125E3);
LoRa.setCodingRate4(4);
```

### Uji Arsitektur LoRa

*Packet data* yang diterima LoRa Gateway terdiri *Id End Node* (e-Water Meter) dan pemakaian air untuk selanjutnya *packet data* dikirim ke *Server Cloud* ditambahi parameter RSSI dan SNR. *Monitoring* lalu lintas *packet data* pada *Gateway* LoRa dapat diakses dengan aplikasi PuTTY seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Tampilan Aplikasi PuTTY untuk Monitoring Paket Data pada Gateway LoRa

*Packet data End Node* LoRa diterima *gateway* yang berhasil dikirim ke *Server* menampilkan pesan :

```
Feedback from Linux :
{"message": "Insert success", "success": true}
```

## Dashboard E-Water Meter Kekuatan Sinyal Frekuensi LoRA

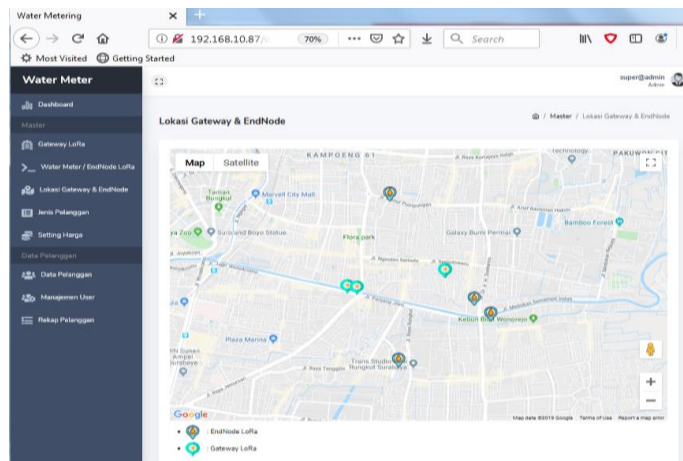
*Received Signal Strength Indication* (RSSI) adalah kekuatan sinyal yang diterima, diukur dengan satuan dBm (decibel-milliwatts) dan merupakan nilai negatif (-). Nilai tersebut digunakan sebagai ukuran seberapa kuat sinyal dapat diterima oleh penerima dari suatu pemancar. Nilai RSSI pada LoRa maksimum -30 dBm dan minimum = -120dBm. Semakin dekat sinyal tersebut menuju ke Nol (0) maka semakin bagus sinyal tersebut.

**Tabel 3.** RSSI dan SNR

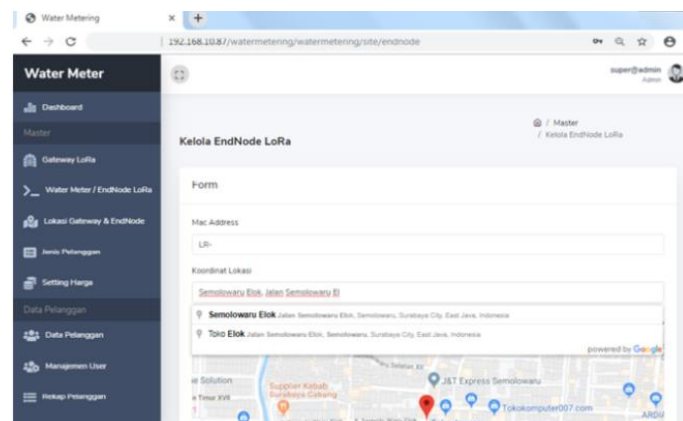
Jarak (m)	RSSI (dBm)	SNR (dBm)
1	-38	10,30
50	-82	9,1
100	-94	9,7
200	-110	5,2
300	-115	14,8
350	-116	9,7

Hasil pengukuran rata-rata RSSI dan SNR sebanyak 6 kali ditunjukkan pada Tabel 3. Transmisi data LoRa semakin jauh jangkauan semakin lemah dan akhirnya hilang, hal ini dapat dilihat pada jarak 1-50 m kekuatan sinyal yang diterima berkisar -38 sampai -82 kategori “*Strong*” sedangkan pada jarak 350 m kekuatan sinyal semakin mendekati batas bawah RSSI dengan perbedaan -4 dBm. Hal ini disebabkan lemahnya jangkauan penerimaan *gateway* LoRa dan jangkauan pengiriman data oleh *e-Water Meter End Node* LoRa.

Sistem *e-Water Meter* untuk *Smart City* terdiri dari dua bagian: *User*, yaitu sebagai *admin* dan pada sisi pelanggan. Informasi pada Gambar 12 menunjukkan dasbor *e-Water Meter* untuk *Smart City* pada saat Admin melakukan *login*. Menu utama Admin terdiri dari Gateway LoRa, *e-Water Meter*, Lokasi Gateway dan *e-Water Meter*, Data Pelanggan, Manajemen *User* dan Rekap Pelanggan termasuk pemakaian air.



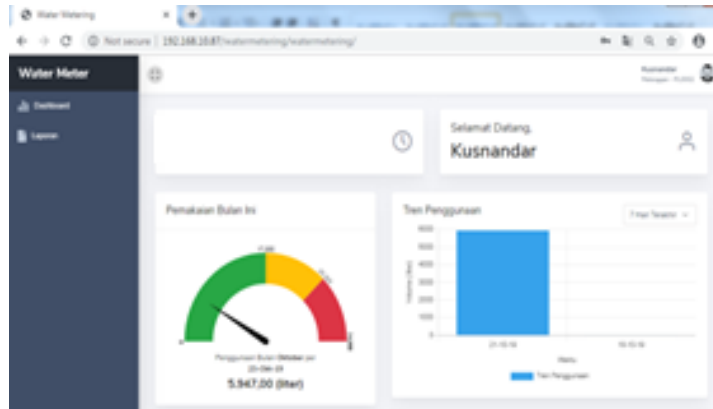
Gambar 10. Lokasi Gateway & Water Meter



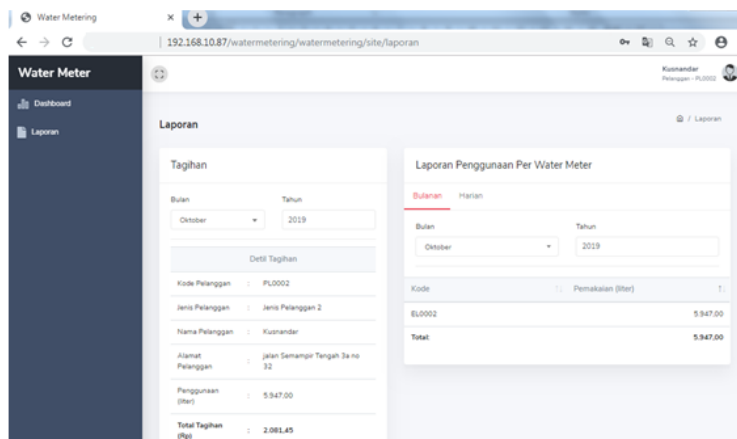
Gambar 11. Menambahkan Data Pelanggan pada Sistem

Admin dapat menambahkan *Gateway* LoRa untuk memperluas jangkauan area yang dapat dikirim ke *Server Cloud*. Lokasi *Gateway* LoRa dapat disetel melalui sistem sehingga dapat dipantau secara *real time*. Fungsinya seperti pada Gambar 10.

Admin dapat menambahkan pelanggan melalui registrasi pelanggan baru langkah selanjutnya menambahkan ID *e-Water Meter* yang digunakan. Pada menu Kelola Water Meter – Kelola *End Node* LoRa dapat menambahkan *End Node* LoRa dengan memasukkan Nama, *Address* dan Koordinat Lokasi seperti pada Gambar 11.



Gambar 12. Dasbor *User* Pelanggan



Gambar 13. Tagihan Pemakaian Air



Gambar 14. Grafik RSSI



Dasbor sebagai *User* pelanggan menginformasikan Pemakaian setiap Bulan, Tren Penggunaan dan Pemakaian Harian. Bentuk dasbor *User* pelanggan dapat dilihat pada Gambar 12.

Pelanggan dapat melihat tagihan pemakaian air secara *real time* setiap bulan. *History* pemakaian air dan tagihan air bisa dilihat dengan memilih Laporan Penggunaan Water Meter. Bentuk Laporan Tagihan dan penggunaan air dapat dilihat pada Gambar 13.

Admin dapat memantau kekuatan sinyal dari setiap *e-Water Meter* melalui menu RSSI dan SNR. Gambar 14 menunjukkan data RSSI dari pelanggan dengan kode *e-Water Meter* EL0002 kekuatan sinyal pada rentang nilai -72 sampai -90. Hal ini menunjukkan *e-Water Meter* dalam kondisi baik untuk mengirimkan *packet data* dalam jangkauan ke *gateway* LoRa.

Melalui pemantauan sinyal RSSI sistem dapat mendeteksi kekuatan sinyal meter air apabila kondisi sinyal yang diterima *gateway* semakin melemah. Kondisi ini dapat diketahui admin untuk selanjutnya melakukan langkah antisipasi seperti *maintenance e-Water Meter* ke lokasi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Prototipe *e-Water Meter* untuk *Smart City* dapat mengirimkan data melalui protokol pita frekuensi komunikasi LoRa secara *real time* dengan tingkat galat 0,79%. Desain arsitektur teknologi LoRa dapat diimplementasikan dengan kekuatan sinyal *Signal Strength Indication* (RSSI) tertinggi = -82 dBm dan terendah = -120 dBm.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Manajemen dan seluruh anggota Tim Penelitian TI Baristand Industri Surabaya : Yossy O.A. Ryananta, Indra W.D., Handaru B.W. Cahyono dan Arif Indro. S.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] U. S. P. Rohani Budi Prihatin, Anih Sri Suryani, Sri Nurhayari Qodriyatun, Teddy Prasetiawan, Sulis Winurini, *Penyediaan Air Bersih di Indonesia: Peran Pemerintah, Pemerintah Daerah, Swasta, dan Masyarakat*, Pertama. Jakarta: P3DI Setjen DPR RI dan Azza Grafika, 2015.

- [2] P. R. Indonesia, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2005 Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, no. 16. 2005, pp. 1–5.
- [3] Z. H. Che Soh, M. S. Shafie, M. A. Shafie, S. Noraini Sulaiman, M. N. Ibrahim, and S. Afzal Che Abdullah, “IoT Water Consumption Monitoring Alert System,” *Proc. - 2nd 2018 Int. Conf. Electr. Eng. Informatics, ICELTICs 2018*, pp. 168–172, 2018.
- [4] P. V. Kulkarni and M. S. Joshi, “An IOT based water supply monitoring and controlling system,” *Int. J. Res. Sci. Eng. Technol.*, vol. 5, no. 9, pp. 16152–16157, 2016.
- [5] M. Liandana, “Penerapan Teknologi LoRa pada Purwarupa Awal Wearable Device,” *Res. Comput. Inf. Syst. Technol. Manag.*, vol. 2, no. 2, p. 40, 2019.
- [6] A. Augustin, J. Yi, T. Clausen, and W. M. Townsley, “A study of Lora: Long range & low power networks for the internet of things,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 16, no. 9, pp. 1–18, 2016.
- [7] Kementerian Komunikasi dan Informatika, “Peraturan Direktur Jendral Sumberdaya dan Perangkat POS dan Informatika Nomor 3 Tahun 2019 Tentang Persyaratan Teknis dan Alat Telomunikasi Low Power Wide Area.” p. 6, 2019.
- [8] M. H. Farnoush Faridbod, Mohammad R. Ganjali, “Lanthanide-Based Multifunctional Materials,” *Elsevier*, 2018. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128138403000120>. [Accessed: 21-Nov-2020].
- [9] “OLED Structure,” *Daily Mail UK*, 2009. [Online]. Available: [https://i.dailymail.co.uk/i/pix/2009/05/25/article-1187309-0515DE5B000005DC-722\\_468x334.jpg](https://i.dailymail.co.uk/i/pix/2009/05/25/article-1187309-0515DE5B000005DC-722_468x334.jpg). [Accessed: 12-Oct-2020].
- [10] L. Aichi Tokei Denki, Co., “OF-Z Micro flow Sensor.” [Online]. Available: <https://www.aichitokei.net/products/micro-flow-sensor-of-z/>. [Accessed: 12-Oct-2020].
- [11] L. Dragino Technology Co., “LG01-S IoT Gateway featuring LoRa® technology,”

2019. [Online]. Available: <https://www.dragino.com/products/lora/item/119-1g01-s.html>. [Accessed: 12-Oct-2020].
- [12] R. Sood, M. Kaur, and H. Lenka, "Design and Development of Automatic Water Flowmeter," *Int. J. Comput. Sci. Eng. Appl.*, vol. 3, no. 3, pp. 49–59, 2013.
- [13] R. Padmanabhan, D. Elamukil, and P. T. V Bhuvaneswari, "SOC Module for IOT Based Smart Water Monitoring," *Int. J. Recent Innov. Trends Comput. Commun.*, vol. 5, no. 7, pp. 865–870, 2017.
- [14] E. D. Widiyanto, A. A. Faizal, D. Eridani, R. Dwi, and O. Augustinus, "Simple LoRa Protocol: Protokol Komunikasi LoRa Untuk Sistem Pemantauan Multisensor Simple LoRa Protocol: LoRa Communication Protocol for Multisensor Monitoring Systems," vol. 5, no. 2, pp. 83–92.
- [15] O. Monitoring, S. Penkov, S. Penkov, A. Taneva, M. Petrov, M. Petrov, and B. Plovdiv, "On-line with LoRaWAN On-line Monitoring System with LoRaWAN System with On-line Monitoring with," *IFAC Pap.*, vol. 52, no. 25, pp. 533–538, 2019.
- [16] H. Arijuddin, A. Bhawiyuga, and K. Amron, "Pengembangan Sistem Perantara Pengiriman Data Menggunakan Modul Komunikasi LoRa dan Protokol MQTT Pada Wireless Sensor Network," vol. 3, no. 2, pp. 1655–1659, 2019.