

# PERANCANGAN ALAT *END-DEVICE* LoRa SEBAGAI ALAT PENGUKUR EFISIENSI *POWER CONSUMPTION* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SPREADING FACTOR* DAN *POWER TRANSMIT*

## *DESIGNING OF LoRa END-DEVICE TOOLS AS A POWER CONSUMPTION EFFICIENCY MEASURING EQUIPMENT USING SPREADING FACTOR AND POWER TRANSMIT METHODS*

Bayu Aziz J<sup>1</sup>, Dr.Rina Pudji Astuti,S.T.,M.T.<sup>2</sup>, Yudi Tri Jayadi,S.Kom.,M.M.<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>3</sup>Telkom Divisi Digital Service, PT Telkom Indonesia

<sup>1</sup>bayuaziz@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>rinapudjiastuti @telkomuniversity.co.id, <sup>3</sup>yuditrijayadi@gmail.com

### Abstrak

LoRa LPWAN adalah *unlicensed* LPWAN yang memiliki kelebihan pada teknik modulasinya *chirp spread spectrum*(CSS) untuk mengoptimalkan konsumsi daya dan menambah radius komunikasi dengan menambah nilai *spreading factor* pada LoRa *end-device*. Permasalahan saat ini, konfigurasi LoRa *end-device* masih mengkonfigurasi secara otomatis pada parameter *power transmit* 15 dBm dan *spreading factor* 12 yang mengkonsumsi 223 mJ untuk sekali penransmisi data. Konfigurasi tersebut tidak cukup efisien untuk jarak tertentu. Sehingga jurnal ini bertujuan merancang LoRa *end-device* untuk memberikan saran konfigurasi parameter *spreading factor* dan *power transmit* yang memiliki konsumsi daya efisien dan jarak komunikasi terjauh pada parameter tertentu yaitu, *spreading factor*(SF) SF 7 – SF 12 dan *power transmit* 10 dBm – 15 dBm dengan cara mengukur konsumsi arus dan jarak komunikasi terjauh pada parameter tersebut.

### Abstract

LoRa LPWAN is an *unlicensed* LPWAN which has an advantage on modulation called *chirp spread spectrum*(CSS) to expect efficiency power consumption and enhance radius communication by adjusting *spreading factor* value on its LoRa *end-device*. The problem at this time, LoRa *end-device* configuration still automatically configure at transmitting power 15 dBm and *spreading factor* 12 that consumes 223 mJ for once data transmission, which is not efficient enough for certain distances. This paper purpose is designing *end-device* LoRa for suggesting configuration parameters *end-device* LoRa such as *spreading factor* and *transmit power*, which has low power consumption and farthest radius communication at specific parameters, those are SF 7 - 12 and *transmit power* 10 dBm - 15 dBm by measuring current consumption and longest communication distance at those parameters.

### 1. Pendahuluan

Banyaknya penelitian untuk mencari sebuah solusi dalam menghadirkan teknologi baru dalam bidang I.T menjadi sebuah batu loncatan dalam mempengaruhi aspek kehidupan manusia, khususnya perkembangan industri untuk memberikan solusi akan kebutuhan manusia yang semakin meningkat. Salah satu perkembangan I.T yang saat ini sering menjadi pokok pembahasan adalah IoT (Internet Of Things). IoT sendiri memudahkan manusia untuk mendapatkan informasi mengenai suatu hal dengan cara setiap perangkat dalam saling berkomunikasi (*device-to-device* / M2M).

Inovasi hadirnya teknologi LPWAN (Low Power Wide Area Network) yang memungkinkan perangkat IoT bisa dapat terhubung secara nirkabel dengan konsumsi daya yang rendah dan jarak pengiriman yang jauh. Teknologi LPWAN ini dalam regulasi terdapat *unlicensed* dan *licensed*. *licensed* LPWAN dapat memanfaatkan kanal yang dimiliki penyelenggara jaringan seluler. *unlicensed* LPWAN menggunakan standar kanal frekuensi yang sesuai dengan alokasi ISM *band* yang ada pada setiap negara. Teknologi yang menggunakan *licensed* LPWAN adalah LTE-M dan NB-IoT. Baru akhir – akhir ini perusahaan penyelenggara jaringan seluler terbesar di Indonesia

Telkomsel baru saja melakukan uji coba peluncuran teknologi NB-IoT pada salah satu universitas di Indonesia berdasarkan lansiran “Mengenal Teknologi NB-IoT di Sepedah Kuning Kampus UI”(sumber : <https://inet.detik.com> ) dan pada unlicensed} LPWAN, LoRa baru saja akhir - akhir ini dikembangkan oleh Antares yang dimiliki oleh Divisi Digital Service PT.Telkom Indonesia .

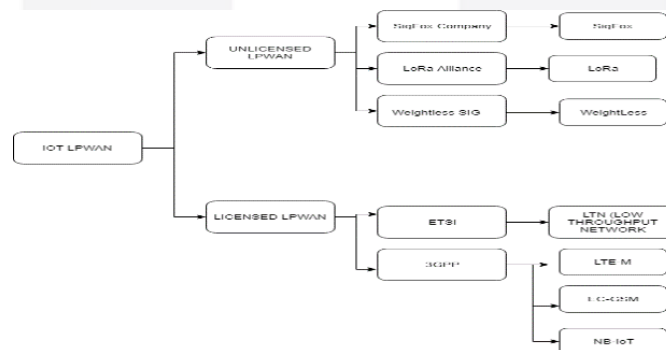
Pada penelitian sebelumnya hasil yang didapatkan adalah evaluasi LoRa terhadap kemampuan *throughput*, *delay*, dan *coverage area* yang dapat dilakukan oleh *end-device* LoRa pada *spreading factor*[1] sementara penelitian *power consumption* terhadap *spreading factor* dan *power transmit* belum terdapat pada penelitian sebelumnya sehingga pada implementasi LoRa belum memiliki nilai konfigurasi parameter *spreading factor* dan *power transmit* yang efisien terhadap *power consumption*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan pada *end-device* LoRa untuk mengukur *power consumption* dengan parameter *spreading factor* dan *power transmit*. Hasil dari penelitian ini adalah memberikan saran penggunaan *spreading factor* dan *power transmit* yang efisien terhadap *power consumption* pada radius komunikasi LoRa, memberikan saran radius komunikasi yang optimal pada *end-device* LoRa dan konfigurasi *spreading factor* dan *power transmit* yang efisien konsumsi arus.

## 2. LPWAN LoRa

### A. LPWAN(Low Power Wide Network)

LPWAN (Low Power Wide Area Network) merupakan salah satu teknologi jaringan nirkabel pada teknologi IoT dengan memiliki kemampuan jangkauan area yang luas dan konsumsi daya rendah. Teknologi LPWAN sendiri memiliki beberapa jenis teknologi berdasarkan bentuk protokol dan sistem komunikasi yang digunakan yaitu; LoRa, SigFox, IQRF, Ingenu, DASH7, Weightless, SNOW (Sensor Network Over White Space), LTE Cat-M1, EC-GSM-IoT, dan NB-IoT [2].

Klasifikasi teknologi LPWAN berdasarkan regulasi frekuensi dan badan regulatornya dibedakan menjadi *unlicensed* dan *licensed* dapat dilihat pada Gambar 2.1[2]. *Licensed* LPWAN merupakan teknologi LPWAN yang distandarisasi oleh badan regulasi internasional dan menggunakan frekuensi bersertifikasi pada masing-masing negara sementara, *unlicensed* LPWAN merupakan teknologi yang memanfaatkan ISM Band dan diregulasi oleh asosiasi.



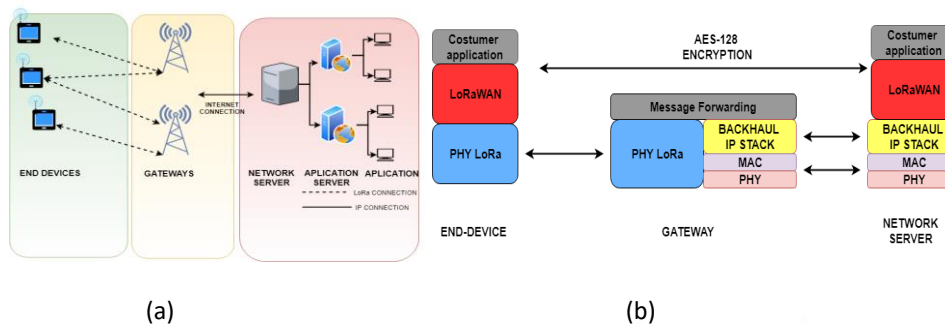
Gambar 2. 1 LPWAN

Pada Gambar 2.1 diketahui LoRa termasuk dalam *unlicensed* LPWAN dimana regulasinya diatur oleh asosiasi LoRa Alliance. LoRa Alliance mengatur regulasi pada sistem protokol komunikasi yang digunakan pada LoRa namun, penggunaan frekuensinya disesuaikan pada *band* ISM di negara masing –masing.

### B. Arsitektur Protokol LoRaWAN

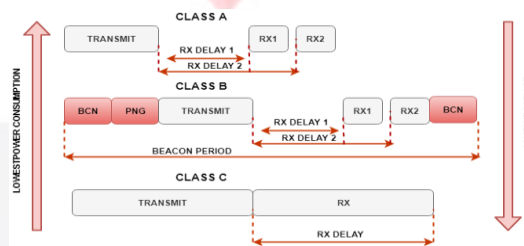
Tipikal jaringan LoRa pada umumnya menggunakan *star-to-star topology* yang terdiri dari tiga bagian perangkat utama, dapat dilihat pada Gambar 2.2(a) *End-device* LoRa mengirimkan *beacon* pada *gateway* yang dapat mencakup area *coverage* pada *end-device* LoRa jika *end-device* LoRa berada pada dua area *coverage* maka *end-device* LoRa akan mengirimkan *beacon* kepada

kedua *gateway* tersebut, *backhaul* yang digunakan dari *gateway* menuju *application* dan *network server* bisa menggunakan jejaring internet baik menggunakan ethernet atau seluler[3].



Gambar 2. 2 Arsitektur Jaringan LoRa

Pada sistem arsitektur protokol LoRa, *end-device* berfungsi sebagai *interface* pengumpul informasi data yang dikirimkan kepada *physical layer* LoRa dan dikirimkan menuju *gateway*. Protokol enkripsi yang digunakan dari *end-device* hingga *network server* adalah enkripsi AES-128 sistem protokol LoRa seperti pada Gambar 2.2(b)[3].

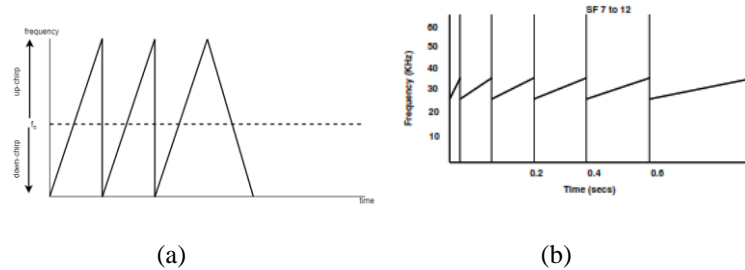


Gambar 2. 3Kelas Protokol LoRa

Pada Gambar 2.3[3] dijelaskan bahwa protokol komunikasi LoRaWAN terdiri dari tiga kelas yaitu protokol kelas A, kelas B dan kelas C. Protokol kelas A adalah protokol komunikasi dimana *end-device* LoRa mengirimkan *beacon* kepada *gateway* LoRa berdasarkan waktu *scheduling*. Protokol kelas B adalah protokol komunikasi dimana *end-device* LoRa akan mengirimkan *beacon* setelah *gateway* LoRa mengirimkan *interrupt* pada *end-device* untuk mengirimkan *beacon* pada *scheduling* waktu yang sudah ditentukan. Protokol kelas C adalah protokol komunikasi dimana *end-device* LoRa mengirimkan *beacon* secara *time scheduling* namun, *receiving windows* pada *end-device* LoRa bersifat kontinu.

**C. Modulasi LoRa**

Modulasi LoRa atau *chirp spread spectrum(CSS)* merupakan modulasi frekuensi linear yang memiliki parameter utama yaitu frekuensi kerja, *spreading factor* dan *bandwidth*. Bentuk modulasi LoRa dapat dilihat pada Gambar 2.4[4].

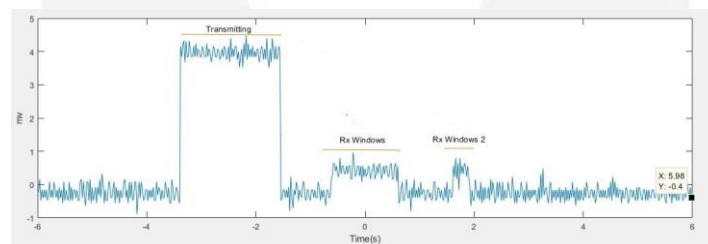


Gambar 2. 4 Bentuk Modulasi LoRa. (a) bentuk modulasi LoRa terhadap frekuensi kerja dan waktu, (b) modulasi LoRa terhadap spreading factor.

Pada Gambar 2.4(a) adalah gambar modulasi LoRa terhadap frekuensi kerja, *bandwidth* dan waktu dimana pada modulasi ini dikenal *up-chirp* yaitu dari frekuensi rendah ke tinggi dan *down-chirp* dari frekuensi tinggi ke rendah[4]. Gambar 2.4 (b) merupakan dampak penambah nilai *spreading factor* pada modulasi LoRa dimana pada penambahan *spreading factor* dapat menambah waktu *time-on-air* pada modulasi.

#### D. Konsumsi Arus LoRa

Pada penelitian ini kelas protokol yang akan digunakan adalah protokol kelas A dimana terdiri dari tiga bagian yaitu ketika melakukan *transmitting*, *receiveing 1* dan *receiveing 2*. Konsumsi arus yang terjadi ketika melakukan komunikasi terpengaruh dari *power transmit* dan *spreading factor* semakin besar nilai *power transmit* maka daya yang digunakan akan semakin besar dan semakin besar nilai *spreading factor* waktu untuk mengkonsumsi daya akan semakin lama.



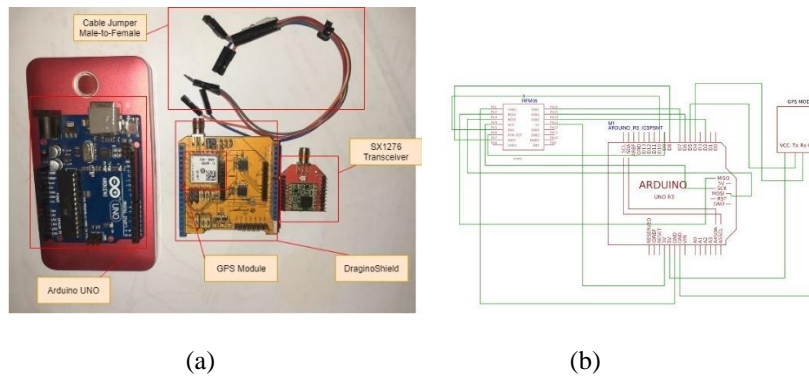
Gambar 2. 5 konsumsi Arus LoRa

Pada Gambar 2.5 merupakan grafik konsumsi arus yang terjadi ketika *end-device* LoRa melakukan pengiriman data menggunakan protokol kelas A. Waktu lamanya *transmitting* terpengaruh oleh *time-on-air* dari nilai *spreading factor*, semakin besar *spreading factor* maka konsumsi arus akan semakin lama.

### 3. Perancangan dan Desain Sistem *end-device* LoRa.

#### A. Rekonfigurasi Perangkat Keras.

Rekonfigurasi perangkat keras pada *end-device* LoRa terdiri dari beberapa komponen *transceiver* LoRa RFM96W(SX1278), modul GPS L80R, antenna 3 dBi, dan Arduino Uno R3. Gambar perangkat keras yang digunakan pada *end-device* LoRa dapat dilihat pada Gambar 3.1(a).

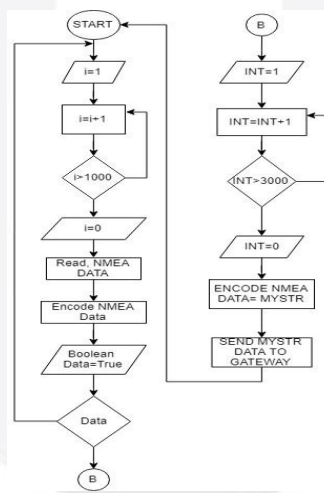


Gambar 3. 1 Perangkat keras end-device LoRa. (a) perangkat keras LoRa, (b) Skematik end device LoRa

Pada rekonfigurasi *end-device* LoRa dilakukan dengan cara menggabungkan seluruh komponen pada Arduino uno yang berfungsi sebagai *microcontroller*. Gambar 3.1(b) merupakan skematik *end-device* LoRa terhadap pin yang digunakan pada *microcontroller* Arduino dengan modul GPS L80R dan *transceiver* LoRA RFM96W.

**B. Perancangan Perangkat Lunak *end-device* LoRa.**

Perancangan perangkat lunak *end-device* LoRa ini bertujuan agar perangkat *end-device* dapat melakukan pengiriman data berupa lokasi pemancar(*end-device* LoRa) dan jarak komunikasi antara pemancar dengan penerima(*gateway* LoRa). *Flowchart* yang digunakan pada algoritma perangkat lunak *end-device* LoRa dapat dilihat pada Gambar 3.3.

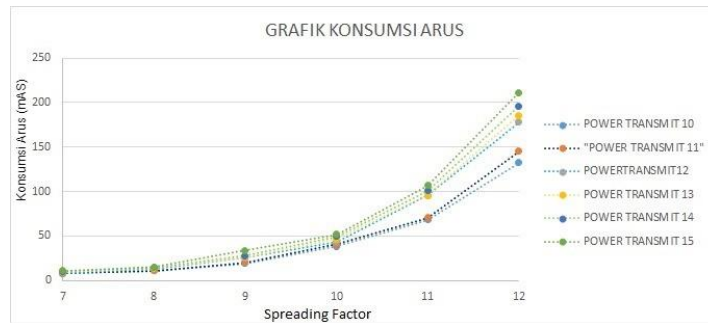


Gambar 3. 2 Flowchart End-device LoRa

**4. Hasil Analisa Pengukuran dan Kesimpulan.**

**A. Analisa Konsumsi Arus LoRa.**

Penggunaan konsumsi arus pada LoRa sangat dipengaruhi terhadap nilai *spreading factor* dan *power transmit* namun, penggunaan *spreading factor* pada *end-device* LoRa yang paling berpengaruh terhadap konsumsi arus pada *end-device* LoRa karena semakin besarnya nilai *spreading factor* maka konsumsi arus yang digunakanpun akan semakin lama.

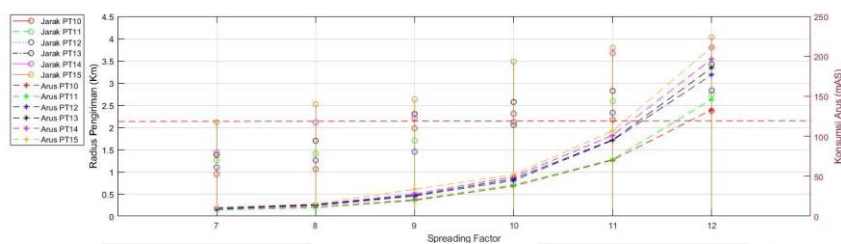


Gambar 4. 1 Grafik Konsumsi Arus

Gambar 4.1 merupakan grafik konsumsi arus ketika perangkat *end-device* LoRa melakukan pentransmisi. *Spreading factor* 11 dan 12 menggunakan konsumsi arus yang sangat besar karena *time-on-air* pada *spreading factor* tersebut cukup lama 0.96 detik dan 1.8 detik.

### B. Analisa Radius Komunikasi LoRa terhadap konsumsi arus.

Radius Komunikasi LoRa dipengaruhi oleh nilai *spreading factor* dan *power transmit* hasil terjauh dari pengukuran radius komunikasi LoRa terhadap *gateway* LoRa yang berlokasi di Telkom DDS adalah 4 Km dengan konfigurasi parameter *spreading factor* 12 dan *power transmit* 15 dBm namun, pada konfigurasi tersebut konsumsi arus yang digunakan tidaklah efisien karena konsumsi arus pada parameter tersebut adalah 211.28 mAS untuk sekali pentransmisi data.



Gambar 4. 2 Grafik radius komunikasi terhadap konsumsi arus

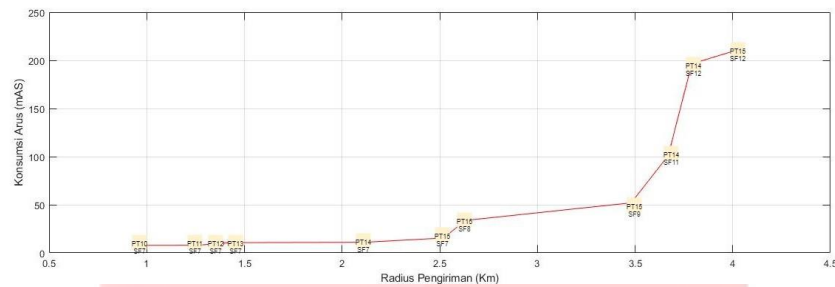
Pada Gambar 4.2 didapatkan bahwa jarak yang optimum terhadap efisiensi daya adalah 2 Km karena pada jarak tersebut *end-devce* dapat melakukan pentransmisi dengan konfigurasi *spreading factor* 7 dimana *spreading factor* 7 merupakan parameter *spreading factor* dengan konsumsi daya dan arus paling rendah selain itu juga pada jarak tersebut optimum digunakan karena pada jarak tersebut perangkat *end-device* LoRa dapat memanfaatkan konfigurasi *spreading factor* 7 – 12 tergantung dengan pengimplementasian.

### C. Hasil dan Kesimpulan

Perancangan *end-device* LoRa untuk melakukan pengukuran efisiensi daya memiliki beberapa kesimpulan yaitu :

1. Perancangan *end-device* LoRa dapat dilakukan dengan perancangan rekonfigurasi perangkat keras dan perancangan perangkat lunak yang sudah didesain namun, memiliki kekurangan dimana modul GPS L80R sulit untuk menentukan lokasi dari pemancar karena beberapa hal seperti cuaca yang mendung dan tertutupi oleh pepohonan dan teknologi LoRa tidak terlalu unggul jika digunakan untuk pengiriman yang memiliki mobilitas cepat karena *throughput* dan *bandwidth* kecil.

2. Perancangan *end-device* LoRa terhadap efisiensi konsumsi arus dan daya dapat disimpulkan bahwa penggunaan *spreading factor* 12 tidak terlalu efisien terhadap konsumsi arus karena pada konfigurasi tersebut *end-device* LoRa mengkonsumsi daya dengan waktu yang lama yaitu 1.8 detik.
3. Saran konfigurasi *spreading factor* dan *power transmit end-device* LoRa pada implementasinya terhadap efisiensi konsumsi daya dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3Saran konfigurasi spreading factor dan power transmit.

#### Daftar Pustaka:

- [1] R. S. Sinha, Y. Wei, and S.-H. Hwang, "A survey on lpwa technology: Lora and nb-iot," *Ict Express*, vol. 3, no. 1, pp. 14–21, 2017.
- [2] A. M. Yousuf, E. M. Rochester, B. Ousat, and M. Ghaderi, "Throughput, coverage and scalability of lora lpwan for internet of things," in *2018 IEEE/ACM 26th International Symposium on Quality of Service (IWQoS)*. IEEE, 2018, pp. 1–10.
- [3] D. Sjöström, "Unlicensed and licensed low-power wide area networks: Exploring the candidates for massive iot," 2017.
- [4] A. Augustin, J. Yi, T. Clausen, and W. Townsley, "A study of lora: Long range & low power networks for the internet of things," *Sensors*, vol. 16, no. 9, p. 1466, 2016.