

Implementasi Metode *Circular Buffer* pada Sistem *Monitoring Vital Signs*

M. Riski Ananda¹, Adhitya Bhawiyuga²

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹riski.ananda@live.com, ²bhawiyuga@ub.ac.id

Abstrak

Secara umum cara untuk merekam data *vital signs* adalah dengan point to point dengan menggunakan kabel sehingga data *monitoring* pasien tidak dapat digerakkan yang berakibat pasien tidak dapat bergerak atau berpindah tempat. *Vital signs* terdiri dari tiga parameter pemeriksaan, yaitu pemeriksaan suhu tubuh, detak jantung dan kadar oksigen. Saat ini juga telah dikembangkan sistem *monitoring vital signs* berbasis media transmisi BLE, namun dinilai kurang tepat karena BLE memerlukan *bandwith* yg besar serta jarak jangkauan yang terbatas. Oleh karena itu, dirancang sistem *monitoring vital signs* menggunakan media transmisi LoRa, yang dimana LoRa tergolong dalam modul hemat energi yang dapat mendukung pengiriman jarak jauh dengan ukuran data yang cukup besar dan sudah lolos pengujian dari pihak teknisi bersertifikat. Untuk menunjang kinerja dari sistem yang dirancang, maka di perlukan penambahan metode *circular buffer*, dimana metode ini berfungsi untuk menunjang *Quality of Service* pada saat proses pengiriman data *vital signs* dilakukan. Pengujian berdasarkan pada perbandingan antara pengiriman data *vital signs* tanpa menggunakan metode *circular buffer* dan pengiriman data *vital signs* menggunakan metode *circular buffer* dengan parameter *end to end delay* dan *packet loss*, yang dimana penggunaan metode *circular buffer* menghasilkan *end to end delay* yang lebih baik yaitu dibawah 0,1 ms dibandingkan dengan yang tidak menggunakan metode *circular buffer* yaitu dibawah 0,2 ms. Sedangkan untuk *packet loss* nya sendiri yaitu dibawah 0,07% dibandingkan dengan yang tidak menggunakan metode *circular buffer* yaitu dibawah 0,1%.

Kata kunci: *LoRa, vital signs, circular buffer*

Abstract

In general, the way to record vital signs data is point to point using cables that make patient's monitoring data cannot be moved, which results in the patient being unable to move or change places. Vital signs consist of three examination parameters, which is checking body temperature, heart rate and oxygen levels. Currently, a vital signs monitoring system based on BLE transmission media has also been developed, but it is considered not enough because BLE requires large bandwidth and limited range. Therefore, a vital signs monitoring system using LoRa transmission was designed, where LoRa is classified as an energy-efficient module that can support long-distance transmissions with large data sizes and has passed testing from certified technicians. To support the performance of the designed system, it is necessary to add the circular buffer method, where this method serves to support the Quality of Service when the vital signs data transmission process is carried out. The test is based on a comparison between sending vital signs data without using the circular buffer method and sending vital signs data using the circular buffer method with end-to-end delay and packet loss as parameters, where the use of the circular buffer method produces a better end-to-end delay, which is below 0.1 ms compared to system that does not use circular buffer method which is below 0.2 ms. Meanwhile, for the packet loss itself, which is below 0.07% compared to system that does not use circular buffer method which is below 0.1%.

Keywords: *LoRa, vital signs, circular buffer*

1. PENDAHULUAN

Secara umum tata cara dalam melakukan perekaman data *vital signs* ialah mennggunakan point to point menggunakan kabel, yang mengakibatkan data *monitoring*

pada pasien tidak lagi dapat digerakkan, sehingga menyebabkan pasien tidak dapat bergerak atau melakukan aktivitas maupun kegiatan lain. Pasien yang bergerak keluar dari jangkauan koneksi menyebabkan terputusnya data monitoring yang berasal dari pasien ke pusat monitoring dokter sehingga mengakibatkan data dari sistem monitoring tidak dapat diamati dengan baik. Parameter pemeriksaan *vital signs* terdiri dari tiga parameter, yakni pemeriksaan suhu tubuh, detak jantung dan kadar oksigen (Gatot et al., 2016).

Sistem ini memiliki kelebihan yang dimana dapat memberikan interkoneksi tanpa kabel yang dilakukan antara pasien dengan tim medis, sehingga tidak mengganggu aktivitas dari pasien yang hendak berpergian atau berpindah-pindah tempat. Sistem ini juga memberikan pelayanan pemantauan kondisi dari pasien secara langsung (*real-time*) serta menunjukkan kondisi pasien pada layar monitor.

Penelitian terdahulu yang berjudul “*IoT Based Classification of Vital Signs Data for Chronic Disease Monitoring*” analisa model data *vital signs* menjadi indikator untuk menghasilkan data yang menunjukkan sehat atau tidaknya pasien, sehingga dapat menyimpulkan rekomendasi pada pasien untuk meminum obat dalam pendeteksian penyakit sejak dini dengan menetapkan metode SVM, Naïve Bayes dan J48. Penelitian ini dapat dioptimalkan dengan melakukan penerapan mekanisme *circular buffer*.

Mekanisme *Buffer* dibutuhkan karena beberapa faktor, seperti perbedaan kecepatan antara produsen dan konsumen dalam aliran data serta perangkat lainnya yang memiliki peran dalam proses pemindahan data (Taringan, 2018). Berdasarkan pernyataan tersebut, perancangan sistem *monitoring vital signs* dengan penambahan metode *circular buffer* dapat meningkatkan performa dalam efisiensi

pengiriman data yang akurat. Selain itu, pemeriksaan pasien tentunya harus menggunakan penghubung berupa nirkabel yang berfungsi untuk mengirimkan data *vital signs* dari *node sensor* ke *receiver*, yang mana salah satu metode alternatifnya ialah dengan menggunakan LoRa.

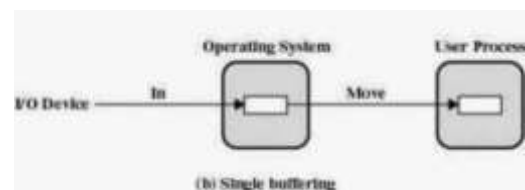
Berdasarkan latar belakang dan penelitian sebelumnya, penelitian ini dirancang dengan menggunakan media transmisi LoRa yang memiliki 2 node sensor, 1 node sensor memiliki fungsi dalam pengambilan data *vital signs* pasien secara *real-time* serta 1 *node sensor* sebagai *receiver* yang telah digabung dengan metode *circular buffer* untuk mendapatkan data yang lebih tangkas dan tepat.

2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Monitoring System

Monitoring didefinisikan sebagai pengamatan dan pencatatan secara teratur dalam suatu kegiatan yang sedang terjadi. Ini adalah proses pengumpulan informasi secara rutin pada semua aspek untuk mendapatkan hasil yang diperlukan (Mercy, 2005). Pada umumnya, *monitoring* digunakan dalam *checking* diantara kinerja dan target yang telah ditentukan terlebih dahulu. Pada penggunaannya, proses *monitoring* dilakukan pada saat kegiatan sedang berlangsung, dimana level kajian mekanisme *monitoring* mengacu pada kegiatan per kegiatan dalam suatu bagian (Wrihatnolo, 2008).

Pada dasarnya, pemantauan atau *monitoring* memiliki dua fungsi dasar yang terkait seperti *compliance monitoring* dan *performance monitoring* (Mercy, 2005). Kemampuan dari *compliance monitoring* ialah untuk memastikan proses memenuhi harapan atau rencana. Pada saat yang sama, *performance monitoring* membantu menentukan bagaimana kemajuan dalam mencapai tujuan yang diharapkan. Hasil dari pemantauan berupa *progress report* dari proses yang pengukurannya dilakukan secara deskriptif dan non-deskriptif. Hasil *monitoring* berguna untuk memperbaiki mekanisme proses yang dilakukan atau memahami segala proses *monitoring* yang sedang berjalan.



2.2 LoRa (Long Range)

Long Range atau disebut LoRa merupakan metode dalam modulasi penggunaan *spread spectrum* didasari oleh teknologi *chirp spread spectrum* (CSS) (Semtech, 2018). LoRa sendiri

dikembangkan karena tingginya akan permintaan konsumen, hal ini dikarenakan LoRa dianggap sebagai perangkat jaringan nirkabel yang mempunyai konektivitas jarak jauh, *power saving*, dan biaya rendah. Penggunaan LoRa berada pada frekuensi 915 MHz yang mana termasuk dalam frekuensi *sub-GHz*, sehingga memberikan kemampuan penetrasi yang baik terhadap objek yang menghalangi rambatan sinyal seperti tembok (Semtech, 2018) (de Jong et al., 2011).

LoRa sendiri menciptakan jangkauan jauh yang disebabkan oleh modulasi dengan penggunaan CSS serta sensitivitas tinggi pada bagian penerima yang digunakan oleh LoRa. *Power saving* yang terdapat pada perangkat LoRa disebabkan oleh mode komunikasi yang digunakan, yakni komunikasi *asynchronous* dimana *node* hanya akan melakukan penukaran informasi atau komunikasi apabila terdapat data yang akan dipindahkan layaknya dengan penggunaan sistem ALOHA. Topologi star juga menjadi sebab dari *power saving* yang mempersingkat jalur pemindahan atau pertukaran data (Devalal & Karthikeyan, 2018)

2.3 Buffer Jaringan

Buffering merupakan teknik untuk meningkatkan efisiensi sistem operasi dan kinerja proses-proses. Terdapat beragam cara *buffering* antara lain (Taringan, 2018):

1. Single Buffering

Teknik ini menjelaskan bahwa untuk setiap input yang perlu dimuat ke dalam memori bersama, akan ada satu buffer memori bersama dan satu objek CudaDMA yang mengelola buffer tersebut. Sebagian besar contoh yang ditampilkan dari CudaDMA adalah contoh *buffering* tunggal (*single buffering*). Proses dimulai dari pemberian perintah I/O, yang mana sistem operasi menyediakan *buffer* dengan bagian memori utama pada sistem untuk operasi yang berlangsung. Dalam peralatan berorientasi blok, pemindahan yang berisi masukan dimuat ke dalam *buffer* sistem. Sehingga, pada saat pemindahan selesai, blok akan segera meminta blok lain yang disebut *reading ahead* atau *anticipated input* (Ismail, 2012).

Gambar 1. *Single buffering*

2. Double Buffering

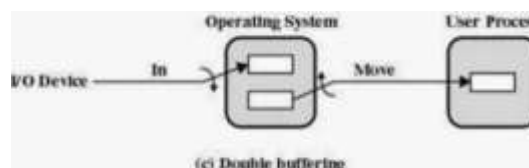
Teknik ini merupakan pemrograman yang menggunakan dua buffer dengan tujuan untuk

mempercepat proses yang sedang berjalan, dimana data dalam satu buffer sedang diproses sementara data berikutnya dibacakan ke blok lainnya sehingga mekanisme ini menjamin proses tidak akan menunggu operasi I/O. Namun untuk menerapkan mekanisme *double buffering*, dibutuhkan kompleksitas yang tinggi (Ismail, 2012)

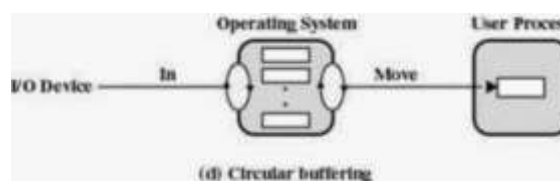
Gambar 2. *Double buffering*

3. Circular Buffering

Ketika lebih dari dua buffer digunakan,



kumpulan buffer itu sendiri disebut sebagai *buffer* melingkar. Dalam hal ini, data tidak langsung diteruskan dari produsen ke konsumen karena data akan berubah karena penimpaan *buffer* sebelum dikeluarkan. Produsen hanya dapat mengisi *buffer* i-1 sementara data di *buffer* i menunggu untuk dikeluarkan.



Gambar 3. *Circular Buffering*

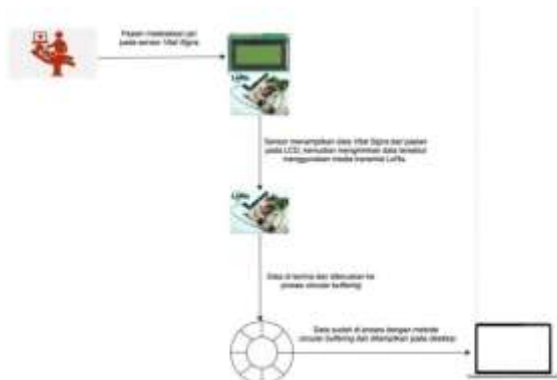
Jadi jika *buffer* yang digunakan lebih dari dua, kumpulannya disebut sebagai *circular buffer*. Tiap *buffer* individu merupakan satu unit di dalam *circular buffer* (Ismail, 2012).

3. PERANCANGAN

Perancangan merupakan tahapan dimana erancangan adalah karya kreatif yang didorong secara independen yang dikembangkan dalam subjek penelitian yang terfokus dan diarahkan oleh perumusan masalah. Hal ini dilakukan melalui penelitian intensif, studi, dan eksplorasi desain, dan berpuncak pada proposisi yang dikembangkan secara menyeluruh. Perancangan dimulai dari pendefinisian sistem secara universal, perancangan area penelitian, pendefinisian kebutuhan pada sistem, perancangan arsitektur jaringan, perancangan pada *node* sensor, perancangan *receiver* serta perancangan pada uji coba (pengujian).

3.1. Perancangan Arsitektur Jaringan

Perancangan arsitektur jaringan mendefinisikan bagaimana sensor dan *node* penerima terhubung dan berkomunikasi satu sama lain. Hal ini juga memungkinkan data untuk ditransfer antar komponen sistem. Perancangan tersebut diilustrasikan sebagaimana terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4. Arsitektur jaringan pada sistem

Proses transfer data dimulai dengan *node* sensor, yang memperoleh data tanda vital dari pengguna dan menampilkannya di LCD. Kemudian *node* sensor mengirimkan data tanda vital ke penerima melalui transmisi LoRa, data diproses terlebih dahulu dengan metode *circular buffer* sesuai urutan pengiriman data. Apabila *slot* data yang disediakan oleh *circular buffer* telah terpenuhi (17 *slot*), maka data tersebut akan ditampilkan pada desktop sesuai mekanisme penjadwalan yang ada.

3.2. Perancangan Pengujian

Perancangan pengujian adalah proses perancangan yang bertujuan untuk menentukan atau mengetahui tingkat keberhasilan dari sistem yang dibangun. pengujian yang digunakan adalah :

1. *Node* sensor harus mampu merekam, menampilkan data *vital signs* dari pengguna dan mengirimkan data tersebut ke receiver.
2. *Receiver* harus mampu menerima data dari *node* sensor dan menampilkannya pada desktop.
3. *delay* yang terjadi saat proses pengiriman data *vital sign* dari *node* sensor ke receiver.
4. *Packet loss* yang terjadi saat proses pengiriman data *vital signs* dari *node* sensor ke receiver.

4. IMPLEMENTASI

Sebagaimana *node* sensor, penerapan modul sensor akan dipergunakan sebagai perekam pengambilan data *vital signs* untuk suhu adalah MLX90614 serta MAX30100 untuk jantung dan kadar oksigen. Untuk mikrokontroler yang bertugas menangkap hasil sensingnya adalah arduino mega, sedangkan untuk modul LoRa SX1278 yang digunakan berfungsi untuk media pengiriman data menuju receiver. Penampakan dari *node* sensor dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rancangan perangkat keras *node* sensor

Sebagaimana dijelaskan pada bagian perancangan yang menelaah perangkat keras LoRa receiver, modul LoRa yang memiliki peranan receiver yang mana tertuju pada LoRa SX1278 dan Arduino Uno merupakan perangkat mikrokontroler yang diaplikasikan. Penampakan dari perangkat keras receiver dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rancangan perangkat keras receiver

5. HASIL

Bagian ini menjelaskan tentang hasil uji dari kinerja sistem yang telah dibangun sesuai perancangan yang ada.

5.1 Delay

Hasil pengujian *delay* pengiriman data *vital signs* dari *node* sensor ke receiver melalui LoRa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian *delay* pengiriman data *vital signs* dari *node* sensor ke receiver

melalui LoRa

No	Jarak	Delay (ms)
1	100 m	0,113216
2	200 m	0,117321
3	400 m	0,136411
4	600 m	0,162173

Dengan melihat hasil pengujian yang telah dijelaskan atau diperlihatkan pada Tabel 1, dapat ditarik kesimpulan bahwa proses kirim data dari *node* sensor ke *receiver* dengan memakai LoRa hingga dengan jarak 600 meter akan tetap mendapatkan hasil nilai *delay* rata-rata di bawah 0,2 ms. Akan tetapi, tidak menutup kemungkinan akan didapati adanya *delay* yang bergantung pada kondisi ataupun lingkungan yang ada disekitarnya.

Tabel 2. Hasil pengujian *delay* pengiriman data *vital signs* melalui LoRa dengan metode *circular buffer*

No	Jarak	Delay (ms)
1	100 m	0,081315
2	200 m	0,081521
3	400 m	0,084267
4	600 m	0,086381

Dari hasil pengujian yang dijelaskan pada Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa penggunaan LoRa untuk mengirim data dari *node* sensor ke penerima dengan jarak hingga 600 meter masih menghasilkan latensi rata-rata kurang dari 0,1 ms. Namun, terkadang lonjakan latensi dapat terjadi tergantung pada kondisi lingkungan pengoperasian di sekitarnya..

5.2 Packet Loss

Tabel 3. Hasil pengujian *packet loss* pengiriman data *vital signs* melalui LoRa

No	Jarak	Delay (%)
1	100 m	0,087%
2	200 m	0,087%
3	400 m	0,092%
4	600 m	0,089%

Dari hasil pengujian yang dijelaskan atau dijabarkan pada Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa penggunaan LoRa untuk mengirim data dari *node* sensor ke penerima hingga jarak 600 meter masih menghasilkan rata-rata *packet loss rate* kurang dari 0,1%. Namun, mungkin ada lonjakan *packet loss* sesekali tergantung pada kondisi lingkungan operasi yang ada di sekitarnya.

Tabel 4. Hasil pengujian *packet loss* pengiriman data *vital signs* melalui LoRa dengan metode *circular buffer*

No	Jarak	Delay (%)
1	100 m	0,062%
2	200 m	0,062%
3	400 m	0,064%
4	600 m	0,069%

Dari hasil pengujian yang dijelaskan pada Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode *circular buffer* LoRa untuk mengirim data dari *node* sensor ke penerima masih menghasilkan rata-rata *packet loss* kurang dari 0,07% hingga jarak 600 meter. Namun, terkadang ada puncak kehilangan paket tergantung pada kondisi lingkungan pengoperasian di sekitarnya.

6. KESIMPULAN

Didasari perancangan, penerapan serta pengujian yang telah dilangsungkan sebagaimana penelitian, maka hasil dari penelitian:

1. *Node* sensor mampu melakukan perekaman atau pencatatan, menampilkan dan mengirimkan data *vital signs* pengguna ke *receiver* menggunakan media transmisi LoRa yang jangkauan pengirimannya mencapai 600 meter.
2. *Receiver* mampu menerima data *vital signs* yang dibagikan oleh *node* sensor dengan penggunaan media pengangkutan LoRa, dimana jangkauan penerimaannya mencapai 600 meter.
3. Metode *circular buffer* berhasil mengoptimalkan kinerja pengiriman data *vital signs* dari *node* sensor ke *receiver* dan hasil kinerja tersebut diukur dari beberapa parameter yakni keterlambatan (*delay*)

pemindahan data serta *packet loss* pemindahan data. Alhasil percobaan yang mewujudkan pengoptimalan kinerja nya yaitu :

- Pada pengujian keterlambatan (*delay*) pada pemindahan data yang berasal dari *node* sensor menuju *receiver* via LoRa, dihasilkan rata-rata keterlambatan yang terjadi masih sebesar $< 0,2$ ms. Sedangkan pengujian keterlambatan dengan menggunakan metode *circular buffer* menghasilkan rata-rata keterlambatan sebesar $< 0,1$ ms. Namun, hasil dari perhitungan tidak dapat dipastikan atau ditetapkan dikarenakan faktor-faktor lainnya yang dapat merubah rata-rata keterlambatan.
- Pengujian *packet loss* pemindahan data yang berasal dari *node* sensor menuju *receiver* via LoRa, mendapatkan hasil rata-rata *packet loss* yang mana $< 0,1$ %. Sementara, hasil dari pengujian *packet loss* dengan metode *circular buffer*, didapatkan hasil yang mana rata-rata dari *packet loss* yang terjadi $< 0,07$ %. Namun, hasil dari perhitungan tidak dapat dipastikan atau ditetapkan dikarenakan faktor-faktor lainnya yang dapat merubah rata-rata *packet loss*.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Ait Aoudia, F., Gautier, M., Magno, M., le Gentil, M., Berder, O., & Benini, L. (2017). *Long-Short Range Communication Network Leveraging LoRa and Wake-up Receiver Long-Short Range Communication Network Leveraging LoRa TM and Wake-up Receiver*. <https://hal.inria.fr/hal-01666858>
- Chan, Y.-S., Liang, H.-J., & Lin, Y.-H. (2014). *Using Wireless Measuring Devices and Tablet PC to Improve the Efficiency of Vital Signs Data Collection in Hospital*. 2014 IEEE International Symposium on Bioelectronics and Bioinformatics (IEEE ISBB 2014).
- de Jong, Y., Camire, D., & Rogers Deans. (2011). *500 MHz PERTAINING TO MACROCELLULAR COVERAGE*.
- Devalal, S., & Karthikeyan, A. (2018). *LoRa technology-an overview*. 2018 Second International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA).
- Gatot, Satryo, & Pratomo. (2016). *SISTEM MONITORING VITALSIGN BERBASIS IOT (INTERNET OF THING)*.
- Hu, F., Xie, D., & Shen, S. (2013). On the application of the internet of things in the field of medical and health care. *Proceedings - 2013 IEEE International Conference on Green Computing and Communications and IEEE Internet of Things and IEEE Cyber, Physical and Social Computing, GreenCom-IThings-CPSCom 2013*, 2053–2058. <https://doi.org/10.1109/GreenCom-iThings-CPSCom.2013.384>
- Ismail, M. P. (2012). *Buffering* (Ruang Biru, Ed.).
- Mansoor Baig, M., GholamHosseini, H., Connolly, M. J., & Kashfi, G. (2014). *Real-Time Vital Signs Monitoring and Interpretation System for Early Detection of Multiple Physical Signs in Older Adults*. https://doi.org/10.0/Linux-x86_64
- Nida, H. S., Faiqurahman, M., & Sari, Z. (2017). Prototype Sistem Multi-Telemetry Wireless Untuk Mengukur Suhu Udara Berbasis Mikrokontroler ESP8266 Pada Greenhouse. *Kinetik: Game Technology, Information System, Computer Network, Computing, Electronics, and Control*, 217–226. <https://doi.org/10.22219/kinetik.v2i3.89>
- Raji, A., Jeyasheeli, P. G., & Jenitha, T. (2016). *IoT Based Classification of Vital Signs Data for Chronic Disease Monitoring*.
- Semtech. (2018). *What is LoRa? | Semtech Lora Technology | Semtech*. <https://www.semtech.com/lora/what-is-lora>
- Susana, R., Nugraha, A., & Nataliana, D. (2015). Perancangan dan Realisasi Web-Based Data Logging System menggunakan ATmega16 melalui Hypertext Transfer Protocol (HTTP). *Teknik Elektro Itenas / No. 1 / Vol. 3 ISSN: 2338-8323 Januari - Juni 2015*, 1–2.
- Taringan, D. S. (2018). *Studi Pengaruh Ukuran Buffer Interface Queue Terhadap Kinerja Transmisi Data di Jaringan AD HOC*

802.11 Skripsi, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan.

- Wang, E., Yang, Y., & Wu, J. (2015). A Knapsack-based buffer management strategy for delay-tolerant networks. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 86, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2015.07.008>