

Sistem Penjaluran dan Klusterisasi Pada Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis LoRa

Mochamad Nur Fauzi, Paula Santi Rudati, Feriyonika*

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung

*Email Korespondensi: feriyonika@polban.ac.id

ABSTRAK

Jaringan Sensor Nirkabel atau *Wireless Sensor Network* (WSN) adalah suatu jaringan yang terdapat satu atau beberapa *node* sensor yang berkomunikasi dengan *gateway* dan digunakan untuk memantau suatu keadaan dalam jangkauan yang luas. Penggunaan media *wireless* seperti *LoRa* untuk komunikasi data memiliki beberapa permasalahan utama, diantaranya adalah jangkauan komunikasi dan energi yang terbatas. Pembuatan klusterisasi pada WSN sangat penting dikarenakan dapat menghemat energi yang signifikan dan data yang dikirimkan dari suatu *node* terjauh dari *gateway* dapat diterima oleh *gateway* dengan baik. Dalam paper ini didesain dan dirancang sistem klusterisasi pada *wireless sensor network* berbasis *LoRa* yang memiliki 6 buah *node* dan 1 buah *gateway*. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu RSSI memiliki hubungan berbanding terbalik dengan jarak, RSSI dapat digunakan sebagai parameter pada proses klusterisasi dan *node* terjauh dari *gateway* dapat dihubungkan dengan *algoritma routing protocol hierarchical clustering*. Manfaat dari penelitian ini adalah sistem WSN dapat dibangun dalam skala yang besar dan permasalahan energi dapat diminimalisir serta *node* dan *gateway* yang berjauhan dapat saling berkomunikasi.

Kata Kunci— Klusterisasi, WSN, LoRa, *Node*, *Gateway*

I. PENDAHULUAN

Jaringan sensor nirkabel atau *wireless sensor network* (WSN) merupakan jaringan *wireless* yang menggunakan sensor untuk memonitor fisik atau kondisi lingkungan sekitar [1]. Jaringan sensor nirkabel dapat digunakan untuk pemantauan kondisi lingkungan, pengawasan dan pengontrolan proses di industri, pengontrolan smart house, serta pemantauan saat perang. Pada WSN, *routing* atau penjaluran adalah salah satu masalah utama dimana tujuan dari *routing* itu sendiri adalah untuk menyampaikan informasi dari *node* ke *sink/gateway* [2]. Untuk menyampaikan suatu informasi dari *node* ke *sink/gateway* membutuhkan energi yang cukup besar dimana energi merupakan salah satu keterbatasan dari WSN yang pada umumnya menggunakan baterai sebagai sumber tegangan utama. Untuk mengatasi hal tersebut, dibutuhkan suatu *routing protocol* yang tepat, salah satunya yaitu *hierarchical clustering*. *Hierarchical clustering* adalah suatu *algoritma routing protocol* dimana setiap *node* membentuk grup dalam kluster-kluster [2]. *Algoritma routing protocol* ini bertujuan untuk menghemat energi dan penjaluran data dari *node* terjauh dari *gateway* dapat diterima. Pada paper ini akan dibuat dan direalisasikan suatu sistem yang dapat melakukan proses klusterisasi atau pembentukan kluster dan menentukan penjaluran antar *node* dan *gateway* yang optimal. Adapun pemilihan *LoRa* dikarenakan teknologi tergolong baru dan

memiliki spesifikasi yang bagus, diantaranya jangkauan pengiriman data yang luas. *LoRa* adalah sistem telekomunikasi nirkabel jarak jauh, berdaya rendah. Dipromosikan sebagai solusi infrastruktur untuk Internet of Things. *LoRa* cocok untuk aplikasi dengan *bandwidth* terendah yang anggaran energinya yang sangat ketat. Hal yang menarik dari *LoRa* adalah jaringan sepenuhnya terpisah dari perangkat IoT. *LoRa* merupakan standar terbuka yang memungkinkan setiap perangkat dapat terhubung ke jaringan *LoRa* [4]. *LoRa* menggunakan standar IEEE 802.11. Tugas akhir ini merupakan pengembangan dari penelitian Aplikasi *Wireless Sensor Network* Untuk Pengukuran Temperatur Udara Ambient yang dilakukan pada tahun 2017 oleh Paula Santi Rudati, Feriyonika dan Dini Rahmawati yang telah melakukan pengujian beberapa teknologi komunikasi WSN [5].

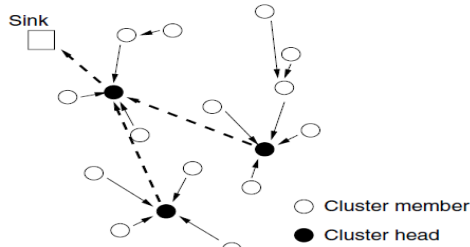
II. HIERARCHICAL CLUSTERING

Hierarchical Clustering adalah suatu *algoritma routing protocol* dimana setiap *node* membentuk grup dalam kluster-kluster [2]. *Algoritma* ini terdiri dari beberapa bagian, diantaranya:

- *Sink / Gateway*: adalah tempat penerima data dari *cluster head*, *gateway* ini terhubung langsung ke *user*
- *Cluster head*: adalah suatu *node* yang berfungsi sebagai tempat untuk menampung data dari

cluster member / sensor node, data yang telah ditampung lalu dikirimkan ke gateway

- **Cluster Member:** adalah suatu node yang berfungsi untuk meng-sense nilai yang ingin diukur, nilai tersebut lalu akan dikirimkan ke cluster head.



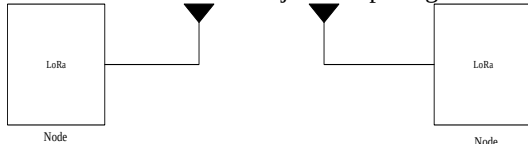
Gambar. 1 Arsitektur *Hierarchical Cluster* pada WSN [2].

Pada gambar 1, dapat dilihat bahwa setiap node akan membentuk kluster dimana setiap kluster terdapat cluster member / sensor node yang mengirimkan datanya ke cluster head. Cluster head akan melakukan pengiriman data-data yang telah ditampung ke Gateway, hal ini menyebabkan data dari node terjauh dapat diterima oleh Gateway dan energi yang digunakan dapat diminimalisir

III. PERANCANGAN SISTEM PENJALURAN DAN KLUSTERISASI

A. Sistem Node

Untuk komunikasi antar node, digunakan modul LoRa yang menggunakan frekuensi 868 MHz. Blok diagram komunikasi antar node ditunjukkan seperti gambar 2.



Gambar. 2 Blok diagram komunikasi antar node.

- **Receive Signal Strength Indicator (RSSI)**
RSSI merupakan teknologi yang digunakan untuk mengukur indikator kekuatan sinyal yang diterima oleh sebuah perangkat wireless. Namun, pemetaan langsung dari nilai RSSI yang berdasarkan jarak memiliki banyak keterbatasan, karena pada dasarnya RSSI rentan terhadap noise, multi path fading, gangguan, dan lain sebagainya yang mengakibatkan fluktuasi besar dalam kekuatan yang diterima. Daya yang diterima oleh antenna (Pr) ditempatkan pada jarak d dari antenna pemancar dengan jumlah yang diketahui ditransmisikan daya (Pt) dan diberikan oleh persamaan Friis pada persamaan(1).

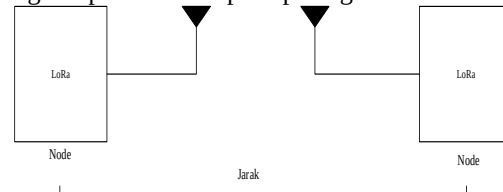
$$P_r = P_t G_r G_t \left(\frac{\gamma}{4\pi d} \right)^2$$

(1)

Dimana G_t merupakan gain dari antenna pemancar, G_r adalah gain dari antenna penerima dan γ adalah panjang gelombang[3].

- **Hubungan RSSI dengan Jarak**

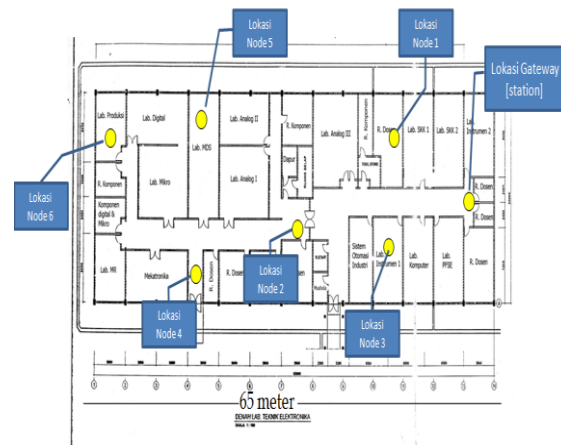
Untuk mengetahui hubungan antara RSSI dengan jarak, dilakukan pengiriman data dari node ke gateway dengan jarak yang diubah-ubah, blok diagram percobaan seperti pada gambar 3.



Gambar. 3 Blok diagram hubungan RSSI dengan jarak.

B. Klusterisasi

Proses klusterisasi akan dilakukan dengan 3 skema percobaan berbeda, yakni skema dengan penentuan 2 kluster, 3 kluster dan 4 kluster. Percobaan dilakukan di Lab.Elektronika Polban seperti pada gambar 4.

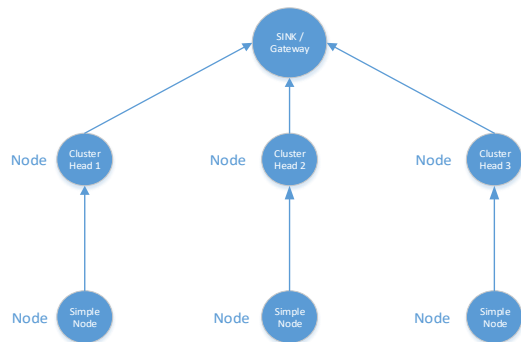


Gambar. 4 Denah Penempatan Node untuk Proses Klusterisasi.

Setiap node akan mengirimkan suatu data ke gateway untuk diperoleh nilai RSSInya, ketika data dari seluruh node telah diterima maka gateway akan mengurutkan RSSI dari terkecil hingga terbesar dan data tersebut diolah untuk proses klusterisasi.

C. Sistem Penjaluran

Untuk skema sistem penjaluran, dilakukan proses klusterisasi dengan skema 3 kluster, untuk blok diagram sistem penjaluran dapat dilihat seperti gambar 5.



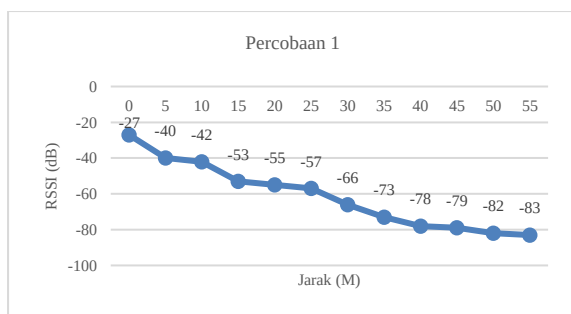
Gambar. 5 Blok Diagram Sistem Penjaluran.

Setiap *node* akan mengirimkan suatu data ke *gateway* untuk diperoleh nilai RSSI-nya, ketika data dari seluruh *node* telah diterima maka *gateway* akan mengurutkan RSSI dari terkecil hingga terbesar dan data tersebut diolah untuk proses penentuan setiap *cluster head*. Lalu setiap *node* akan mengirimkan suatu data ke semua *cluster head* untuk mengetahui *cluster head* terdekatnya. Ketika telah diperoleh *cluster head* terdekatnya, *node* akan mengirimkan data ke *cluster head* tersebut lalu data yang ditampung oleh *cluster head* akan diteruskan ke *gateway*.

IV. HASIL DAN ANALISA

A. Hubungan Antara RSSI dengan Jarak

Jarak (M)	Tx Power (dBm)	RSSI (dB)		
		Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
55	23	-83	-82	-90
50	23	-82	-78	-79
45	23	-79	-77	-78
40	23	-78	-73	-73
35	23	-73	-72	-72
30	23	-66	-71	-71
25	23	-57	-56	-57
20	23	-55	-55	-54
15	23	-53	-54	-50
10	23	-42	-40	-42
5	23	-40	-36	-37
0	23	-27	-23	-23



Gambar. 6 Grafik Hubungan Antara RSSI dengan Jarak.

Pada tabel 1 dan gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin jauh jarak antara transmitter dengan receiver maka RSSI yang diterima oleh receiver semakin kecil, hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara RSSI dengan jarak berbanding terbalik. RSSI ini dapat digunakan sebagai parameter untuk menentukan *cluster head* karena terdapatnya hubungan jarak antar *node* dengan *gateway*.

B. Klusterisasi

Tabel 2. Proses Klusterisasi

Kuantitas Kluster	Node	Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3	
		RSSI (dB)	Kluster	RSSI (dB)	Kluster	RSSI (dB)	Kluster
2	1	-60	1	-70	1	-67	1
	2	-56	1	-79	1	-77	1
	3	-51	1	-66	1	-63	1
	4	-70	2	-84	2	-84	2
	5	-84	2	-88	2	-88	2
	6	-78	2	-86	2	-85	2
3	1	-61	1	-53	1	-72	1
	2	-78	2	-76	2	-81	2
	3	-54	1	-66	1	-63	1
	4	-86	3	-85	3	-89	3
	5	-92	3	-83	3	-89	3
	6	-83	3	-85	3	-90	3
4	1	-53	1	-52	1	-53	1
	2	-79	3	-78	3	-80	3
	3	-70	2	-71	2	-71	2
	4	-85	4	-85	4	-84	4
	5	-96	4	-98	4	-96	4
	6	-94	4	-94	4	-95	4

Tabel 2 merupakan tabel pengambilan data pada proses klusterisasi, dapat dilihat bahwa jangkauan RSSI pada setiap *node* yang menjadi kluster 1 yaitu 16, kluster 2 yaitu 25, kluster 3 yaitu 30, dan kluster 4 yaitu lebih dari sama dengan 31, dihitung dari nilai RSSI terendah yang diterima oleh *gateway*. Terdapat perbedaan nilai RSSI pada percobaan 1, 2, dan 3, namun untuk hasil klusterisasi tetap sama, hal ini membuktikan bahwa RSSI dapat digunakan sebagai parameter penentuan kluster.

C. Sistem Penjaluran

Untuk sistem penjaluran, dilakukan proses pengurutan RSSI dari terbesar hingga terkecil untuk memperoleh *cluster head* di masing-masing kluster, urutan tiga teratas akan menjadi *cluster head* di masing-masing kluster. Pada percobaan ini, yang menjadi kluster adalah *node* 4, 2 dan 3. Proses ini dilakukan dengan cara masing-masing *node* mengirimkan data ke *gateway*, lalu *gateway* akan menerima nilai RSSI dari masing-masing *node* yang selanjutnya nilai tersebut diurutkan dari terbesar hingga terkecil. Hasil percobaan pengurutan RSSI dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Proses Pengurutan RSSI Pada Gateway

Node	RSSI (dB)	Urutan
1	-22	3
2	-21	2

Node	RSSI (dB)	Urutan
3	-28	6
4	-21	1
5	-22	5
6	-22	4

Selanjutnya pada *node* yang menjadi *cluster member*, dilakukan proses untuk mengetahui nilai RSSI dari *node* yang menjadi *cluster head*, hal ini dilakukan oleh seluruh *node* untuk mengetahui *cluster head* terdekatnya. Proses untuk mengetahui nilai RSSI dari semua *cluster head* ini dilakukan dengan cara *node* akan mengirimkan suatu data ke *node* setiap *cluster head*, lalu *cluster head* akan mengirimkan data nilai RSSI, selanjutnya nilai RSSI tersebut diurutkan dari terkecil hingga terbesar. *Cluster head* dengan urutan pertama akan menjadi tujuan pengiriman data oleh *node* tersebut. Pada percobaan ini pengamatan dilakukan pada *node* 6 yang menjadi *cluster member* dengan *cluster head* terendahnya yaitu pada *cluster head node* 4 maka *node* 6 akan mengirimkan datanya ke *node* 4. Hasil percobaan pengurutan RSSI ini dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Proses Pengurutan RSSI *cluster head* Pada *node*

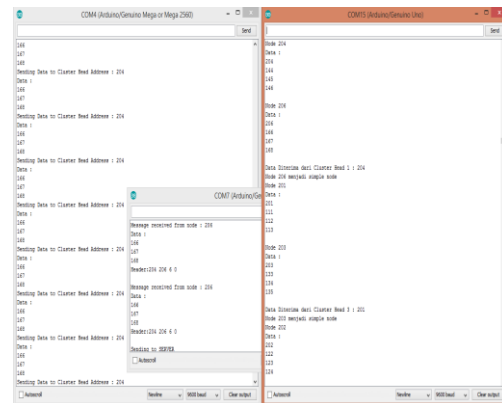
Node Cluster head	RSSI (dBm)	Urutan
1	-25	3
2	-24	2
4	-24	1

Selanjutnya pada *node* yang menjadi *cluster head*, dilakukan proses untuk melakukan pengiriman data *cluster* ke *gateway*. Proses ini dilakukan dengan cara *cluster head* menerima data dari *cluster member*, lalu setiap 5 detik sekali *cluster head* akan mengirimkan data pada *node* nya sendiri dan data yang telah diterima dari *cluster member* ke *gateway*. Pada percobaan ini *cluster member* yang diamati yaitu *node* 6 dan *cluster head* nya yaitu *node* 4. Data yang dikirimkan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Proses Data Pengiriman Pada *Node*

Node	Data 1	Data 2	Data 3
6 (<i>Cluster Member</i>)	166	167	168
4 (<i>Cluster head</i>)	144	145	146

Untuk hasil pengiriman dapat dilihat pada gambar 7 dengan keterangan yaitu COM4 sebagai *cluster member* (*node* 6), COM7 sebagai *cluster head* (*node* 4) dan COM15 sebagai *gateway*.



Gambar. 7 Skema Sistem Penjaluran.

Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa data dari *node* 6 atau *cluster member* dapat diterima oleh *gateway* melalui *node* 4 atau *cluster head* dengan nilai yang sama yang. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma *routing protocol hierarchical clustering* dapat digunakan untuk menghubungkan *node* terjauh dari *gateway*.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisa yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. RSSI dan jarak memiliki hubungan yang berbanding terbalik, semakin besar jarak antara *transmitter* dan *receiver* maka semakin kecil nilai RSSI yang diterima oleh *receiver*.
2. RSSI dapat digunakan sebagai parameter untuk melakukan proses klusterisasi
3. *Node* terjauh dari *gateway* dapat dihubungkan dengan algoritma *routing protocol Hierarchical Clustering*.

REFERENSI

- [1] Iqbal M. 2015. Rancang Bangun *Wireless Sensor Network* Berbasis Topologi *Tree-Like Mesh* Untuk Sistem Pemantauan Polusi Udara. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [2] Akyildiz, Ian F. dan Mehmet Can Vuran. 2010. *Wireless Sensor Network*. buku, United States.
- [3] Puspitasari, Nila Feby. 2014. Analisis Rssi (*Receive Signal Strength Indicator*) Terhadap Ketinggian Perangkat Wi-Fi Di Lingkungan Indoor. Jurnal. Yogyakarta: STIMIK AMIKOM Yogyakarta.
- [4] Wibowo, Agung Satrio. 2016. Perbandingan Antar Platform Lp-Wan Dalam Pembentukan Internet Of Things. Laporan Kerja Praktik. Bandung: Universitas Telkom.
- [5] Rudati, Paula Santi, Feriyonika dan Dini Rahmawati. 2017. Aplikasi *Wireless Sensor Network* Untuk Pengukuran Temperatur Udara Ambient. Laporan Penelitian Terapan. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.