

# Perancangan Wireless Sensor Network dengan Sistem Komunikasi Ad Hoc

**Btari Puspa Yahya**

Teknik Elektro  
Prodi D4 Teknik Telekomunikasi  
Politeknik Negeri Sriwijaya  
Sumatera Selatan, Indonesia  
btariuspayahya@rocketmail.com

**Ade Silvia**

Teknik Elektro  
Prodi D4 Teknik Telekomunikasi  
Politeknik Negeri Sriwijaya  
Sumatera Selatan, Indonesia  
ade\_silvia@polsri.ac.id

**Nasron**

Teknik Elektro  
Prodi D3 Teknik Telekomunikasi  
Politeknik Negeri Sriwijaya  
Sumatera Selatan, Indonesia  
nasron@polsri.ac.id

**Abstract**— Pada paper ini menyajikan penggunaan Jaringan Ad Hoc sebagai komunikasi data antara node sensor. Ad hoc dapat diimplementasikan sebagai prediksi dan sistem peringatan, sistem untuk memperbaiki operasi pencarian dan penyelamatan pasca bencana, protokol routing baru serta sistem pencarian suatu informasi. Pada riset ini akan digunakan jaringan Ad Hoc menggunakan teknologi Xbee series 2 guna memonitoring pengiriman dan penerimaan informasi dan data pada posisi dan jarak yang ideal dalam komunikasi jaringan dengan beberapa perbandingan topologi sebagai parameternya.

**Keywords**— *Jaringan Ad Hoc, WSN, xbee series 2*

## I. PENDAHULUAN

Wireless Sensor Network atau jaringan sensor nirkabel merupakan kumpulan node sensor yang tersebut disuatu lokasi tertentu yang terhubung dengan jaringan nirkabel. Pengembangan aplikasi WSN telah diimplementasikan dalam berbagai bidang, seperti militer, pemantauan lingkungan, komunikasi, transportasi, otomasi pabrik, pada bidang militer untuk surveilans medan tempur, pemantauan habitat serta aplikasi kesehatan [1][2][3].

Aplikasi WSN pada bidang pemantauan lingkungan seperti penanganan kebakaran hutan, pemantauan dan pengendalian habitat biologi serta pertanian cerdas. Pada pemantauan lingkungan WSN umunya tersebar pada area tertentu yang digunakan untuk mengumpulkan data agar dapat memonitoring tentang suatu sistem atau lingkungan. Monitoring yang dilakukan seperti temperatur, kelembaban, tekanan, pergeseran dan lain-lain yang didukung secara otomatis dengan peralatan cerdas dalam mengelola sumber daya serta mengoptimalkan jadwal tugas secara real-time [4].

Pengelolaan sumber daya WSN dalam pembagian tugas sangat dipengaruhi oleh aspek komunikasi dalam pertukaran data informasi. Dimana WSN terbentuk dari beberapa jaringan node yang saling berkomunikasi satu sama lain. Node merupakan suatu unit fungsional dasar dari WSN. Node terdiri dari tiga komponen utama, yaitu perangkat komunikasi, perangkat komputasi dan sensor [5].

Perangkat komunikasi yang digunakan ada beberapa macam, yaitu Wifi, RFID, GSM, Zigbee, NFS, Irda [6]. Pemilihan teknologi komunikasi yang efisien dan hemat daya sangat berpengaruh terhadap kinerja WSN. Penggunaan daya yang besar pada WSN yaitu pada saat pengiriman data [7][8].

Konsumsi daya dapat dikurangi dengan mengurangi proses pengiriman data yang tidak penting[3]. Dimana kerja sama antar node sensor memiliki peran penting dalam sistem. Ketika salah satu sensor mengalami kerusakan, kekurangan daya untuk mengirim data kepada node sensor lainnya tersebut dapat mengirim suatu informasi kepada sensor terdekat agar melakukan proses pengumpulan data atau transmisi data sebagai pengganti sementara sensor yang mengalami kegagalan [9]. Sehingga ketika terjadi kegagalan link (hubungan), system dapat merubah topologi jejaring agar proses pengiriman data tetap berlangsung.

Pada paper [9], diperlukan suatu penelitian mengenai penentuan rute terbaik pada saat pengiriman atau penerimaan data. Dalam menentukan rute berhasil menggunakan beberapa topologi. Namun yang digunakan hanya satu parameter dalam menentukan posisi dan jarak pada pengiriman dan penerimaan data serta.

Penggunaan jaringan Multihop Ad Hoc untuk mengidentifikasi suatu tempat yang berbahaya dengan menggunakan beberapa paradigma jaringan ad hoc dan berhasil membantu masyarakat dalam pencarian manusia dalam suatu bencana. Namun penerapan tersebut masih dalam pembentukan awal dan masih dalam bentuk simulasi [10].

Dalam Pada paper Triyogatama Wahyu Widodo dan Sigit Diantoro mampu memantau lingkungan dengan parameter suhu dan proses pencarian jalur data serta mampu membentuk topologi ring. Namun hanya dapat membentuk satu topologi saja dan terdapat error yang disebabkan nilai ralat pada ketelitian modul GPS yang besar [5].

Namun pada paper Ulf Witkowski, dkk menggunakan komunikasi jaringan yang bersifat dinamis karena menggunakan node mobile serta menggunakan metode Dynamic Triangular. Namun

jarak komunikasi data antara satu node dengan yang lain masih belum jelas [11]. Berdasarkan dari masalah-masalah diatas maka jaringan Ad Hoc berperan penting khususnya dalam bidang komunikasi data. Ad hoc dapat diimplementasikan sebagai prediksi dan sistem peringatan, sistem untuk memperbaiki operasi pencarian dan penyelamatan pasca bencana, protokol routing baru serta sistem pencarian suatu informasi. Pada riset ini akan digunakan jaringan Ad Hoc menggunakan teknologi Xbee series 2 guna memonitoring pengiriman dan penerimaan informasi dan data pada posisi dan jarak yang ideal dalam komunikasi jaringan dengan beberapa perbandingan topologi sebagai parameternya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Komunikasi Data

Komunikasi data adalah proses pengiriman informasi diantara dua titik menggunakan kode biner melewati saluran transmisi dan peralatan switching dapat terjadi antara komputer dengan komputer, komputer dengan terminal atau komputer dengan peralatan [12]. Komunikasi data merupakan gabungan dari teknik telekomunikasi dengan teknik pengolahan data. Tujuan dari komunikasi data adalah memungkinkan pengiriman data dalam jumlah besar dan efisien, tanpa kesalahan dari suatu tempat ketempat yang lain. Memungkinkan penggunaan sistem komputer dan perlatan pendukung dari jarak jauh (*remote computer use*).

B. Jaringan Ad hoc

Dalam sudut pandang sederhana jaringan ad hoc, node berkomunikasi satu sama lain tanpa memerlukan sistem sentral atau jenis infrastruktur. Dengan demikian, node bertindak sebagai router dan host pada saat bersamaan, bertanggung jawab untuk

menghasilkan konten dan diseminasi secara efisien di sekitar sini node dalam jaringan [13].

Jaringan ad hoc memiliki beberapa fitur utama dari paradigma komunikasi yang berbeda seperti MANET, VANET, DTN, WSNs, WMNs, RFID, dan TETRA. Pada tabel 2.1 menampilkan perbedaan fitur utama dari paradigma komunikasi ad hoc (ditampilkan pada table 1.).

Penggunaan sistem komunikasi ad hoc khususnya pada bidang WSN pengaplikasiannya untuk menentukan prediksi dan sistem peringatan, sistem untuk memperbaiki pencarian pasca bencana dan operasi penyelamatan, protokol routing baru, dan sistem pencarian informasi.

C. ZigBEE

Modem RF Xbee dari Digi International adalah transceiver nirkabel. Xbee menggunakan protokol yang sepenuhnya diterapkan untuk komunikasi data yang menyediakan fitur yang dibutuhkan untuk komunikasi jaringan yang kuat di jaringan sensor nirkabel (WSN). Fitur seperti pengalaman, ucapan terima kasih dan percobaan coba membantu memastikan pengiriman data yang aman ke simpul yang dimaksud. Xbee juga memiliki fitur tambahan di luar komunikasi data untuk digunakan dalam pemantauan dan pengendalian perangkat jarak jauh. Xbee dapat mengganti satu Xbee untuk yang lain, tergantung kebutuhan aplikasi dinamis, dengan perkembangan minimal, mengurangi risiko dan waktu yang lebih singkat [14]. ZigBee merupakan jaringan mesh yang kuat yang didefinisikan oleh spesifikasi ZigBee inti.

Ini adalah sistem penyembuhan diri yang inovatif, penyembuhan diri, dan bebas baterai yang memberikan kemudahan penggunaan, fleksibilitas dan mobilitas.

Tabel 1. Fitur Utama Dari Paradigma Komunikasi Ad Hoc

Paradigma ad hoc	Gerakan	Expected density	Teknologi wireless	Topologi	Routing	Fungsi utama
MANET	Lambat-menengah	Tinggi	WiFi (IEEE 802.11a/b/g) Bluetooth (IEEE 802.15.1)	Fleksibel	Routing protocol (lapisan jaringan), skema cuaca	Komunikasi real time
VANET	Perkiraan tinggi dan terbatasnya jalur	Menengah-tinggi	WAVE, CALM DSRC, (IEEE 802.11p)	ISO Fleksibel	Routing protokol(lapisan jaringan), skema cuaca	Komunikasi real-time
DTN	Menengah	Menengah-kebawah	WiFi(IEEE 802.11a/b/g), Bluetooth (IEEE 802.15.1)	Fleksibel	Skema lanjutan (bundle layer)	Komunikasi untuk data yang sensitif non delay
WSN	Rendah	Tinggi	ZigBee (IEEE 802.15.4)	Tetap	Routing protokol(lapisan jaringan), skema cuaca	Penentu dan sistem ununtuk memberitahukan bahaya
WMN	Rendah	Tinggi	WiFi(IEEE 802.11a/b/g) WiMAX	Tetap	Routing protokol(lapisan jaringan), skema cuaca	Jaringan backbone
RFID	Sangat rendah	Tinggi	NFC	Hierarki	Pont-to-pont	Mengidentifikasi
TETRAPOLL(direct mode)	Taktis menengah	Menengah	Private (hampir sama seperti GSM)	Fleksibel dan herarki	Point-to-point, point-to-multipoint, repeater	Komunikasi real-time

ZigBee / ZigBee Pro adalah protokol komunikasi mesh yang berada di atas IEEE 802.15.4 PHY. ZigBee PRO adalah peningkatan dari protokol ZigBee asli, menyediakan sejumlah fitur tambahan yang sangat berguna untuk jaringan yang sangat besar (yang mungkin mencakup ratusan bahkan ribuan node). Fitur inovatif baru ZigBee PRO adalah Green Power yang mendukung perangkat pemanenan energi tanpa pasokan daya eksternal [13].

#### D. Jenis-jenis perangkat ZigBee

Jaringan ZigBee menggunakan tiga tipe perangkat:

1. Koordinator jaringan memelihara pengetahuan jaringan secara keseluruhan. Ini yang paling canggih dari tiga tipe dan membutuhkan memori dan daya komputasi yang paling banyak [15].
2. Perangkat fungsi penuh (FFD) mendukung semua fungsi dan fitur 802.15.4 yang ditentukan oleh standar. Ini bisa berfungsi sebagai koordinator jaringan. Memori tambahan dan daya komputasi membuatnya ideal untuk fungsi router jaringan atau bisa digunakan di perangkat tepi-jaringan (di mana jaringan menyentuh dunia nyata) [15].
3. Fungsi perangkat yang dikurangi (RFD) membawa fungsi terbatas (seperti yang ditentukan oleh standar) untuk menurunkan biaya dan kompleksitas. Ini umumnya ditemukan di perangkat tepi-jaringan [15].

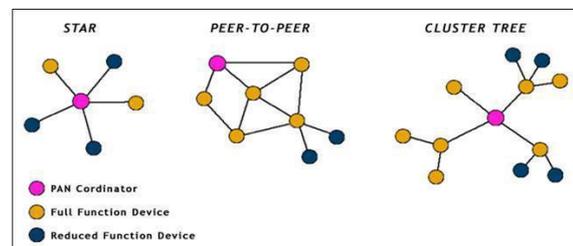
#### E. Topologi Jaringan ZigBEE

Tiga Jenis topologi yang didukung ZigBee: topologi star, topologi peer-to-peer dan cluster tree seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 [15].

- 1) Star Topology: Dalam topologi star, komunikasi terbentuk antara perangkat dan satu central controller, yang disebut koordinator PAN. Koordinator PAN mungkin bertenaga listrik sementara perangkat ini kemungkinan besar bertenaga baterai. Aplikasi yang mendapat manfaat dari topologi ini meliputi otomasi rumah, peripheral komputer pribadi, mainan, dan permainan. Setelah FFD diaktifkan untuk pertama kalinya, ia dapat membuat jaringan sendiri dan menjadi koordinator PAN. Setiap jaringan mulai memilih pengenalan PAN, yang saat ini tidak digunakan oleh jaringan lain dalam lingkup pengaruh radio. Hal ini memungkinkan setiap jaringan bintang beroperasi secara independen [15].
- 2) Topologi Peer-to-peer: Dalam topologi peer-to-peer, ada juga satu koordinator PAN. Berbeda dengan topologi bintang, perangkat apapun dapat berkomunikasi dengan perangkat lain selama mereka berada dalam jangkauan satu sama lain. Jaringan peer-to-peer bisa bersifat ad hoc, self-

organizing dan self-healing. Aplikasi seperti kontrol dan pemantauan industri, jaringan sensor nirkabel, pelacakan aset dan inventaris akan mendapatkan keuntungan dari topologi semacam itu. Ini juga memungkinkan beberapa hop untuk mengarahkan pesan dari perangkat manapun ke perangkat lain di jaringan. Hal ini dapat memberikan keandalan dengan multipath routing.

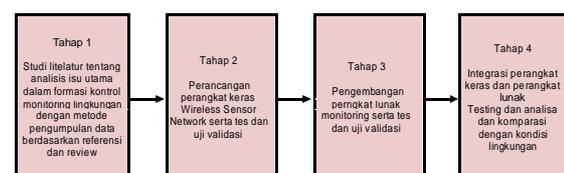
- 3) Cluster-tree Topology: Jaringan cluster-tree adalah kasus khusus dari jaringan peer-to-peer dimana kebanyakan perangkat adalah FFD dan sebuah RFD dapat terhubung ke jaringan tree-cluster sebagai node leave di ujung cabang. Salah satu FFD dapat bertindak sebagai koordinator dan menyediakan layanan sinkronisasi ke perangkat lain dan koordinator. Hanya satu koordinator ini yang juga adalah koordinator PAN. Koordinator PAN membentuk kelompok pertama dengan membentuk dirinya sebagai cluster head (CLH) dengan cluster. identifier (CID) nol, memilih pengenalan PAN yang tidak terpakai, dan frame suar penyiaran ke perangkat tetangga. Perangkat kandidat yang menerima bingkai suar dapat meminta untuk bergabung dengan jaringan di CLH.



Gambar 1 Topologi ZigBEE

### III. METODE PENELITIAN

Pengembangan drone melibatkan bidang-bidang WSN, sistem komunikasi ad hoc, dan sistem navigasi GPS. Proses keseluruhan terdiri dari empat fase utama, yaitu tahapan awal penelitian, pengembangan rancangan perangkat keras, pengembangan perangkat lunak kontroler, dan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak. Proses metode penelitian dapat dilihat pada gambar 2, dengan uraian sebagai berikut:



Gambar 2 Tahapan Penelitian

**Tahap 1 :** Pada tahap awal studi literatur berhubungan dengan analisis utama yang terlibat

dalam formasi kontrol drone menggunakan GPS dan komunikasi xbee. Pengembangan tersebut menyelesaikan formasi kontrol drone dalam mengidentifikasi posisi dan jarak pada WSN.

**Tahap 2 :** Perancangan ini dimulai dari perancangan WSN dengan mempertimbangkan keadaan, fisik sederhana, kemampuan serta ketahanan WSN tersebut.

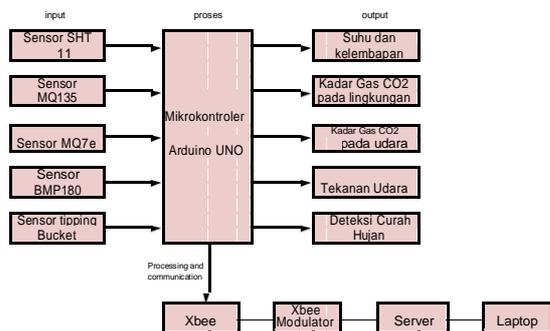
**Tahap 3 :** Pengembangan perangkat lunak berupa GPS dan xbee. Dimana GPS berfungsi untuk menentukan posisi dan jarak pada Drone, sedangkan xbee berfungsi sebagai komunikasi data antara WSN dengan user.

**Tahap 4 :** Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak dengan melakukan testing, analisa dan komparasi dengan kondisi lingkungan. Mengintegrasikan perangkat keras lalu di proses dan menghasilkan keluaran dengan beberapa parameter.

**A. Perancangan Perangkat Keras**

Perancangan perangkat keras diawali dengan pembuatan diagram blok secara keseluruhan. Diagram blok sistem yang diusulkan dilihat pada Gambar 2.

Pada Gambar 3, sistem komunikasi data menggunakan jaringan ad hoc dan teknologi xbee series 2 sebagai pemberi informasi dan data pada suatu posisi dan jarak. Sistem komunikasi data juga menggunakan xbee modul sebagai modul dalam sistem komunikasi data, lalu menggunakan server sebagai jenis layanan tertentu dalam sebuah jaringan komputer. Setelah mengirimkan data ke server maka hasil data yang didapat akan di terlihat pada laptop atau PC (*Personal Computer*).



Gambar 3 Blok diagram Perangkat Keras

**B. Perancangan Perangkat Lunak**

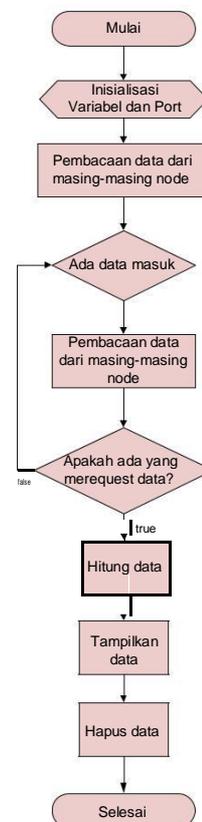
Sistem komunikasi data jaringan ad hoc dirancang untuk mengirimkan dan menerima data pada WSN. Sistem komunikasi dirancang agar WSN dapat memberikan hasil berupa data posisi dan jarak yang sudah didapat dan dikirimkan melalu server agar dapat terbaca dalam laptop maupun PC yang ada. Diagram alur perangkat lunak yang diusulkan untuk sistem komunikasi data jaringan ad hoc ditunjukkan dalam gambar 4.

**C. Persiapan Data**

Dalam sistem komunikasi data WSN menggunakan teknologi xbee seri 2 untuk mencapai tingkat keberhasilan suatu sistem apakah sistem berjalan dengan lancar sesuai dengan peancangannya. Parameter yang digunakan adalah beberapa topologi jaringan untuk mengetahui rute pengiriman maupun penerimaan data antara WSN dengan laptop serta jaringan ad hoc sebagai media jaringan komunikasi antara WSN dan laptop. Oleh karena itu persiapan data dilakukan sesuai dengan menyesuaikan data fisik dari pengukuran WSN dan pengujian sistem secara keseluruhan.

**D. Pengembangan Data**

Metode komunikasi xbee series 2 dikembangkan dengan sistem tampilan berupa data tabel dengan menggunakan visual basic untuk membuat user interface aplikasi ini dibuat untuk menentukan rute terbaik dalam sistem komunikasi sebagai monitoring pada WSN dan mengetahui pergerakannya.



Gambar 4. Blok diagram Perangkat Lunak

**E. Kinerja Sistem**

Kinerja sistem secara keseluruhan untuk mengetahui alur sistem komunikasi ad hoc dalam

mencapai rute yang ideal dalam pengiriman maupun penerimaan data dan informasi yang didapat. Dalam pengujian ini WSN diberikan 3 titik koordinat sebagai penentu topologi jaringannya. Seluruh posisi awal telah ditandai dan ditentukan menggunakan pengambilan data dari WSN sebagai acuan pengukuran tingkat keakuratan yang terjadi kesalahan.

#### IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini, hasil yang diharapkan adalah perancangan perangkat keras (Hardware) teknologi WSN dan perangkat lunak (Software). Dengan didapatkannya rute terbaik pada saat pengiriman maupun penerimaan data, maka diharapkan penggunaan energi pada WSN dapat digunakan seefisien mungkin. Pada riset ini akan digunakan jaringan Ad Hoc menggunakan teknologi Xbee series 2 guna memonitoring pengiriman dan penerimaan informasi dan data pada posisi dan jarak yang ideal dalam komunikasi jaringan dengan beberapa perbandingan topologi sebagai parameternya

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. R. B. Prabhu, M. PRADEEP, and E. GAJENDRAN, "Monitoring Climatic Conditions Using Wireless Sensor," *A Multidiscip. J. Sci. Res. Educ.*, vol. 3, no. 1, pp. 179–184, 2017.
- [2] S. U. Zagade and R. S. Kawitkar, "Wireless Sensor Network for Greenhouse," vol. 2, no. 3, pp. 130–133, 2012.
- [3] M. A. Obaidy and A. Ayesh, "Energy efficient algorithm for swarmed sensors networks," *Sustain. Comput. Informatics Syst.*, vol. 5, pp. 54–63, 2014.
- [4] V. Garg and M. Jhamb, "A Review of Wireless Sensor Network on Localization Techniques," vol. 4, no. April, pp. 1049–1053, 2013.
- [5] T. W. Widodo and S. Diantoro, "Auto-Configuration of Wireless Sensor Networks on Area Border Pole," *Indones. J. Electron. Instrum. Syst.*, vol. 4, no. 1, pp. 79–90, 2014.
- [6] S. Atanasov, "An overview of wireless communication technologies used in wireless sensor networks," *Int. Sci. Conf. eRA-8*, no. ISSN-1791–1133, pp. 11–18, 2013.
- [7] E. Menegatti, A. Zanella, S. Zilli, F. Zorzi, and E. Pagello, "Range-only slam with a mobile robot and a wireless sensor networks," *Proc. - IEEE Int. Conf. Robot. Autom.*, pp. 8–14, 2009.
- [8] G. S. S. D. Sridharan, "Routing in mobile wireless sensor network : a survey," no. August 2013, pp. 51–79, 2014.
- [9] R. Aderusman and J. Yosefine, "Journal of Control and Network Systems PENENTUAN RUTE TERBAIK PADA WSN ( WIRELESS SENSOR NETWORK ) BERDASARKAN PARAMETER RSSI ( RECEIVED SIGNAL STRENGTH INDICATOR )," vol. 5, no. 1, pp. 43–60, 2016.
- [10] and N. B. D. G. Reina, M. Askalani, S. L. Toral, F. Barrero, E. Asimakopoulou, "Multihop Ad Hoc Networks for Disaster Response Scenarios," *Int. J. Distrib. Sens. Networks*, vol. 1, no. 1, 2015.
- [11] U. Witkowski and E. Habbal, "Ad-hoc network communication infrastructure for multi-robot systems in disaster scenarios," *Proc. IARP {...}*, 2008.
- [12] R. K. Ramachandran and S. Berman, "The Effect of Communication Topology on Scalar Field Estimation by Networked Robotic Swarms," pp. 3886–3893, 2017.
- [13] A. Fernandes, M. S. Couceiro, D. Portugal, J. Machado Santos, and R. P. Rocha, "Ad hoc communication in teams of mobile robots using zigbee technology," *Comput. Appl. Eng. Educ.*, vol. 23, no. 5, pp. 733–745, 2015.
- [14] V. Mayalarp, "Wireless mesh networking with XBee," *2nd ECTI-Conference ...*, no. July, 2010.
- [15] P. A. Khilare, "A Review on Wireless Networking Standard-Zigbee," pp. 754–757, 2016.