

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wireless Sensor Network (JSN) merupakan topik yang telah cukup banyak menarik perhatian dari beberapa komunitas riset dan industri dalam beberapa tahun terakhir. JSN sendiri terdiri dari beberapa node sensor berukuran kecil yang berjumlah banyak, murah serta berdaya rendah. Selain itu, node sensor juga mampu melakukan beberapa fungsi penting seperti data *sensing*, komunikasi data, dan pemrosesan data[1][2]. Berbagai penelitian dan penerapan terhadap JSN banyak dilakukan, terutama dalam bidang militer, pergerakan kendaraan, prakiraan cuaca, kebarakan hutan, deteksi gempa vulkanik, pemantauan medis, dan pemantauan lingkungan seperti suhu, kelembaban, tekanan, gerakan, dll.[3-8].

Secara umum, node sensor memiliki baterai yang tidak dapat diganti setiap waktu, karena dalam penerapannya node sensor sering ditempatkan pada daerah-daerah yang jauh, tidak dapat diakses, dan berbahaya[9]. Oleh sebab itu, dibutuhkan desain JSN yang bisa meminimalkan konsumsi energi node sehingga membuat jaringan dapat bertahan lebih lama. Konsumsi energi terbesar dalam sebuah jaringan JSN adalah proses transmisi data antara node. Sehingga dalam penerapannya dibutuhkan desain *routing* yang hemat energi untuk memperpanjang *lifetime* jaringan [10-12]. *Routing* sendiri memiliki pengertian proses memilih jalur pada lalu lintas di jaringan[13]. Dalam merancang sebuah algoritma *routing* yang hemat energi tentunya menjadi sebuah tantangan tersendiri bagi para peneliti dibidang jaringan. Beberapa protokol *routing* klasik seperti *flooding* dan *gossiping*[14][15] tidak dapat menjamin distribusi energi yang seimbang di antara jaringan node sensor.

Salah satu solusi metode *routing* yang cukup banyak diterapkan dalam mengatasi permasalahan efisiensi energi pada JSN adalah dengan *routing* berbasis *clustering*. *Routing* berbasis *clustering*[16] membagi node sensor menjadi *cluster* serta memilih *Cluster Head* (CH) untuk setiap *cluster*. Dimana anggota node dari setiap *cluster* dapat berkomunikasi dengan *Base Station* (BS) melalui CH mereka masing-masing. Cara ini membuat *routing* berbasis *clustering* dapat meningkatkan

lifetime jaringan karena setelah proses *clustering* jumlah node menjadi lebih sedikit dalam mengakses saluran. Setiap informasi dan pembaruan dari seluruh *cluster* dikumpulkan bersama di CH sebelum nantinya akan diteruskan ke BS.

Beberapa protokol berbasis *cluster* telah banyak diperkenalkan, seperti protokol LEACH (*Low-Energy Adaptive Clustering Hierarchy*) yang memiliki kinerja baik dalam meningkat efisiensi energi, LEACH pertama kali di perkenalkan oleh seorang peneliti bidang jaringan sensor yang bernama Wendi Heinzelman dari MIT (*Massachusetts Institute of Technology*)[17][18]. Algoritma LEACH banyak diterapkan karena dapat mengurangi konsumsi energi dengan cara membagi node ke dalam beberapa *cluster*, sehingga data yang dikirim tidak langsung menuju ke *Base Station* (BS). Hal ini yang menyebabkan data pada node sensor tidak saling bertabrakan, karena node berkomunikasi melalui CH yang telah terpilih.

Kemudian selanjutnya ada protokol *Stable Election Protocol* (SEP) yang merupakan protokol *routing* berbasis *cluster* untuk JSN heterogen dengan dua node tingkat energi, yaitu normal dan *advanced*, yang dapat meningkatkan periode stabil selama proses *clustering*[19]. SEP adalah protokol dinamis dalam hal penyebaran acak dari dua node level energi. Kelemahan protokol ini adalah CH dipilih hanya berdasarkan tingkat energi awal saat proses *routing* ini berjalan.

Perkembangan teknologi jaringan sensor yang semakin maju setiap tahun, khususnya pada peningkatan kinerja node sensor membuat beberapa peneliti melakukan berbagai macam modifikasi protokol *routing*. Salah satu protokol yang paling banyak dimodifikasi atau ditingkatkan adalah protokol LEACH[20]. Beberapa penelitian terkait peningkatan kinerja algoritma LEACH cukup banyak dilakukan, seperti pada penelitian[21], penulis mengerjakan protokol LEACH berbasis algoritma genetika untuk memilih CH berdasarkan nilai optimal probabilitas CH. Algoritma genetika digunakan untuk menemukan probabilitas node yang optimal untuk menjadi CH dengan konsumsi energi minimum untuk penyelesaian sesi pertama. Hasilnya protokol ini mampu meningkatkan kinerja yang lebih baik dibanding LEACH, akan tetapi jika BS terletak jauh dari area jaringan maka kinerjanya akan terus berkurang. Hal ini disebabkan oleh komunikasi antara node dan BS membutuhkan energi yang lebih besar. Kemudian pada percobaan dengan

area yang lebih luas seperti (200m × 200m), peningkatan yang dilakukan pada protokol ini tidak cocok karena performanya akan menurun.

Selanjutnya pada penelitian[22], penulis mengerjakan protokol *routing* Hybrid-LEACH (H-LEACH) yang dikembangkan untuk mengatasi permasalahan pada protokol LEACH dan HEED, seperti lubang energi yaitu ketidakmampuan sebuah protokol untuk memilih CH berdasarkan tingkat energi yang berbeda. Protokol ini bekerja dengan memblokir node yang memiliki energi rendah untuk dipilih sebagai CH. H-LEACH memperhitungkan beberapa aspek dalam menerapkan batas nilai *threshold*. Seperti energi maksimum dari sebuah node, energi yang tersisa, energi yang dibutuhkan untuk transmisi data, dan kemungkinan penggunaan energi. Node yang memiliki energi dibawah batas nilai *threshold* akan dianggap mati. Sehingga node yang memiliki energi rendah otomatis tidak akan terpilih menjadi CH selama periode berlangsung. Kemudian untuk mengevaluasi jalur *routing* digunakan jarak antara pemancar dan penerima. Dimana CH akan mengirimkan data ke BS dengan memanfaatkan TDMA. Hasilnya pengujian kinerja H-LEACH mampu memperpanjang *lifetime* jaringan. Namun disisi lain, protokol ini memiliki kelemahan yaitu jumlah node yang tidak terpakai akibat berada dibawah batas nilai *threshold* sangat banyak. Sehingga pada penerapannya membutuhkan node sensor dengan jumlah yang sangat banyak.

Kemudian pada penelitian[23], penulis melakukan peningkatan berbasis KM yang diusulkan didasarkan pada LEACH atau disebut LEACH-KANG. Protokol *routing* adaptif berbasis metode kangguru (berbasis KM) menggunakan jalur optimal untuk mengirimkan data dari node CH ke BS untuk mencapai kinerja yang baik. Meskipun hasilnya pengujian menunjukkan kinerja LEACH-KANG unggul dalam konsumsi energi tetapi tidak terlalu signifikan. Hal ini disebabkan metode kangguru tidak efektif untuk mengurangi node yang memiliki jarak transmisi data CH ke BS yang terlalu jauh. Sehingga menyebabkan protokol ini memiliki periode stabilitas jaringan yang kurang baik.

Pada penelitian lain[24], Omari dan Fateh melakukan peningkatan LEACH untuk meningkatkan *lifetime* jaringan melalui jaringan multi-hop. Protokol ini merupakan peningkatan dari MR-LEACH[25] dan MS-LEACH[26]. Cara kerja dalam pemilihan CH pada protokol ini, yaitu CH hanya berubah ketika energi node

habis. Ketika energi CH yang terpilih saat periode berada dibawah batas *threshold*, maka dia akan memilih node dengan sinyal terkuat yang diterima sebagai CH dan mengirimkan pesan CH baru ke node tersebut. Setelah mendapatkan pesan CH, node mengirimkan pesan CH ke tetangganya yang berisi id CH, informasi lokasi dan energi sisa. Hasil simulasi kinerja protokol yang dirancang mampu mengungguli MR-LEACH dan MS-LEACH dalam hal *lifetime* jaringan. Akan tetapi masalah utama dari protokol ini adalah ketika mengubah CH setelah energi habis dapat mengakibatkan lubang energi setelah beberapa *round* pengujian.

Pada penelitian[27], penulis melakukan peningkatan efisiensi energi node pada LEACH yaitu dengan memperkenalkan protokol *routing* berbasis metode *dual-hop* saat proses transmisi data. Node yang lebih dekat ke BS akan berada di lapisan bawah. Proses pemilihan CH pada protokol ini mirip dengan LEACH. Dengan mengkonsumsi energi, jaringan terbagi menjadi beberapa lapisan. Dalam fase transmisi, node lapisan bawah membandingkan jarak mereka dari CH dan BS. Node-node ini secara langsung mengirimkan datanya ke BS jika jaraknya lebih pendek daripada ke CH, jika tidak maka node mengirimkan data melalui CH. Node yang jaraknya jauh mengirimkan data melalui CH, kemudian CH akan meneruskan tersebut ke BS. Hasilnya meskipun kinerja protokol mampu meningkatkan konsumsi energi jaringan dibandingkan LEACH, tetapi pada penerapan dalam jaringan skala besar protokol ini memiliki kelemahan pada bagian *lifetime* jaringan.

Penelitian lain[28], penulis mengerjakan protokol O-LEACH yang dapat memberikan tingkat konektivitas yang tinggi dengan jangkauan area jaringan yang luas. Node sensor yang tidak terhubung ke CH manapun dianggap node yatim piatu. Protokol ini bekerja dalam 2 skenario berbeda. Dalam skenario pertama, anggota *cluster* dari *cluster* bertindak sebagai *gateway* untuk node yatim piatu. Node yatim piatu bergabung dengan node *gateway* dan mengirimkan datanya ke sana. Node *gateway* mengumpulkan data dan mengirimkannya ke BS dalam satu hop seperti CH. Dalam skenario kedua, node sensor yang berada di area terbuka dikenal sebagai node yatim piatu. Node ini membentuk *subcluster* dan memilih CH berdasarkan jarak terpendek ke node *gateway*. CH baru dari *subcluster* menginformasikan semua node yatim piatu dan mengumpulkan data dari mereka kemudian menggabungkannya dan meneruskan ke node *gateway*. Masalah utama pada

protokol ini adalah menemukan informasi node yatim piatu. Kemudian penundaan pengiriman data serta *overhead* kontrol mengakibatkan kinerja *lifetime* jaringan sering tidak dapat teratasi oleh protokol ini.

Dari pemaparan penelitian-penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa ada beberapa kekurangan seperti adanya lubang energi, *lifetime* energi yang lemah, serta rendahnya stabilitas pada jaringan sensor yang mengakibatkan kinerja dari peningkatan protokol LEACH tersebut tidak maksimal. Sehingga untuk mengatasi permasalahan tersebut, pada penelitian ini penulis mencoba mengusulkan konsep dengan algoritma baru yang dapat meningkatkan kinerja dan menutupi kekurangan pada penelitian sebelumnya. Dimana algoritma yang diusulkan memanfaatkan konsep *partner* antara node sensor yang dapat mengoptimalkan pemanfaatan energi pada jaringan sensor. Sehingga nantinya node sensor yang memiliki jarak terdekat satu sama lain dalam jangkauan transmisi *intra-cluster* yang sama akan digabungkan berpasangan oleh BS.

Hasil dari penelitian ini akan dibandingkan dengan protokol *routing* LEACH dan protokol SEP yang memiliki fleksibilitas lebih baik. Kemudian untuk melihat peningkatan kinerja yang dilakukan dipakai beberapa parameter seperti *first dead node* (FDN), *last dead node* (LDN) dan pengujian jumlah keterpilihan CH per putaran untuk mengetahui seberapa lama *lifetime* jaringan pada JSN. Selanjutnya parameter *first dead node* (FDN) dan *half dead node* (HDN) sebagai indikator keberhasilan periode stabilitas dari algoritma protokol yang diusulkan dengan menggunakan parameter perhitungan *datasheet RF Xbee Pro S2C* dan *datasheet RF nRF24L01P + PA + LNA*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kinerja protokol optimasi bila dibandingkan dengan protokol LEACH dan SEP?
2. Bagaimana pengaruh algoritma protokol optimasi yang dirancang terhadap keberhasilan peningkatan *lifetime* jaringan dan periode stabilitas pada jaringan sensor nirkabel?

3. Bagaimana pengaruh protokol optimasi jika diterapkan dengan menggunakan parameter perhitungan *datasheet RF Xbee Pro S2C* dan *datasheet RF nRF24L01P + PA + LNA* berdasarkan metrik *first dead node* (FDN) dan *last dead node* (LDN)?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan dan meningkatkan kinerja dari protokol LEACH (*Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy*) dengan melakukan optimasi algoritma.
2. Menganalisis perbandingan tingkat periode stabilitas serta *lifetime* jaringan pada algoritma protokol optimasi yang dirancang dengan protokol LEACH dan SEP.
3. Membandingkan hasil pengujian pada *datasheet RF Xbee Pro S2C* dan *datasheet RF nRF24L01P + PA + LNA* dengan menggunakan algoritma protokol optimasi yang dirancang.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang ingin dihasilkan seperti:

1. Mengoptimalkan kinerja jaringan sensor nirkabel agar tetap beroperasi dengan periode stabilitas lebih baik dan *lifetime* jaringan yang lebih lama.
2. Dapat menerapkan algoritma optimasi protokol routing yang diusulkan pada jaringan sensor dengan menggunakan *RF Xbee Pro S2C* dan *RF nRF24L01P + PA + LNA*.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini mengarah pada pokok permasalahan dan sesuai dengan tujuan penelitian yang diharapkan, maka penulis menetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan menitikberatkan pada simulasi algoritma efisiensi energi dan stabilitas jaringan sensor berdasarkan parameter *first dead node* (FDN), *half dead node* (HDN), *last dead node* (LDN) serta jumlah keterpilihan CH per putaran pada jaringan sensor.
2. Perancangan algoritma dan pengujian pada penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak MATLAB R2018b.
3. Pada penelitian ini *Base Station* (BS) serta node sensor tidak dapat berpindah tempat selama simulasi atau bersifat *stationary* dengan lokasi node sensor yang ditentukan secara acak.
4. Protokol yang digunakan sebagai pembanding pada penelitian ini yaitu protokol LEACH dan SEP.
5. Node sensor memiliki kapasitas baterai yang tidak dapat diisi ulang.
6. Simulasi parameter konsumsi energi menggunakan data yang berasal dari *datasheet RF Xbee Pro S2C* dan *datasheet RF nRF24L01P + PA + LNA*.

1.6 Sistematika Penelitian

Penulisan tesis ini disusun dalam beberapa bab dengan sistematika tertentu, agar lebih mudah memahami isi laporan proposal ini. Sistematika laporan ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang dalam melakukan penelitian dan pembuatan proposal tesis ini. Pendahuluan berisi perumusan masalah, batasan masalah, tujuan yang ingin dicapai dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori dasar : jaringan sensor nirkabel, klasifikasi protokol *routing* jaringan sensor, konsep *routing* berbasis *clustering*, teori dasar protokol LEACH, algoritma protokol SEP, model pada simulasi jaringan serta analisis saluran radio dan konsumsi energi yang digunakan dalam menyelesaikan masalah pada penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menyajikan metodologi penelitian yang digunakan, tahapan penelitian, algoritma yang diusulkan, perancangan simulasi, pengujian simulasi, evaluasi kinerja protokol yang diusulkan serta parameter pengujian yang akan dilakukan pada penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan analisis dari hasil penelitian yang dilakukan dan analisa yang dilakukan terhadap penelitian secara keseluruhan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang menjawab rumusan masalah berdasarkan hasil penelitian serta saran untuk pengembangan penelitian di masa depan.

