

Perancangan Protokol LEACH Untuk Aplikasi Sistem Absensi Sidik Jari di Fakultas Teknik Universitas Riau

Rabil Kurniawan¹, Dr. Feri Candra, ST., MT²

Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

e-mail: rabil.kurniawan@student.unri.ac.id¹, fer_i@eng.unri.ac.id²

Abstrak

Absensi merupakan daftar pola kebiasaan ketidakhadiran dari tugas atau kewajiban. Ada tiga metode yang biasa digunakan untuk sistem absensi yaitu sistem absensi konvensional, sistem absensi menggunakan kartu identitas dan sistem absensi menggunakan pemindai biometrik. Sistem absensi menggunakan pemindai biometrik, yaitu fingerprint dinilai jauh lebih efektif untuk diterapkan dibandingkan dengan metode lainnya. Secara umum terdapat dua metode yang bisa digunakan untuk proses pengiriman data dari node sensor ke ruangan administrasi yaitu menggunakan wired dan wireless. wireless network memiliki kelebihan pada skalabilitas, kemudahan dalam instalasi dan low cost akan tetapi memiliki kelemahan pada bandwidth dan kecepatan transfer yang rendah, juga rentan terkena noise. Kekurangan yang dimiliki oleh jaringan nirkabel ini akan dapat diminimalkan, salah satunya dengan menerapkan routing protocol yang baik pada jaringan. Pada penelitian ini akan dirancang protokol LEACH yang akan diimplementasikan kedalam sistem absensi untuk mendapatkan sistem dengan pemakaian energi yang efektif dan sistem yang lebih stabil. Perangkat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mikrokontroler ATmega328p, nRF24L01+, dan finger print. Algoritma LEACH protokol akan diimplementasikan kedalam mikrokontroler menggunakan software Arduino IDE. Hasil yang didapatkan yaitu rancangan protokol LEACH pada tiga perangkat yang diletakkan pada tiga ruangan kelas di fakultas teknik universitas Riau telah berhasil diimplementasikan. Langkah berikutnya yang akan dilakukan dalam kelanjutan penelitian ini yaitu melakukan implementasi perancangan sistem absensi dengan sidik jari pada fakultas teknik universitas Riau.

Kata kunci: Finger print, LEACH, wireless network

Abstract

Attendance is a list of habit patterns of absence from duties or obligations. There are three methods commonly used for attendance systems, namely the conventional attendance system, the attendance system using an identity card and the attendance system using a biometric scanner. The attendance system uses a biometric scanner, which is considered a far more effective fingerprint to be applied compared to other methods. In general, there are two methods that can be used for the process of sending data from sensor nodes to the administration room, namely using wired and wireless. wireless networks have advantages in scalability, ease of installation and low cost but have weaknesses in bandwidth and low transfer speeds, are also susceptible to noise. Weaknesses that are owned by this wireless network will be minimized, one of them is by implementing a good routing protocol on the network. In this study the LEACH protocol will be designed which will be implemented into the attendance system to get a system with effective energy usage and a more stable system. The tools used in this study are ATmega328p microcontroller, nRF24L01+, and finger. The leach protocol algorithm will be implemented into a microcontroller using Arduino IDE software. The results obtained are the design of the LEACH protocol on three devices placed in three classrooms in the engineering faculty of Riau University has been successfully implemented. The next step that will be carried out in the continuation of this research is to implement a fingerprint attendance system design at the faculty of engineering at Riau university.

Keywords: Finger print, LEACH, wireless network

1. Pendahuluan

Absensi merupakan daftar pola kebiasaan ketidakhadiran dari tugas atau kewajiban. Sedangkan berdasarkan kamus Bahasa Indonesia, absen adalah tidak bekerjanya seorang pegawai pada saat hari kerja, karena sakit, izin, alpa atau cuti [8]. Agar sistem perkuliahan dapat berjalan dengan baik, maka diperlukan pencatatan kehadiran mahasiswa yang akurat. Pencatatan kehadiran mahasiswa digunakan sebagai syarat untuk mengikuti UTS (Ujian Tengah Semester) dan UAS (Ujian Akhir Semester) yaitu minimal 80% mahasiswa harus menghadiri perkuliahan [10].

Ada tiga metode yang biasa digunakan untuk sistem absensi yaitu sistem absensi konvensional, sistem absensi menggunakan kartu identitas dan sistem absensi menggunakan pemindai biometric [8]. Saat ini, sistem absensi yang berlaku di universitas Riau masih

menggunakan sistem absensi secara konvensional, dimana mahasiswa diberikan lembaran absensi untuk ditandatangani setiap mengikuti perkuliahan. Sistem absensi secara konvensional yang sedang diterapkan dinilai kurang efektif karena memiliki beberapa kelemahan diantaranya yaitu akan membuka peluang terjadinya kecurangan. Adapun kecurangan yang sering terjadi yaitu pemalsuan tanda tangan absensi yang dilakukan oleh mahasiswa. Selain itu rekapitulasi absensi oleh pihak administrasi juga dilakukan secara manual sehingga dinilai kurang efisien dalam hal waktu dan sebagainya.

Sistem absensi menggunakan kartu identitas dan sistem absensi menggunakan pemindai biometrik merupakan solusi yang ditawarkan untuk memperbaiki kekurangan pada sistem absensi secara konvensional. Berikut ini beberapa penelitian yang berkaitan dengan sistem absensi menggunakan kartu identitas.

Neforawati dkk, menawarkan sistem absensi menggunakan kartu identitas dengan memanfaatkan teknologi *Near field Communication* (NFC). Dalam penerapannya perangkat NFC dikelompokkan menjadi dua yaitu NFC reader dan NFC tags. Perangkat NFC tags yang digunakan yaitu NFC yang terdapat pada perangkat smartphone. Sedangkan NFC reader merupakan perangkat yang diletakkan pada pintu ruangan untuk proses absensi. Sistem absensi ini juga dihubungkan dengan aplikasi web sehingga memudahkan proses pengawasan dan rekapitulasi absensi [6].

Metode yang hampir sama diterapkan oleh Setiawan & Kurniawan, namun identitas yang digunakan berupa kartu yang dilengkapi dengan teknologi *radio frequency identification* (RFID). Dengan menggunakan teknologi RFID, setiap mahasiswa tidak perlu lagi menandatangani form absensi karena dengan menggunakan RFID card mahasiswa hanya perlu menempelkannya pada RFID reader yang terdapat pada ruang kelas. secara otomatis data kehasratan akan tercatat pada database sistem [9].

Dari penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan sistem absensi menggunakan kartu identitas terdapat beberapa kelebihan diantaranya yaitu sistem rekapitulasi absensi dilakukan secara otomatis sehingga memudahkan pihak administrasi. Selain itu waktu kehadiran mahasiswa juga bisa direkam sehingga bisa dijadikan bahan acuan untuk penilaian dan sebagainya. Selain memiliki beberapa kelebihan sistem ini juga memiliki beberapa kelemahan yang cukup serius yaitu setiap mahasiswa harus selalu membawa kartu identitas pada setiap perkuliahan yang tentunya lebih memberatkan mahasiswa apabila sewaktu waktu tertinggal maka mahasiswa dianggap tidak hadir.

Oleh karena itu sistem absensi menggunakan kartu identitas dinilai kurang efektif untuk diterapkan di fakultas teknik Universitas Riau. Metode lainnya yang menjadi solusi sebagaimana telah dijelaskan yaitu sistem absensi menggunakan pemindai biometrik. Berikut ini beberapa penelitian yang telah dilakukan sebagai solusi perbaikan sistem absensi menggunakan pemindai biometrik.

Penelitian yang dilakukan oleh Saputra, S & Aswardi yang berjudul Rancang Bangun Absensi Elektronik Berbasis Mikrokontroler Atmega 328. Dalam penelitian tersebut dipaparkan sebuah solusi sistem absensi yaitu menggunakan sensor finger print dimana pengendali utama dari sistem yang digunakan yaitu mikrokontroler Atmega 328 selain itu sistem juga dilengkapi dengan sebuah *real time clock* (RTC) untuk mengetahui waktu absensi dilakukan sehingga bisa dicatat waktu keterlambatan [8].

Selain itu Muliawan, dkk. juga mengajukan sebuah solusi untuk sistem absensi yang lebih baik yaitu menggunakan deteksi wajah. Algoritma yang digunakan untuk mengenali wajah yaitu algoritma *eigenface* yang terdapat pada opencv. Pada penelitian tersebut terlebih dahulu memasukkan data wajah yang ingin dikenali kedalam database sistem. Hasil dari penelitian tersebut yaitu 88% sistem mampu mengenali wajah untuk satu sampel wajah pada database. Sedangkan pengujian dengan 20 data wajah pada database, sistem hanya mampu mengenali 55% wajah [5].

Dari kedua metode yang ditawarkan untuk sistem absensi menggunakan pemindai biometrik, penggunaan sensor *finger print* dinilai jauh lebih efektif untuk diterapkan. Hal ini dikarenakan tingkat akurasi pembacaan sensor yang lebih tinggi serta lebih mudah untuk diimplementasikan kedalam sistem. Oleh karena itu, pada penelitian ini sensor *finger print* dipilih sebagai solusi untuk sistem absensi pada fakultas teknik Universitas Riau.

Secara umum terdapat dua metode yang bisa digunakan untuk proses pengiriman data dari node sensor ke ruangan administrasi yaitu menggunakan *wired* dan *wireless*. Jaringan yang menggunakan *wired* sebagai media transmisi memiliki kemampuan transfer data yang sangat tinggi, bandwidth yang besar serta rendah *noise* dan keamanan relatif tinggi. Akan tetapi

membutuhkan kabel yang banyak untuk komunikasi antar perangkat sehingga membutuhkan biaya yang tinggi untuk instalasi dan perawatan. Juga memiliki skalabilitas yang rendah dan tingkat kegagalan konektor yang tinggi [3].

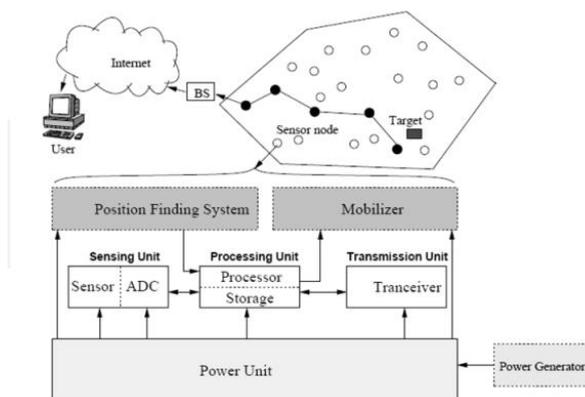
Berbeda halnya dengan jaringan nirkabel yang memanfaatkan udara sebagai media transmisi gelombang elektromagnetik untuk komunikasi antar perangkat. Kelebihan dari jaringan ini yaitu banyak perangkat yang bisa terhubung dalam satu jaringan, mudah dalam instalasi dan lebih fleksibel dalam penggunaan. Akan tetapi jaringan nirkabel memiliki beberapa kelemahan diantaranya keterbatasan energi, bandwidth yang rendah, kecepatan transfer yang rendah dan keterbatasan penyimpanan pada node. [2].

Kekurangan yang dimiliki oleh jaringan nirkabel ini akan dapat diminimalkan, salah satunya dengan menerapkan *routing protocol* yang baik pada jaringan. Banyak protokol yang telah diusulkan untuk diterapkan pada aplikasi *wireless sensor network*. Namun secara garis besar dibagi menjadi tiga kategori yaitu *data-centric protocol*, *hierarchical protocol* dan *location-based protocol* [4].

Dalam penelitian ini akan dilakukan perancangan protokol LEACH untuk aplikasi sidik jari pada fakultas teknik universitas Riau. Parameter pengujian yang ingin diperoleh yaitu pemakaian energi, delay dan *packet loss*.

Wireless Sensor Network

Wireless sensor network dapat didefinisikan sebagai jaringan nirkabel yang dikonfigurasi sendiri dan tanpa infrastruktur untuk memantau kondisi fisik atau lingkungan, seperti suhu, suara, tekanan atau polusi udara untuk secara kooperatif melewatkan data mereka melalui jaringan kepada lokasi utama atau pengumpul yang mana data dapat diolah dan dianalisa. Sebuah pengumpul atau stasiun utama sebenarnya seperti sebuah antarmuka antara pengguna dan jaringan. Biasanya jaringan sensor nirkabel terdiri dari ratusan bahkan ribuan titik sensor. Titik sensor dapat berkomunikasi diantara mereka menggunakan signal radio. Sebuah perangkat node sensor nirkabel terdiri dari sebuah sensor penginderaan dan perangkat komputer, transceiver radio dan penyedia daya. Setiap node pada jaringan sensor memiliki keterbatasan kecepatan proses, kapasitas penyimpanan dan bandwidth komunikasi [1].

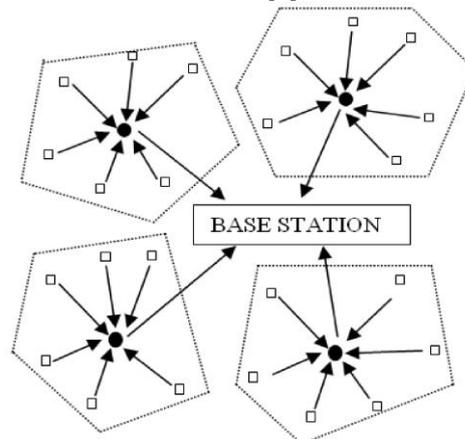


Gambar 1. Komponen dari sebuah WSN
(Matin & Islam, 2015)

Protokol LEACH

Protokol leach (*low energy adaptive cluster herarcy*) merupakan protokol pertama dan paling penting pada jaringan sensor tanpa kabel yang menggunakan teknik broadcast berbasis cluster [3]. Tujuan utama dari protokol ini adalah untuk meningkatkan umur dari wsn (*wireless sensor network*) dengan mengurangi penggunaan energi [6]. Untuk mencapai tujuan ini, LEACH mengadopsi pendekatan hierarkis untuk mengatur jaringan menjadi satu set *cluster*. Setiap *cluster* dikelola oleh *cluster head*. *Cluster head* bertanggung jawab untuk melakukan banyak tugas. Tugas pertama yaitu mengumpulkan data secara berkala dari anggota *cluster*. Setelah mengumpulkan data, *cluster head* mengumpulkannya dalam upaya menghilangkan redundansi di antara nilai yang berkorelasi. Tugas kedua dari *cluster head* adalah mentransmisikan data gabungan secara langsung ke *base station*. Transmisi data gabungan dicapai melalui *single hop*. Tugas ketiga dari

cluster head adalah membuat jadwal berbasis TDMA dimana masing-masing *node* dari *cluster* diberi slot waktu yang dapat digunakan untuk transmisi [1].



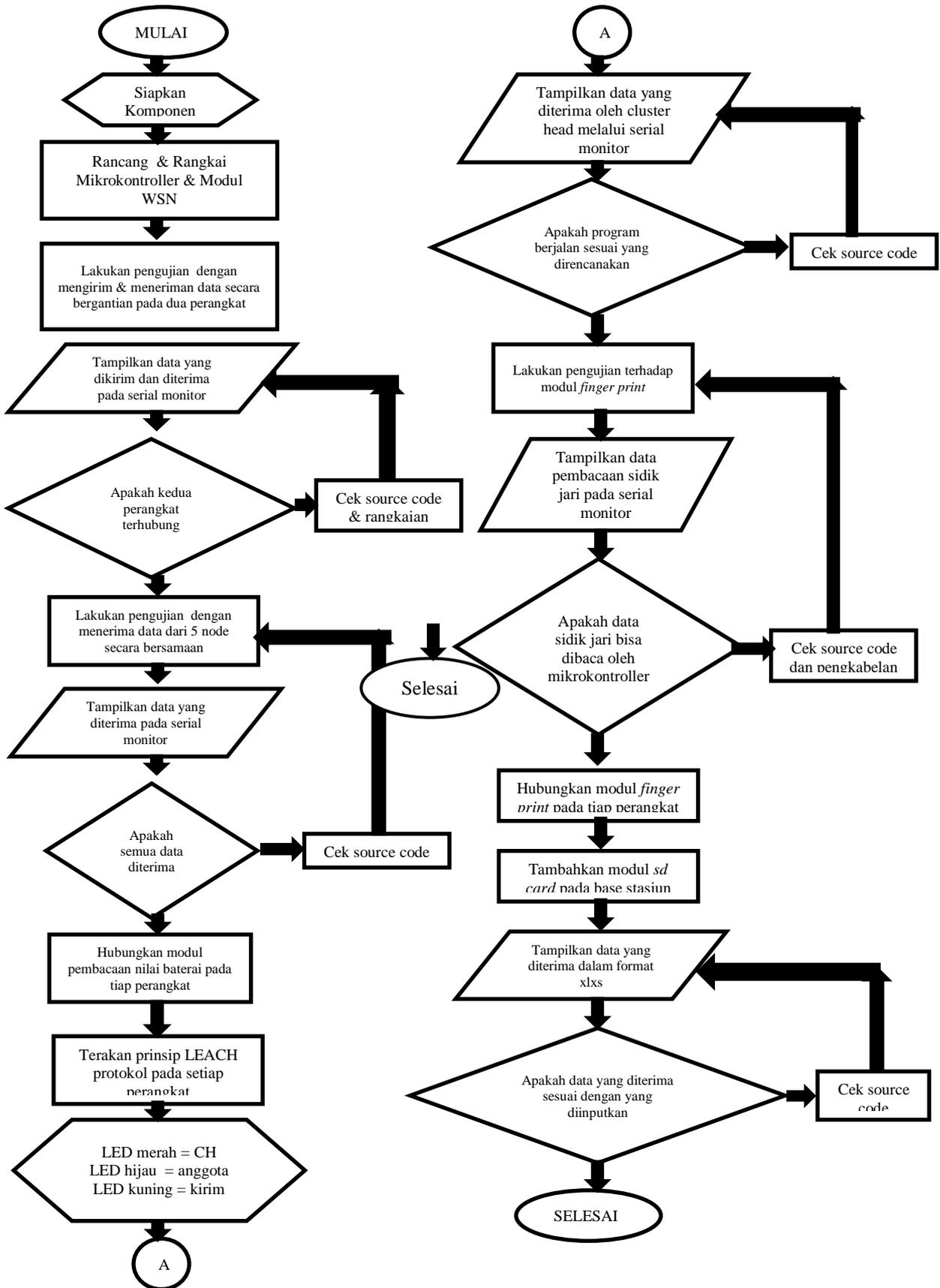
Gambar 2. Arsitektur protokol LEACH
(Mittal *dkk.*, 2010)

Leach protokol banyak memiliki keunggulan dibanding dengan protokol wsn lainnya seperti hanya *cluster head* yang bertugas mengirimkan data sehingga mengurangi trafik pada jaringan [3]. Pengiriman data dari *node* ke *cluster head* dilakukan dengan *single hop* sehingga menghemat energi. Selain itu protokol *leach* juga tidak memerlukan informasi kontrol dari base stasiun [9].

Selain itu juga terdapat beberapa kelemahan dari protokol *leach* yaitu *leach* tidak memberikan informasi tentang berapa jumlah *cluster head* pada jaringan [3]. Salah satu kelemahan terbesar dari protokol *leach* adalah jika *cluster head* tiba-tiba mati maka satu *kluster* tidak akan bisa berfungsi [5]. Selain itu pembagian *kluster* pada protokol *leach* dilakukan secara acak sehingga menghasilkan distribusi yang tidak merata dari *kluster*. Misalnya beberapa *cluster* memiliki banyak *node* sedangkan *kluster* lainnya hanya beberapa [1]. Beberapa *cluster head* mungkin berada di tepi *cluster* sehingga menyebabkan peningkatan konsumsi energi [3].

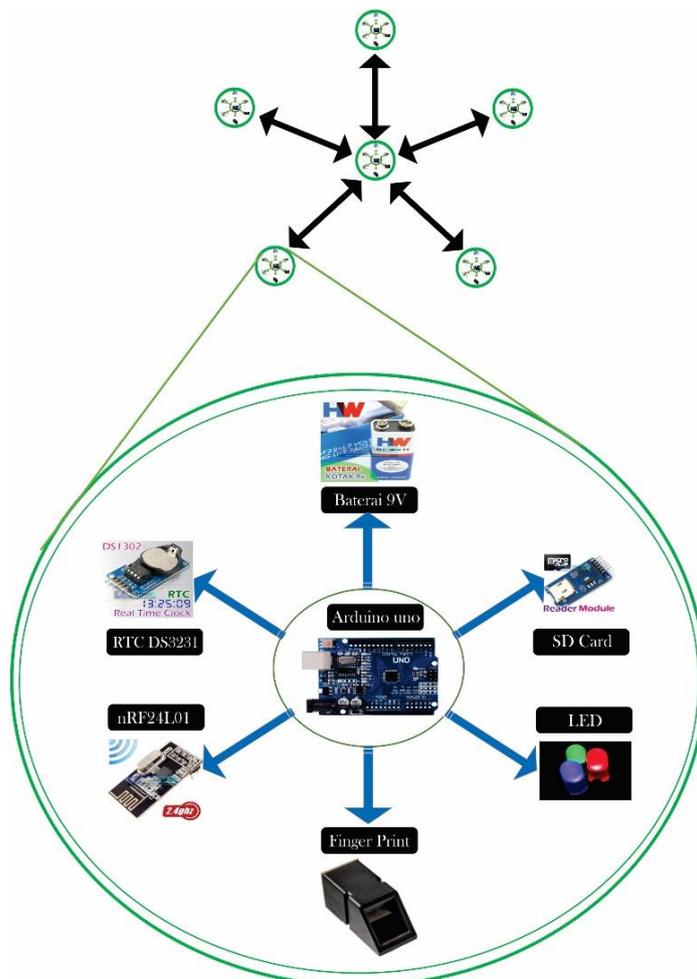
2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan merancang perangkat sistem absensi yang akan mengirimkan data pembacaan sensor dari ruang perkuliahan ke ruangan administrasi masing-masing jurusan. Protokol LEACH akan diterapkan pada sistem absensi untuk dilakukan pengujian terhadap pemakaian energi, *packet loss* dan delay pengiriman. Berikut ini diagram alir penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 3. diagram alir penelitian secara umum

Dalam penelitian ini akan dirancang enam perangkat sistem absensi yang masing-masing perangkat terdiri dari Arduino uno, nRF24L01, modul SD card, modul RTC, LED, modul *finger print* dan sebuah baterai. Keenam perangkat ini akan mengirimkan data sidik jari dari node sensor ke base stasiun yang terdiri dari sebuah Arduino, nRF24L01 dan *personal computer* (PC). Berikut ini gambar perangkat yang akan digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 4. Perangkat yang Digunakan dalam Penelitian

Analisa terhadap energi

Langkah pertama yang dilakukan untuk menentukan pemakaian energi pada setiap node dengan protokol yang berbeda yaitu dengan merancang dua buah perangkat absensi yang lengkap. Perangkat akan melakukan proses pengiriman dan penerimaan data sidik jari secara terus menerus dalam jangka waktu yang tertentu (t). selanjutnya yaitu melakukan pengecekan terhadap pemakaian baterai pada perangkat pengirim dan perangkat penerima. Pengecekan terhadap pemakaian baterai juga dilakukan terhadap node yang tidak melakukan pengiriman ataupun penerimaan data (pada mode *sleep*). Pengecekan juga dilakukan dengan mempertimbangkan jarak antar node pada saat pengiriman dan penerimaan data.

Berikutnya ialah menggambarkan peta ruang perkuliahan pada fakultas teknik universitas Riau untuk mengetahui lokasi penyebaran node sensor. Setelah itu melakukan simulasi terhadap penggunaan sistem absensi yaitu dengan mengambil data perkuliahan di fakultas teknik selama satu hari penuh. Dengan memperhatikan jumlah mahasiswa, waktu dan ruangan yang digunakan untuk perkuliahan. Dengan demikian bisa didapatkan berapa waktu yang digunakan oleh setiap node untuk melakukan pengiriman, penerimaan dan *stanby*.

Langkah berikutnya yaitu menerapkan simulasi pada masing masing protokol untuk diketahui seberapa besar pemakaian energi pada masing masing node. Langkah terakhir yang akan dilakukan yaitu dengan melakukan perkalian terhadap data absensi selama satu hari dengan

menganggap sama jadwal perkuliahan setiap hari dalam satu pekan. Dengan demikian dapat diketahui dari ketiga protokol yang digunakan, node mana yang mengalami kematian paling cepat dan seberapa banyak node yang mati pada masing masing protokol yang digunakan.

Analisa terhadap *packet loss*

Untuk mengetahui *packet loss* sistem maka langkah pertama yaitu dengan merangkai seluruh perangkat sistem absensi yang telah direncanakan. Berikutnya masing masing perangkat akan di letakkan pada setiap cluster yang telah ditentukan. Satu node dianggap mewakili node lainnya yang ada dalam satu cluster. Terapkan algoritma LEACH pada mikrokontroler Atmega 328p. Lakukan pengiriman data sidik jari sebanyak n byte data pada masing masing node dengan protokol LEACH. Data yang telah diterima oleh *base stasiun* dari masing masing node akan disimpan ke *data logger*. Langkah selanjutnya yaitu mengulangi langkah 4 sebanyak x kali. Data pengiriman dari masing masing node akan dibandingkan dengan data yang telah diterima oleh *base stasiun* untuk diketahui berapa *packet loss* dari pengiriman.

Analisa terhadap *delay*

Metode yang digunakan untuk mengetahui *delay* hampir sama dengan metode yang digunakan untuk mengetahui *packet loss*. Perbedaan mendasarnya yaitu data yang dikirim akan disertakan dengan waktu pengirimannya. *Base stasiun* yang bertugas menerima data juga mencatat waktu penerimaan data kedalam *data logger*.

3. Hasil dan Analisa

Perancangan protokol LEACH untuk tahap awal dilakukan dengan menerapkan LEACH protokol pada tiga node yang diletakkan pada tiga ruang kelas pada fakultas teknik universitas Riau. Satu node akan menjadi cluster head selama waktu yang ditentukan sedangkan dua node lainnya mengirimkan data string secara terus menerus. Setelah waktu menjadi cluster head untuk node pertama selesai maka node pertama mengumumkan kepada kedua node bahwa cluster head untuk waktu berikutnya diserahkan kepada node kedua. Maka node pertama dan ketiga mengirimkan data string yang telah ditetapkan kepada node 2. Node ditugaskan sebagai cluster head secara bergantian. Data yang diterima oleh cluster head akan ditampilkan secara real time pada serial monitor.



Gambar 5. node 1, 2 dan 3

Berikut ini tampilan serial monitor dari masing-masing node

```
COM10 (Arduino/Genuino Uno)

Data dari node 2: Rabil Kurniawan dari node 2
Data dari node 2: Rabil Kurniawan dari node 2
Data dari node 2: Rabil Kurniawan dari node 2
Data dari node 2: Rabil Kurniawan dari node 2
Data dari node 2: Rabil Kurniawan dari node 2
Data dari node 3: Rabil Kurniawan dari node 3
Data dari node 3: Rabil Kurniawan dari node 3
Data dari node 2: Rabil Kurniawan dari node 2
Data dari node 2: Rabil Kurniawan dari node 2
Data dari node 2: Rabil Kurniawan dari node 2
Data dari node 2: Rabil Kurniawan dari node 2
Data dari node 2: Rabil Kurniawan dari node 2
Data dari node 3: Rabil Kurniawan dari node 3
Data dari node 3: Rabil Kurniawan dari node 3
Data dari node 2: Rabil Kurniawan dari node 2
```

Gambar 5. Data yang diterima oleh node 1

```
COM6 (Arduino/Genuino Micro)

data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 2
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 2
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 2
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 2
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 2
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 2
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 2
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 2
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 2
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 2
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 2
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 2
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 2
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 2
```

Gambar 63. Data yang dikirim oleh node 2

```
COM16

data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 3
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 3
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 3
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 3
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 3
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 3
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 3
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 3
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 3
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 3
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 3
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 3
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 3
data yang dikirim : Rabil Kurniawan dari node 3
```

Gambar 7. Data yang dikirim oleh node 3

4. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil menerapkan protokol LEACH pada tiga perangkat yang diletakkan pada tiga ruangan kelas di fakultas teknik universitas Riau. Langkah berikutnya yang akan dilakukan dalam kelanjutan penelitian ini yaitu melakukan implementasi perancangan sistem absensi dengan sidik jari pada fakultas teknik universitas Riau.

Daftar Pustaka

- [1] Cahyadi, D. Desain Sistem Absensi PNS Berbasis Teknologi RFID. *Jurnal Informatika Mulawarman Universitas Mulawarman*, 2009.
- [2] Cahyadi, W., Wahyudi, M. A. & Sarwono, C., S. Analisis Perbandingan Konsumsi Energi dan Masa Hidup Jaringan pada Protokol LEACH, HEED, dan PEGASIS di Wireless Sensor Network. *Jurnal Rekayasa Elektro Universitas Jember*, 2018.
- [3] Junaidi, Anugrah, L. & Pancasakti, A., D. Model Aplikasi Monitoring Sistem Absensi Sidik Jari Sebagai Pendukung Keputusan Untuk Penilaian Kinerja Pegawai. *Journal Konferensi Nasional Sistem & Informatika STIKOM Bali*, 2015
- [4] Kurniati, I. & Yasri, I. Aspek Implementasi *Wireless Sensor Network* Pada Taman Nasional Tesso Nilo. *Skripsi Teknik Elektro Universitas Riau*, 2016.
- [5] Muliawan, M., R., Iriawan, B. & Brianorman, Y. Implementasi Pengenalan Wajah Dengan Metode *Eigenface* Pada Sistem Absensi. *Journal Coding Sistem Komputer Universitas Tanjung Pura*. 2015
- [6] Neforawati, I., Fareza, M., I. & Juniarti, V. Rancang Bangun Aplikasi Sistem Informasi Monitoring Absensi Mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta Menggunakan Teknologi NFC Pada Android. *Journal Politeknik Negeri Jakarta*, 2015
- [7] Ridho, S & Yasri, I. Analisa Model *Directed Diffusion* (DD) Berbasis *Cluster* Pada *Wireless Sensor Network* (WSN). *Skripsi Teknik Elektro Universitas Riau*, 2016
- [8] Saputra, S. & Aswardi, 2018. Rancang Bangun Absensi Elektronik Berbasis Mikrokontroler Atmega328. *Journal Inovasi Vokasional dan Teknologi Universitas Negeri Padang*, 2018
- [9] Sipayung, S., R. & Yasri, I. Aspek Implementasi Monitoring suhu ruangan kelas perkuliahan berbasis *Wireless Sensor Network* pada bangunan Fakultas Teknik Universitas Riau. *Skripsi Teknik Elektro Universitas Riau. Pekanbaru*, 2016
- [10] Verdian, I. Aplikasi Sistem Absensi Mahasiswa Menggunakan Sidik Jari PADA Universitas Putra Indonesia "Yptk" Padang. *Jurnal KomTekInfo Fakultas Ilmu Komputer Universitas Putra Indonesia*, 2015.