

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DOSEN PEMULA**



**Kajian Wireless Sensor Network (WSN) Untuk Manajemen Energi Gedung Pintar
Di Politeknik Negeri Pontianak
Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun**

**KETUA : YUNITA, ST, M.SC / NIDN.0027068101
ANGGOTA 1 : MARIANA SYAMSUDIN ST, MT / NIDN.0014037507**

**POLITEKNIK NEGERI PONTIANAK
NOVEMBER
2016**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Kajian Wireless Sensor Network (WSN) untuk
Manajemen Energi Gedung Pintar di Politeknik Negeri
Pontianak

Peneliti/Pelaksana

Nama Lengkap : YUNITA M.Sc
Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Pontianak
NIDN : 0027068101
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
Program Studi : Teknik Elektronika
Nomor HP : 081218388786
Alamat surel (e-mail) : yunita.florez@gmail.com

Anggota (1)

Nama Lengkap : MARIANA SYAMSUDIN S.T., M.T
NIDN : 0014037507
Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Pontianak
Institusi Mitra (jika ada) : -
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 11.600.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp 11.520.000,00



Mengetahui,
Direktur

(Ir. H. Muh. Toasin Asha, M.Si)
NIP/NIK 196112251990111001

Pontianak, 16 - 11 - 2016
Ketua,

(YUNITA M.Sc)
NIP/NIK 198106272008012014



Menyetujui,
Kepala UPPM

(Saniah, STP.,MP)
NIP/NIK 197301102000032001

RINGKASAN

Konsep green living dan hemat listrik sedang banyak digaungkan di Indonesia. Hal ini disebabkan karena mulai menipisnya sumber daya untuk penggunaan listrik. Salah satu solusi untuk masalah ini adalah penggunaan sumber daya tak habis pakai seperti penggunaan solar sel, tenaga air, angin dan lain-lain. Solusi lain yang sedang dikembangkan adalah manajemen energi listrik yaitu pengaturan penggunaan listrik dengan seefisien mungkin dan mengurangi penggunaan listrik. Salah satu teknologi untuk manajemen energi listrik adalah Wireless Sensor Network (WSN), yaitu teknologi nirkabel yang dilengkapi dengan sensor sebagai pemonitor keadaan sekitar seperti suhu, suara, getaran dan lain-lain. Agar terhubung antara satu dan yang lainnya, sensor tersebut dilengkapi dengan radio transceiver, mikro-kontroler kecil dan baterai. Terdapat banyak modul sensor untuk aplikasi WSN yang masing-masing memiliki standar komunikasi yang berbeda-beda seperti ZigBee, 6LowPAN dan WirelessHART, sehingga harus dilakukan riset, baik itu berupa studi literatur maupun simulasi, untuk mengetahui standar komunikasi yang tepat sesuai dengan kegunaannya dan arsitektur jaringannya.

Pemborosan pemakaian listrik sering terjadi di Politeknik Negeri Pontianak, seperti lampu lorong yang menyala pada siang hari atau penyejuk ruangan yang bekerja pada saat tidak ada seorang pun di dalam ruangan. Hal ini terjadi karena kurangnya kesadaran pengguna dalam penghematan listrik. Sehingga agar pemborosan ini dapat dikurangi, maka harus ada manajemen energi dengan menggunakan teknologi WSN di gedung-gedung di Polnep, dimana hal ini merupakan tujuan jangka panjang dari penelitian ini. Sedangkan dalam jangka pendek, target khusus yang ingin dicapai adalah simulasi WSN dengan modul sensor, standar komunikasi dan arsitektur jaringan yang sesuai dengan situasi dan kondisi di Polnep.

Jumlah node pada WSN sangat mempengaruhi performansi WSN. Hal ini dapat dilihat dari hasil simulasi yang menunjukkan performansi WSN skenario 1 lebih bagus dari pada skenario 2 dan skenario 3, dengan nilai PDR yang lebih besar baik itu untuk trafik TCP/FTP atau UDP/CBR. Nilai PDR pada skenario 1 untuk trafik TCP/FTP dan UDP/CBR secara berurutan adalah sebesar 95,25% dan 97,96%. Pada skenario 2 adalah sebesar 94,73% dan 97,96%. Sedangkan untuk skenario 3, nilai ini menjadi 73,68% dan 93,75%. Nilai throughput minimum dan maksimum pada trafik UDP/CBR sama untuk ketiga skenario yaitu sebesar 0,56 kbps dan 2,8 kbps secara berurutan. Sedangkan pada kondisi trafik TCP/FTP mempunyai nilai throughput yang jauh berbeda yaitu mulai dari 0,96 kbps hingga 44,16 kbps untuk skenario 1 dan pada skenario 2 mulai dari 1,92 kbps hingga 44,64 kbps. Sedangkan untuk skenario 3 mulai dari 0,48 kbps hingga 3,48 kbps.

Kata Kunci : *Wireless Sensor Networks*, Gedung Pintar, ZigBee, 6LowPAN, Manajemen Energi, Politeknik Negeri Pontianak

PRAKATA

Puji syukur marilah kita panjatkan kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul: “KAJIAN *WIRELESS SENSOR NETWORK* (WSN) UNTUK MANAJEMEN ENERGI GEDUNG PINTAR DI POLITEKNIK NEGERI PONTIANAK”.

Laporan ini ditulis berdasarkan hasil studi pustaka mengenai *Wireless Sensor Network* (WSN) dan beberapa skenario simulasi dilakukan untuk mengetahui instalasi jaringan WSN yang tepat untuk Laboratorium Teknik Informatika Politeknik Negeri Pontianak. Kajian-kajian lanjutan masih perlu dilaksanakan demi sempurnanya penelitian ini. Dalam penyelesaian laporan ini penulis sadar bahwa hal ini tidak dapat dilakukan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Penulis memperoleh berbagai masukan dari rekan sejawat maupun dari peneliti yang lain.

Penulis menyadari bawa penulisan laporan ini tidak luput dari kesalahan dan kekurangan dikarenakan kemampuan penulis yang terbatas. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan-masukan yang bersifat membangun yang bertujuan untuk kesempurnaan laporan penelitian ini. Harapan penulis semoga laporan ini dapat bermanfaat serta menambah pengetahuan bagi pembaca.

Pontianak, November 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
HALAMAN PENGESAHAN	2
RINGKASAN	4
PRAKATA.....	5
DAFTAR ISI.....	6
DAFTAR GAMBAR.....	8
DAFTAR TABEL.....	9
BAB I PENDAHULUAN.....	10
1.1 Latar Belakang	10
1.2 Rumusan Masalah	11
1.3 Ruang Lingkup.....	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 Penelitian Terdahulu	13
2.2 Manajemen Energi	13
2.3 Wireless Sensor Network (WSN)	14
2.4 Standar Komunikasi WSN	16
2.5 Simulator WSN	20
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	22
3.1 Tujuan Penelitian	22
3.2 Manfaat Penelitian	22
BAB IV METODE PENELITIAN	23
4.1 Metode Pengumpulan Data	23
4.2 Metode Simulasi.....	24
4.3 Parameter Simulasi.....	24
4.3.1 Denah Laboratorium Teknik Informatika POLNEP	24
4.3.2 NS-2	25
4.3.3 Perencanaan topologi jaringan	27

4.3.4	Evaluasi Performansi	28
4.3.5	Parameter Simulasi.....	29
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN	30
5.1	Hasil Simulasi	30
5.2	Pembahasan Hasil Simulasi	32
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN	34
6.1	Kesimpulan	34
6.2	Saran.....	34
DAFTAR	PUSTAKA	35
LAMPIRAN	32
INSTRUMEN		
PERSONALIA TENAGA PENELITI BESERTA KUALIFIKASINYA		
HKI DAN PULBLIKASI		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Arsitektur WSN [8].....	15
Gambar 2. Topologi star [8]	15
Gambar 3. Topologi mesh sebagian	16
Gambar 4. Arsitektur jaringan ZigBee [10].....	17
Gambar 5 Stack protokol ZigBee (sumber: www.wireless.arcada.fi) [10]	17
Gambar 6 Arsitektur jaringan 6LoWPAN [10]	18
Gambar 7 Stack protokol 6LoWPAN [10]	19
Gambar 8 Arsitektur jaringan WirelessHART [10].....	20
Gambar 9. Denah lantai 2 Laboratorium TI Polnep	25
Gambar 10. Skenario 1 dengan 15 node	27
Gambar 11. Skenario 2 dengan 8 node	27
Gambar 12. Skenario 2 dengan 6 node.	28
Gambar 13. Hasil simulasi Skenario 1.....	30
Gambar 14. Hasil Simulasi Skenario 2.....	31
Gambar 15. Hasil simulasi Skenario 3.....	31

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Protokol pada NS-2.....	26
Tabel 2. Parameter Simulasi	29
Tabel 3. Performansi WSN Skenario 1 dan 2	32

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik yang terus bertambah membuat PT. PLN sebagai pemasok tunggal energi listrik kesulitan dalam memenuhi semua kebutuhan tersebut. Hal ini ditulis di beberapa media seperti tempo.co pada Sabtu, 28 Juni 2008 20:37 WIB dengan judul artikel “PLN Kewalahan Atasi Tingginya Permintaan Listrik” dan bisnis.liputan6.com pada Jumat, 13 Juni 2014 20:48 WIB dengan judul artikel “Pertamina dan PLN Sudah Kewalahan Penuhi Energi Untuk Rakyat”. Solusi dari kurangnya pasokan listrik ini adalah dengan menggunakan sumber daya tak habis pakai seperti penggunaan solar sel, tenaga air, angin dan lain-lain. Solusi lain yang sedang dikembangkan adalah manajemen energi listrik yaitu pengaturan penggunaan listrik dengan seefisien mungkin dan mengurangi penggunaan listrik.

Penggunaan listrik dengan efisien harus disertai dengan kesadaran dari pengguna untuk mengurangi penggunaan listrik yang tidak diperlukan. Politeknik Negeri Pontianak sebagai sebuah institusi pendidikan memiliki beberapa gedung perkuliahan yang digunakan oleh mahasiswa untuk proses belajar mengajar. Kurangnya kesadaran pengguna dan tidak adanya manajemen gedung, sehingga banyak sekali penggunaan listrik yang tidak perlu di gedung-gedung tersebut, seperti lampu lorong yang menyala di siang hari atau penyejuk ruangan yang bekerja di saat tidak ada seorang pun di dalam ruangan. Hal ini merupakan suatu pemborosan energi listrik, sehingga untuk mengatasi hal itu perlu dibuat manajemen energi gedung pintar dengan menggunakan Wireless Sensor Network (WSN).

Wireless Sensor Network (WSN) adalah teknologi nirkabel yang dilengkapi dengan sensor sebagai pemonitor keadaan sekitar seperti suhu, suara, getaran dan lain-lain. Agar terhubung antara satu dan yang lainnya, sensor tersebut dilengkapi dengan radio transceiver, mikro-kontroler kecil dan baterai. Terdapat banyak komponen perangkat keras untuk aplikasi WSN yang masing-masing memiliki standar komunikasi yang berbeda-beda seperti ZigBee, 6LowPAN dan WirelessHART, sehingga harus

dilakukan riset, baik itu berupa studi literatur maupun simulasi, untuk mengetahui komponen dan standar komunikasi yang tepat sesuai dengan kegunaannya dan arsitektur jaringannya.

Dalam penelitian ini, maka dibuatlah suatu kajian untuk menentukan topologi dan standar komunikasi yang tepat untuk manajemen energi gedung pintar di Politeknik Negeri Pontianak. Penentuan topologi dan standar komunikasi tersebut berdasarkan studi literature dan simulasi dengan menggunakan simulator yang sesuai untuk WSN. Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian diberi judul “Kajian Wireless Sensor Network (WSN) untuk Manajemen Energi Gedung Pintar di Politeknik Negeri Pontianak”.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, maka dapat ditulis rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menentukan modul sensor dan standar komunikasi yang tepat untuk digunakan di Laboratorium Teknik Informatika Polnep?
2. Bagaimana menentukan simulator yang tepat untuk simulasi WSN pada Laboratorium Teknik Informatika Polnep?
3. Bagaimana merancang jaringan WSN yang sesuai dengan kondisi Laboratorium Teknik Informatika Polnep?
4. Bagaimana membuat simulasi WSN sesuai dengan standar komunikasi dan jaringan WSN yang sudah ditentukan sebelumnya?

1.3 Ruang Lingkup

Adapun agar masalah yang dibahas pada penelitian ini tidak terlalu luas, sehingga harus dibuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Simulasi tidak memasukkan nilai parameter sensor seperti suhu, getaran, suara, dan lain-lain,
2. Simulasi memasukkan nilai parameter kinerja jaringan seperti packet delivery, delay end-to-end rata-rata, throughput dan energi end-to-end rata-rata,

3. Simulasi dilakukan untuk melihat kesesuaian topologi jaringan antar modul-modul dan ditekankan pada pertukaran informasi antar modul dan modul ke gateway,
4. Protokol ruting menggunakan Ad-hoc On Demand Distance Vector (AODV),
5. Gedung yang akan dijadikan tempat penelitian adalah Laboratorium Teknik Informatika Polnep,
6. Simulasi dilakukan hanya pada jaringan WSN yang terletak di lantai 2 Laboratorium Teknik Informatika Polnep.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Wireless Sensor Network dapat diterapkan untuk sistem pengendalian suhu pada gedung bertingkat seperti yang ditulis oleh Bambang Sugiarto di Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra. M Vol.4 No. 1. April 2010 yang berjudul Perancangan Sistem Pengendalian Suhu pada Gedung Bertingkat dengan Teknologi Wireless Sensor Network, dimana sensor suhu yang digunakan adalah Sensirion SHT11 yang sudah terintegrasi dengan board DR1048 dari Jennic dengan mikrokontroler JN5139 yang menggunakan standar komunikasi ZigBee. [1] Board yang sama juga digunakan oleh Nindya Narwasti pada tahun 2012 di penelitiannya yang berjudul Sistem Aplikasi Deteksi Konsentrasi Asap Rokok oleh Nindya Narwasti pada tahun 2012, yang menggunakan sensor TGS2600 sebagai pendeteksi asap rokok. [2] Aplikasi lainnya adalah Desain Topologi Komunikasi Wireless Sensor Network (WSN) pada Aplikasi Sistem Structural Health Monitoring (SHM) Jembatan Evy Nur Amalina pada tahun 2014. Pada penelitian ini, Evy Nur menggunakan simulator NS-2 dan didapat kesimpulan bahwa topologi mesh merupakan topologi yang terbaik untuk diimplementasikan pada sistem SHM Jembatan. [3]

Dari penelitian-penelitian terdahulu yang disebutkan diatas, maka di penelitian ini akan ditentukan melalui simulasi, topologi WSN dan standar komunikasi yang tepat untuk situasi dan kondisi di gedung perkuliahan di Politeknik Negeri Pontianak. Penelitian ini juga akan memberikan rekomendasi sensor yang sesuai, baik itu untuk memonitor suhu, konsentrasi asap rokok, intensitas cahaya atau sensor-sensor lainnya yang dibutuhkan untuk manajemen energi di gedung perkuliahan di Polnep.

2.2 Manajemen Energi

Beberapa penelitian tentang manajemen energi gedung pintar sudah banyak dilakukan, dimana penelitian itu lebih menitikberatkan penggunaan WSN untuk memonitor, menjadwal dan mengatur penggunaan alat-alat rumah tangga seperti mesin

cuci, mesin pengering, mesin pencuci piring dan mesin pembuat kopi, seperti yang ditulis oleh A. Mahmood et. al., [4] dimana dia menggunakan Wireless Sensor Home Area Network (WSHAN) dengan protokol ZigBee dan skema koordinasi peralatan Home Energy Management (HEM). Abiodun et., al. meneliti Penggunaan teknik non-intrusive appliance load monitoring (NALM) untuk manajemen energi gedung pintar terbukti membutuhkan biaya yang besar, sehingga solusi yang ditawarkan adalah penggunaan Home Automation Network (HAN). [5] Penggunaan web interface dalam manajemen energi gedung pintar ditawarkan oleh Hanne G., et. al., dimana dia menggabungkan dua standar komunikasi 6LoWPAN dan ZigBee dalam penelitiannya. 6LoWPAN dan ZigBee dipilih karena dua standar tersebut mendukung layanan berbasis web untuk digunakan oleh manajer gedung, pemilik dan penyewa gedung tersebut. [6]

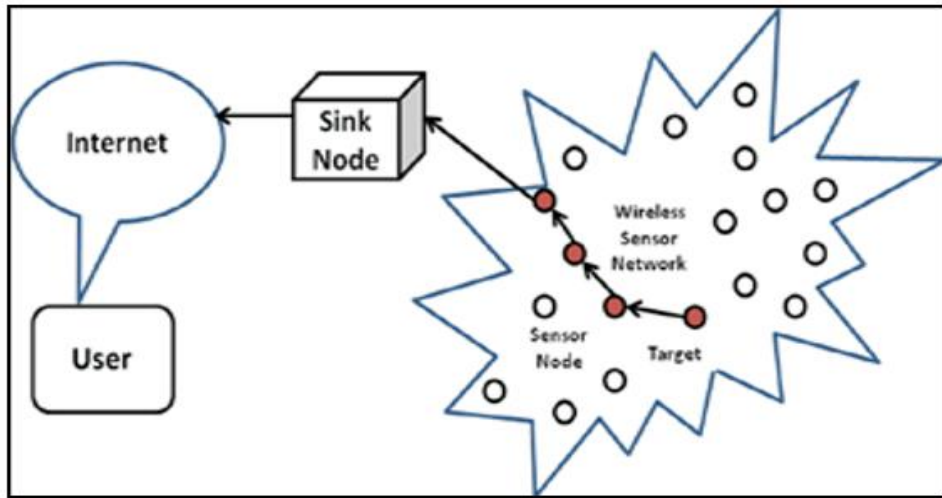
2.3 Wireless Sensor Network (WSN)

Wireless Sensor Network (WSN) adalah gabungan dari beberapa proses yaitu proses sensing, komputasi dan komunikasi radio dalam suatu jaringan. [7] WSN terdiri dari node-node dimana node node tersebut memiliki satu sensor, prosesor, penyimpanan, radio berdaya rendah dan biasanya dioperasikan dengan baterai. Sensor ini digunakan untuk mengukur, merekam dan memonitor kondisi fisik dan lingkungan pada beberapa lokasi seperti suhu, temperatur, tekanan, getaran, gerakan, dan lain-lain. [8]

WSN digunakan pada beberapa area baik itu industri maupun aplikasi sipil. Aplikasi WSN dapat dibagi menjadi tiga kelas, yaitu pengumpulan data lingkungan, pemonitor sekuriti dan treking node sensor. [7] Dari aplikasi-aplikasi tersebut, maka WSN memiliki karakteristik-karakteristik sebagai berikut:

1. Dapat digunakan pada daya yang terbatas
2. Dapat ditempatkan pada kondisi lingkungan yang keras
3. Dapat digunakan untuk kondisi dan pemrosesan data secara mobile.
4. Mempunyai topologi jaringan yang dinamis, dengan sistem node yang heterogen
5. Dapat dikembangkan untuk skala besar

[9]

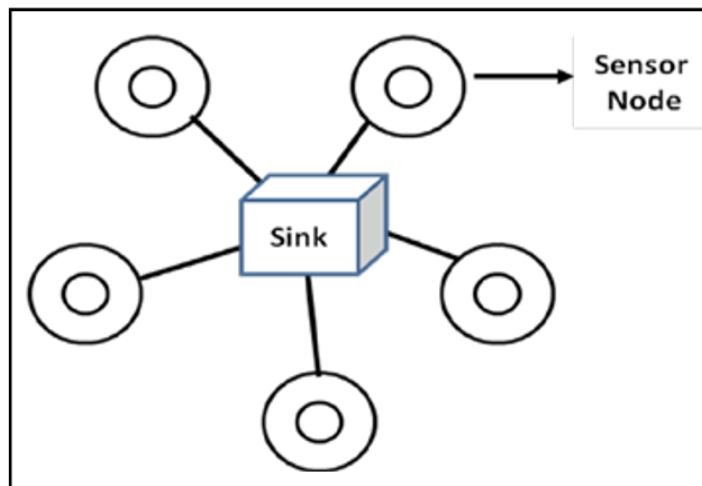


Gambar 1. Arsitektur WSN [8]

Ada beberapa topologi WSN, tetapi pada penelitian ini akan dibahas tiga topologi, yaitu topologi star, mesh dan tree.

1. Topologi Star

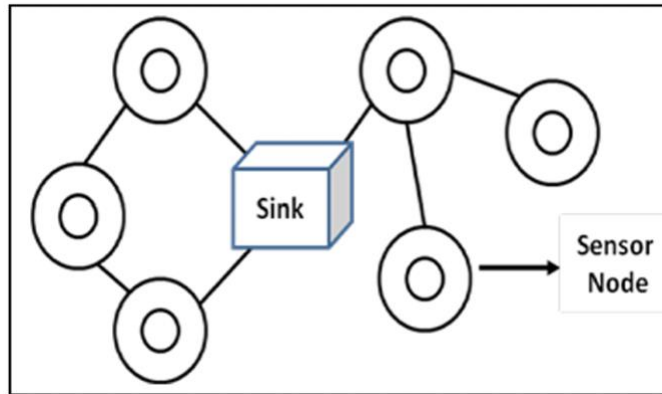
Pada topologi ini, terdapat node dan hub (sink), dimana node tidak saling terhubung antara satu dan yang lainnya melainkan harus berkomunikasi melalui hub (sink). Tiap node disebut client dan hub disebut server atau sink. Topologi star bisa dilihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Topologi star [8]

2. Topologi Mesh

Terdapat dua jenis topologi mesh, yaitu mesh penuh dan mesh sebagian. Pada mesh penuh tiap node saling terhubung dan dapat berkomunikasi antara satu dan lainnya, sedangkan pada mesh sebagian beberapa node terhubung secara tidak langsung dengan node lainnya.



Gambar 3. Topologi mesh sebagian

Masing-masing topologi memiliki kelebihan dan kekurangan, sehingga yang harus diperhatikan pada penentuan topologi WSN adalah pentingnya konsumsi energi agar dapat memperpanjang jangka waktu penggunaan sensor, sehingga harus dipilih topologi yang paling sedikit mengkonsumsi energi. Selain itu, harus diperhatikan kepadatan trafik di tiap node agar terdapat keseimbangan di jaringan.

2.4 Standar Komunikasi WSN

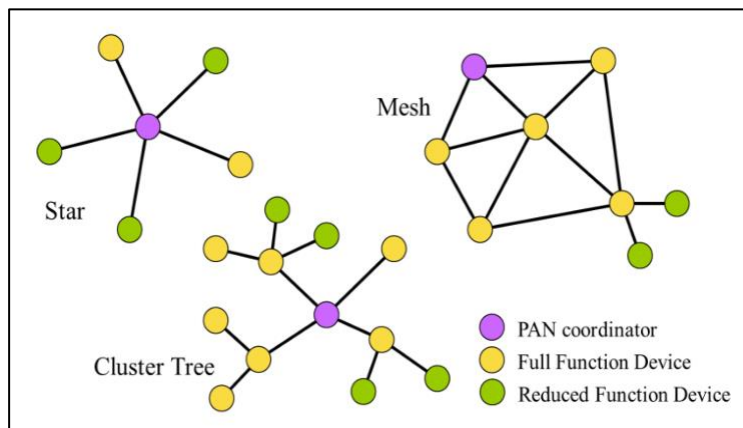
WSN merupakan topik yang sedang hangat dibicarakan karena banyak sekali aplikasi-aplikasi yang bisa diterapkan dengan menggunakan teknologi WSN. Sehingga beberapa lembaga standarisasi internasional seperti IEEE dan IETF membuat protokol mereka masing-masing seperti IEEE 802.15.4 dari IEEE dan 6LoWPAN dari IETF.

1. ZigBee

ZigBee dengan developer utamanya adalah ZigBee alliance merupakan jaringan komunikasi nirkabel yang termasuk dalam standar IEEE 802.15.4. ZigBee sudah banyak diaplikasikan untuk otomasi rumah/gedung, implementasi energi pintar, dan masih banyak lagi aplikasi lainnya. Hal ini dikarenakan ZigBee

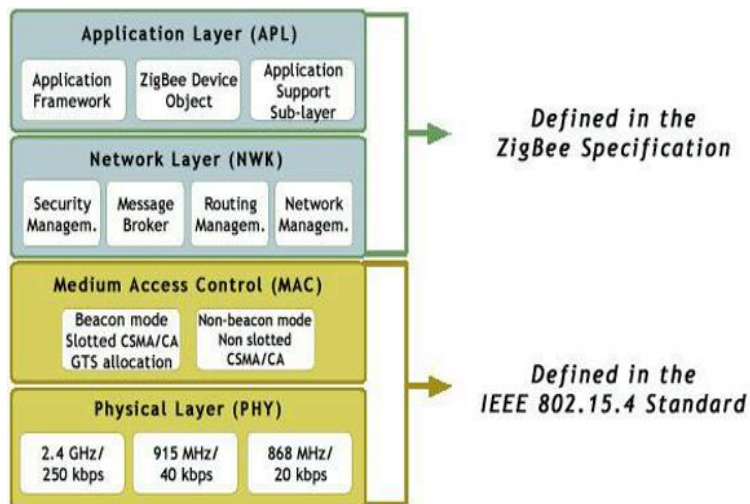
tidak memerlukan daya yang cukup besar dalam pengoperasiannya, ZigBee juga memiliki waktu hidup yang cukup lama hingga beberapa tahun. ZigBee dibuat oleh tim peneliti yang bekerjasama dengan industri untuk menghasilkan sebuah standar yang dapat dipakai untuk aplikasi WSN. Jaringan komunikasi ZigBee dapat memiliki 10.000 lebih node dalam suatu jaringan, sehingga ZigBee dapat dikembangkan untuk jaringan komunikasi skala besar. [10]

Jaringan komunikasi ZigBee dapat digunakan di tiga topologi, yaitu star, cluster tree dan mesh seperti yang terlihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Arsitektur jaringan ZigBee [10]

ZigBee sebagai bagian dari IEEE 802.15.4 mempunyai stack protokol seperti di gambar 5, dengan frekuensi yang bisa digunakan adalah tiga frekuensi bebas lisensi, yaitu 2,4 GHz, 915 MHz dan 868 MHz.

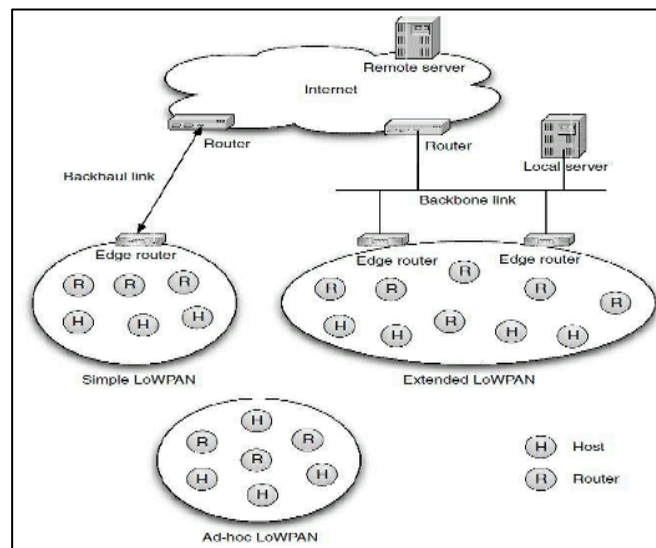


Gambar 5 Stack protokol ZigBee (sumber: www.wireless.arcada.fi) [10]

2. 6LoWPAN

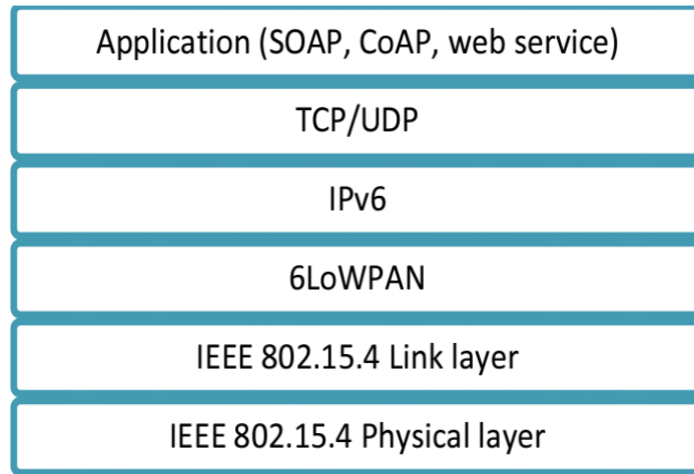
IPv6 over Low Power Personal Area Network atau 6LoWPAN dibuat dengan tujuan agar standar IPv6 dapat bekerja di radio dengan daya yang rendah seperti IEEE 802.15.4 oleh tim task force IETF dan 6lowpan Working Group sebagai lembaga standarisasi utamanya. Dengan 6LoWPAN, sensor node WSN dapat terhubung ke internet tanpa melalui gateway atau proxy. 6LoWPAN menggabungkan dua teknologi utama yaitu IPv6 yang berperan dalam internet dan 802.15.4 yaitu radio dengan daya rendah. Hal ini merupakan keuntungan dari 6LoWPAN dan memungkinkan teknologi WSN untuk terhubung ke internet. [10]

Arsitektur 6LoWPAN dibagi menjadi tiga jenis, yaitu simple LoWPAN yang terdiri dari beberapa host dan router dan sebuah edge router. Kemudian jenis yang kedua adalah extended LoWPAN yang terdiri dari dua atau lebih edge router dan beberapa host dan router, jenis yang terakhir adalah Ad-hoc LoWPAN yang hanya terdiri dari host dan router tanpa ada edge router. Masing-masing LoWPAN menggunakan sebuah jaringan IPv6 independen untuk terhubung antar satu dan lainnya kecuali Ad-hoc LoWPAN yang tidak terhubung ke internet, melainkan beroperasi tanpa infrastruktur. [10] Arsitektur 6LoWPAN dapat dilihat di gambar 6.



Gambar 6 Arsitektur jaringan 6LoWPAN [10]

Stack protokol 6LoWPAN dapat dilihat pada gambar 7, dimana protokol 6LoWPAN merupakan penghubung antara IPv6 dan IEEE 802.15.4.



Gambar 7 Stack protokol 6LoWPAN [10]

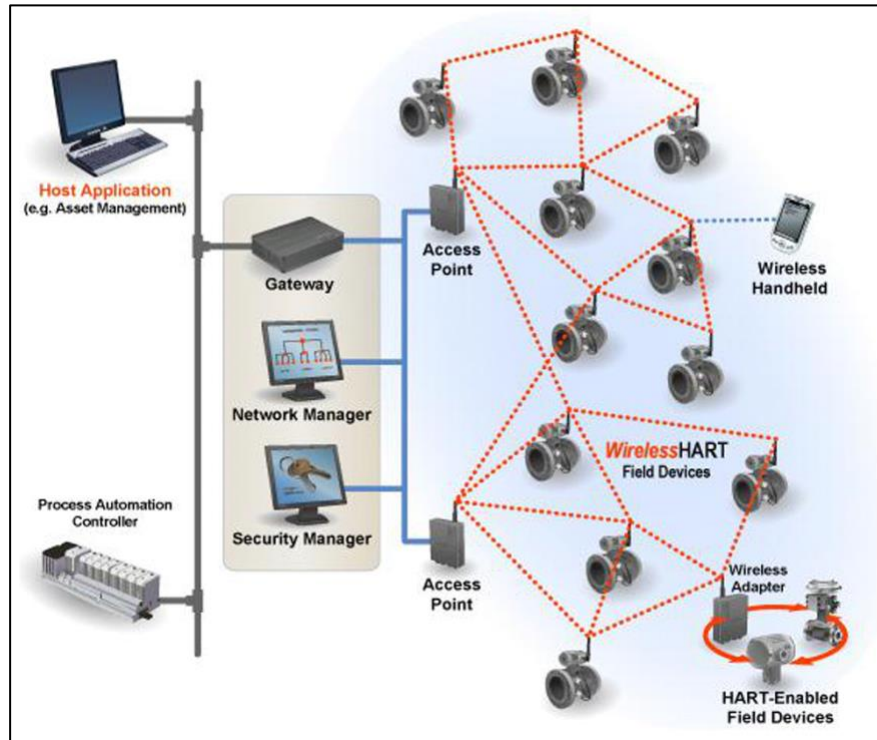
3. WirelessHART

WirelessHART dari HART Technology merupakan standar komunikasi nirkabel terbuka pertama yang khusus didesain untuk proses kontrol aplikasi real-time. WirelessHART merupakan pelengkap dari devais HART yang sudah banyak beredar di dunia industri dan bertujuan untuk memudahkan penyampaian data dari tempat-tempat atau alat-alat industri ke sistem kontrol dimana penggunaan kabel sudah tidak memungkinkan. Dengan kata lain, WirelessHART dibuat agar pengguna dapat tetap menggunakan devais HART sekaligus mendapatkan keuntungan dari teknologi nirkabel.

WirelessHART lebih handal dan lebih tahan terhadap interferensi radio sehingga lebih cocok digunakan pada otomasi industri yang memiliki jadwal yang ketat dan persyaratan keamanan yang tinggi. Aplikasi WirelessHART pada industri lebih kepada perawatan untuk pencegahan seperti memonitor pengamatan, pengecekan level di dalam tangki, diagnosa pompa, memonitor lingkungan dan lain-lain. [10]

Secara umum, jaringan arsitektur WirelessHART diperlihatkan pada gambar 8. Gambar tersebut menunjukkan bahwa jaringan arsitektur WirelessHART terdiri

dari tiga jaringan devais yaitu Wireless field device, gateway dan manajer jaringan.



Gambar 8 Arsitektur jaringan WirelessHART [10]

WirelessHART field devices terdiri dari wireless handheld atau peralatan yang terintegrasi dengan WirelessHART, gateway berfungsi menghubungkan field device ke host jaringan dan manajer jaringan berfungsi untuk mengatur jaringan dengan mengkonfigurasi, menjadwalkan komunikasi antara devais dan menjaga rute pesan. [10]

2.5 Simulator WSN

Dalam penelitian ini akan dilakukan simulasi untuk melihat kesesuaian topologi yang dirancang dalam penggunaan energi sehingga manajemen energi gedung pintar dapat terlaksana. Simulator-simulator itu ada yang berbayar maupun open source. Berikut adalah simulator-simulator yang dapat digunakan untuk simulasi WSN:

1. OPNET adalah pemodelan dan tool simulasi untuk berbagai jenis jaringan nirkabel dan merupakan tool berbayar yang dikembangkan oleh OPNET Technologies, Inc. Pada OPNET sudah tersedia modul ZigBee (802.15.4) lapisan MAC dan untuk modul lainnya harus dibuat dengan mengubah dari yang sudah ada atau dikembangkan dari awal. [11]
2. OMNeT++ adalah framework simulasi jaringan yang bersifat object-oriented dan dapat berjalan di sistem operasi Windows, Linux maupun MacOSX. OMNeT++ bukanlah sebuah simulator melainkan sebuah framework dan tools untuk membuat simulasi. Karena arsitektur OMNeT++ yang bersifat umum sehingga banyak tipe-tipe masalah yang dapat disimulasikan dengan OMNeT++ seperti pemodelan protokol, validasi arsitektur hardware dan pemodelan jaringan wired dan wireless [11]
3. NS-2 atau the Network Simulator lebih banyak digunakan untuk penelitian merupakan simulator yang berbasis object-oriented, yang ditulis dengan bahasa C++ dan OTcl. NS-2 menyediakan banyak sekali source code protokol yang dapat digunakan dan dikembangkan seperti 802.11, 802.16, IR-UWB, BlueTooth dan 802.15.4 [11]

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Pemborosan pemakaian listrik sering terjadi di Politeknik Negeri Pontianak, seperti lampu lorong yang menyala pada siang hari atau penyejuk ruangan yang bekerja pada saat tidak ada seorang pun di dalam ruangan. Hal ini terjadi karena kurangnya kesadaran pengguna dalam penghematan listrik. Sehingga agar pemborosan ini dapat dikurangi, maka harus ada manajemen energi dengan menggunakan teknologi WSN di gedung-gedung di Polnep, dimana hal ini merupakan tujuan jangka panjang dari penelitian ini. Sedangkan dalam jangka pendek, target khusus yang ingin dicapai adalah simulasi WSN dengan modul sensor, standar komunikasi dan arsitektur jaringan yang sesuai dengan situasi dan kondisi di Polnep.

3.2 Manfaat Penelitian

Bagi Peneliti

Menambah pengetahuan dalam hal jaringan telekomunikasi nirkabel, protokol jaringan telekomunikasi nirkabel dan keahlian dalam penggunaan simulator jaringan khususnya ns-2.

Bagi Politeknik Negeri Pontianak

Referensi teknologi penghematan energi khususnya manajemen energi gedung pintar yang nantinya dapat diaplikasikan di seluruh gedung yang ada di Polnep. Penggunaan WSN dalam hal manajemen energi dapat mengurangi pengeluaran Polnep khususnya pengeluaran biaya penggunaan listrik.

Bagi Mahasiswa

Pengayaan buku ajar untuk mata kuliah Kapita Selekta Telekomunikasi dan Jaringan Komputer yang mengedepankan teknologi-teknologi terbaru di Telekomunikasi.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan peneliti dalam melakukan kajian WSN untuk manajemen energi gedung pintar di Polnep adalah :

- a. Observasi, dalam tahapan ini maka peneliti akan mengobservasi penggunaan listrik di Laboratorium Teknik Informatika Polnep dengan waktu observasi pada saat jadwal perkuliahan yang padat dan senggang.
- b. Wawancara, peneliti akan mewawancarai beberapa mahasiswa mengenai penggunaan lampu dan penyejuk ruangan di gedung perkuliahan, prosedur apa saja yang selalu dilakukan saat memulai penggunaan ruangan dan saat selesai menggunakan ruangan tersebut,
- c. Analisa Kebutuhan, pada tahapan ini akan ditentukan parameter-parameter untuk penghematan energi dalam rangka penentuan sensor untuk memonitor penggunaan energi di gedung perkuliahan di Politeknik Negeri Pontianak
- d. Studi literature, pada tahapan ini studi literatur yang dilakukan berupa studi topologi WSN dan perangkat keras yang digunakan untuk WSN. Dari studi tersebut diperoleh topologi yang akan digunakan dalam simulasi adalah topologi mesh dengan perangkat keras ZigBee. Pemilihan ZigBee karena library protokol ZigBee yang sudah banyak terdapat di simulator-simulator jaringan yang ada. Studi lain yang dilakukan adalah mencari kelebihan dan kekurangan dari simulator yang ada, yaitu ns-2, OmNet++, dan OPNET. Simulator OPNET merupakan simulator yang berbayar dan sulit untuk diinstal, OmNet++ memiliki kekurangan yaitu animasi yang sulit untuk diprogram. Sehingga simulator yang dipilih dalam penelitian ini adalah ns-2. Simulator ini merupakan simulator open source dengan library yang lengkap dan banyak referensi tersedia di internet.

4.2 Metode Simulasi

Dalam penelitian ini, metode yang dilakukan adalah metode simulasi, sehingga agar simulasi tersebut dapat terselesaikan dengan baik, maka langkah-langkah simulasinya adalah sebagai berikut : [12]

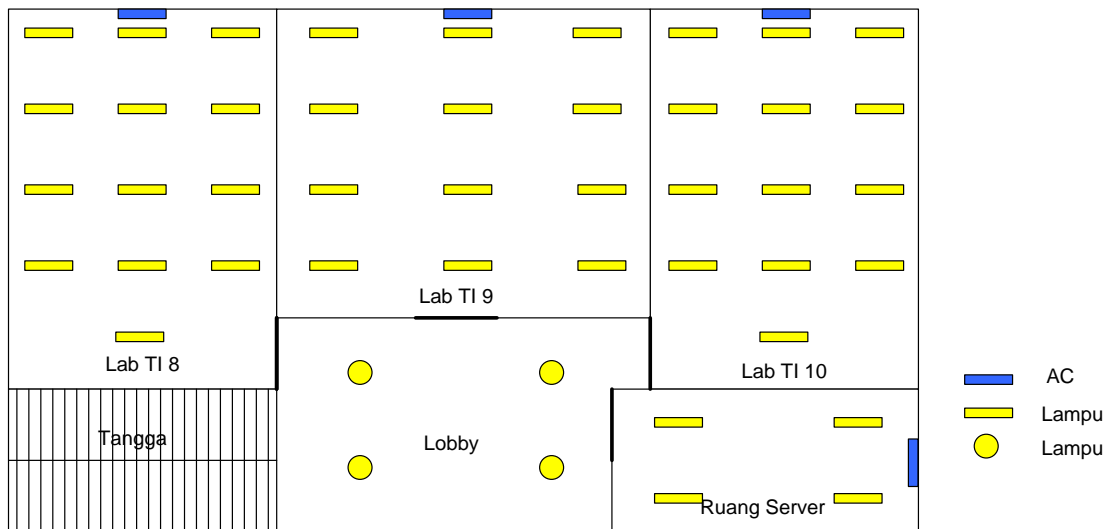
1. Penulisan program. Dari studi literatur diperoleh simulator yang tepat untuk penelitian ini adalah NS-2. Dalam tahapan penulisan program ini disesuaikan dengan topologi yang telah dirancang sebelumnya.
2. Tahapan selanjutnya adalah verifikasi dengan mencoba menjalankan simulasi apabila tidak ada error dan simulasi berjalan dengan baik, maka program dapat diteruskan ke tahap selanjutnya. Jika ada error maka kembali ke tahapan penulisan program.
3. Desain eksperimen, program simulasi kembali dijalankan untuk mengetahui apakah parameter-parameter yang diinginkan dapat dihasilkan dari simulasi tersebut.
4. Perencanaan yang taktis yaitu merancang skenario simulasi mulai dari jumlah dan frekuensi data yang dikirim dan diterima oleh masing-masing node.
5. Melakukan percobaan atau simulasi sesuai dengan skenario yang telah dibuat sebelumnya
6. Model terpakai, jika hasil dari simulasi menunjukkan nilai parameter yang diinginkan maka topologi dan perangkat dan protokol yang sudah dirancang akan dijadikan referensi ke lembaga untuk manajemen energi gedung pintar.
7. Penulisan dokumentasi pada pengkodean pemrograman dan juga laporan secara keseluruhan.

4.3 Parameter Simulasi

Dalam penelitian ini menggunakan simulator NS-2 dengan parameter-parameter simulasi WSN akan dijelaskan pada sub-bab berikut ini.

4.3.1 Denah Laboratorium Teknik Informatika POLNEP

Pengambilan data dilakukan di Laboratorium Teknik Informatika (Lab TI) POLNEP. Data yang diambil berupa jumlah lampu dan penyejuk ruangan yang ada di Lab TI berupa denah seperti pada gambar 4 di bawah ini.



Gambar 9. Denah lantai 2 Laboratorium TI Polnep

Dari gambar 4 di atas dapat diketahui bahwa jumlah lampu di Lab TI 8 dan Lab TI 10 masing-masing sebanyak 13 lampu, di ruangan Lab TI sebanyak 12 lampu, 4 buah lampu di Ruang Server dan 4 buah lampu di lobby. Terdapat penyejuk ruangan dengan total 4 buah penyejuk ruangan di Lab TI untuk masing-masing ruangan.

4.3.2 NS-2

Dari beberapa tools simulasi wireless sensor network, maka simulator yang akan digunakan adalah NS-2. NS-2 atau The Network Simulator lebih banyak digunakan untuk penelitian, merupakan simulator yang berbasis object-oriented, yang ditulis dengan bahasa C++ dan OTcl. NS-2 menyediakan banyak sekali source code protokol yang dapat digunakan dan dikembangkan seperti 802.11, 802.16, IR-UWB, BlueTooth dan 802.15.4 [6]

Kelebihan dari NS-2 adalah sebagai berikut:

1. Merupakan simulator jaringan yang open source atau free,
2. Mendukung protokol jaringan kabel dan nirkabel yang terdapat pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Protokol pada NS-2

Jaringan kabel	Jaringan nirkabel
Ruting: Unicast, Multicast, dan Hierarchical Ruting	Ad-Hoc ruting dan mobile IP
Transportasi: TCP, UDP, dan lain-lain	Protokol Ruting: AODV, DSDV, DSR, dan lain-lain
Sumber trafik: web, ftp, telnet, cbr, dan lain-lain	Protokol lapisan MAC: TDMA, CDMA, IEEE MAC 802.x
Jenis antrian: drop-tail, RED, FQ, DRR, dan lain-lain	Lapisan fisik: different channels, directional antenna
QoS: IntServ, Diffserv Wireless Networking	Sensor networks: diffusion
	Telekomunikasi satelit

3. Sangat populer digunakan dalam penelitian dan memiliki banyak dukungan dari komunitas-komunitas pengguna internet.
4. Memiliki dokumentasi dan contoh-contoh yang lengkap.

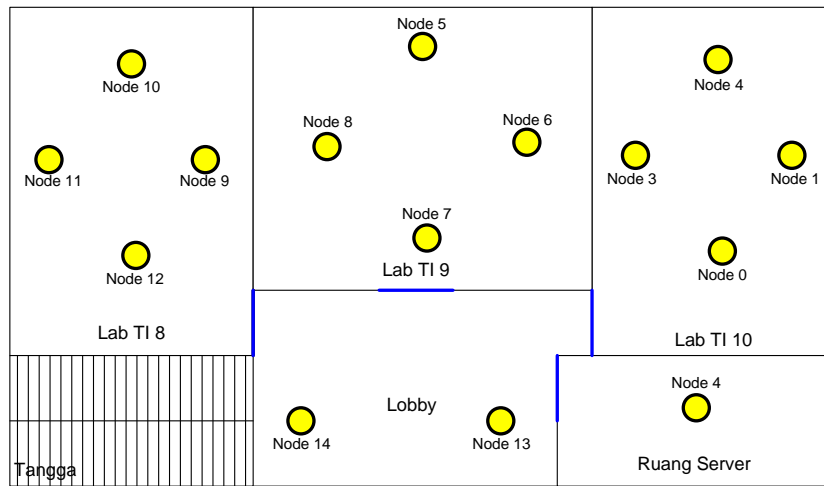
Sedangkan kekurangan NS-2 adalah sebagai berikut:

1. Struktur yang rumit
2. Bugs pada realibilitas dan validasi simulasi
3. Simulasi abstraksi yang tidak realistis
4. Kecepatan dan memori

Terdapat dua hasil simulasi pada NS-2 yaitu animasi pada tools nam berupa berkas dengan ekstensi .nam yang sangat berguna untuk demonstrasi. Hasil simulasi yang kedua adalah berupa berkas trace dengan ekstensi .tr. Berkas trace ini berupa text file yang berisi data mentah hasil simulasi yang berisi rekaman event berdasarkan waktu simulasi. [13]

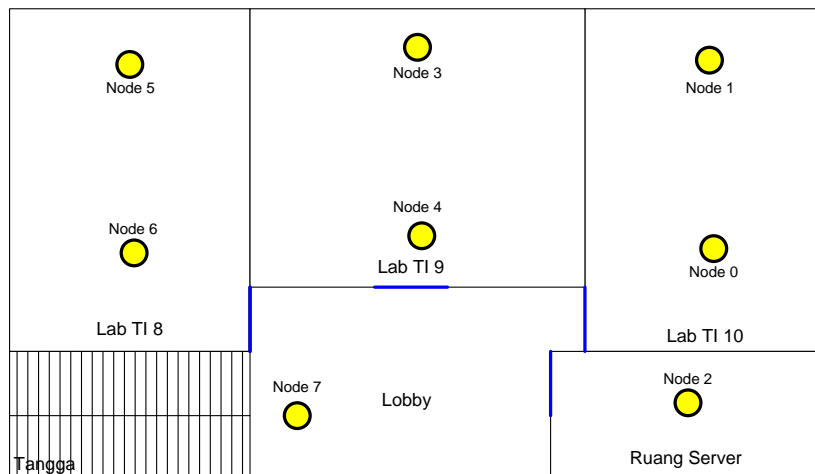
4.3.3 Perencanaan topologi jaringan

Simulasi dilakukan dengan membandingkan performansi dari tiga variasi jumlah node. Topologi jaringan WSN yang digunakan adalah topologi Mesh. Penentuan jumlah dan lokasi node didapat dari gambar 9, sehingga jumlah node yang akan disimulasikan yaitu sebanyak 15 node, dan selanjutnya akan disebut Skenario 1 yang dapat dilihat pada gambar 5 berikut ini.



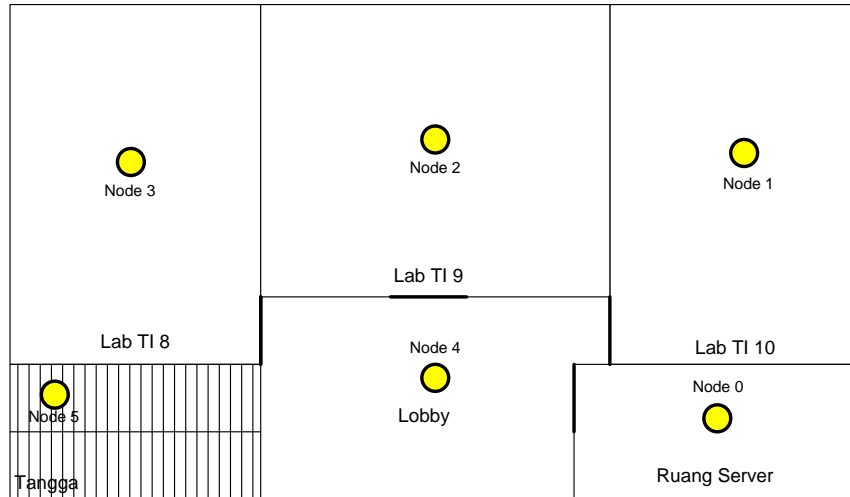
Gambar 10. Skenario 1 dengan 15 node

Variasi jumlah node berikutnya adalah menggunakan 8 node yang selanjutnya akan disebut Skenario 2 yang dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 11. Skenario 2 dengan 8 node

Sedangkan untuk skenario 3, menggunakan 6 node yang tersebar dimasing-masing ruangan pada laboratorium Teknik Informatika Polnep seperti terlihat pada gambar 12.



Gambar 12. Skenario 2 dengan 6 node.

4.3.4 Evaluasi Performansi

Terdapat 3 parameter performansi yang akan diukur, yaitu : packet delivery ratio, throughput, dan end to end delay. Adapun pengertian dari masing-masing dijelaskan berikut ini:

1. Throughput adalah jumlah paket/byte yang diterima oleh sumber per satuan waktu. Biasanya dilambangkan dalam bits per second (bit/s atau bps)

$$Throughput = \frac{\sum P_{R\text{SIZE}}}{\sum(t_{st}) - \sum(t_{sp})} \quad (1)$$

Dimana $P_{R\text{SIZE}}$ = Ukuran paket yang diterima, t_{st} = waktu mulai, dan t_{sp} = waktu stop.

2. Packet delivery ratio (PDR) adalah rasio antara jumlah paket yang terkirim dan total paket yang dikirimkan.

$$PDR = \frac{\sum P_R}{\sum P_S} \times 100 \quad (2)$$

Dimana P_R = Jumlah paket yang diterima, dan P_S = Jumlah paket yang dikirim.

3. End to End delay adalah waktu yang dibutuhkan untuk seluruh data/paket/pesan terkirim dari sumber ke tujuan.

$$\text{Average End - to - End Delay} = \sum t_{PR} - \sum t_{PS} \quad (3)$$

Dimana, t_{PR} = waktu penerimaan paket, t_{PS} = waktu pengiriman paket. [14]

4.3.5 Parameter Simulasi

Dalam penelitian ini telah disepakati akan menggunakan simulasi dikarenakan jumlah node yang banyak dan pembelian perangkat yang membutuhkan biaya, sehingga teknik simulasi terlebih dahulu dilakukan guna mengantisipasi kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi.

Parameter umum yang digunakan dalam simulasi tercantum pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Parameter Simulasi

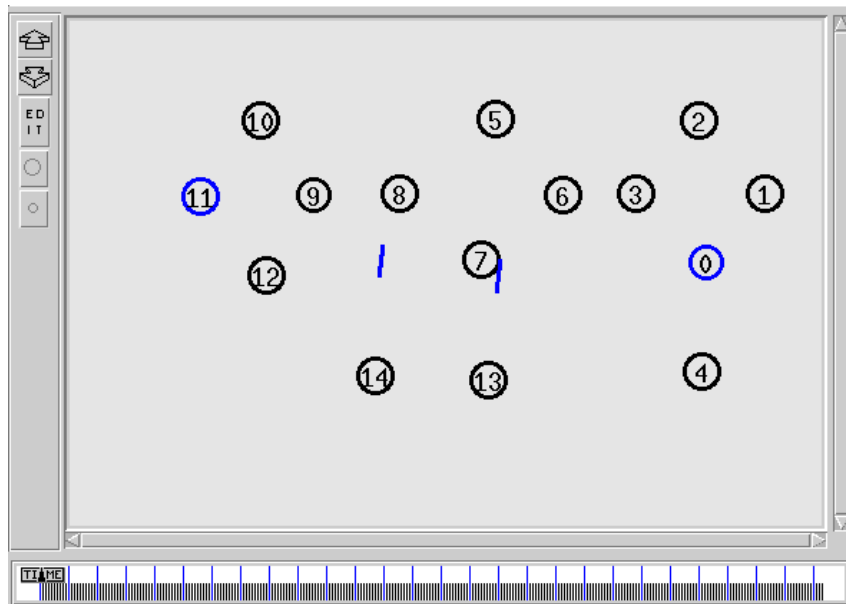
No.	Parameter	Nilai
1	Channel	Wireless
2	Propagation	Two Way Ground
3	MAC Protocol	802.15.4
4	Routing Queue	Drop Tail/PriQueue
5	Antenna	Omni Directional
6	Protokol Ruting	AODV
7	Simulation Area	20*10
8	Simulation stop time	10 s
9	Initial Energi	1 Joule
10	Daya transmit	0,3 Joule
11	Daya terima	0,3 Joule
12	Trafik	UDP/CBR atau TCP/FTP

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Simulasi

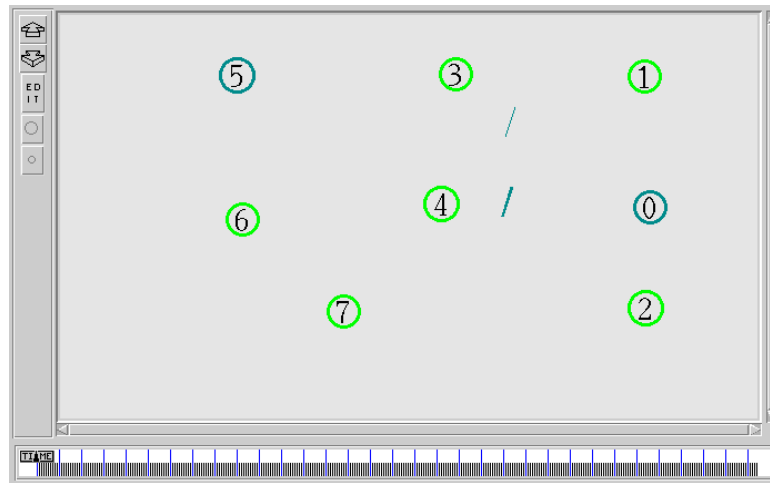
Simulasi dilakukan pada tiga skenario, skenario 1 menggunakan 15 node, skenario 2 menggunakan 8 node, dan skenario 3 menggunakan 6 node. Masing-masing skenario disimulasikan menggunakan dua jenis trafik yang berbeda, yaitu TCP/FTP dan UDP/CBR. Pada skenario 1, hasil simulasi ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 13. Hasil simulasi Skenario 1

Pada skenario 1, node 0 sebagai sumber dan node 11 sebagai tujuan. Dari data yang diperoleh, untuk trafik UDP/CBR paket yang dikirim oleh node 0 sebanyak 49 dan diterima oleh node 11 sebanyak 48 node sehingga PDR bernilai 97,96%, yang dapat dilihat pada tabel 3. Sedangkan untuk trafik TCP/FTP, paket yang dikirim sejumlah 737 dan yang diterima sejumlah 702 sehingga PDR bernilai 95,25%.

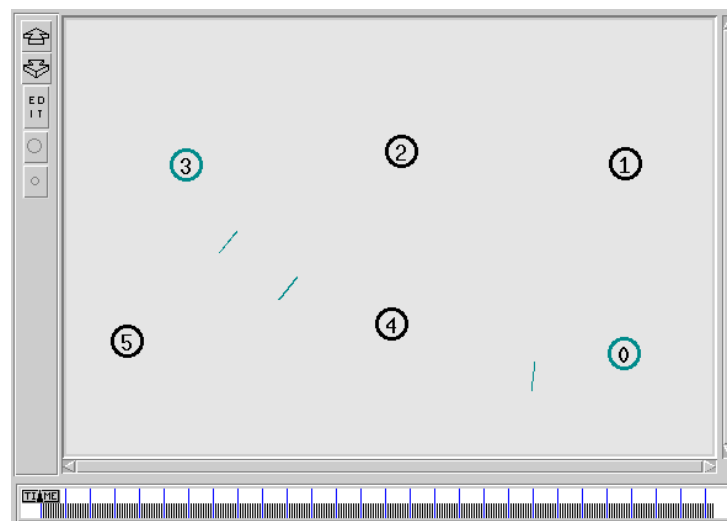
Pada skenario 2, hasil simulasi dapat dilihat ada gambar berikut dengan node 0 sebagai sumber dan node 5 sebagai tujuan.



Gambar 14. Hasil Simulasi Skenario 2

Pada simulasi dengan trafik UDP/CBR, paket yang dikirim oleh sumber adalah sebanyak 49 paket, dan yang diterima di tujuan sebanyak 48 paket, sehingga besar PDR adalah 97,96%. Nilai PDR yang lebih kecil untuk simulasi dengan trafik TCP/FTP yaitu sebesar 94,73%, dengan paket yang diterima sebanyak 485 dari 512 paket yang dikirim.

Pada skenario 3, hasil simulasi dapat dilihat pada gambar 8 berikut dengan node 0 menjadi sumber dan node 3 adalah tujuan.



Gambar 15. Hasil simulasi Skenario 3

Pada simulasi dengan trafik UDP/CBR, paket yang dikirim oleh sumber adalah sebanyak 48 paket, dan yang diterima di tujuan sebanyak 45, sehingga besar PDR adalah 93,75%. Nilai PDR yang jauh lebih kecil untuk simulasi dengan trafik TCP/FTP yaitu sebesar 73,68%, dengan paket yang diterima sebesar 140 dari 190 paket yang dikirim.

5.2 Pembahasan Hasil Simulasi

Dapat dilihat pada tabel 3 bahwa performansi WSN untuk skenario 1 lebih bagus dari pada skenario 2 dan skenario 3. Dapat dilihat pada nilai throughput dan PDR yang lebih besar, baik itu untuk kondisi trafik TCP/FTP maupun UDP/CBR. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin banyak node semakin memperbesar nilai PDR.

Rata-rata waktu yang ditempuh paket untuk sampai ke tujuan lebih kecil pada skenario 1, yaitu sebesar 0,02022 ms untuk trafik TCP/FTP dan 0,00939 ms untuk trafik UDP/CBR. Pada skenario 2, waktu yang dibutuhkan yaitu sebesar 0,0211618 ms untuk trafik TCP/FTP dan 0,0073489 ms untuk trafik UDP/CBR. Sedangkan pada skenario 3, waktu yang dibutuhkan adalah 0,08483 ms dan 0,02037 ms secara berurutan untuk trafik TCP/FTP dan UDP/CBR. Seperti terlihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Performansi WSN Skenario 1 dan 2

Performansi	Skenario 1		Skenario 2		Skenario 3	
	TCP/FTP	UDP/CBR	TCP/FTP	UDP/CBR	TCP/FTP	UDP/CBR
Throughput min (kbps)	0,96	0,56	1,92	0,56	0,48	0,56
Throughput max (kbps)	44,16	2,8	44,64	2,8	3,48	2,8
PDR (%)	95,25	97,96	94,73	97,96%	73,68	93,75
End To End Delay Rata-Rata (ms)	0,02022	0,00939	0,0211618	0,0073489	0,08483	0,02037
Energi tersisa (J) - node sumber	0,02379	0,01433	0,176427	0,016925	0,0098	0,00057

Jumlah node juga mempengaruhi penggunaan energi pada node. Dapat dilihat pada tabel 3 di atas bahwa pada skenario 3, energi yang tersisa sudah mendekati 0, dari nilai energi awal sebesar 1 Joule.

Untuk nilai throughput dipengaruhi oleh kondisi trafik. Trafik UDP/CBR memberikan nilai throughput yang sama untuk ketiga skenario tersebut, sedangkan pada trafik TCP/FTP nilai throughput adalah 0,96 kbps sampai 44,16 kbps untuk skenario 1, untuk skenario 2 sebesar 1,92 kbps hingga 44,64 kbps. Sedangkan untuk skenario 3 nilai throughput minimum sebesar 0,48 kbps dan untuk throughgput maksimum sebesar 3,48 kbps. Dari nilai-nilai yang diperoleh dari hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa jumlah node sangat mempengaruhi besar nilai PDR dan energi yang digunakan oleh masing-masing node.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil simulasi yang telah dilaksanakan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah node pada WSN sangat mempengaruhi performansi WSN. Hal ini dapat dilihat dari hasil simulasi yang menunjukkan performansi WSN skenario 1 lebih bagus dari pada skenario 2 dan skenario 3, dengan nilai PDR yang lebih besar baik itu untuk trafik TCP/FTP atau UDP/CBR.
2. Nilai PDR pada skenario 1 untuk trafik TCP/FTP dan UDP/CBR secara berurut adalah sebesar 95,25% dan 97,96%. Pada skenario 2 adalah sebesar 94,73% dan 97,96%. Sedangkan untuk skenario 3, nilai ini menjadi 73,68% dan 93,75%.
3. Nilai throughput minimum dan maksimum pada trafik UDP/CBR sama untuk ketiga skenario yaitu sebesar 0,56 kbps dan 2,8 kbps secara berurutan. Sedangkan pada kondisi trafik TCP/FTP mempunyai nilai througput yang jauh berbeda yaitu mulai dari 0,96 kbps hingga 44,16 kbps untuk skenario 1 dan pada skenario 2 mulai dari 1,92 kbps hingga 44,64 kbps. Sedangkan untuk skenario 3 mulai dari 0,48 kbps hingga 3,48 kbps.

6.2 Saran

Untuk kedepannya penelitian ini dapat dilanjutkan seperti berikut ini:

1. Agar didapat referensi skenario yang tepat untuk instalasi jaringan WSN di laboratorium Teknik Informatika Politeknik Negeri Pontianak, simulasi harus dilakukan dengan menambah parameter simulasi seperti waktu stop dan topologi.
2. Perancangan topologi dapat dilakukan untuk gedung lain yang ada di Polnep, tidak hanya lab pada TI.
3. Implementasi WSN dapat diaplikasikan secara sebenarnya tidak hanya dengan simulasi ke gedung untuk mengatur penggunaan energi khususnya energi listrik di gedung yang ada di Polnep.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sugiarto B., “Perancangan Sistem Pengendalian Suhu pada Gedung Bertingkat dengan Teknologi Wireless Sensor Network”, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra M, Vol. 4 No. 1, April 2010 (62-68).
- [2] Narwasti N., Usman U. K., Sugiarto B., “Sistem Aplikasi Deteksi Konsentrasi Asap Rokok Dengan Menggunakan Wireless Sensor Network”, IT Telkom Journal on ICT, Volume 1 Nomor 2 September Tahun 2012
- [3] Amalina, Evy Nur, “Desain Topologi Komunikasi Wireless Sensor Network (WSN) pada Aplikasi Sistem Structural Health Monitoring (SHM) Jembatan”, Master Thesis of Electrical Engineering RTE 621.38411 Amak, 2014.
- [4] A. Mahmood et.al., ‘Home Appliances Coordination Scheme for Energy Management (HACS4EM) using Wireless Sensor Networks in Smart Grids’, 5th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT-2014), Procedia Computer Science, Elsevier, 2014
- [5] Abiodun I., et.al., “Energy Management for Intelligent Buildings”, www.intechopen.com
- [6] Hanne G., et.al., “A Wireless Sensor Network For Intelligent Building Energy Management Based In Multi Communication Standards – A Case Study”, www.itcon.org/2011/3, May, 2012
- [7] Hill, J., L., "Sistem Architecture for Wireless Sensor Networks", Disertasi, Universitas California, Berkeley, 2003
- [8] Divya et.al., "Network Topologies in Wireless Sensor Networks: A Review", IJECT Vol. 4, Issue SPL - 3, April - June 2013
- [9] Sibarani M., "Implementasi Sistem Wireless Sensor Network Berbasis Internet Protokol (IP) untuk Pemantauan Tingkat Polusi Udara", Tugas Akhir, Program Studi Teknik Elektro, Departemen Tekni, Elektro, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2008

- [10] Nandagoban, A., Viho C., "D4.2 - First report on state of the art, requirements on architecture and needs for IoT testing", Project Deliverable, UR1, Oktober 2012.
- [11] Qutaiba I. Ali, "Simulation Framework of Wireless Sensor Network (WSN) Using MATLAB/ SIMULINK Software", Intech, 2012, <http://dx.doi.org/10.5772/46467>
- [12] Febriyudhi, R., "Analisis Pengembangan Jaringan Komputer Lokal Pada Rumah Sakit Muhammadiyah Palembang", Proposal Penelitian, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bina Dharma, Palembang, 2013.
- [13] Bakhshi, B., "(An Incomplete) Introduction to NS-2", High Speed Networks Lab., CE & IT Department, Amirkabir University of Technology. Diambil dari www.ceit.aut.ac.id/~bakhshis/ns-2/NS-2.pdf diakses pada tanggal 20 November 2016, pukul 12.00 WIB.
- [14] Sharma, R., Gupta, K., "Comparison based Performance Analysis of UDP/CBR and TCP/FTP Traffic under AODV Routing Protocol in MANET", International Journal of Computer Applications (0975 - 8887), Vol. 56 – No.15, October 2012.

LAMPIRAN A
INSTRUMEN

Lampiran 1. Susunan Organisasi Tim Peneliti dan Pembagian Tugas

No	Nama / NIDN	Instansi Asal	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (jam/minggu)	Uraian Tugas
1	Yunita, ST, M.Sc	Politeknik Negeri Pontianak	Teknik Telekomunikasi	7	<ul style="list-style-type: none"> • Studi literature Standar komunikasi WSN dan modul sensor • Observasi penggunaan listrik di gedung perkuliahan Polnep • Pemetaan dan Perancangan Arsitektur jaringan WSN di gedung perkuliahan Polnep • Pengembangan Program simulasi • Analisa hasil simulasi
2	Mariana Syamsudin, ST, MT	Politeknik Negeri Pontianak	Teknik Informatika	7	<ul style="list-style-type: none"> • Studi literature simulator WSN dan modul sensor • Pengembangan pemrograman simulasi • Analisa hasil simulasi

Lampiran 2. Laporan Keuangan

A Gaji dan Upah

Honor	Honor/ Jam	Waktu (Jam/minggu)	Minggu	Honor per tahun
Honorarium Ketua	Rp 8.810	7	24	Rp 1.480.080
Honorarium Anggota	Rp 5.000	7	24	Rp 840.000
SUB TOTAL				Rp 2.320.080

B Bahan Habis Pakai dan Peralatan

Nama	Justifikasi Pemakaian	Satuan	Harga Satuan	Total
Kertas A4 80 gram	Mencetak bahan studi literatur	3 Rim	Rp 50.000	Rp 150.000
ATK	Tulis menulis	2 Paket	Rp 100.000	Rp 200.000
File Box	Pengarsipan Data	10 Buah	Rp 20.000	Rp 200.000
Map Plastik Jepit	Pengarsipan Data	26 Buah	Rp 10.000	Rp 260.000
Surat Menyurat	Pengumpulan Data	Paket	Rp 200.000	Rp 200.000
Tinta Printer	Refill	2 Paket	Rp 200.000	Rp 400.000
Pulsa	Komunikasi antar tim	bulan/2 orang	Rp 200.000	Rp 1.600.000
Internet	Studi literatur dan tools simulator	bulan/2 orang	Rp 200.000	Rp 1.600.000
Publikasi	Prosiding	1 Paket	Rp1.500.000	Rp 1.500.000
DVD Blank	Backup data	1 Paket	Rp 250.000	Rp 250.000
Flash Disk	Backup data	3 Paket	Rp 200.000	Rp 600.000
SUB TOTAL				Rp 6.960.000

C Lain-lain

Nama	Justifikasi Pemakaian	Satuan	Harga Satuan	Total
Sewa Ruang Laboratorium	Pengumpulan Data	1 Paket	Rp 300.000	Rp 300.000
Sewa Laptop	Simulasi	1 Buah	Rp 240.000	Rp 240.000
Penyusunan laporan	Laporan	3 Paket	Rp 300.000	Rp 900.000
Penjilidan laporan	Laporan	3 Paket	Rp 100.000	Rp 300.000
SUB TOTAL				Rp 1.740.000

D Perjalanan

Material	Justifikasi Perjalanan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Biaya per Tahun (Rp)
Perjalanan Kota Pontianak	Survei penelitian, pengambilan data, konsumsi	1 Paket	Rp 500.000	Rp 500.000
SUB TOTAL				Rp 500.000

LAMPIRAN B
PERSONALIA TENAGA PENELITI BESERTA
KUALIFIKASINYA

Biodata Ketua Tim Peneliti/ Pelaksana

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Yunita, ST, M.Sc
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli
4	NIP/ NIK/ Identitas lainnya	198106272008012014
5	NIDN	0027068101
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Pontianak, 27 Juni 1981
7	E-mail	yunita.florez@gmail.com
8	Nomor telepon/ HP	081218388786
9	Alamat Kantor	Jl. Jenderal Ahmad Yani Pontianak, 78124
10	Nomor Telepon/ Faks	(0561) 736180/ (0561) 740143
11	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S1 = ... orang; S2 = ... orang; S3 = ... orang
12	Mata Kuliah yang Diampu	1. Kapita Selekta Telekomunikasi
		2. Metode Numerik
		3. Praktek Rangkaian Listrik
		4. Pengukuran Listrik
		5. Sistem Komputer
		6. Komponen Elektronika 2
		7. Organisasi dan Manajemen

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Telkom (sebelumnya bernama STT Telkom)	Telecom Bretagne (ENST Bretagne)	-
Bidang Ilmu	Teknik Telekomunikasi	Teknik Telekomunikasi	-
Tahun Masuk-Lulus	1999 – 2005	2010 – 2012	-
Judul Skripsi/ Tesis/ Disertasi	Analisa Penggunaan Filter Adaptif untuk Mengurangi Multipath pada Pengukuran Continuous Global Positioning Sistem (CGPS)	Establishment of an Experimental Test Beds for The Study of Complex Modulation Formats for High Speed Optical Transmission	-
Nama Pembimbing/ Promotor	Rita Magdalena,Ir,MT.	Prof. Philippe Gravey; Prof. Michel Morvan	-

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2011	Membangun Aplikasi Inventaris Aset Jurusan/ Program Studi	PNBP POLNEP	10
2	2014	Sistem Pelaksanaan Tugas Akhir yang Berbasis Paperless untuk Meningkatkan Efisiensi Penilaian TA di Politeknik Negeri Pontianak	PNBP POLNEP	10
3	2015	Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Beasiswa Berbasis Fuzzy di Politeknik Negeri Pontianak	PNBP POLNEP	10
4	2016	Pengarsipan dan Retrieval Surat Menggunakan Perbandingan Histogram pada Citra Berbasis SMS Gateway di Program Studi Teknik Informatika Politeknik Negeri Pontianak	PNBP POLNEP	10

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir


No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2013	Perencanaan dan Instalasi Sistem Audio di Masjid Fastabiqul Khairat di Dusun Beruang Desa Sebunga Kecamatan Sajingan Sajingan Besar Kabupaten Sambas	DIPA POLNEP	10
2	2014	Instalasi Sound Sistem dan Penerangan Jalan di Masjid Nurul Hidayah Lokasi Transmigrasi Dusun Cahaya Timur Dusun Teluk Pakedai Hulu Kecamatan Teluk Pakedai Kabupaten Kubu Raya	DIPA POLNEP	35
3	2016	Pelatihan Mikrokontroler Untuk Guru-Guru SMK Jurusan Elektro Se-Kota Pontianak di Politeknik Negeri Pontianak	DIPA POLNEP	15

E. Pengalaman Konferensi/Seminar/Lokakarya/Simposium dalam 5 Tahun Terakhir

Tahun	Judul Kegiatan	Penyelenggara	Panitia/Peserta/ Pembicara
2015	International Conference on Applied Electrical, Electronic, and Informatics Engineering	Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Pontianak	Peserta

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Pontianak, 11 November 2016
Pengusul,


(Yunita, ST, M.Sc)

Biodata Anggota Tim Peneliti/ Pelaksana

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Mariana Syamsudin, ST, MT
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli
4	NIP/ NIK/ Identitas lainnya	197503142006042001
5	NIDN	0014037507
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Pontianak, 14 Maret 1975
7	E-mail	marianasyamsudin@gmail.com
8	Nomor telepon/ HP	085391978539
9	Alamat Kantor	Jl. Jenderal Ahmad Yani Pontianak, 78124
10	Nomor Telepon/ Faks	(0561) 736180/ (0561) 740143
11	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S1 = ... orang; S2 = ... orang; S3 = ... orang
12	Mata Kuliah yang Diampu	1. Rangkaian Listrik
		2. Praktikum Rangkaian Listrik
		3. Algoritma dan Pemrograman
		4. Metode Numerik
		5. Pemrograman 1
		6. Praktikum Pemrograman 1
		7. Pemrograman 2
		8. Praktikum Pemrograman 2

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Tanjungpura Pontianak	Institut Teknologi Bandung	-
Bidang Ilmu	Teknik Elektro	Teknik Komputer	-
Tahun Masuk-Lulus	1993 - 1999	2003 – 2005	-
Judul Skripsi/ Tesis/ Disertasi	Perhitungan Keandalan Sistem Saluran Transmisi 150 Kv Terhadap Sambaran Petir dengan Metode Anderson	Implementation and Analysis of A Monoalphabetic Substitution (MSA) Cipher Attack Using Ordered-Deme Genetic Algorithm (OGA)	-
Nama Pembimbing/ Promotor	Ir.Alexander Lesil Ir. Danial MT	Prof. Dr. Kuspriyanto Dr. Marisa Paryasto	-

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2011	Geographic Information Systems of Natural Resources at Pontianak Region – West Kalimantan - Indonesia	APBD	40
2	2011	The Feasibility Study of Network Protection Technologies at State Polytechnic of Pontianak	PNBP POLNEP	10
3	2014	Aplikasi Perangkat Lunak Print Quota Access Untuk Memonitor Kuota Cetak Mahasiswa Dan Identifikasi Hasil Cetak Pada Network Printing Sistem	PNBP POLNEP	10
4	2015	Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Beasiswa Berbasis Fuzzy di Politeknik Negeri Pontianak	PNBP POLNEP	10
5	2016	Sistem Database Pegawai dan Kendaraan Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Pontianak	PNBP POLNEP	20

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2013	Perencanaan dan Instalasi Sistem Audio di Masjid Fastabiqul Khairat di Dusun Beruang Desa Sebunga Kecamatan Sajingan Sajingan Besar Kabupaten Sambas	DIPA POLNEP	10
2	2014	Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Dusun Belungai dalam Desa Belungai Dalam Kecamatan Toba Kabupaten Sanggau	DIPA POLNEP	35
3	2015	Pelatihan Advance Office Untuk Guru Administrasi di Departemen Agama Propinsi Kalbar	DIPA POLNEP	14
4	2016	Penerapan Database Pegawai dan Kendaraan Dengan RFID Sistem di Area Jurusan Teknik Elektro Polnep	DIPA POLNEP	15

E. Pengalaman Konferensi/Seminar/Lokakarya/Simposium dalam 5 Tahun Terakhir

Tahun	Judul Kegiatan	Penyelenggara	Panitia/Peserta/ Pembicara
2015	International Conference on Applied Electrical, Electronic, and Informatics Engineering	Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Pontianak	Peserta

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Pontianak, 11 November 2016
Pengusul,



(Mariana Syamsudin,ST,MT)

LAMPIRAN C
HKI DAN PUBLIKASI

Infert 2016

INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED
ELECTRICAL, ELECTRONICS, AND INFORMATICS ENGINEERING

THE BREAKTHROUGH IN TECHNOLOGY
FOR A BETTER TOMORROW

July 26-27, 2016
Hotel Mercure, Pontianak



Organized by:

 **JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**
Politeknik Negeri Pontianak



Supported by:



Tribun Pontianak
DIWIT BARU KALBAR



BANK KALBAR
PT. BANK PEMBANGUNAN DAERAH KALIMANTAN BARAT

11:20 – 11:40 11	<p>Early Warning System Bencana Banjir Dan System Penyebaran Informasi Dengan Menggunakan Komunikasi Radio Link</p>	<p>Umar Katu, Muh. Tola, Saleh Pallu, Zulfajri B Hasanuddin, Achmad Zubair</p>	<p>Umar Katu</p>
	<p>Dr. Alfeus Sunarso (Session Chair)</p>		
11:40 – 12:00 12	<p>Kajian Wireless Sensor Network (WSN) Untuk Manajemen Energi Gedung Pintar di Politeknik Negeri Pontianak</p>	<p>Yunita, Mariana Syamsudin</p>	<p>Yunita</p>
	<p>Dr. Alfeus Sunarso (Session Chair)</p>		
12:00- 12:30	<p>BEST PRESENTER AWARD & CERTIFICATE DISTRIBUTION</p>		