



PROSIDING

Seminar Nasional MIPA 2016

Naskah diseminarkan pada 5 November 2016 dan dipublikasikan pada
<http://conf.unnes.ac.id/index.php/mipa/mipa2016/schedConf/presentations>



Simulasi Implementasi Smart Metering Sebagai Sistem pencatatan Tagihan Listrik PLN Otomatis Menggunakan Opnet Modeler

Arya Sony¹, Selo Sulisty² dan I Wayan Mustika³

Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi,
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Email: aryas.ti14@mail.ugm.ac.id¹, selo@ugm.ac.id², wmustika@ugm.ac.id³

Abstrak

Proses pencatatan tagihan listrik PLN sampai saat ini masih menggunakan petugas sebagai ujung tombaknya, penggunaan manusia dalam proses pekerjaan dengan repetisi dan wilayah kerja yang luas ini selain tidak efektif namun juga rawan akan kesalahan, terbukti dengan ditemukannya banyak kasus kesalahan pencatatan oleh petugas yang berdampak salahnya jumlah tagihan yang dibebankan kepada pelanggan. Penelitian ini berisi studi kelayakan implementasi sistem smart metering yang ditujukan pada wilayah Indonesia, studi kelayakan dilakukan dengan berdasar pada sistem kelistrikan nasional PLN untuk studi wilayah dan teknologi Iot dengan perangkat WSN untuk studi teknologinya. Penjadwalan pengiriman data adalah fungsional krusial yang diperlukan untuk dimungkinkannya smart metering terimplementasi karena kendala jumlah node yang sangat banyak. Hasil penelitian berupa simulasi implementasi desain infrastruktur smart metering dengan parameter hasil studi yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan Opnet Modeler, hasil simulasi menunjukkan tingkat keberhasilan operasional sistem yang meningkat tajam setelah adanya perbaikan dengan penjadwalan pengiriman data.

Abstract

Until these days process of recording PLN electricity bills still using human as a tools, this kind of policy make operational system inside company not only ineffective but also prone to data miss/error data collection, this issue already proven along the time and cause customers disadvantages. This research contain feasibility study of smart metering implementation system for indonesia region, this study are based on the existing national electricity power system for region feasibility study and latest IoT release technology for technology feasibility study. Scheduling data transmission is crucial functional that needed by smart metering to implementad due to constrain on the huge amount of node. Result of the research is simulation of implementation smart metering infrastructure based on the previous study using Opnet Modeler for the tool, simulation research shows that operational success rate are growing spike after scheduling method are done.

Keywords: Record electricity bills, PLN electricity, smart metering, IoT, Opnet Modeler

I. LATAR BELAKANG

Sistem berjalan yang saat ini masih dipertahankan oleh PLN untuk pengambilan data tagihan listrik para pelanggannya masih menggunakan cara konvensional dengan mencatatnya secara manual dengan bantuan petugas pencatat listrik[1]. Cara seperti itu selain tidak efektif karena manusia yang menjadi alat pencatatnya juga tidak efisien karena keterbatasan manusia dalam pengambilan data tagihan secara manual.

Dibanyak daerah sering terdapat kasus kesalahan petugas pencatat dalam mengambil data yang berakibat menurunnya tingkat kepercayaan pelanggan pada PLN, permasalahan ini perlu diperhatikan dan dicari solusinya[2].

Seperti yang diketahui bersama teknologi informasi berkembang sangat pesat selama

kurun waktu beberapa tahun belakangan, PLN sebenarnya dapat memanfaatkan teknologi yang saat ini ada untuk dijadikan sebagai operasional sistem pencatat tagihan listrik pelanggannya. Sistem otomatis pencatat tagihan memanfaatkan teknologi IoT dengan perangkat WSN dapat menggantikan manusia sebagai alat pencatat tagihan.

Pekerjaan dengan repetisi dan ruang lingkup yang besar seperti pekerjaan mencatat tagihan listrik tidak cocok menggunakan manusia sebagai alat pencatatnya, dengan dimungkinkannya implementasi teknologi IoT untuk memperbaharui sistem lama diharapkan dapat memberikan ide, saran dan masukan bagi PLN.

Sistem pencatat tagihan listrik otomatis selain dapat mengurangi biaya operasional bulanan untuk membayar petugas pencatat data hasil pencatatan oleh smart metering juga lebih akurat karena mesin berbeda dengan manusia yang mungkin untuk lelah dan melakukan kesalahan. Penelitian pada paper ini bertujuan untuk membuat desain infrastruktur sistem smart metering yang hasilnya dibuktikan dengan simulasi menggunakan Opnet Modeler.

II. PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian pada paper ini adalah pengembangan dari penelitian[3] yang berjudul “Rancang Bangun Jaringan Sensor Nirkabel untuk Memonitor Pemakaian Energi Listrik Pelanggan Rumah Tangga Menggunakan Arduino dan ZigBee”. Penelitian tersebut sudah berhasil membuat prototype Watt Meter yang dipasangkan pada meteran pelanggan, Watt Meter digunakan untuk mengukur konsumsi listrik secara realtime dengan memanfaatkan arus dan tegangan yang melewati penghantar. Prototype WattMeter dan pemasangannya di meteran pelanggan bisa dilihat pada Gambar 1.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Studi kelayakan implementasi diperlukan sebagai dasar informasi yang digunakan sebagai acuan untuk merumuskan metode pencurian listrik, studi ini juga dapat digunakan sebagai bayangan umum bagaimana sistem bekerja dan seperti apa medan yang dicakupnya.

Studi kelayakan dibatasi pada dua bidang saja yaitu studi topologi untuk menentukan wilayah kerja sistem dan studi teknologi sebagai kebutuhan teknis agar sistem dapat beroperasi, berikut ilustrasi bagaimana sistem bekerja

A. Studi Kelayakan Wilayah

Smart metering dalam pekerjaannya memanfaatkan data pada setiap meteran pelanggan sebagai logika untuk mendeteksi kasus pencurian seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3, cakupan wilayah yang dibawah oleh gardu penyalur listrik harus ditentukan untuk mengetahui wilayah kerja sistem.



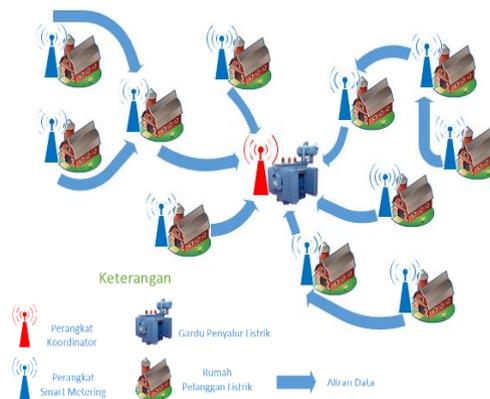
Gambar 1. Prototype WattMeter dan pemasangannya di meteran pelanggan

Mengacu pada data statistik PLN tahun 2015[4] bahwa gardu induk yang tersebar di Indonesia berjumlah 1.381 unit sedangkan gardu distribusi berjumlah 389.311 unit, dua jenis gardu penyalur tersebut menjadi calon untuk dijadikan tempat koordinasi data meteran pelanggan.

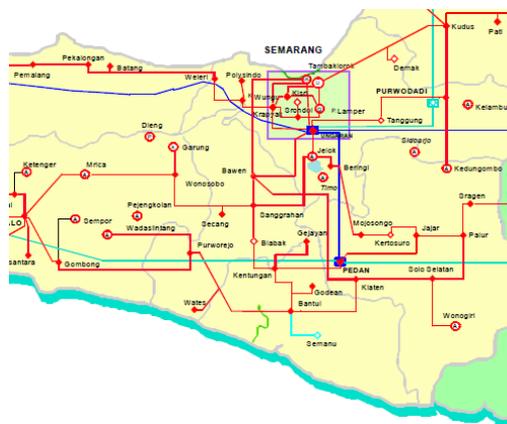
Untuk menentukan wilayah kerja jaringan dapat mengacu dari jumlah sambungan yang dibawahnya. Saat merancang jaringan sistem monitoring perlu dihindari angka yang terlalu besar karena akan menghambat kerja dan membuatnya menjadi tidak optimal namun juga perlu menghindari angka yang terlalu kecil karena mengakibatkan naiknya biaya operasional komunikasi karena pengiriman data dari koordinator ke pusat PLN menggunakan jasa internet.

Keputusan ini menuntut untuk melihat peta distribusi persebaran gardu induk dan gardu distribusi, pada Gambar 3 terlihat bahwa persebaran gardu induk yang terlalu luas cakupannya menjadikannya gugur dalam pemilihan tempat koordinasi data sehingga diputuskan untuk menempatkan koordinasi data pelanggan di gardu distribusi/trafo distribusi.

Setelah ditentukan gardu distribusi sebagai tempat koordinasi data maka dapat diperhitungkan perkiraan jumlah node per jaringan, dari data tahun 2015 laporan tahunan PLN[2] didapatkan jumlah perkiraan node pada satu jaringan dengan membagi total sambungan listrik dengan jumlah gardu distribusi. Berikut jumlah data sambungan pelanggan listrik PLN per gardu induk dan per gardu distribusi



Gambar 2. Ilustrasi smart metering dalam bekerja



Gambar 3. Persebaran gardu induk pada wilayah Jawa Tengah dan DIY

Tabel 1. Jumlah sambungan per gardu induk dan gardu distribusi

Total Sambungan Listrik	Jumlah Gardu Induk	Jumlah Gardu Distribusi	Sambungan Per Gardu Induk	Sambungan Per Gardu Distribusi
57.493.234	1.381	389.311	41.632	148

Tabel 2. Jumlah sambungan per trafo distribusi

Jenis Rumah	Daya Langgan	Sambungan Per Trafo
Subsidi	450	1400
Kecil	900	700
Sederhana	1200	485
Besar	2200	286
Mewah	3500	180

Didapatkan angka 41.632 sambungan listrik per gardu induk dan 148 sambungan per gardu distribusi, perhitungan ini turut membuktikan bahwa penempatan perangkat koordinator di gardu induk kurang sesuai karena angkanya yang terlalu besar. Secara teknologi nilai 41ribu sambungan masih berada dalam batas kemampuan namun dalam prakteknya belum ada yang mampu untuk mengimplementasikan nilai sebanyak itu.

Jumlah sambungan rumah pada tabel diatas adalah jumlah maksimum sambungan yang dapat dibebankan ke satu gardu untuk wilayah yang homogen, tentu tidak ada keadaan seperti itu pada pemukiman yang sebenarnya, oleh karenanya untuk keperluan simulasi akan dimodelkan berdasarkan data pada Tabel 2 menjadi 3 bagian yaitu wilayah padat dengan jumlah node 900, wilayah sedang 550 node dan wilayah jarang 140 node.

B. Studi Kelayakan Teknologi

Perlu untuk diketahui bahwa pemilihan protokol komunikasi sudah mencakup semua aspek teknologi mulai dari spesifikasi hardware sampai pada keamanan sehingga secara umum pemilihan protokol komunikasi dapat mengacu pada pemilihan infrastruktur.

Terdapat tiga protokol komunikasi data WSN yang terlegitimasi berlaku di seluruh dunia untuk mengakomodasi rancangan sistem terkait, ketiga protokol tersebut adalah 6LowPan yang berorientasi global, ZigBee yang berorientasi lokal Multi Hop dan Miwi|WirelessHART|ZWave yang berorientasi Star. Ketiganya menggunakan standar protokol IEEE 802.15.4 LowRate Wireless PAN sebagai dasar protokol komunikasinya[5].

Pemilihan infrastruktur sistem sangat terpengaruh dari hasil keputusan kemungkinan kerja sama dengan pihak penyedia jasa komunikasi, smart metering akan sangat terbantu kinerjanya jika mendapat dukungan dari penyedia jasa telekomunikasi, uraian ini penting karena dengan adanya kepastian kerja sama akan mempengaruhi keputusan pengembangan sistem dalam pemilihan teknologi.

Penelitian ini mengasumsikan kerja sama dengan pihak penyedia jasa telekomunikasi tidak dimungkinkan dan dengan berbagai pertimbangan dan mengacu pada data yang sudah diuraikan studi kelayakan wilayah maka infrastruktur sistem yang dipilih adalah dengan memanfaatkan setiap perangkat smart metering untuk menjadi relay/router bagi sesamanya dalam rangka pengiriman data ke koordinator, ZigBee memungkinkan mengirimkan data dengan cara Multi Hop yaitu kemampuan berkomunikasi dengan jangkauan wilayah tanpa melibatkan pihak penyedia jasa komunikasi.

C. Memodelkan Pemukiman dalam Simulasi

Perlunya diuraikan di awal pembahasan simulasi tentang apa saja yang terlibat dalam dunia real dan seperti apa bentuknya saat dimodelkan pada simulasi. Berikut hal-hal yang dimodelkan dalam simulasi smart metering

1. Rumah pelanggan sebagai Router ZigBee

Didalam satu rumah biasanya terdapat satu buah meteran listrik, kecuali rumah yang cukup besar sehingga diijinkan oleh PLN untuk memiliki lebih dari satu. Setiap meteran listrik dimodelkan dengan satu Router ZigBee. Rumah pelanggan sebagai Router ZigBee dapat dilihat pada Gambar 4.

2. Trafo distribusi sebagai Koordinator ZigBee

Trafo distribusi bertugas menurunkan tegangan menengah dari gardu induk untuk di alirkan ke pengguna rumahan/industri. Pada masing-masing trafo distribusi disematkan satu koordinator PAN sebagai pengumpul data tagihan listrik pada wilayah yang didistribusikannya. Trafo distribusi sebagai Koordinator ZigBee dapat dilihat pada Gambar 5.

IV. HASIL PENELITIAN

A. Simulasi Pengiriman Data Secara Bersamaan

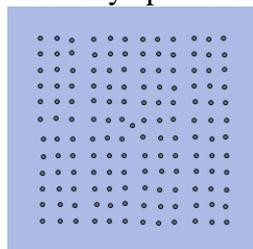
Penjadwalan pengiriman data adalah pemberian jeda kepada masing-masing node untuk tidak mengirimkan paket secara terus menerus, hal ini dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada semua paket yang ada di jaringan untuk sampai ke koordinator sebelum paket selanjutnya dikirimkan, penjadwalan sangat dibutuhkan pada jaringan WSN yang bekerja dengan node banyak, berikut parameter simulasinya



Gambar 4. Rumah pelanggan dan modelnya pada simulasi Opnet Modeler



Gambar 5. Trafo distribusi dan modelnya pada simulasi Opnet Modeler

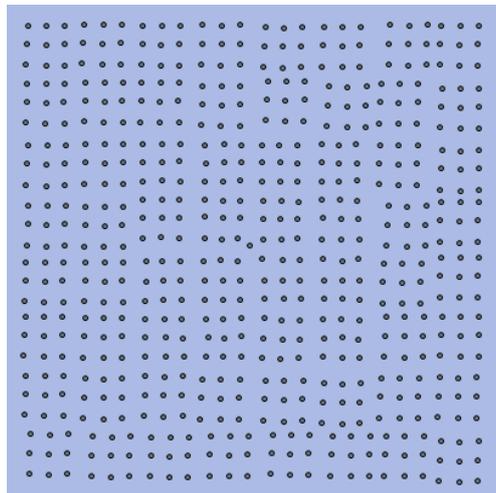


Gambar 6. Bentuk Topologi 144 node

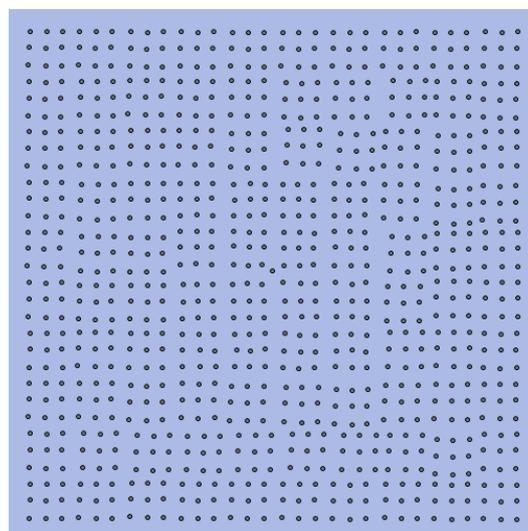
Tabel 3. Parameter simulasi pengiriman data secara bersamaan

Parameter	Nilai
Jumlah Node	9 17 33 80
Protokol Routing	Mesh
Lama Simulasi	1 jam Sample nilai 600
Aplikasi	Constat arrival 1 Waktu mulai: 50 Waktu selesai: tak hingga

Gambar 6,7 dan 8 adalah topologi yang dipersiapkan pada Software Opnet Modeler, bentuk dari topologi sengaja dibuat teratur agar mudah dalam penempatannya. Terlihat koordinator berada tepat ditengah untuk mencerminkan keadaan maksimal topologi yang dapat dimungkinkan pada keadaan sebenarnya.



Gambar 7. Bentuk Topologi 576 node



Gambar 8. Bentuk topologi 900 node

Tabel 4. Hasil simulasi pengiriman data secara bersamaan

Jumlah node	Paket kirim	Paket diterima	Paket drop	Paket outstanding	Persentase keberhasilan
9	427	401	26	0	93,9 %
17	863	596	104	163	69,1%
33	1710	537	367	806	31,4 %
80	4083	272	1295	2516	6,6 %

Tabel 5. Parameter simulasi pengiriman data dengan penjadwalan

Parameter	Nilai
Jumlah Node	9 17 33 80
Protokol Routing	Mesh
Lama Simulasi	10 Menit Sample nilai 600
Aplikasi	Constat arrival 1 Waktu mulai: 50 Waktu selesai: 53

Yang perlu diperhatikan dari parameter simulasi ini pertama lama simulasi, dalam waktu 1 jam diambil nilai sebanyak 600 kali artinya setiap detik paket dikirimkan oleh node yang disetting untuk mengirimkan datanya. Selanjutnya pada kolom aplikasi, aplikasi artinya layer yang memproduksi paket data ZigBee, terlihat tipe produksinya adalah constant arrival 1 artinya paket dikirimkan terus menerus tanpa jeda dengan rasio 1:1 untuk total waktu.

Dari hasil pada Tabel 4 diatas terlihat jelas bahwa semakin besar topologi yang dibangun maka persentase keberhasilan pengiriman data semakin kecil, terlihat pada jumlah node 80 persentase keberhasilan hanya sebesar 6,6% tentu pada topologi berjumlah node ratusan persentase keberhasilannya akan semakin kecil lagi.

B. Simulasi Pengiriman Data Dengan Penjadwalan

Penjadwalan kirim data per node dimaksudkan agar penggunaan jaringan yang dialokasikan pada node untuk setiap waktu dalam keadaan optimal, artinya pada waktu tersebut jaringan dimiliki penuh oleh node yang sedang mengirimkan data. Untuk alokasi waktu yang diberikan untuk masing-masing node dapat menggunakan cara membagi waktu simulasi dengan jumlah node, jika waktu simulasi 10menit maka dibagi dengan 900 maka , berikut parameter simulasinya

Yang perlu diperhatikan pada parameter simulasi diatas adalah pada baris aplikasi kolom nilai, pengiriman data secara spesifik ditempatkan pada waktu simulasi detik ke 50 dan dakhiri pada detik ke 53, nilai 4 detik yang diperoleh masing-masing node adalah hasil pembagian waktu jeda sistem(1jam per siklus kirim data) untuk jumlah node 900, jaringan dengan jumlah node yang kurang dari 900 memiliki alokasi waktu pernode yang lebih besar.

Dalam sistem yang menerapkan penjadwalan pengiriman data pada saat alokasi waktu sudah diberikan pada satu node maka jaringan tersebut menjadi miliknya. Untuk mensimulasikan model pengiriman tersebut sesuai dengan yang direncanakan maka semua node dimatikan proses pengiriman datanya kecuali satu node saja. Berikut hasil simulasinya

Tabel 6. Hasil simulasi pengiriman data dengan penjadwalan

Jumlah node	Paket kirim	Paket diterima	Paket drop	Paket outstanding	Persentasi keberhasilan
9	4	4	0	0	100 %
17	4	4	0	0	100 %
33	4	4	0	0	100 %
80	4	3	0	1	75 %

Terlihat pada tabel hasil simulasi diatas bahwa penjadwalan pengiriman data sangat berpengaruh pada kestabilan sistem, nilai keberhasilan untuk semua simulasi menunjukkan angka yang tinggi, nilai keberhasilan pada jumlah node 80 memang tidak 100% namun 1 dari 4 paket yang tidak diterima bukan drop namun outstanding, outstanding adalah paket yang belum diterima klarifikasi kedatangannya(ACKnya), sehingga paket belum tertanda sukses dikirimkan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari simulasi yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa secara infrastruktur smart metering dapat diterapkan disemua wilayah baik yang padat maupun yang jarang. Penjadwalan pengiriman data sangat krusial dan menjadi kunci keberhasilan pengiriman data untuk mengatasi permasalahan jaringan yang sangat padat.

Penelitian ini hanyalah sebagian dari pekerjaan besar yang terdiri dari berbagai macam aplikasi, pada paper ini hanya dibahas bagaimana infrastruktur sistem didesain dan diuji. Penelitian lanjutan tentang prototype perangkat, aplikasi yang ditanamkan pada perangkat dibutuhkan untuk dapat terlaksananya sistem yang utuh.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jessyntha. R, “Otomasi Pembacaan Data Penggunaan Listrik Pada Kwh Meter Pascabayar Untuk Mengurangi Waktu Proses Pengambilan Data Dan Perhitungan Tagihan Listrik Menggunakan Pendekatan Jaringan Syaraf Tiruan”, ETD Repository UGM, (2014)
- [2] Sofiana, T. “Tinjauan Atas Pencatatan Dan Penilaian Piutang Pelanggan Pada Pt. Pln (Persero) Distribusi Jawa Barat Dan Banten Upj Ujungberung”, Widyatama Repo, (2012)
- [3] Shaulagara. S, “Rancang Bangun Jaringan Sensor Nirkabel untuk Memonitor Pemakaian Energi Listrik Pelanggan Rumah Tangga Menggunakan Arduino dan Zigbee”, ETD Repository UGM, (2014)
- [4] Dirjen Ketenagalistrikan, Statistik Ketenagalistrikan (2014), edisi no.28 halaman VII
- [5] Gislason, D. “ZigBee Wireless Networking”, Newnes, 1 September (2007)