



Analisis Implementasi Konektivitas Indihome Untuk Pengguna Smart Meter PLN *Indihome Connectivity Implementation Analysis For PLN Smart Meter Customer*

Aisyatul Karima¹, I Ketut Agung Enriko²

¹Teknik Informatika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang

²Telkom Corporate University, PT.Telkom Indonesia

¹aisyatul.karima@polines.ac.id, ²enrico@telkom.co.id*

Abstract

Smart meters are an integration of ICT in energy meters. The smart meter has a two-way communication feature that allows the operator to read energy data remotely and in real time. In carrying out remote and real-time monitoring, this raises several problems including connection costs, coverage area and the quality of the connection. Based on this background, the formulation of the problem in this study is how to choose effective and efficient smart meter connectivity for customers and how the performance of IndiHome services in the implementation of PLN's smart meters. The purpose of this study is to provide a recommendation system for the selection of an effective connection and propose a new architecture for PLN smart meter customers. This is one of the internet of things (IoT) implementations to save cost in the use of smart meters. The method that used is literature review, survey, data collection, develop a new architecture, as well as analysis and evaluation of the results. The results of this study indicate that the proposed new IndiHome architecture can send monitoring data from the PLN smart meter device remotely and in real time and does not incur costs that burden customers.

Keywords: smart meter, IndiHome, IoT, coverage area.

Abstrak

Smart meter merupakan penggabungan ICT pada meter energi. Smart meter mempunyai fitur komunikasi dua arah sehingga memungkinkan pembacaan data energi oleh operator secara remote dan real-time. Dalam melaksanakan monitoring secara remote dan real-time ini timbul beberapa permasalahan di antaranya biaya koneksi, coverage area serta kualitas sebuah koneksi tersebut. Berdasarkan latar belakang tersebut maka rumusan masalah dalam penelitian ini berupa bagaimana memilih konektivitas smart meter yang efektif dan efisien bagi pelanggan serta bagaimana performa layanan IndiHome dalam implementasi smart meter PLN. Tujuan penelitian ini adalah untuk analisa terhadap pemilihan koneksi yang efektif serta mengusulkan arsitektur baru untuk pelanggan smart meter PLN. Hal ini sebagai salah satu implementasi teknologi internet of things (IoT) dalam upaya penghematan biaya dalam implementasi smart meter. Metode yang digunakan adalah studi pustaka, survey, pengumpulan data, merumuskan arsitektur baru, serta analisis dan evaluasi hasil. Adapun hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa arsitektur baru IndiHome yang diusulkan mampu mengirim data monitoring dari perangkat smart meter PLN secara remote dan realtime serta tidak menimbulkan biaya yang memberatkan pelanggan.

Kata kunci: smart meter, IndiHome, IoT, coverage area.

1. Pendahuluan

Smart meter merupakan penggabungan ICT pada meter energi. Smart meter mempunyai fitur komunikasi dua arah sehingga memungkinkan pembacaan data energi

oleh operator secara remote dan realtime. Layanan ini disediakan oleh PLN untuk memantau serta memonitor penggunaan listrik pelanggan secara smart.

Selain itu, PLN juga mengimplementasikan teknologi *smart grid*. Arsitektur dalam *smart grid* terintegrasi dengan teknologi informasi dan telekomunikasi melalui seperangkat peralatan yang diawali sensor pengukur, pengaman dan pengendali sebagai data masukan yang terhubung dengan Central Processing Unit (CPU) untuk dianalisis sehingga menghasilkan optimasi pengoperasian sistem tenaga listrik yang andal dan efisien. Dalam rangka mengoptimalkan sumber daya, mengurangi biaya, meningkatkan keandalan, dan meningkatkan efisiensi operasi tenaga listrik, seluruh informasi tersebut perlu diintegrasikan dan dianalisis.

Dalam pelaksanaannya, jaringan komunikasi yang digunakan oleh *smart meter* menimbulkan biaya yang tinggi. Hal ini dikarenakan beberapa layanan komunikasi data yang diberikan harganya kurang bersahabat.

Sebuah studi [1] menginvestigasi dua implementasi yang berhubungan dengan ketegangan menyeluruh antara fleksibilitas dan dorongan terkoordinasi dengan gaya implementasi teknokratis atau adaptif yang muncul. Metode yang digunakan adalah dengan empat studi komparatif dari permasalahan *smart electricity meter* antara tahun 2000-2019 di Belanda, Norwegia, Portugal, dan Inggris.

Salah satu permasalahan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) *microgrid* adalah biaya instalasi awal yang masih cukup tinggi sehingga perlu dipastikan PLTS ini memiliki umur pakai yang panjang melebihi waktu *break event point* (BEP) sehingga penggunaan PLTS dapat menghasilkan keuntungan [2]. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menerapkan sistem *monitoring* kondisi dan performansi dari PLTS menggunakan teknologi IoT yang dapat memantau PLTS secara jarak jauh dan menggunakan *web server* sebagai perangkat *monitoring*-nya. Pada penelitian sebelumnya terdapat tiga parameter yang dijadikan untuk mengidentifikasi gangguan yaitu tegangan pada panel (Vp), temperatur panel (Tp), dan resistansi panel (Rp). Pendekatan terbaru dari proses *monitoring* PLTS yaitu dengan menggunakan aplikasi IoT, seperti yang dilakukan oleh [3]. Pada penelitian ini digunakan mikrokontroler CC3200 dengan ARM Cortex-M4. Sebagai modul komunikasi digunakan on-board wifi yang dapat mengirimkan data tiap 30 detik. [4] menyebutkan bahwa penelitiannya membagi *smart meter* dan berpotensi untuk mempengaruhi tingkat konsumsi energi terbarukan selama pemakaiannya dengan studi kasus di Nigeria.

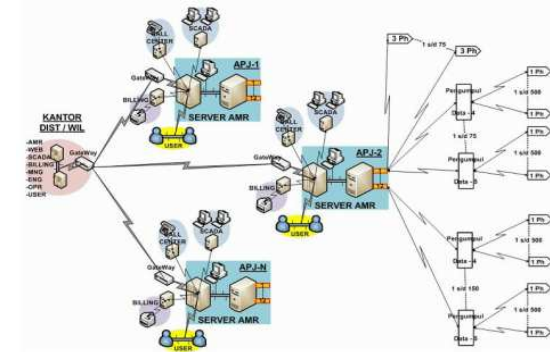
Sebuah studi [5] menyatakan bahwa harga merupakan salah satu variabel yang berpengaruh dalam kesuksesan promosi energi terbarukan. Oleh karena itu penentuan harga jual sangat penting dengan memperhatikan karakter dan spesifikasi alternatif energi terbarukan tersebut. Dari beberapa review sistem *smart grid* energi terbarukan pada beberapa tahun ini mengindikasikan

beberapa hal potensial seperti karakteristik riset di masa mendatang. Hal ini sangat berguna dalam pembangunan, penentuan kebijakan, serta dalam implementasi sistem energi terbarukan.

Fungsi *smart meter* diantaranya adanya pengambilan data secara *remote* yang digunakan untuk perhitungan *billing* pelanggan. Selain itu berfungsi untuk pengumpulan data tambahan termasuk kualitas daya, informasi *outage*, *losses* teknis maupun non-teknis serta fitur untuk berkomunikasi dengan peralatan rumah tangga dan komunikasi dengan pembangkit sendiri [6].

Teknologi *smart meter* yang diterapkan harus memenuhi syarat diantaranya *user friendly*, menggunakan standar pengukuran yang baku, fitur keamanan, mengikuti sistem dan protokol yang sifatnya *open*, *low cost*, serta *interoperability*.

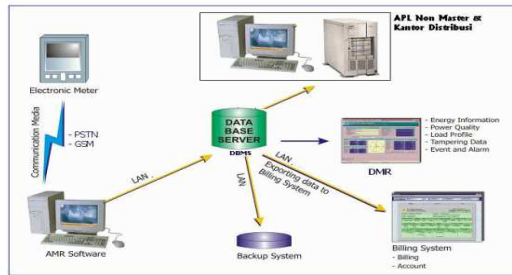
Standar sistem pembacaan meter energi terkendali jarak jauh PLN atau yang lebih dikenal dengan *automatic meter reading* (AMR). AMR memiliki topologi seperti pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Topologi AMR PLN [6]

Standar ini digunakan untuk membaca dan mengatur meter energi tegangan rendah, tegangan menengah, tegangan tinggi maupun tegangan ekstra tinggi, baik yang terpasang di lokasi pelanggan maupun di lokasi sistem kelistrikan PLN (Ifanda, AMI Book, 2014). Adapun alur pengiriman data pembacaan *smart meter* ke *data base server* berawal dari AMR software yang ada pada operator AMR melalui media komunikasi GSM. Sistem mengambil data hasil pengukuran kWh meter pada konsumen sesuai pada Gambar 2.

Database server di APL non-master dan kantor distribusi mengolah dan menyimpan data tersebut melalui jaringan LAN dan juga dikirim ke sistem *backup* sebagai cadangan data. Sistem *billing* akan membaca data hasil pengukuran yang sudah diolah dengan proses ekspor ke sistem *^*. Selain itu, data pengukuran energi (arus, tegangan, pf, dan lain-lain) dikirimkan ke *digital mark reader* (DRM) untuk dianalisis dan didapatkan informasi tentang energi, kualitas daya, profile beban, tempering data, event, dan alarm.



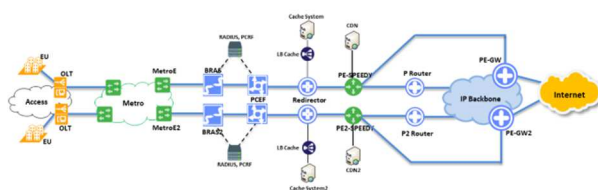
Gambar 2. Alur pengiriman data AMR ke database server [6]

Penerapan AMR yang memudahkan pelanggan dalam menggunakan dan membayar listriknya membuat pengguna AMR semakin bertambah. Spesifikasi AMR yang digunakan juga semakin maju karena sudah menggunakan AMR 16 kanal sehingga data yang dapat diambil dari pengukuran semakin banyak dan akurat.

Permasalahan kWh meter yang dipakai di Indonesia, berdasarkan hasil kusioner AMI yang telah dilakukan PTKKE di PLN Disjaya Gambir, beberapa permasalahan kWh meter yang sering terjadi yaitu kasus “stop measurement” terutama pada kWh meter yang umurnya lebih dari 10 tahun. Namun “stop” di sini kWh meter tetap melakukan pengukuran, namun hanya *recording*-nya saja yang berhenti. Karena tidak ada backup pemakaian di konsumen, penanganan yang dilakukan adalah mengganti kWh meter tersebut. Selain itu, kWh meter Prabayar yang hampir digunakan masyarakat pelanggan listrik lebih banyak bermasalah pada *hardware*-nya.

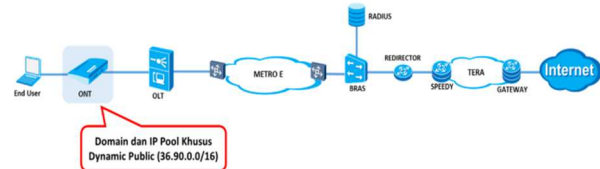
Berdasarkan [7], untuk mengetahui kinerja tiap teknologi diperlukan analisis terhadap jaringan yang digunakan dalam penelitian tersebut. Adapun parameter yang digunakan diantaranya tingkat *maximum distance*, kekuatan sinyal dan kualitas jaringan pada kondisi *indoor* - *outdoor* serta ketinggian berbeda, serta tingkat terjadinya *collision* saat proses transmisi.

Adapun arsitektur IndiHome dijelaskan pada Gambar 2 berikut. Pada dasarnya arsitektur IndiHome merupakan pengembangan produk Speedy yang merupakan layanan *broadband* akses yang diluncurkan PT. Telkom beberapa tahun silam. Bedanya untuk layanan Speedy, dulu menggunakan modem asynchronous digital subscriber line (ADSL) dengan kabel tembaga, sedangkan dalam IndiHome menggunakan kabel optik dengan perangkat Modem [8] yang dinamakan dengan optical network termination (ONT) yang menggunakan teknologi gigabit passive optical network (GPON).



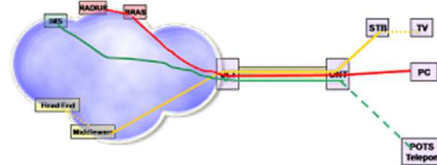
Gambar 3. Arsitektur IndiHome

Berdasarkan arsitektur pada Gambar 3 bahwa konektivitas IndiHome menggunakan beberapa perangkat jaringan di antaranya *optical network termination* (ONT), *optical line terminal* (OLT), MetroEthernet, BRAS, RADIUS, PE Router, IP backbone serta perangkat lainnya.



Gambar 4. Arsitektur IndiHome (2)

Adapun di antara perangkat OLT dan ONT meski secara fisik terhubung menjadi satu kesatuan jaringan seperti pada Gambar 5, namun sebenarnya secara *logic*, perangkat tersebut terbagi menjadi 3 kanal yang berbeda fungsinya.



Gambar 5. Kanal dalam OLT dan ONT

Berdasarkan Gambar 4, ketiga kanal tersebut adalah layanan *broadband* internet, layanan IPTV, serta layanan telepon kabel. ONT ini bisa berfungsi sebagai *bridge* maupun *router*. Dalam layanan *broadband* internet, ketika ONT bertindak sebagai *router*, maka konfigurasi dilakukan meliputi PPPoE, VLAN, setting NAT serta *username* dan *password*. Adapun ketika ONT bertindak sebagai *bridge*, dia juga memiliki konfigurasi yang hampir sama. Perbedaannya terletak pada *layer* yang dikonfigurasi. Ketika berfungsi sebagai *router* maka *layer* yang digunakan yaitu *layer network*, sedangkan ketika berfungsi *bridge*, maka *layer* yang digunakan adalah data *link layer*.

Dalam layanan IPTV, ONT berfungsi sebagai *bridge* (*layer 2*). Jika konfigurasi sudah tepat, maka *middleware* yang menghubungkan OLT akan mengirim IP address ke *set top box* (STB). Dalam STB ini, konfigurasi *username* dan *password* dapat dilakukan.

Dalam layanan ketiga sebagai layanan telepon atau VoIP, maka ONT bertindak sebagai *gateway* yang berfungsi untuk mentranslasikan data dari format IP menuju digital ataupun sebaliknya dari digital ke analog dan sebaliknya. Seluruh konfigurasi pada layanan IndiHome ini bisa dilakukan pada ONT, OLT maupun melalui NMS.

Pengaruh Spreading Factor (SF) terhadap RSSI dan SNR pada ruang terbuka dan chamber terlihat pada kualitas SNR nya [9]. Walaupun *success rate* selisihnya tidak begitu signifikan namun sangat berpengaruh pada

waktu penerimaan data. Sebab kualitas SNR yang kurang baik maka akan menyebabkan pengulangan pengiriman dan itu akan memakan waktu serta daya untuk mengirimkan kembali data yang tertunda. Sedangkan kualitas SNR dipengaruhi oleh RSSI. Nilai RSSI yang baik akan menghasilkan kualitas SNR yang baik pula untuk transmisi data.

Gateway yang digunakan pada platform IoT mampu menerima data dari end node yang sama dan menerima beberapa frekuensi secara bersamaan pada setiap Spreading Factor (SF). Dalam perangkat tersebut akan dipilih gateway secara otomatis dan hanya bekerja optimal pada 1 gateway, sedangkan Spreading Factor (SF) dapat dipilih dengan menggunakan source code yang telah dibuat pada library platform IoT tersebut. Kanal bersifat random karna antenna singular hasilnya tidak stabil sehingga sistem secara otomatis memilih kanal yang tersedia.

Smart meter berbasis Internet of Things (IoT) telah banyak digunakan untuk memantau penggunaan konsumsi energi di beberapa rumah tangga. [10]. Studi tersebut telah mengkonfirmasi kehadiran smart meter berbasis konektivitas LoRaWAN dapat diterapkan di pedesaan meski dengan keterbatasan akses internet.

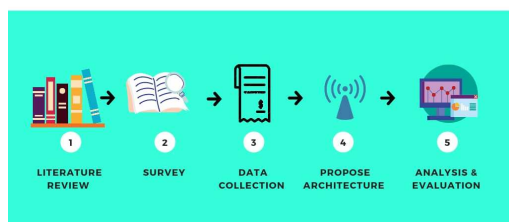
Tujuan kajian ini adalah untuk memberikan sistem rekomendasi terhadap pemilihan koneksi yang efektif untuk pelanggan *smart meter* PLN. Hal ini sebagai salah satu implementasi IoT dalam upaya penghematan dari sisi ekonomi dalam pemakaian *smart meter*.

Identifikasi masalah dalam studi ini adalah bagaimana memilih konektivitas *smart meter* yang efektif dan efisien bagi pelanggan serta bagaimana performansi layanan IndiHome dalam implementasi *smart meter* PLN.

Adapun objek permasalahan konektivitas ini diambil dari studi kasus terhadap pelanggan *smart meter* PLN dengan menggunakan layanan internet IndiHome dari PT. Telkom pada ruko Dharmawangsa, Jakarta selatan.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian dalam penelitian ini seperti pada Gambar 6 yang meliputi *literature review*, survey lokasi, pengumpulan data, merancang arsitektur, analisis data, serta evaluasi.



Gambar 6. Metode penelitian

Dalam tahap *literature review* mengumpulkan studi pustaka baik terkait definisi *smart meter*, arsitektur *smart meter*, layanan platform IoT Telkom, layanan IndiHome, serta konektivitas jaringan lainnya. Proses survey dilaksanakan pada kompleks ruko Dharmawangsa sebagai salah satu *pilot project* kerja sama PT Telkom dengan PT PLN dalam inisiasi layanan *smart meter*.

Pengumpulan data berupa data teknis perangkat di lapangan yang digunakan dalam konfigurasi *smart meter* dan IndiHome. Berdasarkan data tersebut diusulkan sebuah arsitektur *smart meter* dengan memanfaatkan koneksi IndiHome yang dapat dimanfaatkan oleh pelanggan. Arsitektur yang diusulkan tersebut dianalisis performansinya baik dari sisi *availability* serta *reliability*. Selain analisis dari sisi teknis, analisis juga dilakukan dalam *cost comparison* antara koneksi menggunakan IndiHome dengan koneksi *existing* menggunakan jaringan GSM yang sudah tersedia.

3. Hasil dan Pembahasan

Objek penelitian ini berlokasi di ruko Dharmawangsa, Jakarta Selatan. Adapun peta lokasi dijelaskan pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Peta Lokasi Objek Penelitian

Dari perangkat *smart meter* terdapat beberapa variabel parameter data yang bisa diambil seperti ditunjukkan pada Gambar 8 berikut.

Instant Data	
Clock	
Stand Energy Import (+)	
Stand Energi Export(-)	
Voltage	
Current Phase (Current in)	
Neutral Current (Current out)	
Active Power	
Frequency	
Power Factor	
Load Profile	
Clock	
Voltage	
Current Phase	
Neutral Current	
Power Factor	
Active Power	
Reactive power	
Power (Apparent)	
Billing Data	
Clock	
Stand Energy Import (+)	
Stand Energi Export(-)	

Gambar 8. Variabel data dalam smart meter

Berdasarkan hasil survey lapangan, terdapat tiga parameter utama yang bisa digunakan diantaranya adalah *voltage* (tegangan), *current phase* (arus masuk) serta *power factor* dengan membandingkan besarnya daya aktif dan daya reaktif. Dalam perencanaan koneksi IndiHome untuk layanan smart meter, direncanakan akan mencapai 300 hingga 500 rumah pelanggan. Namun hal ini sangat dipengaruhi oleh ukuran dan luas masing-masing rumah pelanggan.

3.1. Analisis Performansi

Analisis performansi kabel fiber optik terhadap koneksi jaringan IndiHome menggunakan metode perhitungan *link budget* dengan standar ITU-T G.984 [8] dimana sensitivitas -28 dBm dan *availability* batas minimal standar dari PT. Telkom sebesar 95%. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa *downlink* dengan daya terima sebesar (-24,014) dBm dan *uplink* sebesar (-28,297) dBm. Sedangkan dalam perhitungan margin daya menghasilkan 3,986 dBm untuk *downlink* dan (-0,297) dBm untuk *uplink*. Perhitungan tersebut merupakan hasil sampel pelanggan dari daerah Berkoh yang merupakan titik terjauh dari beberapa sampel yang diambil dengan jarak sekitar 11,193 km dari STO.

Pada perhitungan *availability* menggunakan perhitungan jumlah SLG comply serta total gangguan. SLG comply adalah jumlah gangguan yang sudah diperbaiki. Total gangguan adalah jumlah keseluruhan gangguan dari gangguan yang sudah diperbaiki sampai gangguan dalam tahap proses perbaikan. Dengan rumus 1 sebagai berikut [8] :

$$AV = \left[\frac{\text{Jumlah SLG Comply}}{\text{Total Gangguan}} \right] \times 100\% \quad (1)$$

Di mana nilai AV, diperoleh dari jumlah SLG comply dibagi dengan total gangguan serta dikalikan dengan 100%. Sehingga nilai *availability* merupakan jumlah SLG gangguan yang sudah ter-cover serta jumlah seluruh gangguan.

Garansi atau janji PT. Telkom kepada *customer* mengenai *maximum resolution time* penanganan gangguan jaringan IndiHome fiber mencakup deskripsi layanan, waktu layanan dan penalti [Nidia Purwokerto, Analisis Performansi Dense] dinamakan *Service Level Guarantee* (SLG). Pelayanan SLG diberikan dengan penanganan gangguan batas maximum waktu tiga hari, apabila lewat dari tiga hari maka pihak Telkom akan memberikan garansi seperti bebas biaya selama satu bulan. Penanganan gangguan SLG dinyatakan dalam persen (%) dan penanganan gangguan dinyatakan bagus jika mencapai 95% sampai dengan 100 %.

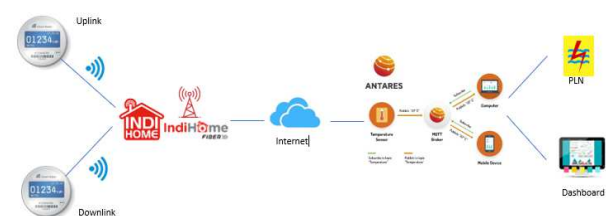
Berdasarkan sebuah studi [11] disebutkan bahwa koneksi smart meter reader menggunakan modul GSM mampu meningkatkan tingkat akurasi dalam proses pembacaan smart meter.

Penelitian tersebut telah mempresentasikan desain dan implementasinya dari *smart electric meter reader* berbasis modul GSM yang mengirimkan pembacaan jumlah listrik yang dikonsumsi secara berkala ke kantor penagihan perusahaan penyedia listrik dan juga ke konsumen, secara nirkabel.

Dari hasil percobaan, sistem secara akurat mengukur daya yang dikonsumsi. Ini ditentukan ketika tagihan yang ditampilkan dibandingkan dengan yang dikirim melalui SMS. Kelebihan lainnya termasuk peningkatan akurasi pembacaan meter, pengurangan tenaga kerja, dan kemungkinan *tampering* tagihan. Selain itu, menghilangkan pelanggaran privasi oleh penyedia layanan dan mengurangi biaya tagihan tagihan listrik. Namun dari sisi harga, layanan ini kurang ekonomis karena harganya mahal.

3.2. Arsitektur smart meter

Adapun arsitektur smart meter yang diusulkan menggunakan koneksi IndiHome ditunjukkan pada Gambar 9 berikut.



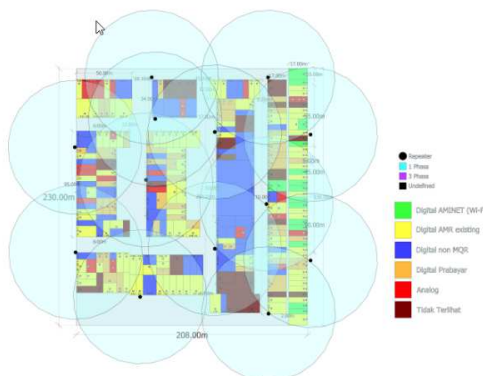
Gambar 9. Arsitektur smart meter dengan IndiHome

Berdasarkan arsitektur tersebut smart meter akan dikirim menggunakan *uplink* dan *downlink* IndiHome yang akan diteruskan melalui platform IoT Telkom. Peran platform IoT dalam hal ini sebagai *server* biasa

khusus untuk MQTT *broker* yang berfungsi untuk mengumpulkan data dari *smart meter*. Dalam platform tersebut akan termonitor secara *real-time* seluruh aktivitas yang diperoleh dari perangkat *smart meter*. Data akan dikirim dari *smart meter* secara periodik setiap lima menit sekali, luaran dari hasil monitoring tersebut akan diakses oleh PT. PLN untuk perhitungan *billing*, daya, tegangan, dan keperluan teknis lainnya.

Dikarenakan area yang terpisah agak jauh dari modem utama IndiHome, maka permasalahan yang timbul adalah sinyal yang kurang maksimal. Oleh karena itu, diusulkan ditambahkan *repeater* di beberapa titik yang saling bisa memancarkan sinyal *customer* terdekatnya. Repeater dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan dalam transmisi data [12].

Data diperoleh dari pemasangan *smart meter* di lokasi ruko Dharmawangsa Jakarta Selatan dengan menggunakan jaringan koneksi IndiHome. Berdasarkan data survei di lapangan terdapat 97 titik *automatic meter reading* (AMR) yang terpasang dengan luas area sekitar 47.840 meter persegi. Dengan luas area tersebut maka diperlukan *repeater* sejumlah 13 buah. Sebuah *repeater* mampu mencakup sinyal dengan jarak sekitar 3.680 meter persegi. Repeater kuantum dapat memperpanjang skala jarak menggunakan skema pertukaran informasi [13]. Pemetaan perangkat *repeater* dan perangkat lainnya pada lokasi objek penelitian bisa dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Pemetaan *repeater* dan perangkat lain.

3.3. Analisis biaya perangkat

Berdasarkan Tabel 1, selain perangkat digital AMR *existing* terdapat pula beberapa perangkat lainnya yang ter-cover dalam jangkauan koneksi IndiHome tersebut. Perangkat tersebut di antaranya adalah digital non-MQR sejumlah 55 buah, digital AMINET (Wi-Fi Telkom) sejumlah 16 buah, digital prabayar sejumlah 37, serta analog sejumlah 14 buah.

Tabel 1. Total Meteran Perangkat

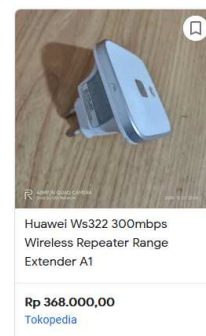
Perangkat	3 phase	1 phase
Digital AMR Existing	97	
Digital non MQR	55	
Digital AMINET (Wi-Fi Telkom)	16	
Digital Prabayar	37	12

Perangkat	3 phase	1 phase
Analog	12	14
Tidak Terlihat		19

Perangkat *repeater* bisa menggunakan Tenda O3 CPE Outdoor WIFI *Repeater* Tenda O3 Point to Point. Dari sisi perhitungan biaya, *repeater* seharga sekitar 375.000 rupiah tersebut mampu menjangkau area sekitar 3.680 meter persegi. Sehingga dalam pelaksanaan di lapangan jika menggunakan 13 *repeater* dengan luas area sekitar 47.840 meter persegi, maka cost yang timbul sekitar 4.875.000 untuk investasi perangkat *repeater*.

Dengan luas 47.840 meter persegi, hanya memerlukan satu buah titik layanan IndiHome. Adapun perangkat modem IndiHome dengan paket layanan *wifi seamless* dengan kecepatan 30 Mbps serta biaya bulanan yang dikeluarkan sekitar 360.000 rupiah. Dengan layanan tersebut mampu mencakup 262 titik pelanggan *smart meter*. Sehingga biaya bulanan (OPEX) yang diperlukan dari 360.000 rupiah dibagi dengan 262 total titik pelanggan *smart meter* menjadi sekitar 1.400 rupiah saja per titik pelanggan.

Sedangkan biaya pembelian perangkat (CAPEX) terdiri dari modem MQR dengan harga sekitar 350.000 serta *repeater* dengan harga sekitar 370.000 rupiah. Sehingga total pembelian *repeater* sejumlah $(370.000 \times 13 = 4.810.000)$.



Gambar 11. *Repeater*

Perangkat yang diperlukan selain *repeater* di antaranya adalah *switch* dengan kapasitas 24 port sejumlah 4 buah *switch* ($1.365.400 \times 4 = 5.461.600$). Topologi dengan jumlah *switch* yang lebih sedikit, mampu mengurangi jumlah tegangan dalam setiap *switch* [14].



Gambar 12. *Switch*

Sehingga total biaya untuk pembelian perangkat disajikan dalam Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Total Biaya Perangkat

No.	Perangkat	Jml	Harga	Total
	Modem	1	350.000	350.000
	Repeater	13	370.000	4.810.000
	Switch	4	1.365.400	5.461.600
	Total			10.621.600

Dalam kalkulasi biaya per meter yang dikeluarkan, maka total biaya 10.621.600 rupiah dibagi dengan luas area 47.840 meter, menghasilkan angka 223 rupiah. Sehingga, investasi perangkat per meter memerlukan biaya sekitar Rp.223.

Sedangkan biaya investasi perangkat untuk setiap rukonya Rp.10.621.600 dibagi 262 ruko menghasilkan Rp 40.540,46. Sedangkan biaya bulanan yang harus dikeluarkan setiap bulannya Rp 360.000 dibagi 262 ruko menjadi Rp 1.375 saja.

Dari total analisis biaya tersebut, akan muncul biaya layanan per titik per bulan Rp 1.375 saja. Daya tahan perangkat tersebut diperkirakan mampu bertahan hingga lima tahun. Data aliran kas dalam perusahaan digunakan dalam perhitungan untuk setiap alternatif investasi perangkat sehingga bisa digunakan dalam jangka waktu panjang [15].

Dari segi data capacity, layanan IndiHome yang digunakan memiliki kecepatan hingga 20 Mbps. Untuk 1 titik smart meter dibutuhkan sekitar 206 kbps. Sehingga kapasitas IndiHome tersebut sekitar 97 concurrent device. Hal ini sesuai dengan data survei di lapangan, dalam ruko tersebut terdapat 97 titik smart meter.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksperimen dan data yang digunakan dalam penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa konektivitas IndiHome cukup efektif dalam mengatasi isu koneksi dalam smart meter PLN. Dalam satu layanan IndiHome bisa digunakan hingga 262 titik pelanggan.

Dengan pembagian koneksi IndiHome ke beberapa titik pelanggan PLN, akan *saving cost* dari sisi biaya koneksi. Analisis biaya bulanan (OPEX) yang timbul sekitar Rp. 1.375 untuk setiap titik pelanggan. Sedangkan Analisis biaya investasi perangkat (CAPEX) untuk setiap titiknya Rp.10.621.600 dibagi 262 ruko menghasilkan Rp 40.540,46.

Sebagai *future work*, arsitektur ini bisa dikombinasikan dengan mode konektivitas lainnya supaya diperoleh performansi yang maksimal.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih kepada LPDP dan Direktorat Pendidikan Vokasi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah memfasilitasi Beasiswa Non Degree Magang Dosen Ke Industri Tahun 2021 serta PT. Telkom Indonesia, khususnya unit Telkom Corporate University Center / Indonesia Telecommunication and Digital Research Institute (ITDRI) yang telah memberikan dukungan penuh dalam pelaksanaan riset ini. Tak lupa pula kami ucapkan terima kasih banyak kepada seluruh jajaran pimpinan Politeknik Negeri Semarang yang telah mendukung penuh dalam pelaksanaan kegiatan ini.

Daftar Rujukan

- [1] F. Geels, S. Sareen, A. Hook and B. Sovacool, "Navigating implementation dilemmas in technology-forcing policies: A comparative analysis of accelerated smart meter diffusion in the Netherlands, UK, Norway, and Portugal," *ELSEVIER*, 2021.
- [2] T. Hidayat and D. Firmansyah, "Rancang Bangun Smart Meter Berbasis IoT Untuk Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Microgrid," *JURNAL TEKNIK ELEKTRO ITP*, vol. 8, no. 2, pp. 87-92, 2019.
- [3] P. M. Badave, B. Karthikeyan, S. M. Badave, S. Mahajan, P. Sanjeevikumar and G. S. Gill, "Health Monitoring System of Solar Photovoltaic Panel: An Internet of Things Application," pp. 347-355, Januari 2018.
- [4] E. C. Idoko, C. Oraedu, C. C. Ugwuanyi and S. I. Ukenna, "Determinants of Smart Meter on Sustainable Energy Consumption Behavior: A Developing Country Perspective," *SAGE Open*, Vols. July - September, pp. 1-17, 2021.
- [5] N. Phuangpornpitak and . S. Tia, "Opportunities and Challenges of Integrating Renewable Energy in Smart Grid System," 2012.
- [6] Ifanda, T. Zaki, N. A. Aryono, A. Kurniasari, H. Hilal, F. Armansyah and Y. Astriani, *Kajian Pengembangan Sistem Metering Kelistrikan di Indonesia Menuju Advanced Metering Infrastructure (AMI)*, Jakarta: Bidang Rekayasa Sistem Pusat Teknologi Konversi Dan Konservasi Energi (PTKKE), 2014.
- [7] Boadicea and B. Ghara, "Analisis Kinerja Low Power Area Network yang Andal untuk Aplikasi IoT Publik: Jaringan Sigfox," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2021.
- [8] P. C. Suryandari, I. Muhammadi PB and F. Khair, "Analisis Performansi Jaringan Indihome Fiber Di Purwokerto," *JOURNAL OF TELECOMMUNICATION, ELECTRONICS, AND CONTROL ENGINEERING (JTECE)*, vol. 02, no. 02, pp. 93-104, 2020.
- [9] P. D. D. Istianti, S. Y. Prawiro, N. B. Aditya Karna and I. A. NurSafa, "Analisis Performansi Teknologi Akses LPWAN LoRa Antares," Yogyakarta, 2019.
- [10] I. K. A. Enriko, A. Z. Abidin and A. S. Noor, "Design and Implementation of LoRaWAN-Based Smart Meter System for Rural Electrification," Miri, Malaysia, 2021.
- [11] O. Osanaiye, S. Unogwu and F. AINA, "A GSM MODULE-BASED SMART ELECTRIC METER READER," *Acta Electrotechnica et Informatica*, vol. 20, no. 4, pp. 38-45, 2020.

- [12] K. Goodenough, D. Elkouss and S. Wehner, "Optimizing repeater schemes for the quantum internet," *Physical Review*, pp. 103, 032610, 2021.
- [13] Bikash K. Behera, S. Seth, A. Das and P. K. Panigrahi, "Demonstration of entanglement purification and swapping protocol to design quantum repeater in IBM quantum computer," *Springer*, p. 108, 2019.
- [14] M. D. Siddique, S. Mekhilef, N. M. Shah, A. Sarwar, A. Iqbal and M. , "A New Multilevel Inverter Topology With Reduce Switch Count," in *IEEE*, 2019.
- [15] M. I. S. Aditya, E. Chumaidiyah and N. Suryana, "ANALISIS PEMILIHAN ALTERNATIF INVESTASI PERANGKAT CDC DI PT.INFRASTRUKTUR TELEKOMUNIKASI INDONESIA DI DAERAH YANG TIDAK TERALIRI LISTRIK," in *e-Proceeding of Engineering*, 2020.

