

---

---

## **MULTY UTILITY SERVICE INFRASTRUCTURE (MUSI) BERBASIS OPLC UNTUK IMPLEMENTASI SMART GRID COMMUNICATION NETWORK**

**Ceceng Muhaemin<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universitas Mercubuana, Jakarta, cengasy@gmail.com

**Abstrak** - Lahirnya konsep Smart Grid tidak lepas dari issue global terkait dampak lingkungan hidup akibat penggunaan energy berbahan fosil secara massif yang semakin hari cadangan energy yang tersimpan akan habis dalam beberapa tahun kedepan dan diperlukan sumber energy baru yang terbarukan (non fosil). Implementasi Smart Grid sudah banyak di terapkan di beberapa negara, termasuk di Indonesia, konsep Smart Grid dan prototipe sudah diimplementasikan di beberapa kota walau populasinya belum banyak. Pilar utama selain listrik, dalam konsep Smart Grid ini adalah komunikasi dan IT, dimana diperlukan komunikasi dua arah antar mesin dan saling terintegrasi antar grid. Pada kanvas ini diusulkan konsep MUSI (Multy Utility Service Infrastructure) sebagai media komunikasi dalam implementasi Smart Grid dengan menggunakan jenis kabel OPLC (Optical Low Composite Cable), dimana dua infrastruktur yang berbeda menjadi satu konsep. Pada pembahasan ini metode yang digunakan adalah studi literature, pengamatan dan data, ondesk survey, analisa keekonomian (techno economy) dan pengambilan kesimpulan. Hasil dari analisa finansial yang dilakukan bahwa dengan menggunakan model MUSI yang diajukan, NPV dengan MARR 20% didapatkan nilai positif, dan IRR sekitar 34%, sementara jika dilakukan dengan metode konvensional, NPV dengan MARR 20% didapatkan nilai negatif, dan IRR dibawah 0% (negatif).

**Kata kunci** : *IRR, MUSI, NPV, OPLC, Smart Grid.*

### **PENDAHULUAN**

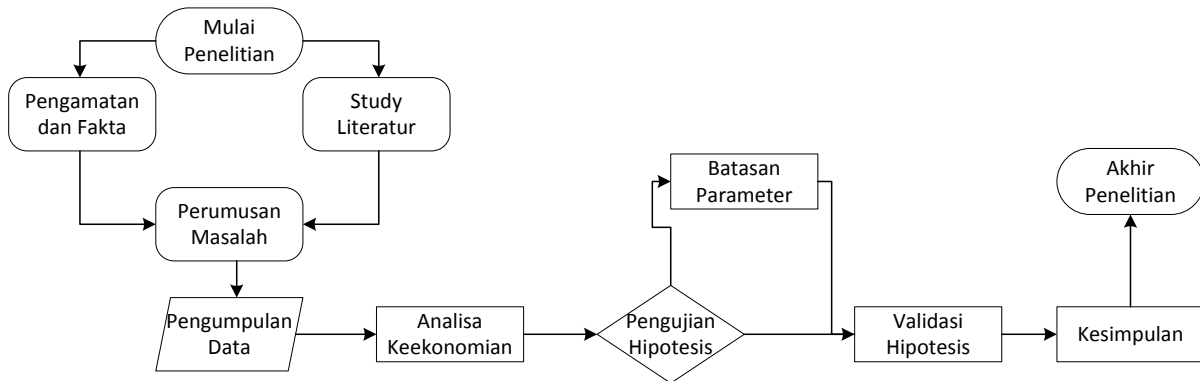
Pertumbuhan penduduk [1], Pertumbuhan ekonomi [2][3], dan Pertumbuhan teknologi informasi atau penggunaan internet [4] ikut andil dalam pertumbuhan penggunaan listrik dari tahun ke tahun yang terus meningkat, rata-rata pertahun naik 6% [5] . Dengan meningkatnya permintaan sambungan listrik secara umum ternyata menyebabkan cadangan energy dunia semakin menipis hampir sebagian pembangkit yang ada di dunia dan khususnya di Indonesia 95% dihasilkan dari sumber energy fosil [6] dan diperkirakan cadangan energy fosil ini akan habis dalam beberapa tahun kedepan terutama cadangan minyak bumi Indonesia akan habis pada tahun 2023 [6]. Penggunaan energy fosil secara massif juga berdampak terhadap lingkungan dan perubahan iklim, terutama menipisnya emisi CO<sub>2</sub> dan ini menjadi issue global [7]. Mengurangi emisi gas rumah kaca untuk mencegah bencana akibat perubahan iklim menjadi proses yang sulit dan mahal [8]. Perlu adanya sistem yang bisa memberikan solusi dari permasalahan global diatas, salah satunya adalah konsep Smart Grid. Dalam konsep Smart Grid, penggunaan energy diusahakan

seminimal mungkin dan memanfaatkan sumber energi baru dan terbarukan serta meminimalisir emisi karbon [8]. Smart Grid dapat diartikan sebagai sistem komputerisasi Jaringan utilitas listrik yang Cerdas. Sistem ini umumnya menggunakan teknologi komunikasi digital dua arah yang dihubungkan dengan grid [8]. Setiap perangkat dalam Jaringan dipasang sensor yang fungsinya adalah untuk pengumpulan data (power meter, sensor tegangan, detector kesalahan dll), ditambah perangkat digital komunikasi dua arah komunikasi antara perangkat yang dipasang dilapangan dan pusat kendali operasi Jaringan [8]. Masalah selanjutnya yang timbul dalam melakukan implementasi Smart Grid kedepan adalah terkait media komunikasi yang menghubungkan antar dua mesin yang dapat berkomunikasi secara efektif, efisien dan terjamin kehandalan dan keamanannya. Dalam konsep Smart Grid infrastruktur sistem komunikasi ini menjadi aspek yang penting selain infrastruktur Jaringan ketenagalistrikan [9]. Pada penelitian ini akan dikaji terkait aspek dukungan infrastruktur Jaringan komunikasi dalam implementasi Smart Grid untuk PT. PLN (Persero) ditinjau dari

keekonomian dan benefitnya untuk anak perusahaan dibidang telco services.

**METODOLOGI**

Penelitian dilakukan dengan metode *scientific*. Langkah-langkah penelitian sebagai berikut :



Gambar 1.1 Flowchart Penelitian

**LANDASAN TEORI**

*Smart Grid*

Sebuah Smart Grid adalah jaringan listrik yang menggunakan teknologi canggih digital dan lainnya untuk memonitor dan mengelola transportasi listrik dari semua sumber pembangkit untuk memenuhi memvariasikan kebutuhan listrik dari pengguna akhir. Smart Grid mengkoordinasikan kebutuhan dan kemampuan semua generator, operator jaringan, pengguna akhir dan pemangku kepentingan pasar listrik untuk mengoperasikan semua bagian sistem seefisien mungkin, meminimalkan biaya dan dampak lingkungan sekaligus memaksimalkan keandalan sistem, ketahanan dan stabilitas [10]. Smart Grid dapat diartikan sebagai sistem komputerisasi jaringan utilitas listrik yang cerdas. Sistem ini umumnya menggunakan teknologi komunikasi digital

dua arah yang dihubungkan dengan grid. Setiap perangkat dalam jaringan dipasang sensor yang fungsinya adalah untuk pengumpulan data (power meter, sensor tegangan, detektor kesalahan, dll.), ditambah perangkat digital komunikasi dua arah komunikasi antara perangkat yang dipasang di lapangan dan pusat operasi jaringan. Kunci dari sistem Smart Grid adalah teknologi otomatisasi yang memungkinkan penyesuaian utilitas dan mengontrol setiap perangkat. Dengan teknologi Smart Grid, para pengguna energi akan mendapatkan informasi yang lebih baik tentang penggunaan energi mereka selain itu juga perusahaan listrik negara dapat memenuhi kebutuhan energi listrik pelanggan dengan cara yang lebih efisien [8]. Berikut disampaikan gambaran komparasi antara pengelolaan power sistem secara tradisional dengan konsep Smart Grid sesuai tabel 2.1.

Tabel 2.1. Perbandingan antara Pengelolaan power tradisional VS konsep Smart Grid

Traditional Power Grids	Smart Grids
Mechanization	Digitization
One-way communication	Two-way communication
Centralized power generation	Distributed power generation
Radial topology	Network Topology
A small number of sensors	Sufficient sensors and monitors
No automatic monitoring	Automatic monitoring
Manual recovery	Semi-automatic and automatic recovery
Pay attention to failures and disruptions	Adaptive protection measures
Manual checking equipment	Remote supervisory controlling equipment
Handling emergencies through staff and telephone	Decision support system and reliable prediction
Finite control	Pervasive and intensive control system
Limited pricing information	Complete pricing information
Fewer user options	More user options

Dibandingkan dengan jaringan listrik tradisional, Smart Grid unggul dalam banyak aspek. Secara singkat, Smart Grid dapat

meningkatkan penggunaan energi melalui: (1) umpan balik energi untuk pengguna ditambah dengan informasi real-time dan dari pengguna

status konsumsi energi untuk mengurangi penggunaan energi; (2) real-time respon permintaan dan manajemen strategi untuk menurunkan permintaan puncak dan beban keseluruhan melalui alat kontrol dan mekanisme penyimpanan energi; (3) mengintegrasikan energi terbarukan dan energi penyimpanan dalam jaringan listrik, sekaligus mengoptimalkan penggunaan dan kontribusi terhadap layanan sistem dan pasar penjualan seluruh mereka; (4) mempromosikan inovasi, produk dan layanan yang terkait dengan memuat penanganan energi baru, dan (5) mengantisipasi pemadaman [11].

**Smart Grid Application**

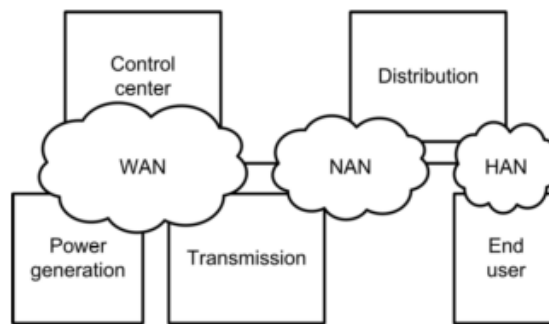
Dalam penelitian [12] dijelaskan bahwa Smart Grid ini merupakan the next generation electric grid diantaranya adalah sbb :

- a. AMI (Advanced Metering Infrastructure)
- b. DER (Distributed energy resources)
- c. SMG (Smart Micro-Grid)
- d. V2G (Vehicle-to-grid)

**Smart Grid Communication**

Selain Jaringan listrik, peran media komunikasi juga menjadi penting terutama terkait infrastruktur yang akan mendukung komunikasi dua arah machine to machine

dalam konsep Smart Grid. Pada bagian ini dibahas terkait requirement dan media komunikasi yang tepat untuk mendukung sistem Smart Grid ini. Secara teknologi media komunikasi dimaksud dibagi menjadi 2 kategori teknologi, pertama teknologi komunikasi menggunakan kabel, dan teknologi menggunakan wireless [13]. Teknologi yang menggunakan kabel diantaranya adalah PLC (power line communication), Fiber optic kabel, Digital Subscriber Lines (DSL). Requirement dan aplikasi penggunaannya dapat dilihat pada lampiran tabel 2.2. Sementara teknologi yang menggunakan wireless diantaranya adalah : WPAN, Wifi, Wimax, 3G/4G/Cellular dan satellite gambaran jelasnya terkait teknologi ini dapat dilihat pada lampiran tabel 2.3. Dari segi Jaringan arsitekturnya Jaringan komunikasi dibagi atas tiga bagian, pertama Jaringan akses ke pelanggan yang dinamakan HAN (*Home Area Network*), kedua Jaringan distribusi *Neighborhood Area Networks* (NAN), ketiga Jaringan inti yakni *Wide Area Network* (WAN) [14]. Secara requirement umum, implementasi Smart Grid communication ini harus memperhatikan beberapa aspek diantaranya terkait masalah security, reliability dan Quality of Service (QoS) [9].



Gambar 2.1 Multilayer structure across the Smart Grid

Dilihat dari beberapa requirement umum diatas, pada penelitian ini akan fokus pada media komunikasi teknologi fiber optic dimana karakter fiber optic mempunyai kehandalan yang sudah teruji, dan kualitas service yang baik, sementara terkait keamanannya bisa terjamin karena end to end fiber optic, mulai dari Jaringan WAN, NAN dan HAN. Walau secara harga menggunakan

media komunikasi fiber optic murah, pada pembahasan ini mencoba untuk mencari solusi agar implementasi Smart Grid ini secara teknis bisa handal dan secara ekonomi bisa lebih efisien. Teknologi yang diteliti pada penelitian ini mencoba untuk menggabungkan dua Jaringan yang berbeda menjadi satu konsep, yakni penggabungan kabel power sebagai Jaringan listriknya dengan kabel optic sebagai

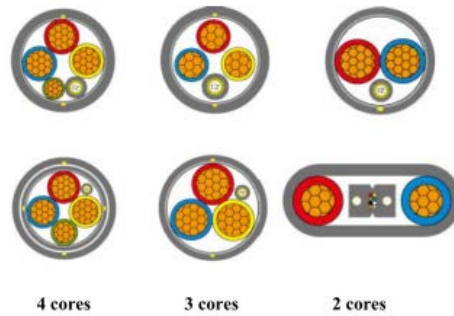
media komunikasi dua arah yang menghubungkan mechine to mechine, teknologi ini dinamakan OPLC (Optical Low Composite).

*OPLC*

Teknologi fiber optic semakin berkembang dengan adanya perpaduan antara kabel power untuk penghandar listrik dengan kabel fiber optic untuk kebutuhan komunikasi, teknologi ini dinamakan Power Fiber To The Home (PFTTH), dimana dengan menggunakan Fiber Optik Composite tegangan rendah kabel (OPLC), *Power Fiber to The Home (PFTTH)* menyadari transmisi energi dan informasi melalui kabel yang sama akan membawa dampak efisiensi dan efektif. Oleh karena itu, PFTTH adalah pilihan utama untuk membangun jaringan pemanfaatan Smart Grid atau smart meter yang mengintegrasikan antara industri energi dan industri informasi yang tidak hanya akan memenuhi kebutuhan pasokan tenaga listrik dari Smart Grid, tetapi juga memenuhi persyaratan keragaman pengguna termasuk penyedia layanan dan pelanggan perumahan untuk melayani layanan informasi dan komunikasi seperti internet, tv, telepon [15] [16] [17] [18] [19].

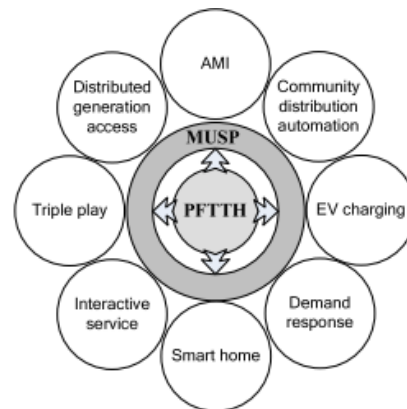
Serat optik komposit kabel tegangan rendah, disebut sebagai OPLC, adalah jenis baru dari kabel, yang mencampur Unit serat optik di kabel listrik tegangan rendah tradisional, kabel memiliki kemampuan transmisi ganda untuk kedua listrik tegangan rendah dan komunikasi optik. Hal ini terutama digunakan untuk tegangan yang sama dan di bawah 0,6 / 1.0kV [19].

Ada dua type jenis PFTTH, yang pertama adalah OPLC (Optical Fiber Composite Low-voltage Cable) untuk tegangan rendah (TR-220V), dan OPPC (Optical Phase Conductor) untuk tegangan menengah (TM 10 kV) [18].



Gambar 2.2 Typical structures of OPLC cables

Teknologi PFTTH dapat digunakan untuk beberapa kegunaan seperti penerapan dalam konsep IoT yang menghubungkan manusia ke manusia, mesin ke mesin, atau manusia ke mesin, seperti yang terlihat pada figure 8, PFTTH dapat diaplikasikan dalam sistem AMI, triple play, smart home, Smart Grid, EV charging, dan komunitas lainnya.



Gambar 2.3 PFTTH Application

Kabel OPLC dengan unit optik struktur tabung longgar kering memiliki kinerja mekanik dan optik yang lebih baik, dan dengan demikian dapat diusulkan. Kabel OPLC telah digunakan dalam proyek percontohan PFTTH di Cina dan berhasil [19], serta sudah diaplikasikan dan diteliti oleh beberapa peneliti sebelumnya [16][17][18].

**PEMBAHASAN INOVASI**

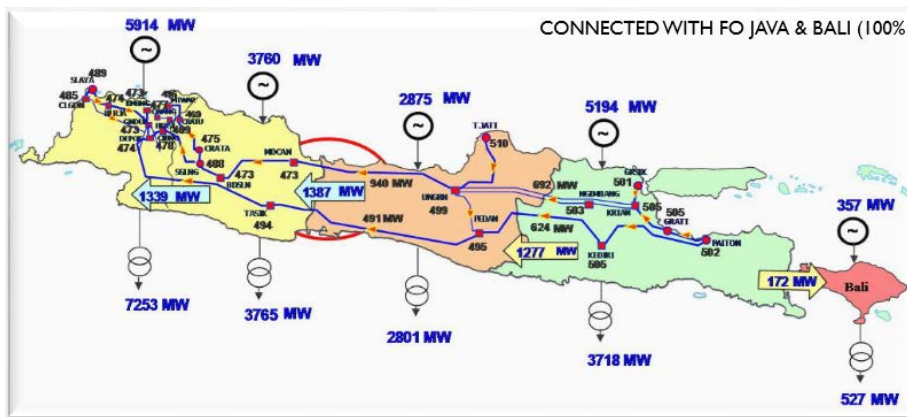
*Pengamatan Fakta dan Data*

Berdasarkan pengamatan fakta dan data yang didapatkan bahwa, PT PLN (Persero) sejak tahun 1980 sudah menggelar Jaringan komunikasi berbasis fiber optic dari project

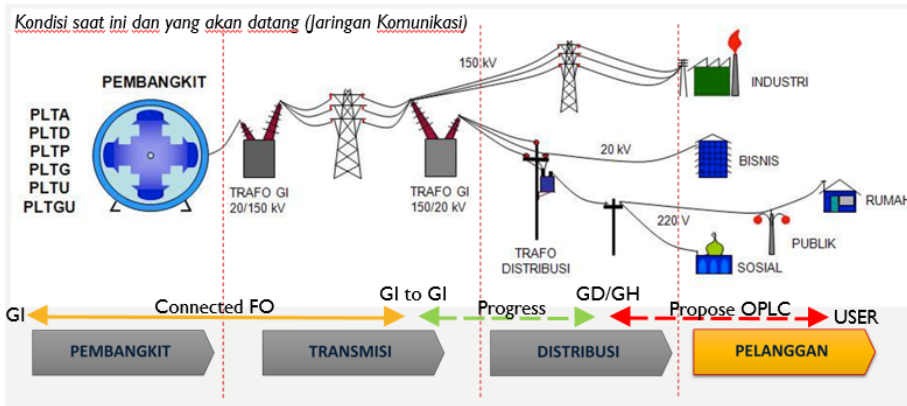
JOWTS yang kemudian menjadi cikal bakal lahirnya anak usaha dibidang telco services yang dibentuk dan didirikan untuk mengelola Jaringan komunikasi PLN pada tahun bulan oktober tahun 2000, yang kini mengelola Jaringan fiber optic ribuan kilo meter milik PLN dan kapasitas lebihnya dikelola untuk kebutuhan bisnis anak perusahaan tersebut. Jaringan eksisting fiber optic dan sistem ketenagalistrikan dapat dilihat pada gambar 3.1.

Jaringan Fiber Optic sejak awal berdiri sampai sekarang terus berupaya menambah perluasan

area Jaringan FO. Setelah sukses mengkoneksikan dari mulai pembangkit dan Gardu Induk serta sampai ke Jaringan distribusi PLN end to end menggunakan fiber optic terutama di wilayah jawa bali, kedepan dengan adanya teknologi OPLC PLN dan anak perusahaannya tersebut dapat mengkoneksikan sampai ke akses yakni end to end Jaringan sampai ke pelanggan menggunakan Fiber Optic untuk kebutuhan smart meter atau implementasi Smart Grid, hirarki Jaringan listrik dan komunikasi dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.1 Jaringan Eksisting Fiber Optik dan Sistem Ketenagalistrikan



Gambar 3.2 Hirarki Jaringan Listrik dan Jalur Komunikasi

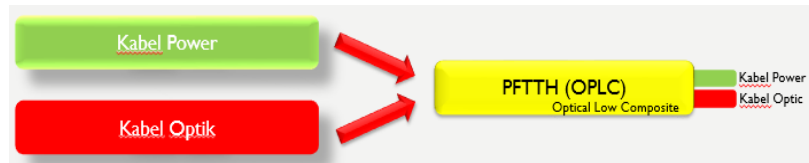
**Multi Utility Service Infrastructure (MUSI)**

MUSI merupakan konsep yang di ajukan dalam penelitian ini, dimana konsep ini menggabungkan dua infrastruktur yang berbeda menjadi satu dengan teknologi yang di usung adalah teknologi OPLC (Optical Power Low Composite) yang sudah dibahas diatas, dimana jenis kabel ini sangat cocok di

implementasikan di indonesia khususnya di PLN untuk konsep Smart Grid atau smart meter, dimana PLN mempunyai anak perusahaan yang bergerak dibidang telco services. Dilihat dari segi teknis dan kehandalannya, sesuai yang sudah di implementasikan di china, maka kabel jenis ini dapat di rekomendasikan untuk kebutuhan Jaringan Smart Grid dan kapasitatas lebihnya

dapat di manfaatkan oleh anak usaha untuk kebutuhan bisnis yang selama ini menjadi core

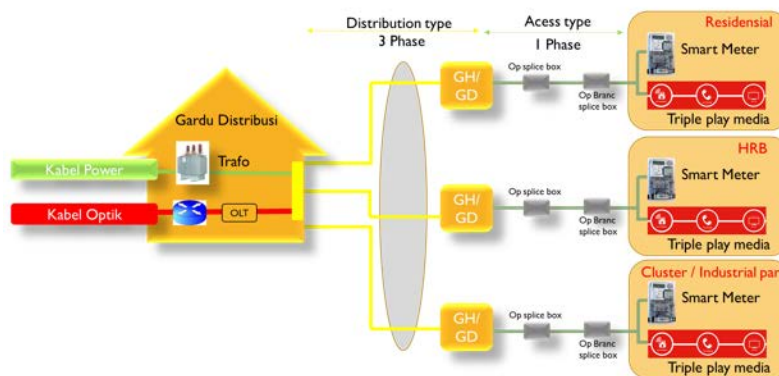
bisnisnya.



Gambar 3.3. Penggabungan dua jenis kabel menjadi satu (MUSI Concept)

Pada bahasan kali ini, sesuai ruang lingkup masalah yang diajukan, kami melakukan penelitian berdasarkan asumsi dan perkiraan. Lokasi yang dipilih adalah segment residensial atau perumahan, dimana asumsi ini sesuai

dengan plan dari PLN untuk menerapkan smart meter dikawasan industri, residensial, apartemen dan pelanggan bisnis lainnya untuk menjadi prioritas.



Gambar 3.4. Multi Utility Service Infrastructure (MUSI)

**Area Penelitian**

Lokasi penelitian yang kami pilih adalah Vimala View Resort Condominium yang berlokasi di Bogor Jawa Barat. **Vimala Hills Bogor** merupakan project Villa & Resort dari Agung Podomoro Land dengan total luas tanah mencapai +- 100 hektar dengan cluster sejumlah 11. Kompleks Vimala Hills memiliki

konsep luxurious resort dengan beragam keunikan dan fasilitas lengkap yang akan membuat penghuni menjadi “feel at home” serta dapat menikmati pemandangan alam yang sangat memukai setiap harinya, seperti pemandangan Gunung Pangrango ataupun pemandangan Gunung Salak dan Gunung Geulis ([www.vimalahills.com](http://www.vimalahills.com)).



Gambar 3.5 Peta dan Denah Penelitian Cluster 5 dan Cluster 6

Dari 11 cluster yang ada di vimala hills, fokus penelitian yang diajukan adalah terhadap 2 cluster, yakni cluter 5 Argopuro dan cluster 6

Krakatau. Alasan pemilihan lokasi cluster ini dikarenakan dekat dengan jalan utama dan

memudahkan untuk membuka jalur untuk cluster-cluster yang lainnya.

Adapun kebutuhan dan informasi untuk penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1, data ini didapatkan dari estimasi jarak menggunakan

aplikasi cohareo atau amarta milik anak perusahaan PLN, dimana data tersebut sudah dilengkapi dengan estimasi jarak untuk melakukan ondesk survey yang diharapkan akurat.



Gambar 3.6 Tampak lokasi dengan google earth untuk pemetaan kebutuhan kabel

Tabel 3.1 Informasi kebutuhan penelitian

Total Unit Rumah	70 rumah
Estimasi kebutuhan kabel jalur utama	1480 meter
estimasi kebutuhan kabel akses	3500 meter
Spliter	4 set
JB 24 Core	1 set
Rossete	70 set
Total Galian	1480 meter
Boring	160 meter

**Analisa Keekonomian**

Kami menggunakan dua metode untuk menghitung biaya dan manfaat dari dua metode yang dibandingkan yakni antara metode konvensional dengan metode MUSI. Pertama, kita menggunakan Net Present Value (NPV) dan kedua, kita menggunakan Internal Rate of Return (IRR). NPV merupakan selisih antara pengeluaran dan pemasukan yang telah didiskon dengan menggunakan *social opportunity cost of capital* sebagai diskon faktor, atau dengan kata lain merupakan arus kas yang diperkirakan pada masa yang akan datang yang didiskontokan pada saat ini. Untuk menghitung NPV diperlukan data tentang perkiraan biaya investasi, biaya

operasi, dan pemeliharaan serta perkiraan manfaat/benefit dari proyek yang direncanakan [20]. Hasil dari perhitungan NPV dapat digunakan untuk pengambilan keputusan layak atau tidaknya dari suatu project dan alat untuk mengukur bagaimana tercapainya tujuan proyek untuk menambah benefit perusahaan yang dilakukan oleh pemilik saham perusahaan [21], dan dapat dihitung sebagai berikut :

$$NPV = PV - \text{Cash outflows or expenditure of Investment} [21]$$

$$NPV = -CF_0 + \frac{CF_1}{(1+i)^1} + \frac{CF_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+i)^n}$$

$CF_0$  = initial cost (first net cash flow)

$CF_n$  = Cash Flow year to t

i = discount rate

n = the project period

Aturan keputusan umum mengenai NPV adalah: Jika  $NPV > 0$ , proyek dapat menerima project tersebut; Jika  $NPV < 0$ , proyek dapat di tolak; kemudian Jika  $NPV = 0$ , project dapat diterima atau ditolak [22].

IRR adalah tingkat diskonto pengembalian modal proyek dianalisis, ketika  $NPV = 0$  [21] [22]. Jika IRR lebih besar dari tingkat yang diperlukan pengembalian, proyek harus diterima. Jika IRR kurang dari tingkat yang diperlukan pengembalian, proyek harus ditolak. Jika IRR sama dengan tingkat yang diperlukan pengembalian, pengambil keputusan harus peduli tentang menerima atau menolak sebuah proyek [21][22].

$$NPV = -CF_0 + \sum_{n=0}^N \frac{CF_n}{(1+i)^n} = 0$$

$CF_0$  = initial cost (first net cash flow)

$CF_n$  = Cash Flow year to t

i = discount rate

n = the project period

### Model Konvensional

CAPEX untuk model konvensional sebesar 1.514.536.800,- yang terdiri dari CAPEX untuk penyambungan penyambungan listrik sebesar 1.259.452.910,- dan CAPEX penyambungan FO sebesar 255.083.890. sementara untuk OPEX diasumsikan masing-masing perbulan 20 juta perbulan jika di akumulasikan selama setahun sebesar 240 juta untuk serpo atau maintenance Jaringan listrik, sementara untuk maintenance/serpo Jaringan FO diasumsikan sama setahun 240 juta. Selanjutnya terkait pendapatan/revenue pertahun diasumsikan dari emat layanan atau servicenya jika menggunakan model konvensional untuk tahun ke-0 sebesar 216.300.000, tahun ke-1 sebesar 495.600.000,

tahun ke-2 558.600.000, tahun ke-3 693.000.000, tahun ke-4 dan ke-5 730.800.00. Maka didapatkan EBITDA Margin tahun ke-0 (-1.778.236.800) artinya negative, namun untuk tahun ke-1 dan selanjutnya positif. Kemudian untuk NPV jika MARR 20% maka didapatkan NPV (-1.138.041.341) ini artinya bahwa NPV nya negative, pun demikian dengan IRR nya Negatif. Jika diambil kesimpulan bahwa dengan menggunakan model konvensional ini project terhadap tarikan listrik dan komunikasi dianggap tidak layak, karena  $NPV < 0$ . Untuk detail perhitungannya dapat dilihat pada tabel 3.2 (terlampir)

### Model MUSI

Sementara jika menggunakan model MUSI, CAPEX nya sebesar 1.054.879.920 yang terdiri dari penggelaran sambungan listrik 993.137.210, dan penyambungan FO sebesar 61.742.710, dilihat dari CAPEX dibandingkan dengan model konvensional ada selisih yang signifikan, hal ini disebabkan kabel jenis OPLC lebih murah dibanding dengan kabel listrik konvensional, disamping hal tersebut bahwa kabel OPLC sudah include dengan kabel optic yang ada didalamnya, sehingga tidak dimasukan lagi kebutuhan kabel optic hal ini akan berdampak terhadap efisiensi biaya yang dikeluarkan dibandingkan dengan metode konvensional. Sementara untuk biaya OPEX nya dikarenakan kabel menjadi satu, biaya maintenance/serpo-nyapun diperkirakan hanya satu yang mempunyai keahlian pada jenis kabel ini, biayanya sebesar 240 juta pertahun. Lebih murah jika dibandingkan dengan kabel konvensional yang membutuhkan biaya OPEX 480 juta. Dari segi EBITDA margin, pada tahun ke-0 didapatkan hasil yang negative, sementara untuk tahun berikutnya menjadi positif. Kemudian untuk NPV nya jika MARR 20% maka didapat hasil sebesar 431.342.222 artinya NPV positif, sementara untuk IRR nya sebesar 34%. Melihat hasil dengan metode MUSI ini  $NPV > 0$ , dan IRR sebesar 34%, maka model MUSI ini layak untuk diajukan dan project dapat diterima. Untuk detail perhitungannya dapat dilihat pada tabel 3.3 (terlampir)



### Hasil perbandingan

Dari perbandingan hasil dua model diatas, maka dapat di bandingkan seperti yang tertera dalam tabel 3.2. dimana untuk model

konvensional hasil NPV < 0, IRR negative maka model konvensional tidak layak untuk digunakan. Sementara untuk model MUSI NPV > 0, IRR 34% maka model MUSI layak untuk di implementasikan.

Tabel 3.8 Kelayakan Bisnis

KELAYAKAN BISNIS		
PERBANDINGAN	CONVENTIONAL	METODE MUSI
NPV (MARR 20%)	(1,138,041,341)	431,342,222
IRR	(0)	34%
KELAYAKAN	TIDAK LAYAK	LAYAK

Sementara untuk perbandingan dari selisih biaya, dapat dilihat pada tabel 3.3. dimana selisih dari dua model diatas dari segi CAPEX

dan OPEX jika yang digunakan model MUSI maka akan lebih menghemat sebesar 1.899.656.880.

Tabel 3.9 Perbandingan Selisih Biaya

SELISIH BIAYA			
PERBANDINGAN	CONVENTIONAL	METODE MUSI	SELISIH
CAPEX	1,514,536,800	1,054,879,920	459,656,880
OPEX	2,880,000,000	1,440,000,000	1,440,000,000
TOTAL	4,394,536,800	2,494,879,920	1,899,656,880

### Manfaat Inovasi dan Analisa Resiko

#### Manfaat Finansial

- Manfaat yang didapatkan jika di implementasikan project ini (model MUSI) secara finansial akan lebih hemat, baik CAPEX maupun OPEX, dan berpotensi meraih keuntungan serta benefit lainnya yang akan didapatkan oleh anak perusahaan PLN dibidang telco services.
- Model MUSI, akan menekan biaya Perijinan atau SITAC terutama untuk daerah yang masuk kawasan, seperti kawasan industri, residensial, apartement, Gedung bertingkat/MALL, dll yang selama ini menjadi kendala jika ada calon pelanggan masuk kedaerah tersebut, termasuk perijinan pengeluaran kabel optic melalui *underground*.

#### Manfaat Non Finansial

- Dengan diadopsi model MUSI ini, secara tidak langsung dapat menjadi solusi dan menjawab kesemrawutan

Jaringan listrik dan telekomunikasi, terutama untuk Jaringan kabel udara yang sampai saat ini masih menjadi masalah terkait estetika dan tata kota.

- Anak perusahaan PLN dibidang telco akan menjadi mitra utama bagi operator atau service provider, dimana secara infrastruktur PLN sudah menyiapkan Jaringan listrik sekaligus Jaringan telekommunikasi kelokasi calon pelanggan PLN dan tentunya akan menjadi calon pelanggan telco services.
- PLN melalui anak perusahaan dibidang telco dapat membantu pemerintah terkait kesenjangan dan infrastruktur komunikasi secara nasional (daerah rural), dimana konsep MUSI ini bisa dikatakan dimana ada listrik disitu ada infrastuktur komunikasi dan dapat mendukung program pemerintah dalam menjalankan Rencana Strategis Kementerian Kominfo terutama dibidang infrastruktur telekomunikasi ([www.kominfo.go.id](http://www.kominfo.go.id)).

- d. Dengan konsep MUSI, akan mempercepat terlaksananya implementasi *smart grid* dan *smart city* atau *smart nation*, dimana infrastruktur komunikasi sudah sampai ke user beserta Jaringan listriknya.

**Analisa Resiko**

Analisa resiko pada implementasi konsep MUSI dapat dilihat pada tabel 4.1. dimana pada tabel tersebut dijelaskan resiko yang akan terjadi, penyebab dan dampaknya jika konsep ini di implementasikan.

Tabel 4.1 Analisa Resiko

No	Risiko	Penyebab	Dampak
1	Keterbatasan kompetensi smart grid oleh SDM	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teknologi baru dan belum pernah diimplementasikan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICON dan PLN kesulitan dalam menangani pembangunan dan pengoperasian smartgrid.</li> <li>Ketergantungan kepada vendor tinggi</li> </ul>
2	Kesulitan implementasi sistem aplikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak difahaminya protocol system dari masing-masing brand.</li> <li>Proprietary dari setiap brand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementasi gagal</li> </ul>
3	Risiko nilai tukar rupiah terhadap dollar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terdapat part ARM yang masih import</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Harga AMR masih fluktuatif</li> </ul>
4	Pendapatan tidak sebanding dengan investasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak semua pengguna listrik memakai produk smart meter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak tercapainya BEP Investasi</li> </ul>
5	Support layanan tidak maksimal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Masih terbatasnya produk layanan yang dimiliki ICON+</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pendapatan atas implementasi smart grid tidak optimal</li> </ul>
6	Jaringan ICON+ belum sepenuhnya siap	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jumlah jaringan ICON+ tidak sama dengan jumlah jaringan PLN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak semua pelanggan dapat menikmati layanan</li> </ul>

**KESIMPULAN**

- Konsep MUSI yang di ajukan pada kanvas ini memilih teknologi dengan jenis kabel OPLC atau PFTTH dimana kabel power dan kabel optic menjadi satu kesatuan dan dapat menekan biaya CAPEX dan OPEX.
- Hasil analisa finansial yang dilakukan dengan menggunakan metode tekno ekonomi didapatkan hasil bahwa model MUSI yang diajukan, NPV dengan MARR 20% didapatkan nilai positif, dan IRR sekitar 34%, sementara jika dilakukan dengan metode konvensional, NPV dengan MARR 20% didapatkan nilai negatif, dan IRR dibawah 0% (negatif).
- Model MUSI yang diajukan mempunyai dampak dan manfaat bagi perusahaan, baik finansial maupun non finansial.
- Model MUSI bisa menjadi infrastruktur bersama, dan Anak perusahaan PLN dibidang telco services dapat menjadi mitra pilihan yang tepat untuk semua operator telekomunikasi.
- Modul MUSI dapat mendukung percepatan pelaksanaan dan program smart grid, smart city ataupun smart

nation, dimana Internet of Think (IoT) akan menjadi trend kedepan dan beberapa tahun.

**DAFTAR PUSTAKA**

- S. Sudirham, “Prakiraan Kebutuhan Tenaga Listrik Berbasis Pertumbuhan Jumlah Pelanggan,” pp. 1–8, 2012.
- F. Karanfil and Y. Li, “Electricity consumption and economic growth : exploring panel - specific differences Fatih Karanfil,” 2014.
- Y. Suryanto, “Konsumsi Energi Listrik dan Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia : Aplikasi dan Model,” pp. 10–20, 2013.
- S. Soesetijo, “Analisis Hubungan Kausalitas antara Konsumsi Daya Listrik dan Trafik Internet Spasial Kampus.”
- M. M. dan A. D. Permana, “PROYEKSI KEBUTUHAN LISTRIK PLN TAHUN 2003 S.D 2020,” pp. 19–29, 2003.
- K. P. K. P. P. I. dan Multilateral, “Komitmen Indonesia Untuk Pembatasan Subsidi Bahan Bakar Fosil

- dan Peningkatan Efisiensi Energi di G20,” 2013.
- [7] Monash University, “CO2 EMISSIONS, ELECTRICITY CONSUMPTION AND OUTPUT IN ASEAN,” 2009.
- [8] PTKKE-BPPT, *STUDI DIAIN SMART MICRO GRID DI ANCOL CITY*. 2013.
- [9] A. Azari, “Survey of Smart Grid from Power and Communication Aspects,” vol. 21, no. 9, pp. 1512–1519, 2014.
- [10] I. E. Agency, “Technology Roadmap Smart Grid,” 2011.
- [11] Y. Yu, J. Yang, and B. Chen, “The Smart Grids in China—A Review,” pp. 1321–1338, 2012.
- [12] E. Ancillotti, R. Bruno, and M. Conti, “The role of communication systems in smart grids: Architectures, technical solutions and research challenges,” *Comput. Commun.*, vol. 36, no. 17–18, pp. 1665–1697, 2013.
- [13] W. Wang, Y. Xu, and M. Khanna, “A survey on the communication architectures in smart grid,” vol. 55, pp. 3604–3629, 2011.
- [14] Z. Bojkovic and B. Bakmaz, “Smart Grid Communications Architecture: A Survey and Challenges University of Belgrade,” pp. 83–89.
- [15] L. Jianming, Z. Bingzhen, and Z. Zichao, “The smart grid multi-utility services platform based on power fiber to the home,” *CCIS2011 - Proc. 2011 IEEE Int. Conf. Cloud Comput. Intell. Syst.*, pp. 17–22, 2011.
- [16] J. Bao, X. Qiao, and Z. Qian, “the Application of Optical Fiber Composite Low-Voltage Cable (Oplc) in Smart Grid of China,” no. June, pp. 11–19, 2011.
- [17] Z. Z. Liu Jianming, Wang jiye, Fan Pengzhan, “Application of PFTTH in Smart Grid,” pp. 389–392, 2011.
- [18] W. Ying-nan and W. Wei, “Research On the Problem of Rural Distribution Grid Reconstruction to Meet the Demand of Intelligent Power Distribution,” no. Ciced, pp. 5–6, 2012.
- [19] X. Shu-Hong, Z. Jian-Min, L. Xin-Jian, and Y. Ri-Sheng, “Study of the Power Fiber to the Home Technologies Based on the OPLC Cable,” pp. 315–319.
- [20] S. R. Faisalabad and A. Arshad, “Net Present Value is better than Internal Rate of Return,” *Interdiscip. J. Contemp. Res. Bus.*, vol. 4, no. 8, pp. 211–219, 2012.
- [21] R. G. Lyons, *Third Edition*. 2002.
- [22] J. Melorose, R. Perroy, and S. Careas, *Financial Management Of Health Care Organizations*, vol. 1. 2015.