

# ANALISIS EFISIENSI RENCANA RANCANG BANGUN APLIKASI ELEKTRONIK MANAJEMEN ASET PENERANGAN JALAN UMUM (e-MAP)

**I Gusti Ngurah Agung Surya Putra<sup>1</sup>,  
I Wayan Krisna Eka Putra<sup>2</sup>  
Made Mira Tri Yulia Ida Justisiana<sup>3</sup>,  
I Putu Adhy Wicaksana Indra Saputra<sup>4</sup>,  
Gede Suardika<sup>5</sup>, Made Roy Astika<sup>6</sup>**

<sup>1,2,3</sup>,Univeristas Pendidikan Ganesha  
<sup>4,5,6</sup>,Balitbang Inovda Kabupaten Buleleng

Email:

e-mail : agung.suryaputra@undiksha.ac.id,  
krisna.ekaputra@undiksha.ac.id, wicakjdm@gmail.com,  
ardi\_7199@yahoo.com, maderoyastika@gmail.com

## ABSTRAK

Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) di Kabupaten Buleleng memiliki inefisiensi dari sisi biaya tagihan listrik dan biaya monitoring lampu PJU. Atas dasar tersebut, maka dilakukan inovasi untuk efisiensi baik dari sisi biaya tagihan listrik maupun minimalisasi biaya monitoring lapangan melalui Elektronik Manajemen Aset Penerangan (e-MAP). Tujuan penelitian ini adalah menganalisis efisiensi terhap rancang bangun aplikasi inovasi e-MAP di Kabupaten Buleleng. Analisis difokuskan pada dampak inovasi yang dikembangkan dan efisiensi implementasi inovasi yang meliputi efisiensi biaya tagihan listrik, efisiensi jumlah SDM dan biaya monitoring. Hasil analisis rancang bangun aplikasi yang direncanakan berupa sistem pengelolaan manajemen aset PJU berbasis IoT melalui model *smart system* lampu PJU yang diyakini memberikan fleksibilitas manajemen aset lampu PJU termasuk dalam hal pemantauan dan pengamanan aset. Efisiensi yang diperoleh dibandingkan dengan menggunakan model konvensional mencapai 55,8% setiap bulannya sudah termasuk efisiensi jumlah personil serta aspek kesehatan dan keselamatan kerja dari SDM yang semestinya melakukan monitoring di lapangan.

**Kata kunci :** Lampu PJU, efektivitas, efisiensi

## **ABSTRACT**

*Public Street Lighting Lamps in Buleleng Regency have inefficiencies in terms of electricity bill costs and monitoring costs for lights. On this basis, innovations were made for efficiency both in terms of electricity bill costs and minimizing field monitoring costs through Electronic Information Asset Management (e-MAP). The aim of this research is to analyze the efficiency of the design and construction of e-MAP innovation applications in Buleleng Regency. The analysis focuses on the impact of the innovation being developed and the efficiency of implementing the innovation, which includes efficiency in electricity bill costs, efficiency in the number of human resources and monitoring costs. The results of the analysis of the planned application design are in the form of an IoT-based PJU asset management system through a PJU lamp smart system model which is believed to provide flexibility in PJU lamp asset management including in terms of monitoring and securing assets. The efficiency obtained compared to using the conventional model reaches 55.8% every month including the efficiency of the number of personnel and aspects of occupational health and safety from human resources who should carry out monitoring in the field.*

**Key word :** *Public street lighting lamps, Electronic Information Asset Management, efficiency*

## **PENDAHULUAN**

Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan salah satu komponen penting pada ruas jalan untuk mendukung kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan terutama di malam hari. Lampu tersebut merupakan bagian dari bangunan pelengkap jalan terdiri atas sumber cahaya, elemen optik, elemen elektrik, struktur penopang dan pondasi tiang lampu yang digunakan untuk menerangi jalan dan lingkungan di sekitar jalan yang membutuhkan penerangan dengan pemasangan di kiri atau kanan dan atau di tengah jalan (SNI, 2008). Keberadaan lampu penerangan jalan dapat memberikan rasa aman dan nyaman khususnya pada saat malam hari kepada masyarakat pengguna jalan.

Kabupaten Buleleng merupakan salah satu Kabupaten di Bali yang telah mengalami perkembangan pesat baik dalam bidang pembangunan infrastruktur, penduduk, wisata, dan berbagai bisnis usaha yang menjanjikan. Dengan adanya perkembangan tersebut, maka perlu adanya peningkatan kualitas dan fasilitas dalam hal sarana dan prasarana perlengkapan jalan, termasuk PJU, sehingga masyarakat merasa aman dalam melakukan aktivitas perjalanan di malam hari, serta sebagai penunjang aktivitas kegiatan yang dilakukan khususnya saat malam hari. Sebagai suatu fasilitas yang sangat krusial, PJU merupakan barang-barang elektronik yang rentan karena memiliki umur pakai yang pendek sehingga kegiatan perbaikan dan pemeliharaan mutlak dibutuhkan. Perbaikan dapat meliputi perbaikan

jaringan, penggantian lampu, ballast dan suku cadang lainnya yang mati, ataupun pengecekan kondisi panel PJU.

Kebijakan penyelenggaraan pemerintahan yang mengedepankan prinsip demokratis, transparan dan akuntabel, mengharuskan setiap Organisasi Perangkat Daerah (OPD) menyediakan suatu sistem informasi yang mampu menyimpan, mengolah data menjadi informasi yang valid, akurat, dan *up to date*, yang bisa dengan mudah diakses oleh masyarakat luas. Perkembangan teknologi dan era keterbukaan informasi publik saat ini, mendorong tersedianya sistem informasi yang dapat diakses secara *online* oleh masyarakat, tanpa terkecuali dalam hal sistem informasi infrastruktur PJU, termasuk juga dapat dimanfaatkan sebagai teknologi dalam manajemen PJU di Kabupaten Buleleng.

Sistem Informasi telah berkembang seiring dengan dengan perkembangan teknologi informasi. Keberadaan teknologi informasi terbukti telah mendukung kinerja melalui peningkatan efisiensi, efektifitas dan produktifitas kerja. Sistem informasi inilah yang dibutuhkan, dimanfaatkan, dikembangkan, dan diarahkan untuk menunjang perencanaan pembangunan di daerah. Penggunaan *Geographics Information Systems* (GIS) untuk penyajian data infrastruktur dan pengembangan wilayah di Kabupaten Buleleng menjadi pilihan yang sangat tepat bagi perencanaan pembangunan infrastruktur (Prahasta, 2009). Atas dasar tersebut, Dinas Perhubungan Kabupaten Buleleng melalui Bidang Lalu Lintas merancang program usulan berupa aplikasi Elektronik Manajemen Aset Penerangan (e-MAP) yaitu Sistem Informasi Elektronik Manajemen Aset yang nantinya diharapkan bisa menjadi alat dalam pengambilan kebijakan dalam pembangunan infrastruktur khususnya manajemen aset PJU. Hal ini sangat beralasan mengingat hasil pendataan PJU oleh seksi pendataan PJU Dinas PUTR tahun 2020 menunjukkan bahwa Kabupaten Buleleng memiliki data 15.686 titik lampu, 354 Id pelanggan ber kWh dan 433 Id pelanggan non kWh, serta tiang dan box panel yang tersebar di 9 kecamatan. Setelah terjadi perubahan kelembagaan, belum pernah lagi dilakukan pendataan karena terbatasnya personil sehingga data tersajikan belum bisa dijadikan acuan untuk perencanaan pembangunan. Namun, kondisi data yang dimiliki oleh Dinas Perhubungan saat ini berkaitan dengan lampu PJU per tahun 2022 sebanyak 15.969 titik lampu dengan rincian lampu kWh meter sebanyak 353 Id pelanggan dengan total 9.675 titik sementara lampu non kWh meter sebanyak 430 Id pelanggan dengan total 6.239 titik lampu yang tersebar di 9 kecamatan. Angka ini kemungkinan belum termasuk pemasangan lampu ilegal oleh masyarakat yang cenderung terus meningkat karena kebutuhan akan lampu penerangan jalan yang dirasa sangat penting untuk keamanan dan kenyamanan masyarakat. Kondisi ini berdampak pada tidak tersedianya data yang dikelola dengan valid, akurat, dan *up to date* sehingga pemeliharaan yang dilakukan pun kurang terarah.

Kehadiran inovasi e-MAP yang direncanakan oleh Dinas Perhubungan diharapkan menjadi salah satu solusi yang tepat dalam

hal manajemen aset PJU di Kabupaten Buleleng. Beberapa daerah sudah berhasil menerapkan sistem yang sejenis seperti yang dilakukan oleh Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Kawasan Permukiman Kota Yogyakarta yang sudah mulai menjalankan aplikasi e-PJU. Kota Semarang juga telah menggunakan Sistem Informasi Penerangan Jalan Umum dalam melakukan pengelolaan aset lampu PJU. Aplikasi yang digunakan tersebut tidak hanya untuk memudahkan masyarakat menyampaikan aduan terkait penerangan jalan umum, tetapi memiliki beberapa fungsi lain seperti manajemen aset, analisis ekonomi hingga analisis energi. Selain melacak lampu yang rusak, penggunaan jaringan e-PJU tersebut juga memungkinkan efisiensi anggaran untuk pembayaran rekening listrik dengan meredupkan tingkat pencahayaan lampu pada jam tertentu, misalnya tengah malam diredupkan 30 persen untuk menghemat daya.

Dalam rangka memberikan keyakinan atas program inovasi e-MAP yang dirancang oleh Dinas Perhubungan Kabupaten Buleleng, maka dibutuhkan suatu kajian terhadap efisiensi sistem ini dalam menjawab beberapa kendala yang dihadapi oleh Dinas Perhubungan Kabupaten Buleleng selama ini. Melalui kajian ilmiah ini, maka akan dilakukan analisis terhadap rancangan inovasi e-MAP dari Dinas Perhubungan Kabupaten Buleleng yang penekannya pada dua fokus yaitu fitur rencana rancang bangun aplikasi e-MAP dan efisiensi rancang bangun aplikasi e-MAP yang akan dikembangkan di Kabupaten Buleleng. Analisis terhadap fitur rancang bangun aplikasi e-MAP ditujukan agar dapat mempermudah dalam melakukan pemeliharaan penerangan jalan umum, menyediakan database lampu PJU terupdate. Analisis efisiensi ini nantinya dapat membantu pemerintah Kabupaten Buleleng dalam menyusun perencanaan dan pengambilan keputusan terkait penerangan jalan umum. Sasaran yang ingin dicapai terkait dengan manajemen asset PJU adalah tersajinya data tentang PJU yang terkini di Kabupaten Buleleng serta pengembangan aplikasi multiplatform untuk pengembangan dan pembangunan Jangka Pendek, Jangka Menengah, dan Jangka Panjang. Selain itu, sasaran lainnya adalah kemampuan melakukan update data secara langsung dan real-time apabila akan dilakukan penambahan titik lampu atau pemasangan lampu.

## **METODOLOGI**

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan yaitu bulan Juli-September tahun 2022 yang tahapan kegiatannya meliputi: 1) persiapan administrasi dan teknis pekerjaan, 2) pelaksanaan pengkajian, 3) FGD bersama TPM, 4) penyusunan draft laporan akhir, 5) seminar laporan akhir, dan 6) pelaporan akhir. Secara umum, tahapan penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Kabupaten Buleleng dengan melakukan simulasi pengujian efisiensi sistem menggunakan sampel 100 titik lampu. Pengujian difokuskan pada dampak inovasi yang akan diimplementasikan, dan efisiensi biaya dari tagihan listrik atas implementasi inovasi, efisiensi biaya pemantauan/monitoring lampu PJU termasuk efisiensi jumlah SDM dalam hal pemantauan/monitoring. Data yang dikumpulkan dalam penelitian berupa informasi dari masyarakat termasuk dari Dinas Perhubungan Kabupaten Buleleng tentang pengelolaan lampu PJU yang ada selama ini. Selanjutnya data sebaran lampu PJU yang menjadi aset Dinas Perhubungan Kabupaten Buleleng diperoleh dari database yang dikelola oleh Dinas Perhubungan Kabupaten Buleleng, serta data terkait kebutuhan biaya pemeliharaan lampu PJU yang selama ini diperoleh Dinas Perhubungan Kabupaten Buleleng melalui metode pencatatan dokumen. Khusus data yang berkaitan dengan indikator a) *efficiency*, b) *quality*, c) *access to service*, d) *customer feedback*, e) *speed of delivery*, dan f) *range of services* sebelum adanya inovasi dan estimasi pascainovasi akan dilakukan melalui metode wawancara bersama Dinas Perhubungan Kabupaten Buleleng, serta informasi dari pakar IT dan elektronika yang juga akan memberikan masukan model rancang sistem yang baik untuk digunakan dalam mengelola aset PJU.



sumber dengan sumber lainnya termasuk dengan landasan teori yang digunakan, terutama berkaitan dengan validasi atas estimasi dampak dari inovasi yang akan dirancang. Tahap selanjutnya adalah metode analisis data yang menggunakan metode analisis data deskriptif kualitatif komparatif yang akan mendeskripsikan perbandingan sebelum dan sesudah adanya inovasi dengan menekankan pada enam indikator. Analisis data *before after comparison*, dilakukan terhadap data hasil wawancara yang dilakukan bersama pihak Dinas Perhubungan Kabupaten Buleleng. Data *before* mencerminkan bagaimana kondisi dari enam indikator tersebut sebelum adanya inovasi, sementara data *after* mencerminkan bagaimana estimasi dampak dari enam indikator tersebut yang akan diperoleh ketika sudah diimplementasikannya inovasi e-MAP. Hasil analisis *before after comparison* ini juga dilakukan untuk mendeskripsikan perbandingan biaya sebelum dan sesudah adanya inovasi. Selain menggunakan enam indikator tersebut, untuk menentukan tingkat efektivitas dalam penelitian ini yang diukur dengan indikator efisiensi biaya dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (dimodifikasi dari Soekartawi, 2003).

$$\text{Efisiensi} = \text{Biaya Pasca Inovasi} / \text{Biaya Sebelum Inovasi} \times 100\%$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

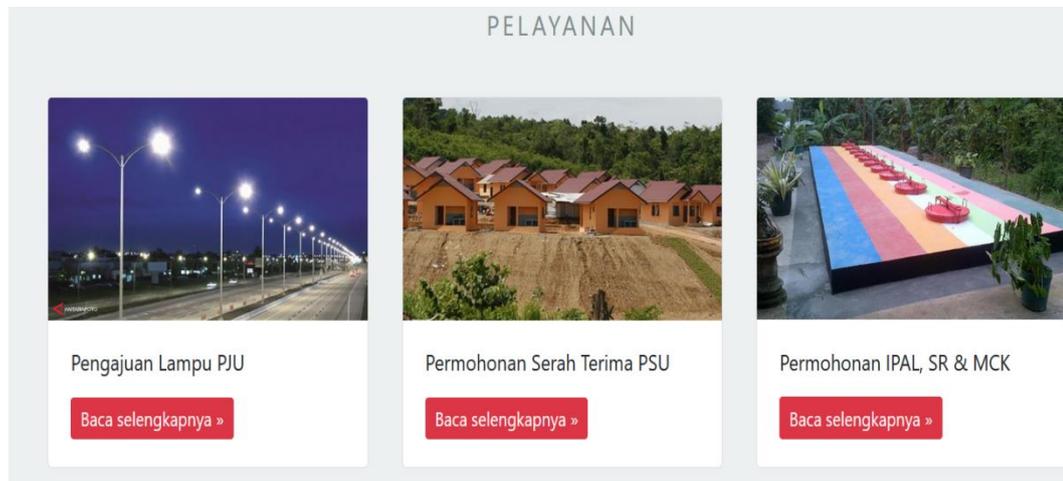
### 1. Desain Rancang Bangun Aplikasi e-MAP

Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan salah satu infrastruktur yang mendukung kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan di malam hari. Lampu tersebut merupakan bagian dari bangunan pelengkap jalan terdiri atas sumber cahaya, elemen optik, elemen elektrik, struktur penopang dan pondasi tiang lampu yang digunakan untuk menerangi jalan dan lingkungan di sekitar jalan yang membutuhkan penerangan dengan pemasangan di kiri atau kanan dan atau di tengah jalan (SNI, 2008). Terry (2000) mengemukakan bahwa pengelolaan dapat dipahami sebagai suatu proses yang terdiri atas perencanaan, pengorganisasian, pengawasan dengan memanfaatkan ilmu maupun seni agar dapat menjelaskan tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya.

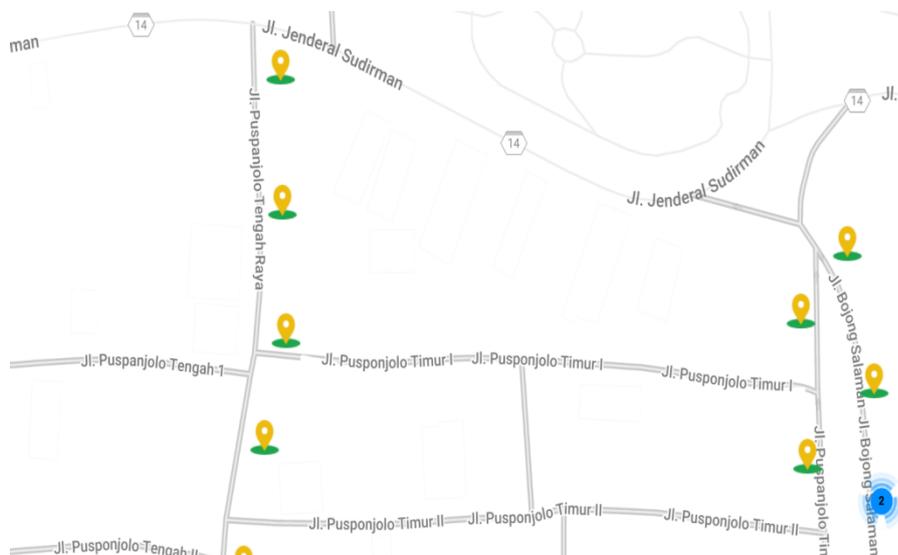
Umumnya pengendalian lampu PJU secara konvensional dengan saklar tidak efektif dalam konsumsi daya, sumber daya manusia dan kesulitan pengoperasian (menyalakan dan mematikan). Apabila proses monitoring lampu jalan tidak dapat diketahui petugas secara cepat maka akan memperlambat proses perbaikan masalah tersebut. Hal ini akan mengakibatkan kerugian pada masyarakat, yaitu meningkatnya angka kerawanan sosial, baik itu kecelakaan lalu lintas maupun tindakan kriminal (Ramdhoni, 2018). Beberapa metode untuk mengatasi masalah tersebut adalah: (1) metode pengendalian waktu untuk menghidupkan dan mematikan lampu pada waktu-waktu tertentu; dan (2) metode pengendalian intensitas cahaya (sensor cahaya tertentu) untuk menghidupkan dan mematikan lampu sesuai kondisi

pencahayaan tertentu. Akan tetapi kedua metode tersebut belum terintegrasi dengan sistem terkait, misalnya untuk pemantauan dan pemeliharaan.

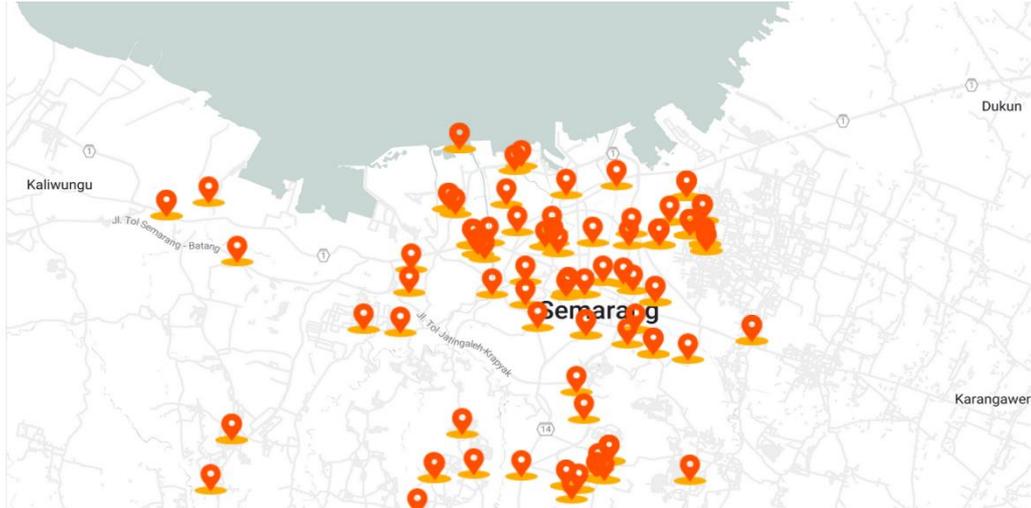
Berdasarkan penelusuran melalui berbagai sumber secara online yang berhubungan dengan *smart system* lampu PJU, dapat diilustrasikan salah satu contoh model Sistem Informasi Penerangan Jalan Umum (SIPENJALU) Kota Semarang sebagai berikut (<https://sigpju.semarangkota.go.id/>).



Gambar 3. Layanan umum lampu PJU



Gambar 4. Distribusi lampu PJU

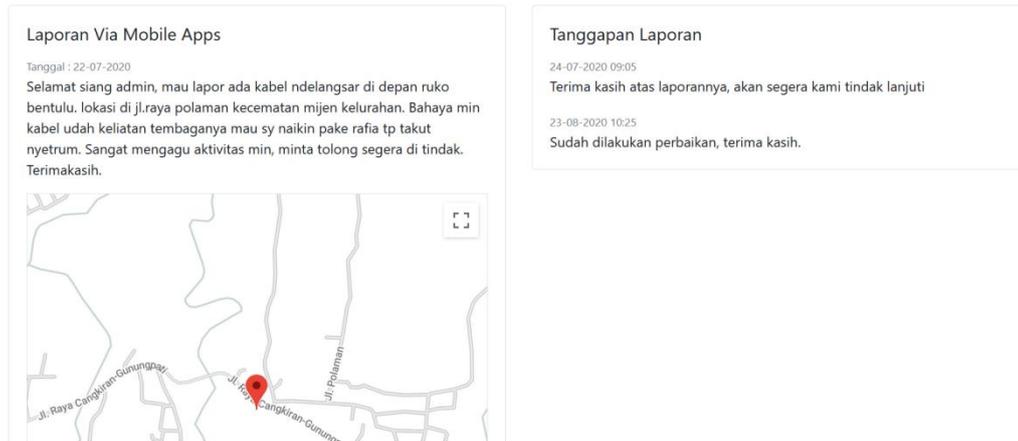


Gambar 5. Indikator Lampu PJU yang dilaporkan masyarakat

## LAPORAN WARGA

<p>Laporan Via Mobile Apps</p> <p>22-07-2020 / Via Mobile Apps</p> <p>Selamat siang admin, mau lapor ada kabel ndelangsar di depan ruko bentulu. loka...</p> <p><a href="#">Lihat detail &gt;</a></p>	<p>Laporan Via Mobile Apps</p> <p>22-07-2021 / Via Mobile Apps</p> <p>Lampu jalan mati sudah sebulan,kami lapor RT tdk di tindak lanjuti Alamat wonolo...</p> <p><a href="#">Lihat detail &gt;</a></p>	<p>Laporan Via Mobile Apps</p> <p>09-08-2021 / Via Mobile Apps</p> <p>lampu jalan mati semua .yg jalur kalikangkung..</p> <p><a href="#">Lihat detail &gt;</a></p>
<p>Laporan Via Mobile Apps</p> <p>27-07-2020 / Via Mobile Apps</p> <p>Lampu penerangan jalan mati .. klw yg blkg hidup , yg blkg mati ... bgtu juga seb...</p> <p><a href="#">Lihat detail &gt;</a></p>	<p>Laporan Via Mobile Apps</p> <p>24-07-2021 / Via Mobile Apps</p> <p>Lapor mati lampu jalan</p> <p><a href="#">Lihat detail &gt;</a></p>	<p>Laporan Via Mobile Apps</p> <p>12-08-2021 / Via Mobile Apps</p> <p>Coba maaf ya</p> <p><a href="#">Lihat detail &gt;</a></p>

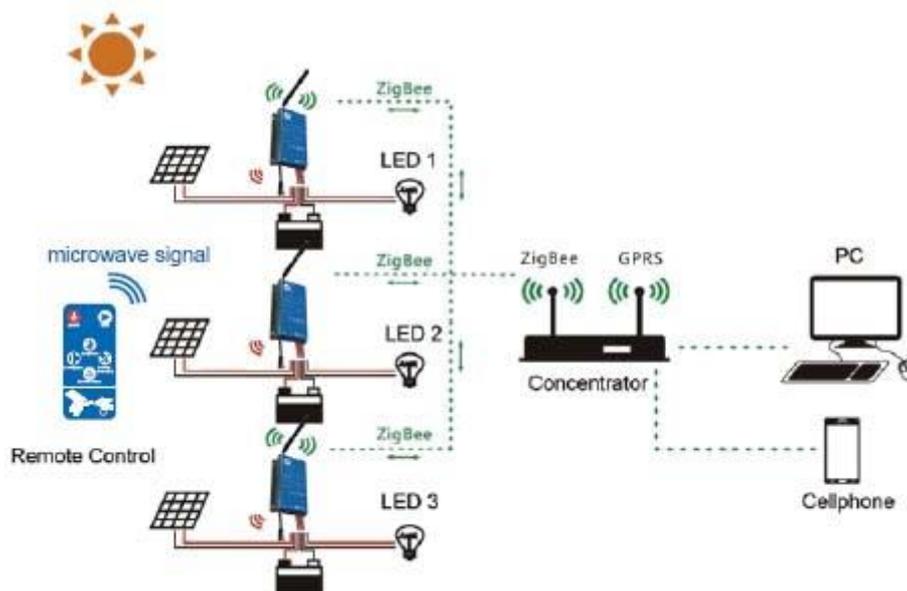
Gambar 6. Isi laporan masyarakat



Gambar 7. Tindak lanjut laporan masyarakat

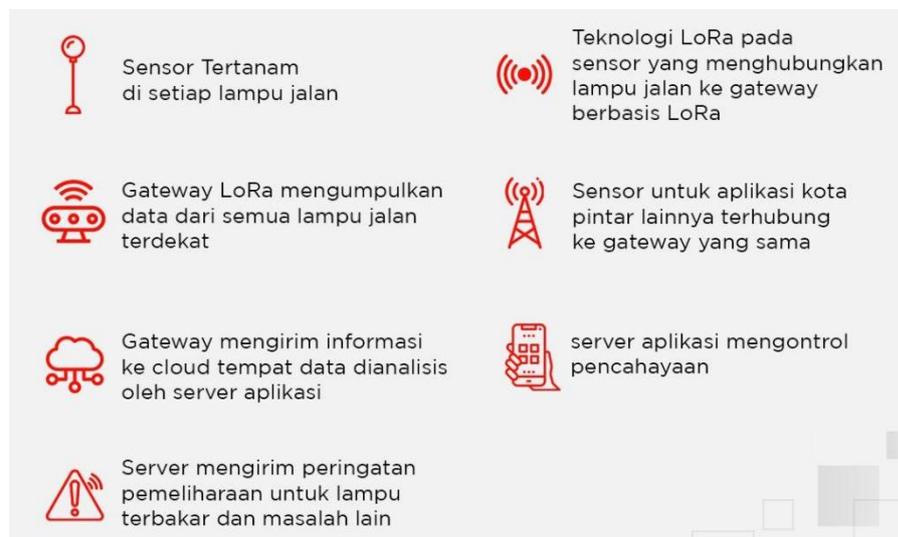
Memperhatikan Gambar 3 sampai 7, disajikan bagaimana layanan *online* yang diberikan oleh Dinas Perhubungan Kota Semarang dalam hal penanganan lampu PJU. Sistem yang dikembangkan secara *online* tersebut mampu mengakomodir keluhan masyarakat terkait lampu PJU. Sistem tersebut juga berfungsi sebagai tools komunikasi antara masyarakat dengan Dinas Perhubungan dalam hal mengelola lampu PJU.

Selain itu diketahui juga bahwa, penerapan *smart system* lampu PJU juga sudah diterapkan di daerah yang memiliki perkembangan sektor pariwisata dan ekonomi cukup pesat seperti Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau yang dipublikasikan melalui laman [bumienergisyria.com](http://bumienergisyria.com). Melalui fitur *Dimmer Control* dan *Timed Control* yang ada pada *Smart Remote Monitoring*, pengguna bisa mengatur lampu-lampu jalan sesuai kondisi dan lokasi. Lebih jelasnya disajikan melalui gambar berikut.



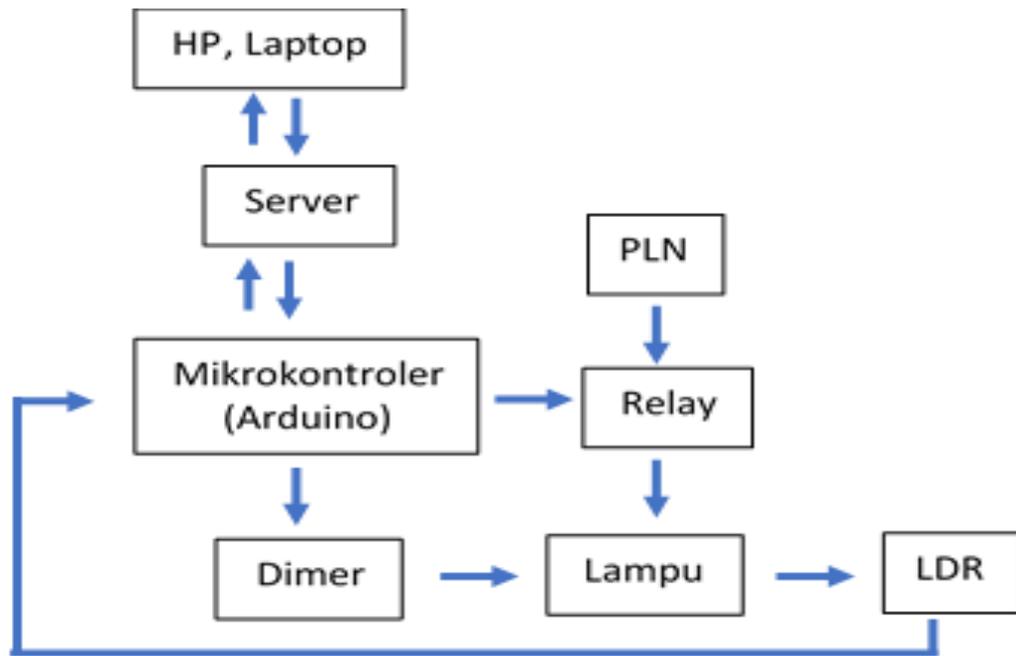
Gambar 8. Ilustrasi Penerapan *Smart System* PJU

Selain itu hasil penelusuran juga mendapatkan informasi, terdapat implementasi *Smart Lighting* untuk Penerangan Jalan Umum yang dikembangkan oleh Telkom. Sistem ini dilengkapi dengan LoRa yang dapat mempermudah mengontrol lampu di jalan umum. Adapun keuntungan yang diberikan oleh *Smart Lighting* adalah dapat mengetahui konsumsi kWh PJU (Rupiah Tagihan), mengetahui status lampu apakah hidup, mati ataupun rusak, dapat mengetahui posisi PJU dalam peta koordinat dan lain-lainnya. Dengan menggunakan *Smart Lighting* untuk penerangan jalan umum, proses manajemen lampu bisa lebih sederhana dibandingkan proses manual, ini bisa menjadi cara yang cukup baik untuk konservasi energi sekaligus efisiensi kegiatan operasional perusahaan. Penerapan Smart PJU ini sudah diuji coba secara live oleh Telkom IoT pada bulan September 2020 di beberapa kota seperti Papua, Pangandaran, Tasikmalaya dan Ciamis. Adapun sistem kerjanya sebagai berikut ([www.telkomiot.com](http://www.telkomiot.com)).



Gambar 9. Sistem Kerja *Smart System PJU* Telkom

Merujuk pada beberapa contoh penerapan *smart system* PJU yang sudah dikembangkan pada beberapa daerah, pada prinsipnya inovasi e-MAP yang diinisiasi oleh Dinas Perhubungan Kabupaten Buleleng berkaitan dengan pengelolaan dan manajemen aset PJU di Kabupaten Buleleng adalah sebagai berikut.



Gambar 10. Rancang Bangun Inovasi e-MAP

Merujuk pada Gambar 10, dapat diketahui bahwa komponen rancang bangun inovasi e-MAP yang dibutuhkan minimal sebagai berikut.

- Server merupakan sistem komputer yang menyediakan sumber daya untuk penyimpanan data.
- Mikrokontroler merupakan sebuah komponen dengan ukuran minimalis yang berfungsi sebagai pengendali sistem. Salah satu jenis mikrokontroler yaitu Arduino yang dapat digunakan untuk menanam program yang akan digunakan.
- Dimer merupakan komponen sebagai pengatur besar kecilnya intensitas cahaya yang dikeluarkan.
- LDR merupakan sensor cahaya yang digunakan untuk memberikan input pada mikrokontroler mendeteksi output yang dihasilkan.
- Relay merupakan saklar otomatis, bekerja berdasarkan instruksi dari mikrokontroler.
- HP, Laptop yang digunakan sebagai antarmuka melakukan kontrol dalam pengelolaan lampu PJU.

Sistem kerja dari inovasi e-MAP tersebut secara sederhana dapat dijelaskan bahwa HP sebagai kontroler akan menerima input, kemudian dikirim ke server, dan dilanjutkan diolah pada mikrokontroler. Selanjutnya mikrokontroler memberikan perintah pada dimer (untuk penentuan intensitas cahaya) dan pada *relay* (saklar otomatis) untuk melakukan perintah *on/off* lampu. Aliran dari PLN akan dapat mengalir ke lampu saat perintah *on* pada relay sehingga lampu akan menyala. Kondisi ini juga berlaku ketika dilakukan penyesuaian pencahayaan untuk menghemat energi yang digunakan. Kemudian sistem LDR yang merupakan sensor akan menangkap sinyal dari lampu dan mengirimkan ke mikrokontroler untuk di proses dan

dikirim kembali ke HP sehingga pada HP akan bisa memonitor kondisi lampu *on/off*.

Memperhatikan konsep kerja dari desain konsep yang akan dikembangkan, hal ini dipandang menjadi solusi atas pengendalian lampu PJU secara konvensional dengan saklar yang tidak efektif dalam konsumsi daya, sumber daya manusia dan kesulitan pengoperasian (menyalakan dan mematikan). Apabila proses monitoring lampu jalan tidak dapat diketahui petugas secara cepat maka akan memperlambat proses perbaikan masalah tersebut. Hal ini akan mengakibatkan kerugian pada masyarakat, yaitu meningkatnya angka kerawanan sosial, baik itu kecelakaan lalu lintas maupun tindakan kriminal (Ramdhoni, 2018). Beberapa metode untuk mengatasi masalah tersebut adalah: (1) metode pengendalian waktu untuk menghidupkan dan mematikan lampu pada waktu-waktu tertentu; dan (2) metode pengendalian intensitas cahaya (sensor cahaya tertentu) untuk menghidupkan dan mematikan lampu sesuai kondisi pencahayaan tertentu. Akan tetapi kedua metode tersebut belum terintegrasi dengan sistem terkait, misalnya untuk pemantauan dan pemeliharaan. Namun dalam rencana desain e-MAP yang akan dikembangkan ini diyakini mampu mengatasi kelemahan tersebut sehingga akan sangat efektif dalam pemantauan lampu PJU.

## 2. Efisiensi Rencana Rancang Bangun Aplikasi e-MAP

Berdasarkan metode yang digunakan dalam penelitian ini, efisiensi rencana rancang bangun aplikasi e-MAP dikaji menggunakan analisis *before* dan *after* yang mencerminkan bagaimana estimasi dampak dari enam indikator tersebut yang akan diperoleh ketika sudah diimplementasikannya inovasi e-MAP. Selanjutnya, hasil analisis *before-after comparison* dilakukan analisis biaya sebelum dan sesudah adanya inovasi untuk melihat efisiensi rancang bangunnya.

Pengukuran dampak inovasi sektor publik tidak saja dikaji dari output keuangan semata, namun juga pada nilai publik yang dihasilkan. Menurut kajian *National Endowment for Science, Technology, and the Arts (NESTA) (Hughes, Moore, & Kataria, 2011)*, indeks inovasi sektor publik setidaknya mencakup empat bidang, yaitu:

- a. *Improvement in organizational key performance indicators*
- b. *Improvement in service evaluation*
- c. *Improvement in efficiency*
- d. *Improvement context.*

Hasil penelitian yang pernah dilakukan untuk menilai dampak inovasi Kedeputan Inovasi Administrasi Negara Lembaga Administrasi Negara tahun 2018 menggunakan beberapa indikator yang meliputi:

- a. *Efficiency*, terkait dengan efisiensi biaya yang terjadi setelah adanya inovasi.
- b. *Quality*, terkait dengan kualitas dari layanan inovasi.
- c. *Access to service*, terkait dengan akses pelayanan yang semakin mudah atau malah justru semakin sulit.

- d. *Customer Feedback*, terkait dengan apakah terdapat ruang bagi konsumen untuk memberikan feedback dalam rangka peningkatan inovasi.
- e. *Speed of Delivery*, terkait dengan lama waktu yang dibutuhkan untuk satu layanan tertentu.
- f. *Range of Services*, terkait dengan seberapa jauh jangkauan pelayanan yang diberikan setelah inovasi.

Berdasarkan pedoman tersebut, adapun hasil yang diperoleh berdasarkan analisis data sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Wawancara Estimasi Dampak Inovasi e-MAP

No	Indikator	Keterangan	Jawaban
1	Efisiensi biaya	Besarnya biaya yang dibutuhkan dalam memberikan pelayanan sebelum dan setelah adanya inovasi	Biaya yang dibutuhkan dalam memberikan layanan PJU setelah adanya inovasi e-MAP diyakini akan lebih efisien dibandingkan sebelum adanya inovasi. Hal ini karena melalui inovasi yang dikembangkan bisa dilakukan pengaturan pencahayaan sehingga menghemat penggunaan energi listrik.
2	Kualitas	Kualitas layanan yang akan dilakukan melalui survei kepuasan pelanggan sebelum dan setelah adanya inovasi	Merujuk pada data laporan pengaduan diketahui bahwa pengaduan didominasi oleh keluhan masyarakat terhadap lampu PJU yang mati. Hasil wawancara diestimasi bahwa melalui inovasi e-MAP diyakini akan mampu memberikan kualitas layanan yang lebih baik, karena apabila terjadi lampu yang mati akan bisa terdeteksi oleh sistem kontrol. Penanganan pun akan bisa dilakukan lebih cepat.
3	Akses pelayanan	Apakah inovasi mampu memberikan pelayanan yang memudahkan masyarakat atau sebaliknya sebelum dan setelah adanya inovasi	Akses pelayanan setelah adanya inovasi e-MAP diestimasi akan mampu memberikan akses pelayanan yang lebih mudah karena monitoring terhadap lampu PJU bisa dilakukan secara mobile menggunakan HP.

4	Pengaduan pelanggan	Kemudahan pelanggan melakukan pengaduan termasuk sarana yang digunakan sebelum dan setelah adanya inovasi	Sampai saat ini pengaduan masyarakat sudah dilakukan secara online, setelah adanya inovasi e-MAP layanan pengaduan direncanakan akan tetap seperti saat ini karena titik lampu yang hanya bisa dimonitor adalah yang hanya menggunakan inovasi e-MAP.
5	Kecepatan pelayanan	Lama waktu memberikan pelayanan kepada pelanggan sebelum dan setelah adanya inovasi	Indikator kecepatan pelayanan ini difokuskan pada kecepatan penanganan ketika terjadi lampu mati. Melalui inovasi e-MAP ini maka sebelum adanya laporan dari warga, sistem akan mampu mendeteksi adanya lampu yang mati, sehingga akan bisa dilakukan proses segera memberikan layanan untuk perbaikan lampu. Namun perlu diketahui bahwa alokasi anggaran untuk penanganan ini sangat tergantung pada besarnya pagu anggaran yang dikelola. Sepanjang terdapat pos anggaran, maka ketika terdeteksi adanya lampu yang mati akan bisa dilakukan penanganan segera.
6	Jangkauan pelayanan	Cakupan layanan sebelum dan setelah adanya inovasi	Cakupan layanan setelah adanya inovasi e-MAP ini diharapkan mampu mengcover seluruh wilayah Kabupaten Buleleng. Namun karena kebutuhan biaya yang cukup besar untuk implementasi inovasi ini, maka diestimasi cakupan layanan inovasi e-MAP akan bertahap pada beberapa id pelanggan.

Sumber : Hasil analisis data (2022).

Merujuk pada Tabel 1, dari 6 indikator yang digunakan untuk menilai dampak inovasi e-MAP yang akan dikembangkan, secara umum diestimasi dampak adanya inovasi e-MAP ini akan mampu memberikan efisiensi biaya, kualitas layanan yang lebih baik, akses pelayanan yang mudah dan *mobile*, penanganan pengaduan yang lebih cepat, kecepatan pelayanan serta jangkauan pelayanan yang diharapkan mampu mengcover seluruh wilayah Kabupaten Buleleng. Adanya inovasi e-MAP diestimasi memberikan dampak efisiensi biaya karena pelaporan atas kondisi lampu PJU dilakukan langsung oleh masyarakat berbasis *smartphone* selain itu juga dari pihak Dinas

Perhubungan Kabupaten Buleleng secara *realtime* juga mampu melakukan pemantauan kondisi lampu PJU. Masyarakat juga diberikan akses melakukan pengaduan termasuk permohonan layanan berbasis digital sehingga akan berdampak pada kecepatan layanan yang diberikan. Memperhatikan informasi awal yang diperoleh pada salah satu daerah yang menerapkan sistem pelaporan berbasis elektronik, secara umum sangat memberikan kemudahan baik masyarakat maupun dinas terkait dalam rangka melakukan monitoring terhadap lampu PJU serta dalam hal pemberian layanan.

Penilaian tersebut dilakukan secara kualitatif, namun secara kuantitatif untuk menilai efisiensi biaya atas implementasi inovasi, analisis data dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap 100 titik lampu 100 Watt. Pengujian dimaksud untuk mengetahui apakah ada efektivitas sebelum dan sesudah dilakukan implementasi inovasi e-MAP. Kriteria yang digunakan dalam melakukan analisis ini dibatasi pada tiga kriteria yaitu:

- Tanpa Meteran Listrik (Non kWh meter)
- Dengan Meteran Listrik (kWh meter)
- Dengan Sistem IoT (e-MAP)

Ketiga kriteria tersebut diimplementasikan hanya mempertimbangkan biaya yang akan dibutuhkan untuk tagihan listrik setiap bulan, sementara belanja modal yang dibutuhkan untuk pengadaan tidak diperhitungkan karena belum diperoleh informasi data yang pasti harga masing-masing komponen yang dibutuhkan. Berdasarkan hasil analisis yang sudah dilakukan diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Analisis Estimasi Efisiensi Biaya Inovasi e-MAP

No	Kriteria	Jumlah lampu (n)	Daya Lampu (P)	Pemakaian	Energi/bulan	Tarif	Biaya/ bulan	Total Biaya /bulan
1	Non kWh	100	100 watt	18.00 - 06.00 (12jam)	3.600 kWh	Rp 1.500,-	Rp 5.400.000,-	Rp 5.400.000,-
2	kWh	100	100 watt	18.00 - 06.00 (12jam)	3.600 kWh	Rp 1.500,-	Rp 5.400.000,-	Rp 5.400.000,-
3	IoT (e-MAP)	100	100 watt	18.00 - 24.00 (6jam) 24.00 - 06.00 (6jam)	1.800 kWh 900 kWh	Rp 1.500,-	Rp 2.700.000,- Rp 1.350.000,-	Rp 4.050.000,-

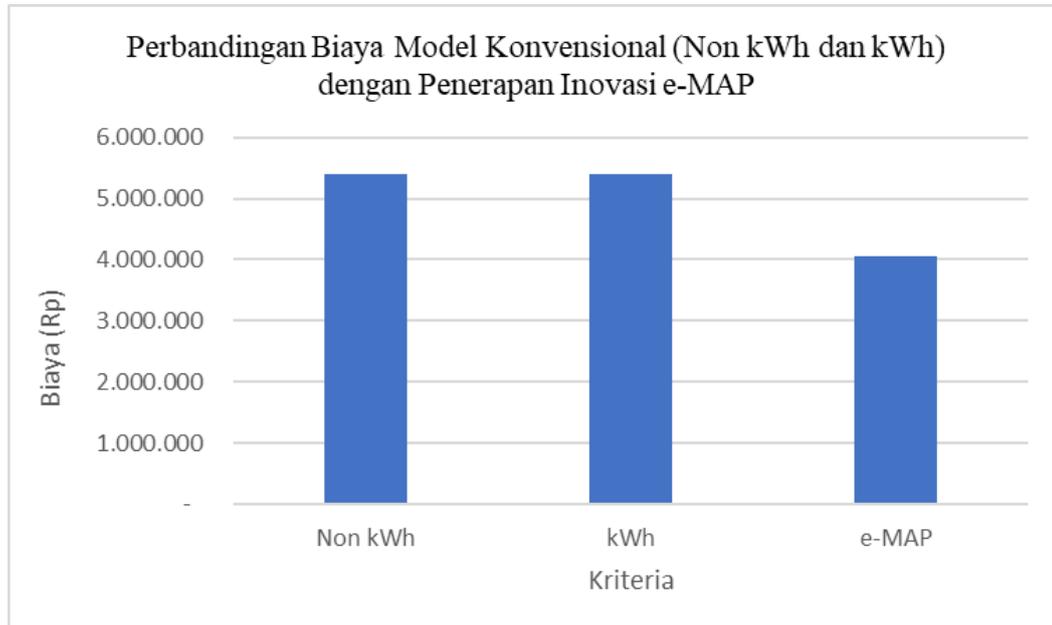
Sumber : Hasil analisis data, (2022)

Tabel 3. Hasil Analisis Estimasi Efisiensi Biaya Penerapan Inovasi e-MAP jika Terdapat Penambahan 10 Titik Lampu Ilegal

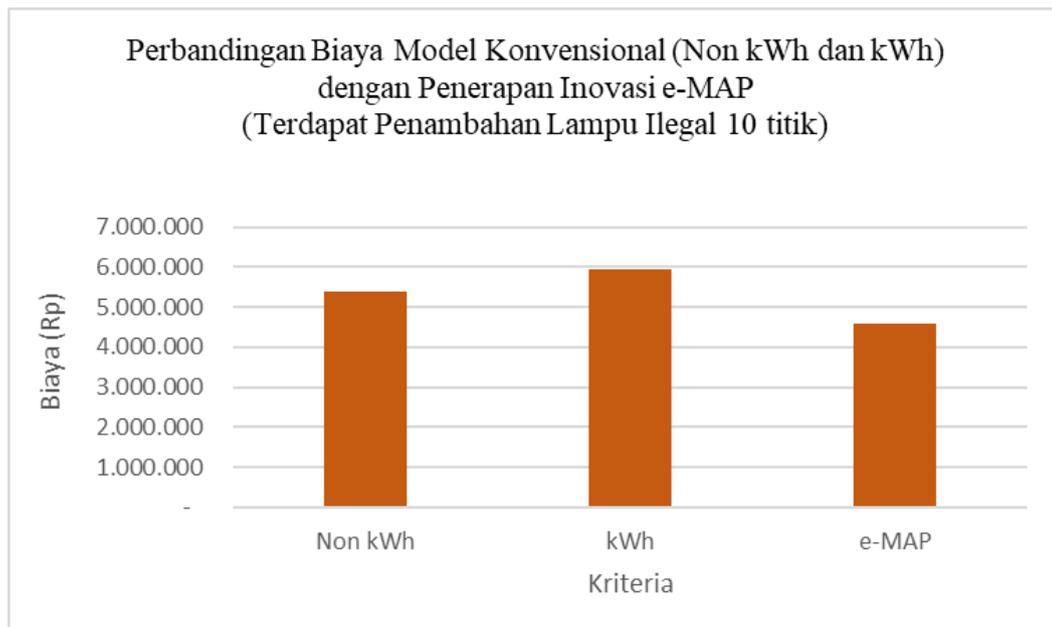
No	Kriteria	Jumlah lampu (n)	Daya Lampu (P)	Pemakaian	Energi/bulan	Tarif	Biaya/ bulan	Total Biaya /bulan
1	Non kWh	110	100 watt	18.00 - 06.00 (12jam)	3.600 kWh	Rp 1.500,-	Rp 5.400.000,-	Rp 5.400.000,-
2	kWh	110	100 watt	18.00 - 06.00 (12jam)	3.960 kWh	Rp 1.500,-	Rp 5.940.000,-	Rp 5.940.000,-
3	IoT (e-MAP)	100	100 watt	18.00 - 24.00 (6jam) 24.00 - 06.00 (6jam)	1.800 kWh 900 kWh	Rp 1.500,-	Rp 2.700.000,- Rp 1.350.000,-	Rp 4.590.000,-
		10	100 Watt	18.00 - 06.00 (12jam)	360 kWh		Rp.540.000,-	

Sumber : Hasil analisis data, (2022)

Merujuk pada Tabel 2 dan 3, hasil analisis data tersebut juga dapat disajikan melalui grafik sebagai berikut.



Gambar 11. Perbandingan Biaya Model Konvensional dengan Penerapan Inovasi e-MAP



Gambar 12. Perbandingan Biaya Model Konvensional dengan Penerapan Inovasi e-MAP (Ketika Terdapat Penambahan Lampu Ilegal)

Memperhatikan Tabel 2 dan 3 serta diperjelas melalui Gambar 11 dan 12, diketahui bahwa secara umum rencana rancang bangun inovasi e-MAP yang diinisiasi oleh Dinas Perhubungan Kabupaten Buleleng mampu memberikan efisiensi dari sisi biaya tagihan listrik. Hal ini terlihat sangat jelas dari Gambar 11 dan 12 bahwa tagihan

listrik dengan menggunakan inovasi e-MAP selalu lebih rendah walaupun disinyalir adanya pemasangan lampu PJU yang ilegal. Melalui sistem ini IoT pengguna diberikan ruang untuk melakukan pengaturan pencahayaan lampu sehingga terjadi variasi penggunaan energi. Sesuai dengan pedoman Permenhub RI no 27 tahun 2018 tentang Alat Penerangan Jalan, Dinas Perhubungan diberikan ruang untuk melakukan pengaturan kuat pencahayaan yaitu 100% pada pukul 18.00 – 24.00 (6 jam) dan 50% pada pukul 24.00 – 06.00 (6 jam). Pengaturan kuat pencahayaan tersebut akan mempengaruhi energi listrik yang digunakan.

Selanjutnya apabila dianalisis secara lebih komprehensif bahwa dalam tahun berjalan biaya yang dibutuhkan untuk pemeliharaan lampu PJU menurut informasi dari Dinas Perhubungan Kabupaten Buleleng minimal terdiri dari beberapa komponen yaitu tagihan listrik, penggantian komponen lampu/kabel yang rusak serta biaya monitoring setiap malam hari untuk memastikan bahwa lampu PJU dalam kondisi hidup, serta ada komponen khusus yang mungkin belum dipertimbangkan yaitu asuransi kesehatan dan keselamatan SDM yang melakukan monitoring setiap malam hari.

Memperhatikan beberapa pertimbangan tersebut, maka dalam penelitian ini diasumsikan beberapa komponen yang dipertimbangkan sebagai beban minimal setiap bulan ( $y$ ) sebagai berikut:

- Biaya tagihan listrik ( $A$ )
- Biaya pergantian komponen lampu/kabel ( $B$ )
- Biaya monitoring setiap malam hari ( $C$ )

Atas dasar komponen tersebut, maka diperoleh analogi persamaan umum sebagai berikut:

$$Y = A + B + C$$

Apabila dalam hal ini komponen biaya tagihan listrik mampu ditekan minimal 25% ( $A_1 = (A_0 - (A_0 * 25\%))$ ), biaya pergantian komponen diasumsikan sama ( $B_1 = B_0$ ), sementara biaya monitoring untuk model inovasi tidak ada ( $C_1 = 0$ ), maka persamaan yang diperoleh untuk model konvensional ( $Y_0$ ) dan model inovasi ( $Y_1$ ) yang akan dikembangkan adalah sebagai berikut.

$$Y_0 = A_0 + B_0 + C_0 \dots\dots\dots \text{Model konvensional}$$

$$Y_1 = (A_0 - (A_0 * 25\%)) + B_0 + 0 \dots\dots\dots \text{Model inovasi}$$

Berdasarkan persamaan model konvensional dan model inovasi, apabila biaya tagihan model konvensional yang ada selama ini per bulan Rp. 4.264.754,00 (untuk salah satu ruas jalan), biaya pergantian komponen Rp. 1.000.000,00 dan biaya monitoring per bulan Rp. 2.250.000,00 (untuk setiap survei minimal Rp. 75.000,00 x 30 hari), maka sebagai contoh implementasinya sebagai berikut.

$$Y_0 = A_0 + B_0 + C_0$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp. } 4.264.754,00 + \text{Rp. } 1.000.000,00 + \text{Rp. } 2.250.000,00 \\
 &= \text{Rp. } 7.514.754,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= (A_0 - (A_0 * 25\%)) + B_0 + 0 \\
 &= (\text{Rp. } 4.264.754,00 - (\text{Rp. } 4.264.754,00 * 25/100)) + \text{Rp. } \\
 &\quad 1.000.000,00 + 0 \\
 &= \text{Rp. } 4.198.566,00
 \end{aligned}$$

Memperhatikan analisis yang dilakukan tersebut, maka minimal efisiensi yang bisa dilakukan atas inovasi yang diinisiasi adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Tingkat efisiensi} &= \text{Biaya setelah inovasi/biaya sebelum inovasi} \times \\
 &\quad 100\% \\
 &= \text{Rp. } 4.198.566,00 / \text{Rp. } 7.514.754,00 * 100\% \\
 &= 55,8\%
 \end{aligned}$$

Efisiensi biaya tersebut secara tidak langsung sudah termasuk di dalamnya mempertimbangkan dari sisi aspek kesehatan dan keselamatan kerja dari SDM yang semestinya melakukan monitoring di lapangan namun dipermudah melalui sistem, termasuk di dalamnya juga akan bisa dilakukan efisiensi jumlah personil yang terlibat. Perlu diketahui bahwa yang dihitung tersebut belum mempertimbangkan biaya awal yang dibutuhkan karena hal tersebut merupakan belanja modal yang akan disesuaikan dengan kondisi keuangan dari Pemerintah Kabupaten Buleleng.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang sudah dilakukan, kesimpulan dari penelitian ini adalah hasil rancang bangun aplikasi e-MAP yang direncanakan berupa sistem pengelolaan manajemen aset PJU berbasis IoT melalui model smart system lampu PJU. Model ini diyakini akan memberikan fleksibilitas dalam hal manajemen aset lampu PJU di Kabupaten Buleleng termasuk dalam hal pemantauan dan pengamanan aset lampu PJU. Adapun efisiensi yang diperoleh dibandingkan dengan menggunakan model konvensional mencapai 55,8% setiap bulannya. Efisiensi biaya tersebut secara tidak langsung sudah termasuk di dalamnya mempertimbangkan dari sisi aspek kesehatan dan keselamatan kerja dari SDM yang semestinya melakukan monitoring di lapangan namun dipermudah melalui sistem, termasuk di dalamnya juga akan bisa dilakukan efisiensi jumlah personil yang terlibat. Kendatipun demikian, hal ini belum mempertimbangkan biaya awal yang dibutuhkan karena hal tersebut merupakan belanja modal pengadaan paket sistem lampu PJU yang akan disesuaikan dengan kondisi keuangan dari Pemerintah Kabupaten Buleleng termasuk biaya detail pemeliharaan sistem.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hughes, A., Moore, K., & Kataria, N. (2011). *Innovation in Public Sector Organisations: A pilot survey for measuring innovation across the public sector. London: Nesta.*
- Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2017 tentang Inovasi Daerah. *Jakarta: Sekretariat Negara.*
- Peraturan Presiden Nomor Nomor 95 tahun 2018 tentang Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik.
- Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 17 Tahun 2016 tentang Pedoman Penelitian dan Pengembangan di Kementerian Dalam Negeri dan Pemerintahan Daerah.
- Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 27 tahun 2018 tentang Alat Penerangan Jalan.
- Peraturan Bupati Buleleng Nomor 58 tahun 2019 tentang Kelola Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik.
- Prahasta, E. (2009). *Sistem Informasi Geografis: Konsep-konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika). Bandung: Informatika.*
- Ramdoni, R., Supriyadi, S., & Nugraha, N. (2018). Rancang Bangun Sistem Kontrol Dan Monitoring Lampu Otomatis Menggunakan Arduino Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Android (Studi Kasus Koridor Lantai 1 dan 2 Fakultas Ilmu Komputer). *NUANSA INFORMATIKA*, 12(1).
- Sistem Informasi Penerangan Jalan Umum (SIPENJALU) Kota Semarang. Dalam <https://sigpju.semarangkota.go.id/map>.
- Soekartawi. 2003. *Teori Ekonomi Produksi Dengan Pokok Analisis Fungsi CobbDouglas*. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia. (2008). Spesifikasi penerangan jalan di kawasan perkotaan. *Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (BSN).*
- Sulistyo, G. B. (2019). Perancangan Sistem Informasi Manajemen Petenakan Sapi Berbasis Online. *Indonesian Journal of Networking and Security (IJNS)*, 8(5).
- Terry, G. R. (2000). *Prinsip-Prinsip Manajemen (edisi bahasa Indonesia)*. PT. Bumi Aksara: Bandung.
- Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2019 tentang Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.