



# Analisis Potensi Energi Terbarukan Sebagai Solusi Pemanasan Global : Studi Kasus Kampung Inggris Pare

Dhea Amanda Astuti, <sup>a,1\*</sup>, Riska Nur Wakidah, <sup>a,2</sup>

<sup>a</sup> Universitas Kahuripan Kediri, Jl. Pb. Sudirman No.25, Plongko, Pare, Kec. Pare, Kabupaten Kediri, Jawa Timur 64212, Kediri, Indonesia

<sup>1</sup>[dhea.amanda.astuti@students.kahuripan.ac.id](mailto:dhea.amanda.astuti@students.kahuripan.ac.id) <sup>2</sup>[riskanurwakidah@kahuripan.ac.id](mailto:riskanurwakidah@kahuripan.ac.id);

## ARTICLE INFO

### Article History

Submission : 20-05-2025

Revision : 10-06-2025

Accepted : 20-06-2025

### Kata Kunci:

Peningkatan Penggunaan Listrik, Pemanasan Global, Potensi Energi Terbarukan, dan Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca.

## ABSTRAK

Penggunaan listrik di Indonesia semakin meningkat. Badan Pusat Statistik Indonesia mencatat bahwa rasio elektrifikasi mencapai 99.67% di tahun 2022. Tujuan penelitian ini yakni mengetahui dampak peningkatan listrik terhadap pemanasan global, menganalisis potensi energi terbarukan di Kampung Inggris Pare, dan menganalisis pengurangan emisi gas rumah kaca di Kampung Inggris Pare. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis kuantitatif yang terdiri dari: analisis regresi, analisis korelasi, dan analisis faktor. Teknik pengumpulan data yang digunakan yakni: aplikasi simulator iklim en-roads, aplikasi RETScreen, analisa data sekunder, serta studi kasus di Kampung Inggris Pare. Hasil penelitian pada aplikasi en-roads menunjukkan bahwa ada hubungan antara peningkatan penggunaan listrik dengan pemanasan global. Hal ini dikarenakan bahan bakar produksi yang digunakan berupa bahan bakar konvensional. Analisa energi terbarukan dilakukan melalui aplikasi RETScreen dengan 2 spesifikasi, yakni: dapat berkontribusi pada kelistrikan dan dapat berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca. Terdapat 3 potensi energi terbarukan di Kampung Inggris Pare, yakni: turbin uap, turbin angin, dan sel surya. Gabungan ketiga potensi tersebut dapat berkontribusi dalam kelistrikan sebesar 16.31% dan dapat berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca setara dengan 10976 barel minyak mentah yang tidak digunakan.

This is an open access article under license [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



## 1. Pendahuluan

Sejarah awal mula listrik di Indonesia dimulai pada abad ke-19. Listrik digunakan untuk produksi gula dan teh semasa kolonial Belanda [1]. Listrik berkembang dari tahun ke tahun dan pada akhirnya membuat manusia tidak bisa terlepas dari kelistrikan. Hal ini disampaikan dalam acara virtual Sosialisasi Permen ESDM Nomor 16 Tahun 2022 oleh Pelaksana Tugas Direktur Jenderal Ketenagalistrikan Energi dan Sumber Mineral (ESDM) Dadan Kusdiana, "Pertumbuhan konsumsi listrik di Indonesia sepanjang 2022 sangat baik, yakni kenaikan sebesar 6.15 persen." Selasa, 24 Januari 2023 [2]. Pernyataan yang serupa juga disampaikan pada Jum'at, 24 Maret 2017 oleh Direktur Jenderal Ketenagalistrikan menyatakan bahwa pada

akhir tahun 2016, rasio bisa mencapai 91.15% dengan rata-rata kenaikan 7.5% per tahun dan beliau optimis rasio elektrifikasi bisa mencapai 99% pada 2019 atau bahkan kurang dari pada itu [3]. Sesuai dengan Undang-Undang Ketenagalistrikan No. 3 Tahun 2009 yang menekankan pada kemakmuran rakyat dengan listrik [4].

Peningkatan pemakaian listrik di rumah tangga dan industri menjadi masalah penting dan belum terselesaikan hingga saat ini. Pasalnya, penggunaan listrik masih menggunakan cara konvensional, yakni minyak bumi, batu bara, dan gas bumi, dengan penggunaan terbesar pada batu bara yakni sebesar 80 persen untuk pembangkit listrik [5]. Berdasarkan data bauran energi PLN, 2022 diketahui bahwa mayoritas penggunaan energi tertinggi di Indonesia yakni batu bara dan gas alam [6]. Indonesia memiliki cadangan gas alam yang melimpah dan termasuk kedalam tiga besar pemilik cadangan gas alam terbesar se-Asia Pasifik [7]. Batu bara menghasilkan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang menyebabkan peningkatan pemanasan global. Sama halnya dengan gas bumi yang dapat menghasilkan gas metana yang mendukung akan peningkatan pemanasan global. Hal ini ditegaskan oleh Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang menyatakan bahwa gas dari batu bara dan gas alam dapat menimbulkan efek rumah kaca di atmosfer [8]. Peningkatan produksi batu bara meningkat setiap tahunnya. Hal ini disampaikan oleh Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Arifin Tasrif dalam Siaran Pers No. 30 per tanggal 15 Januari 2024 [9]. Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan menyatakan bahwa ada beberapa gas yang dapat menimbulkan efek rumah kaca, diantaranya: CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, dan CFC [10]. Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan juga menyatakan bahwa emisi gas tersebut didapat dari berbagai aktivitas manusia di bumi [11].

Penggunaan aplikasi simulator iklim *en-roads* ditujukan agar dapat mengetahui apa saja yang dapat menyebabkan pemanasan global secara nyata. Aplikasi ini berdampak positif, seperti yang dirasakan oleh: Presiden Amerika Serikat (John Kerry), Gubernur Negara Bagian Washington (Jay Inslee), Mantan Presiden Pusat Solusi Iklim dan Energi (Eileen Claussen), Anggota Kongress Brazil (Alfredo Sirkis), dan masih banyak lainnya [12]. Penelitian ini juga dilatarbelakangi oleh nikmat sumber daya alam yang tersedia dan patut untuk disyukuri. Bentuk syukur sebagai seorang pemimpin di bumi, yakni dengan memanfaatkannya sebaik mungkin dan meminimalisir penggunaan secara berlebihan dan tidak bijaksana [13] [14].

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan fokus pada penyebab pemanasan global yang bersumber dari: meningkatnya rasio elektrifikasi, meningkatnya produksi, dan konsumsi bahan bakar konvensional (batu bara, minyak bumi, dan gas bumi), serta solusi untuk menemukan potensi energi terbarukan di Kampung Inggris Pare dan perhitungan pengurangan emisi gas rumah kaca berdasarkan simulasi.

Data yang mendasari adanya penelitian ini, yakni hasil olah aplikasi *en-roads* yang berfungsi untuk mengetahui suhu pemanasan global berdasarkan kriteria yang ditentukan. Pada penelitian ini, kriteria ditentukan berdasarkan 2 aspek, yakni: menggunakan energi konvensional dan menggunakan energi terbarukan. Hasil perbandingan kedua data tersebut menjadi acuan dasar penelitian sebelum melakukan analisa potensi energi terbarukan serta perhitungan pengurangan emisi gas rumah kaca.

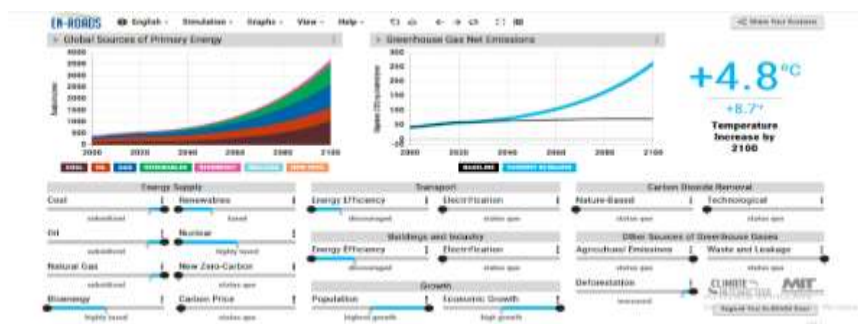
Potensi energi terbarukan diambil berdasarkan analisa tertinggi di lokasi penelitian serta mengacu pada: bahan bakar yang digunakan, kemungkinan pemasangan, kemudahan konversi, dan dampak pada emisi gas rumah kaca. Konversi dilakukan sesuai kriteria pembangkit listrik, seperti turbin angin yang memerlukan 3 variabel konversi, diantaranya: laju angin, tekanan atmosfer, dan suhu udara. Sedangkan kriteria konversi pada sel surya hanya memerlukan 2 variabel, yakni: radiasi matahari harian horizontal dan radiasi matahari harian miring.

Tempat pelaksanaan penelitian dilakukan secara daring melalui aplikasi simulator *en-roads* dan aplikasi RETScreen. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan bertahap selama kurang lebih 5 (lima) bulan. Penelitian hanya bersifat simulasi, bukan pemasangan energi terbarukan secara nyata. Meskipun hanya bersifat simulasi, penelitian ini bisa dijadikan referensi bagi pihak yang berwenang yang akan mengimplementasikan energi terbarukan di Kampung Inggris Pare. Data yang digunakan pada penelitian sesuai dengan tujuan penelitian, yakni data: daya listrik yang dipasang, daya listrik yang dihasilkan, emisi gas rumah kaca yang bisa direduksi, konversi kelistrikan, konsumsi kelistrikan, spesifikasi turbin, efisiensi, dan faktor kapasitas. Data terkait biaya pemasangan dan kerugian tidak dibahas mendetail dikarenakan bukan bagian dari tujuan penelitian.

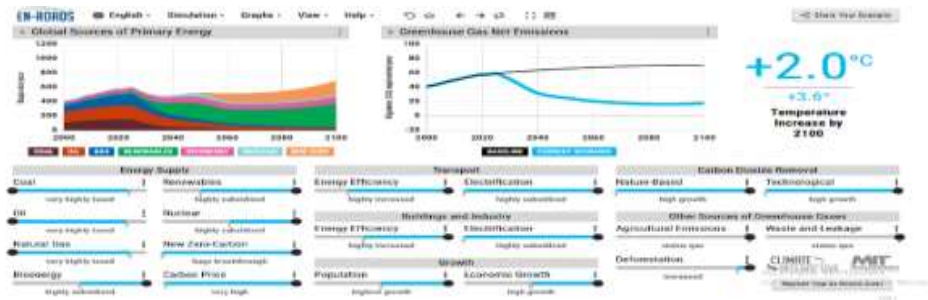
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Hasil

Dasar penelitian diambil dari hasil olah aplikasi *en-roads* yang akan menunjukkan perbedaan suhu pemanasan global antara penggunaan energi konvensional dengan energi terbarukan. Gambar 1 menunjukkan bahwa dengan menggunakan bahan bakar konvensional, seperti: batu bara, minyak bumi, dan gas bumi dapat menyebabkan peningkatan pemanasan global, yakni sebesar  $4.8^{\circ}\text{C}$  atau setara dengan  $8.7^{\circ}\text{F}$ . Namun, dengan tidak menggunakan bahan bakar konvensional dan menggantinya dengan energi terbarukan, maka ada penurunan sekitar  $2.8^{\circ}\text{C}$  atau setara dengan  $6.7^{\circ}\text{F}$ . Data tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Analisa Persentase Tanpa Energi Terbarukan



Gambar 2. Analisis Persentase Dengan Energi Terbarukan

Penelitian pertama yakni analisa potensi energi terbarukan dan berikut hasil analisa berdasarkan aplikasi RETScreen di Kampung Inggris Pare, Kediri, Jawa Timur:

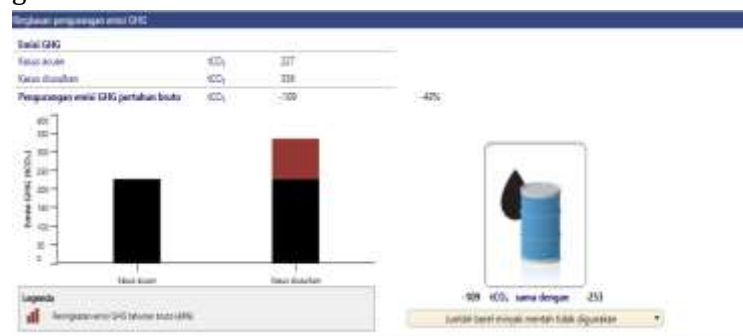
### 1. Turbin Uap

Pemasangan 1006 kW turbin uap dapat menghasilkan 7493 MWh listrik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Ringkasan Analisa Turbin Uap

Gambar 4 merupakan ilustrasi pengurangan emisi dalam satuan barel minyak mentah. Dengan memasang turbin uap 1006 kW didapatkan emisi setara dengan 253 barel minyak mentah yang tidak digunakan.



Gambar 4. Pengurangan Emisi Turbin Uap

### 2. Turbin Hidro

Proyek diusulkan yakni pembangkit listrik tenaga hidro bertipe Kaplan dengan sumber aliran sungai. Data analisa menunjukkan aliran rerata sejumlah 0 m<sup>3</sup>/s. ini menunjukkan bahwa tidak ada potensi turbin hidro di lokasi penelitian.

### Gambar 5. Analisa Turbin Hidro

Pemasangan 1000 kW turbin gas di Kampung Inggris Pare dapat menghasilkan 7709 MWh listrik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.

### Gambar 6. Data Bahan Bakar Turbin Gas

Pemasangan 1000 kW turbin angin dapat menghasilkan 3774 MWh listrik yang ditunjukkan pada gambar berikut:

### Gambar 7. Analisa Turbin Angin

Gambar 8 merupakan tabel konversi listrik sedangkan Gambar 9 merupakan analisa pengurangan emisi, yakni dengan pemasangan 1000 kW turbin angin dapat menurunkan emisi gas rumah kaca setara dengan 9773 barel minyak mentah yang tidak digunakan.



**RETScreen - Model Energi** Pelanggan: Penampil

**Penyediaan listrik:** 1,000 kW • **Tenaga termal surya**

**Beban listrik & Jarak**

- 1.000 kW dari beban listrik

**Lokasi**

**Eneji**

Tenaga termal surya = 1000 kW (100%)  
 Tenaga termal surya = 1000 kW (20%)  
 Tenaga termal surya = 1000 kW (40%)  
 Tenaga termal surya = 1000 kW (60%)  
 Tenaga termal surya = 1000 kW (80%)

**Kapasitas**

**Perencanaan**

**Tenaga termal surya**

Order: **Tenaga termal surya = 1000 kW (100%)**

Detail: **RETScreen Connect**

**Tenaga termal surya**

| Kapasitas daya                 | 1,000 kW          |
|--------------------------------|-------------------|
| Rangkaian manufaktur           | 1                 |
| Model                          | 1                 |
| Jumlah unit                    | 1                 |
| Faktor kapasitas               | 20%               |
| Daya awal                      | 10,100 \$/kW      |
|                                | 10,100,000 \$     |
| Rupa CSM (penghematan)         | 1                 |
|                                | 1,000 \$/kW tahun |
|                                | 1,000,000 \$      |
| Harga ekspor listrik - tahunan | 0.10 \$/kWh       |
| Unit yang ekspor ke jaringan   | 4,360 MWh         |
| Produksi ekspor listrik        | 436,000 kWh       |

**Perencanaan**

**Tenaga termal surya**

Order: **Tenaga termal surya = 1000 kW (100%)**

Detail: **RETScreen Connect**

**Tenaga termal surya**

| Kapasitas daya                 | 1,000 kW          |
|--------------------------------|-------------------|
| Rangkaian manufaktur           | 1                 |
| Model                          | 1                 |
| Jumlah unit                    | 1                 |
| Faktor kapasitas               | 20%               |
| Daya awal                      | 10,100 \$/kW      |
|                                | 10,100,000 \$     |
| Rupa CSM (penghematan)         | 1                 |
|                                | 1,000 \$/kW tahun |
|                                | 1,000,000 \$      |
| Harga ekspor listrik - tahunan | 0.10 \$/kWh       |
| Unit yang ekspor ke jaringan   | 4,360 MWh         |
| Produksi ekspor listrik        | 436,000 kWh       |

Gambar 11 menunjukkan dengan memasang 1000 kW tenaga termal surya, dapat menghasilkan 4380 MWh listrik. Namun, aplikasi RETScreen hanya mampu menganalisa sampai tahap ini saja. Oleh karena itu, penelitian terkait tenaga termal surya tidak dapat dilanjutkan.

Pemasangan 1000 kW sel surya dapat menghasilkan 1190 MWh listrik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.

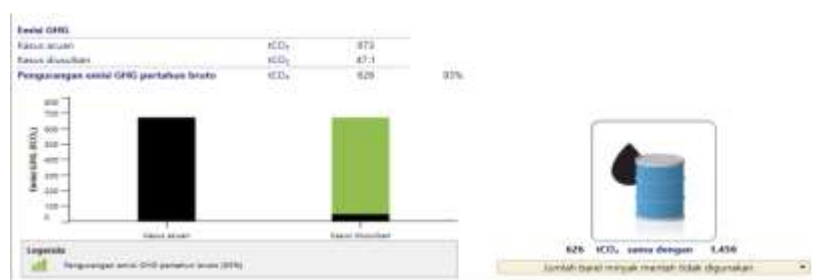


Gambar 12 merupakan tabel konversi listrik sedangkan Gambar 13 merupakan analisa emisi yang didapatkan bahwa dengan pemasangan 1000 kW dapat menurunkan emisi gas rumah kaca setara dengan 1456 barel minyak mentah yang tidak digunakan.

| Bulan          | Radiasi matahari<br>kearah - horizontal<br>kWh/m <sup>2</sup> /jam | Radiasi matahari<br>kearah - miring<br>kWh/m <sup>2</sup> /jam | Harga ekspor listrik<br>\$/kWh | Listrik yang dihasilkan<br>ke jaringan<br>kWh |
|----------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------|
| Januari        | 3.56                                                               | 3.20                                                           | 0.10                           | 64.200                                        |
| Februari       | 3.53                                                               | 4.34                                                           | 0.10                           | 102.035                                       |
| Maret          | 3.62                                                               | 4.70                                                           | 0.10                           | 121.181                                       |
| April          | 4.40                                                               | 4.88                                                           | 0.10                           | 111.782                                       |
| Mai            | 3.70                                                               | 4.79                                                           | 0.10                           | 113.468                                       |
| Juni           | 3.81                                                               | 4.81                                                           | 0.10                           | 112.338                                       |
| Juli           | 4.82                                                               | 4.88                                                           | 0.10                           | 118.884                                       |
| Agustus        | 4.81                                                               | 4.84                                                           | 0.10                           | 118.779                                       |
| September      | 3.77                                                               | 4.54                                                           | 0.10                           | 101.033                                       |
| Oktober        | 3.38                                                               | 3.38                                                           | 0.10                           | 83.152                                        |
| November       | 1.45                                                               | 2.30                                                           | 0.10                           | 61.876                                        |
| Desember       | 1.28                                                               | 2.88                                                           | 0.10                           | 88.000                                        |
| <b>Tahunan</b> | <b>3.52</b>                                                        | <b>4.11</b>                                                    | <b>0.10</b>                    | <b>1.186.323</b>                              |

Radiasi matahari kearah - horizontal kWh/m<sup>2</sup>/jam 1.20  
Radiasi matahari kearah - miring kWh/m<sup>2</sup>/jam 1.50

Gambar 12. Konversi Sel Surya



Gambar 13. Emisi Sel Surya

## 7. Mesin Pistol

Pemasangan 1000 kW mesin pistol berbahan bakar gas *landfill* dapat menghasilkan daya sebesar 7972 MWh seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14.

| Parameter | Kapasitas | Unit  | Biaya awal | Pendapatan ekspor listrik | Biaya bahan bakar | Biaya O&M (penghematan) | Pengembalian investasi | Tenaga listrik? |
|-----------|-----------|-------|------------|---------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|
| Daya      | 1000      | 1000  | 7.872      | 4.400.000                 | 797.160           | 0                       | 210.000                | 9.0             |
| Total     | 1000      | 7.872 | 4.400.000  | 797.160                   | 0                 | 210.000                 | 9.0                    |                 |

Gambar 14. Analisa Data Mesin Pistol

## Pembahasan

Analisa potensi energi terbarukan di lokasi penelitian, yakni Kampung Inggris Pare dilakukan sebanyak 7 analisa pembangkit listrik. Pembangkit listrik energi terbarukan yang berpotensi di lokasi penelitian ada 3, yakni turbin uap, turbin angin dan sel surya.

Potensi pertama, yakni turbin uap. Pemasangan kapasitas daya listrik 1006 kW dapat menghasilkan 7493 MWh listrik yang dapat diekspor ke jaringan. Pembangkit listrik ini menggunakan bahan bakar biomassa. Keterdiaan bahan bakar biomassa cukup besar, yakni 85% sehingga pemasangan turbin uap sangat besar peluangnya. Namun proses produksi bahan bakar dapat menghasilkan uap yang menyebabkan emisi gas rumah kaca. Uap dari hasil proses

produksi sangat sedikit jumlahnya dan bisa diminimalisir dengan adanya peningkatan efisiensi. Uap hasil produksi 1006 kW yakni setara dengan 253 barel minyak mentah yang tidak digunakan.

Daya listrik yang terpasang di Pare, Kediri, Jawa Timur sebesar 76.269.810 kWh pada 2023 [15]. Turbin uap berkontribusi dalam kelistrikan di Pare, Kediri, Jawa Timur, yakni sebesar 9.8%. Berikut perhitungan matematisnya:

$$P_L = \frac{P_{tu}}{P_{total}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

$$P_L = \frac{7493 \text{ MWh}}{76.269.81 \text{ MWh}} \times 100\%$$

$$P_L = 0.098 \times 100\%$$

$$P_L = 9.8\%$$

Keterangan:

(1)  $P_L$  = Daya listrik

$P_{tu}$  = Daya listrik yg dihasilkan  
turbin uap

$P_{total}$  = Kebutuhan daya listrik  
total

Potensi kedua, yakni turbin angin. Pemasangan turbin angin 1000 kW dapat menghasilkan 3774 MWh. Faktor kapasitasnya sebesar 43.077% yang dipasang pada ketinggian 10 meter dari tanah. Konversi energi listrik dilakukan dengan 3 variabel, yakni: laju angin, tekanan atmosfer, dan suhu udara. Pemasangan turbin angin 1000 kW dapat mereduksi emisi gas rumah kaca penyebab pemanasan global yang setara dengan 9773 barel minyak mentah yang tidak digunakan. Daya listrik yang dihasilkan dari 1 turbin angin yakni 3774 MWh dan setara dengan 4.95% kelistrikan di Pare, Kediri, Jawa Timur dengan perhitungan yang sama.

Potensi terakhir yakni sel surya. Pemasangan sel surya 1000 kW dapat menghasilkan 1190 MWh dengan faktor kapasitas sebesar 13.58%. Konversi energi listrik dilakukan dengan 2 variabel, yakni: radiasi matahari tahunan horizontal dan radiasi matahari tahunan miring. Pemasangan sel surya 1000 kW dapat mereduksi emisi gas rumah kaca penyebab pemanasan global yang setara dengan 1456 barel minyak mentah yang tidak digunakan. Daya listrik yang dihasilkan dari 1 sel surya yakni 1190 MWh dan setara dengan 1.56% kelistrikan di Pare, Kediri, Jawa Timur.

Berdasarkan analisis potensi dan konversi yang dilakukan pada keempat energi terbarukan, didapatkan bahwa adanya kontribusi dalam kelistrikan sebesar 16.31% yang didapat melalui persamaan. Sedangkan, pengurangan emisi gas rumah kaca yang didapatkan sebesar 10976 barel minyak mentah yang tidak digunakan.

Dari analisa yang dilakukan, didapatkan bahwa implementasi energi terbarukan dapat dan perlu dilakukan pengembangan pada lokasi penelitian. Kendala implementasi energi terbarukan di Kampung Inggris Pare yakni pada lahan yang kurang memadai. Pasalnya, Kampung Inggris Pare merupakan lokasi padat penduduk dan termasuk salah satu lokasi yang sering didatangi pengunjung untuk belajar bahasa. Pemasangan energi terbarukan untuk saat ini mungkin tidak bisa dilakukan jika tidak ada kerjasama dari Pemerintah dan Badan Hukum.

Tujuan penelitian ini berfokus pada potensi energi terbarukan di Kampung Inggris Pare guna mengurangi suhu pemanasan global. Namun, hasil akhirnya mengenai pemasangan dan biaya merupakan hal diluar tujuan penelitian. Sehingga, harapannya penelitian ini dapat berguna ketika akan diterapkan energi terbarukan di Kampung Inggris Pare. Saat ini, penelitian hanya sebatas tulisan dan Penulis harap di masa yang akan datang, tulisan ini akan digunakan sebagai implementasi pengurangan emisi gas rumah kaca.

#### 4. Kesimpulan

Penggunaan listrik memiliki dampak terhadap pemanasan global akibat penggunaan bahan bakar konvensional dibuktikan dengan hasil analisa data aplikasi *en-roads*, yakni penurunan 2.8°C atau setara dengan 6.7°F ketika mengganti bahan bakar konvensional dengan bahan bakar energi terbarukan . Potensi energi terbarukan di Kampung Inggris Pare yakni turbin uap dengan daya listrik yang dihasilkan sebesar 7493 MWh, turbin angin dengan daya listrik dihasilkan sebesar 3774 MWh, dan sel surya dengan daya listrik dihasilkan sebesar 1190 MWh, serta potensi daya listrik dari ketiga energi tersebut yakni 16.31% dapat memasok listrik di Kampung Inggris Pare. Emisi yang dapat direduksi yakni setara dengan 10976 barel minyak mentah yang tidak digunakan, dengan rincian: - 253 barel dari hasil produksi energi turbin uap, 9773 barel dari hasil produksi energi turbin angin, dan 1456 barel dari hasil produksi energi sel surya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] ESDM, "HUT ke-70, Sejarah Hari Listrik Nasional," Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Accessed: Dec. 26, 2024. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/hut-ke-70-sejarah-hari-listrik-nasional>
- [2] K. Alfari, "Konsumsi Listrik RI Naik 6,15 Persen pada 2022, ESDM: Bukti Ekonomi Kita Tumbuh," Tempo. Accessed: Dec. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.tempo.co/ekonomi/konsumsi-listrik-ri-naik-6-15-persen-pada-2022-esdm-bukti-ekonomi-kita-tumbuh-226161>
- [3] ESDM, "Rasio Elektrifikasi Lima Tahun Terakhir Naik Signifikan," Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Accessed: Dec. 26, 2024. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/berita-unit/direktorat-jenderal-ketenagalistrikan/rasio-elektrifikasi-lima-tahun-terakhir-naik-signifikan>
- [4] S. Rajagukguk, M. Pakiding, and M. Rumbayan, "Kajian Perencanaan Kebutuhan dan Pemenuhan Energi Listrik di Kota Manado," *E-Journal Tek. Elektro dan Komput.*, 2015.
- [5] A. Pribadi, "Cadangan Batubara Masih 38,84 Miliar Ton, Teknologi Bersih Pengelolaannya Terus Didorong," Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Accessed: Jan. 15, 2025. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/cadangan-batubara-masih-3884-miliar-ton-teknologi-bersih-pengelolaannya-terus-didorong>
- [6] U.S Energy Information Administration, "Coal Explained," EIA. Accessed: Dec. 26, 2024. [Online]. Available: <https://www.eia.gov/energyexplained/coal/>

- [7] Bagi, "Gas Alam ," Indonesia Investments. Accessed: Dec. 26, 2024. [Online]. Available: <https://www.indonesia-investments.com/id/bisnis/komoditas/gas-alam/item184?>
- [8] H. Siagian, "Pemanasan Global, Penyebab, Dampak, dan Cara Menyikapi serta Menanggulangnya," Kementerian Keuangan Republik Indonesia. Accessed: Dec. 26, 2024. [Online]. Available: <https://www.djkn.kemenkeu.go.id/kpknl-lahat/baca-artikel/16465/Pemanasan-Global-Penyebab-Dampak-dan-Cara-Menyikapi-serta-Menanggulangnya.html>
- [9] ESDM, "DMO Terpenuhi, Produksi Batubara Lampaui Target 2023," Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Accessed: Dec. 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/dmo-terpenuhi-produksi-batubara-lampaui-target-2023->
- [10] KLHK, "Menteri LHK Ajak Publik Kelola Sumber Daya Alam dan Lingkungan Secara Berkelanjutan," Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Accessed: Jan. 13, 2025. [Online]. Available: [https://ppid.menlhk.go.id/siaran\\_pers/browse/1343](https://ppid.menlhk.go.id/siaran_pers/browse/1343)
- [11] KLHK, "MENGUKUR DAN REDUKSI GAS RUMAH KACA," Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Accessed: Dec. 23, 2024. [Online]. Available: [http://perpustakaan.menlhk.go.id/pustaka/home/index.php?page=detail\\_news&news\\_id=474](http://perpustakaan.menlhk.go.id/pustaka/home/index.php?page=detail_news&news_id=474)
- [12] C. Interactive, "Simulator Solusi Iklim En-ROADS," Climate Interactive. Accessed: Dec. 23, 2024. [Online]. Available: <https://www.climateinteractive.org/en-roads/>
- [13] Quran NU Online, "Surat Al-Baqarah Ayat 60: Arab, Latin, Terjemah dan Tafsir Lengkap," NU Online. Accessed: Dec. 28, 2024. [Online]. Available: <https://quran.nu.or.id/al-baqarah/60>
- [14] Quran NU Online, "Surat Ar-Rahman: Arab, Latin dan Terjemah Lengkap," NU Online. Accessed: Dec. 28, 2024. [Online]. Available: <https://quran.nu.or.id/ar-rahman>
- [15] {BPS}, "Xxx angka," vol. xx, 2024.