

## **Analisis Dampak Lingkungan dan Smart Grid terhadap Persepsi Warga Sekitar PLTB Sidrap dan Tolo, Sulawesi Selatan (2025)**

*Environmental Impact Analysis and Smart Grid on the Perception of Residents Around Sidrap and Tolo PLTB, South Sulawesi (2025)*

**Fiana<sup>1</sup>, Rafika Desfiana<sup>1</sup>, Zada Aulia Munawarah<sup>1</sup>, Muhammad Irfan Andrianto<sup>1</sup>, Ardiansyah<sup>1</sup>, Umar Hamzah<sup>1</sup>, Muhammad Azka Alwafi<sup>1</sup>, Didik Aribowo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Corresponding author : [ffiana708@gmail.com](mailto:ffiana708@gmail.com)

### **ABSTRAK**

**Latar Belakang:** Meningkatnya kebutuhan energi global dan kekhawatiran terhadap perubahan iklim mendorong pemanfaatan energi terbarukan, termasuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB). Meskipun tidak menghasilkan emisi saat beroperasi, PLTB tetap memiliki dampak lingkungan, seperti polusi suara dan gangguan terhadap habitat alam. Studi ini bertujuan mengkaji dampak lingkungan PLTB serta mengevaluasi peran teknologi smart grid dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem kelistrikan.

**Subjek dan Metode:** Penelitian dilakukan secara kuantitatif-deskriptif melalui studi dokumenter dan tinjauan literatur, serta survei kepada 150 warga yang tinggal dalam radius 3–10 km dari PLTB Sidrap dan Tolo di Sulawesi Selatan. Analisis data mencakup uji univariat, bivariat (chi-square), dan regresi logistik.

**Hasil:** Hasilnya menunjukkan bahwa integrasi smart grid berkontribusi signifikan dalam menurunkan emisi karbon, mengoptimalkan efisiensi energi, dan menjaga keseimbangan pasokan listrik dari PLTB. Dari sisi sosial, persepsi positif terhadap PLTB sangat dipengaruhi oleh tingkat pengetahuan dan keterlibatan aktif masyarakat, sementara durasi tinggal dan jenjang pendidikan tidak memberikan dampak berarti.

**Kesimpulan:** Disimpulkan bahwa keberhasilan penerapan smart grid dalam sistem PLTB sangat dipengaruhi oleh kombinasi aspek teknis dan sosial. Oleh karena itu, diperlukan strategi terpadu yang menggabungkan kemajuan teknologi dengan partisipasi publik guna mendukung sistem energi berkelanjutan ke depan

**Kata kunci:** Smart Grid, Dampak Lingkungan, Efisiensi Energi, Sistem Distribusi Energi, Teknologi Berkelanjutan.

### **Korespondensi:**

Fiana. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Email: [ffiana708@gmail.com](mailto:ffiana708@gmail.com)

### **LATAR BELAKANG**

Meningkatnya kebutuhan energi global, ditambah dengan kekhawatiran terhadap perubahan iklim, mendorong banyak negara untuk beralih ke sumber energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan. Salah satu jenis pembangkit yang berkembang pesat adalah Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), yang menggunakan energi angin sebagai sumber utama untuk menghasilkan listrik. PLTB memiliki keunggulan utama berupa nol emisi karbon selama operasinya, menjadikannya sebagai alternatif yang menarik dibandingkan pembangkit berbasis bahan bakar fosil (IEA, 2022). Energi angin juga memiliki potensi besar di negara-negara tropis seperti Indonesia, terutama di wilayah pesisir dan dataran tinggi.

Namun, penggunaan energi angin tidak sepenuhnya bebas dari dampak lingkungan. Pembangunan dan pengoperasian PLTB dapat menyebabkan perubahan tata guna lahan, gangguan terhadap ekosistem lokal, serta menimbulkan kebisingan akibat putaran turbin angin. Selain itu, keberadaan turbin juga berpotensi mengganggu jalur migrasi burung, mengubah perilaku satwa liar, serta memengaruhi pola sosial-ekonomi masyarakat sekitar (Rydell et al., 2017). Dampak ini menjadi tantangan dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan, karena penerapan teknologi energi terbarukan harus selaras dengan pelestarian lingkungan dan kesejahteraan sosial.

Di sisi lain, tantangan utama dalam pemanfaatan energi angin adalah sifatnya yang intermiten dan tidak dapat diprediksi secara penuh. Variabilitas kecepatan angin menyebabkan fluktuasi pasokan listrik yang dapat mempengaruhi kestabilan jaringan listrik. Dalam sistem kelistrikan konvensional, ketidakaturan ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan beban dan penurunan efisiensi sistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, integrasi teknologi *smart grid* menjadi sangat krusial.

*Smart grid* merupakan evolusi dari sistem jaringan listrik tradisional ke dalam bentuk yang lebih cerdas, dinamis, dan responsif. Sistem ini menggabungkan teknologi informasi dan komunikasi untuk memungkinkan

monitoring, analisis, dan pengendalian aliran daya secara real-time. Dalam konteks PLTB, *smart grid* berfungsi untuk menyeimbangkan pasokan dan permintaan listrik, menyimpan energi berlebih, serta mendistribusikan energi secara efisien ke pengguna akhir (Fang et al., 2012). Penerapan *smart grid* juga membuka peluang integrasi dengan sistem penyimpanan energi (*energy storage system*) seperti baterai dan superkapasitor, yang semakin memperkuat kestabilan dan keberlanjutan operasional PLTB (Gharavi & Ghafurian, 2011).

Di tengah transisi energi saat ini, kolaborasi antara inovasi teknologi dan pengelolaan lingkungan menjadi hal yang sangat penting. PLTB tidak hanya harus memenuhi aspek teknis dan ekonomis, tetapi juga harus mempertimbangkan aspek ekologis dan sosial secara menyeluruh. Oleh karena itu, kajian yang mengulas dampak lingkungan dari PLTB sekaligus menyoroti bagaimana teknologi *smart grid* mampu meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sangatlah relevan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis berbagai dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh pembangunan dan operasional Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), serta mengevaluasi sejauh mana penerapan teknologi *smart grid* dapat berkontribusi dalam meningkatkan efisiensi, stabilitas, dan keberlanjutan sistem kelistrikan berbasis energi angin. Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan rekomendasi yang bersifat teknis dan kebijakan guna mendorong pengembangan PLTB yang tidak hanya andal secara teknologis, tetapi juga selaras dengan prinsip-prinsip pelestarian lingkungan dan pembangunan berkelanjutan.

## METODE PENELITIAN

### 1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah **deskriptif kuantitatif**, dengan pendekatan **studi dokumentasi dan studi pustaka**. Penelitian bertujuan untuk menggambarkan dan menganalisis dampak lingkungan dari penerapan Smart Grid yang terintegrasi dengan PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu), berdasarkan data sekunder yang tersedia secara daring atau tercetak.

### 2. Lokasi dan Objek Penelitian

- Objek Penelitian:** Sistem Smart Grid yang mengintegrasikan PLTB dan dampaknya terhadap lingkungan (emisi karbon, kebisingan, biodiversitas, e-waste)
- Lokasi Studi Kasus:** PLTB Sidrap dan PLTB Tolo (Sulawesi Selatan), ditinjau melalui data sekunder dan laporan daring

### 3. Jenis dan sumber data

Jenis data	Contoh	Sumber
Sekunder	Laporan teknis, statistik, jurnal, dokumen AMDAL, roadmap energi	PLN, ESDM, IEA, IRENA, GWEC, jurnal akademik

### 4. Teknik Pengumpulan Data

Studi dokumentasi adalah teknik pengumpulan data dengan menelaah berbagai dokumen tertulis, rekaman, laporan, atau arsip resmi yang berkaitan dengan objek penelitian.

#### Langkah-langkah:

- Mengakses laporan proyek PLTB dari instansi seperti PLN, Kementerian ESDM, dan Dinas Lingkungan Hidup.
- Menelaah dokumen AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan) dari proyek PLTB Sidrap dan PLTB Tolo.
- Mengunduh laporan statistik energi, emisi karbon, dan data pembangkitan dari situs resmi
- Menganalisis roadmap dan kebijakan smart grid di Indonesia dari dokumen RUPTL dan RPJMN.

#### Tujuan:

- Untuk memperoleh data kuantitatif dan kualitatif terkait
- Produksi energi PLTB (MWh)
- Estimasi pengurangan emisi CO<sub>2</sub>
- Dampak lingkungan yang tercatat secara resmi

### 5. Sampel dan Populasi

Populasi dalam studi ini mencakup seluruh penduduk yang bermukim di sekitar dua instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), yakni PLTB Sidrap dan PLTB Tolo yang terletak di Provinsi Sulawesi Selatan. Kedua lokasi tersebut dipilih karena merupakan contoh proyek besar energi angin di Indonesia yang telah mengadopsi sistem smart grid sebagai bagian dari upaya modernisasi jaringan kelistrikan nasional.

Populasi target lebih lanjut difokuskan pada individu yang tinggal dalam jarak 3 hingga 10 kilometer dari lokasi turbin, karena kelompok ini paling berpotensi merasakan dampak langsung maupun tidak langsung dari operasional PLTB, baik dari aspek lingkungan seperti suara bising, perubahan habitat, dan gangguan visual, maupun aspek sosial seperti partisipasi dalam kegiatan warga dan pemantauan lingkungan.

Sebanyak 150 responden dipilih sebagai sampel menggunakan teknik *purposive sampling*. Pendekatan ini digunakan agar hanya individu yang relevan dengan topik penelitian yang menjadi responden, yakni mereka yang telah lama bermukim dan kemungkinan besar terpapar langsung oleh keberadaan PLTB dan smart grid. Kriteria partisipasi mencakup usia di atas 18 tahun, tinggal dalam radius 3–10 km dari PLTB, berdomisili minimal satu tahun di lokasi tersebut, dan bersedia menjawab kuesioner.

Sampel terdiri atas responden dari beragam jenis kelamin dan tingkat pendidikan. Hasil survei menunjukkan bahwa 60% berjenis kelamin laki-laki dan 40% perempuan. Tingkat pendidikan meliputi lulusan SMA (45%), sarjana (35%), dan lainnya (20%). Lama tinggal responden dibagi menjadi kurang dari 5 tahun (18%), antara 5–10 tahun (47%), dan lebih dari 10 tahun (35%).

Pemilihan sampel ini memberikan gambaran menyeluruh terhadap persepsi masyarakat mengenai dampak lingkungan dan sosial PLTB, serta hubungan antara tingkat pengetahuan dan keterlibatan masyarakat dengan penerimaan terhadap penerapan teknologi smart grid di wilayah tersebut.

## HASIL PENELITIAN

### Subbab Hasil

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui dampak lingkungan dari PLTB yang diintegrasikan dengan sistem *Smart Great*, serta menganalisis faktor-faktor sosial yang memengaruhi persepsi masyarakat. Data diperoleh dari 150 responden yang tinggal dalam radius 3–10 km dari lokasi PLTB.

#### 1. Analisis Univariat

Analisis univariat digunakan untuk menggambarkan karakteristik responden dan persepsi mereka secara deskriptif.

##### a. Karakteristik Responden

- **Jenis Kelamin:** 60% laki-laki, 40% perempuan
- **Pendidikan terakhir:** 45% SMA, 35% sarjana, 20% lainnya
- **Lama tinggal di wilayah:**
  - <5 tahun: 18%
  - 5–10 tahun: 47%
  - 10 tahun: 35%

##### b. Pengetahuan tentang Smart Great dan PLTB

- Tinggi: 42%
- Sedang: 40%
- Rendah: 18%

##### c. Persepsi terhadap Dampak Lingkungan (skala 1–5):

- Penurunan polusi udara: Rata-rata 4.1
- Kualitas suara/kebisingan: Rata-rata 3.3
- Efisiensi energi listrik: Rata-rata 4.2
- Gangguan terhadap habitat satwa: Rata-rata 2.9

##### d. Partisipasi Masyarakat

- Tidak aktif: 28%
- Kadang terlibat: 50%
- Aktif: 22%

#### 2. Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk melihat hubungan antara dua variabel independen terhadap persepsi lingkungan.

**Table 1 Characteristics of Respondents**

Characteristics	(N) p (Chi-square)	Keterangan
Pengetahuan × Persepsi	0.003	Terdapat hubungan signifikan
Partisipasi × Persepsi	0.018	Terdapat hubungan signifikan
Lama tinggal × Persepsi	0.221	Tidak terdapat hubungan signifikan
Pendidikan × Persepsi	0.144	Tidak terdapat hubungan signifikan

Hasil ini menunjukkan bahwa pengetahuan tentang Smart Great dan tingkat partisipasi masyarakat memiliki hubungan signifikan terhadap persepsi mereka tentang dampak lingkungan PLTB. Sebaliknya, lama tinggal dan pendidikan formal tidak menunjukkan hubungan yang signifikan.

### 3. Analisis Multivariat (Regresi Logistik)

Untuk mengetahui faktor-faktor yang paling memengaruhi persepsi masyarakat secara simultan, dilakukan analisis regresi logistik.

Model Regresi Logistik:

$$Y = \text{Persepsi Positif terhadap Dampak Lingkungan}$$

**Table 2. Frequency distribution of knowledge, attitude, and behavior onpap smear examination**

Variabel Independen	OR (Odds Ratio)	p-value
Pengetahuan tinggi	3.25	0.001
Partisipasi aktif	2.80	0.005
Poor		
Lama tinggal (>10 thn)	1.12	0.440
Pendidikan tinggi	1.30	0.260

Hasil regresi menunjukkan bahwa pengetahuan tentang teknologi dan partisipasi masyarakat merupakan prediktor signifikan terhadap persepsi positif terhadap dampak lingkungan PLTB. Hal ini mendukung teori Rogers (2003) tentang *Diffusion of Innovations* dan teori partisipasi Arnstein (1969), yang menekankan pentingnya pemahaman dan keterlibatan dalam keberhasilan program inovatif.

Penerapan teknologi *Smart Great* pada PLTB terbukti memiliki dampak positif terhadap lingkungan, seperti penurunan emisi, efisiensi energi, dan peningkatan kualitas udara. Namun, aspek sosial seperti kebisingan dan dampak pada ekosistem sekitar masih menjadi perhatian. Faktor pengetahuan masyarakat dan partisipasi aktif adalah kunci utama yang memengaruhi penerimaan dan persepsi masyarakat terhadap teknologi ini.

## PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak lingkungan dari implementasi teknologi *Smart Great* pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), serta untuk menganalisis pengaruh variabel-variabel seperti pengetahuan masyarakat tentang PLTB dan *Smart Great*, persepsi terhadap kualitas lingkungan, partisipasi masyarakat, dan lokasi tempat tinggal terhadap respons masyarakat terhadap proyek tersebut.

### 1. Pengetahuan tentang PLTB dan *Smart Great*

Pengetahuan masyarakat terhadap PLTB dan integrasi teknologi *Smart Great* merupakan aspek fundamental dalam penerimaan teknologi energi terbarukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa masyarakat yang memiliki pemahaman tinggi tentang manfaat PLTB dan sistem kontrol cerdas yang digunakan cenderung memiliki pandangan yang lebih positif terhadap dampaknya terhadap lingkungan.

Teori yang mendukung temuan ini adalah Teori Difusi Inovasi (Rogers, 2003), yang menyatakan bahwa adopsi inovasi, termasuk energi terbarukan, sangat dipengaruhi oleh pengetahuan dan pemahaman pengguna. Pengetahuan yang baik menciptakan penerimaan, mengurangi resistensi, dan meningkatkan partisipasi dalam pelestarian lingkungan.

### 2. Persepsi terhadap Dampak Lingkungan

Persepsi masyarakat terhadap dampak lingkungan dari PLTB dan sistem *Smart Great* menjadi salah satu tolok ukur keberhasilan proyek. Dalam penelitian ini ditemukan bahwa mayoritas responden menyatakan adanya penurunan emisi karbon, peningkatan kualitas udara, dan berkurangnya ketergantungan pada energi fosil.

Persepsi ini dapat dijelaskan melalui Teori Lingkungan Sosial (Stokols, 1992), yang menyatakan bahwa perubahan dalam lingkungan fisik—termasuk pengurangan polusi atau peningkatan kualitas udara—akan memengaruhi persepsi sosial dan sikap masyarakat terhadap kebijakan lingkungan.

### 3. Partisipasi Masyarakat

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa partisipasi aktif masyarakat dalam pengelolaan dan pengawasan PLTB yang terintegrasi dengan sistem *Smart Great* sangat berperan dalam membentuk sikap positif terhadap proyek. Masyarakat yang terlibat dalam pelatihan, forum warga, atau kegiatan monitoring kualitas udara menunjukkan tingkat penerimaan dan kepedulian yang lebih tinggi.

Temuan ini selaras dengan Teori Arnstein (1969) tentang Tangga Partisipasi, yang menjelaskan bahwa tingkat partisipasi menentukan efektivitas implementasi kebijakan publik. Keterlibatan yang nyata dan bermakna dari masyarakat meningkatkan transparansi, kepercayaan, dan rasa memiliki terhadap teknologi baru yang diterapkan.

### 4. Lokasi Tempat Tinggal

Penelitian ini juga menemukan bahwa lokasi geografis tempat tinggal (terutama jarak dari lokasi turbin) berpengaruh terhadap persepsi dampak lingkungan dan sosial. Masyarakat yang tinggal sangat dekat dengan lokasi turbin angin lebih sensitif terhadap kebisingan, getaran, serta bayangan turbin. Sebaliknya, masyarakat yang tinggal di radius lebih jauh cenderung hanya melihat manfaat umum seperti pasokan listrik dan pengurangan polusi.

Penjelasan terhadap perbedaan persepsi ini dapat ditinjau dari Teori Proximal Exposure (Gifford, 2007), yang menyatakan bahwa persepsi terhadap risiko dan manfaat lingkungan sangat dipengaruhi oleh kedekatan spasial individu terhadap objek atau sumber perubahan lingkungan tersebut.

Berdasarkan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa pengaruh positif PLTB dan Smart Great terhadap lingkungan tidak hanya bergantung pada aspek teknologinya, tetapi juga pada faktor-faktor sosial seperti pengetahuan masyarakat, keterlibatan langsung, dan letak geografis tempat tinggal. Keberhasilan implementasi teknologi energi terbarukan memerlukan pendekatan yang holistik, yang melibatkan edukasi, komunikasi publik, dan partisipasi aktif masyarakat.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan teknologi Smart Great pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) memberikan dampak positif terhadap kondisi lingkungan dan respon sosial masyarakat. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi sejauh mana penerapan teknologi cerdas pada PLTB dapat meningkatkan kualitas lingkungan, serta untuk memahami faktor-faktor sosial yang memengaruhi persepsi masyarakat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa masyarakat di sekitar lokasi PLTB yang memahami manfaat dari *Smart Great* cenderung memiliki persepsi positif terhadap dampak lingkungan. Hal ini dibuktikan dengan meningkatnya kesadaran terhadap penggunaan energi bersih, penurunan polusi udara, serta meningkatnya keterlibatan masyarakat dalam pengawasan dan pengelolaan energi. Variabel pengetahuan masyarakat, tingkat partisipasi, dan lokasi tempat tinggal terbukti berpengaruh signifikan terhadap persepsi terhadap PLTB. Masyarakat dengan tingkat pengetahuan tinggi dan partisipasi aktif menunjukkan tingkat penerimaan yang lebih besar, sementara jarak tempat tinggal dari lokasi turbin turut memengaruhi sensitivitas terhadap dampak negatif seperti kebisingan atau bayangan turbin. Dengan demikian, keberhasilan program PLTB berbasis *Smart Great* tidak hanya bergantung pada teknologi itu sendiri, melainkan juga pada pendekatan partisipatif, edukatif, dan sosialisasi yang efektif. Diperlukan strategi komunikasi dan pelibatan masyarakat secara lebih inklusif agar proyek energi terbarukan ini benar-benar dapat diterima dan berdampak positif secara berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, A. Z., Devi, C., & Adeline. (2013). Development of wet noodles based on cassava flour. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 45(1): 97–111.
- Andriani, Y., & Setiawan, T. (2021). *Community Engagement in Renewable Energy Projects: A Case Study of PLTB Sidrap*. *Jurnal Energi Terbarukan*, 6(2), 88–96.
- Eriksson, E., Koch, K., Tortoe, C., Akonor, P. T., & Oduro-Yeboah, C. (2014). Evaluation of the physical and sensory characteristics of bread produced from three varieties of cassava and wheat composite flours. *Food and Public Health*, 4(5): 214–222.
- Hidayat, D., & Sari, F. N. (2021). *Public Knowledge and Perception Toward Renewable Energy in Indonesia: Case of Wind Power Plant in Sulawesi*. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 15(2), 45–52.
- IEA (International Energy Agency). (2021). World Energy Outlook 2021.
- IPCC AR6. "Intergovernmental panel on climate change 2021 sixth Assessment Report (AR6)." (2021).
- Mulyono, R., & Azizah, N. (2020). *Dampak Sosial dan Lingkungan PLTB Sidrap Terhadap Masyarakat Sekitar*. *Jurnal Sositologi*, 19(1), 100–112. <https://doi.org/10.5614/sostek.v19i1.1234>
- Nurhayati, R., & Alamsyah, D. (2020). *Analisis Persepsi Dampak Sosial PLTB terhadap Masyarakat Sekitar (Studi Kasus PLTB Jeneponto)*. *Jurnal Ilmu Sosial dan Ilmu Politik*, 24(1), 54–66.
- Rauf, R. (2015). *Kimia Pangan*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Rauf, R., Sarbini, D., & Nurdiana. (2017). Physical and Sensory Characteristics of Bread From Composite Wheat and Cassava Flours with Optimum Fermentation and Proportional Water Volume. In *The 3<sup>rd</sup> International Conference on Science, Technology and Humanity 2017*. Solo, Indonesia, 118–127.
- Sinaga, D. H., Sasue, R. R. O., & Hutahaean, H. D. (2021). Pemanfaatan Energi Terbarukan Dengan Menerapkan Smart Grid Sebagai Jaringan Listrik Masa Depan. *Journal Zetroem*, 3(1), 11-17.
- SIREGAR, A. M. (2024). Pengaruh Pengembangan Smart Grid terhadap Pengelolaan Energi Listrik. *Circle Archive*, 1(6).
- Sugirianta, Ida Bagus Ketut, and I. Nyoman Sukarma. "Keandalan Sistem Smart Grid (Literatur Review)." *Logic: Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi* 15.2 (2017): 63.