

## Studi Kualitatif tentang Integrasi Mikrogrid Energi Terbarukan dalam Perencanaan Kota Berkelanjutan

Rahmat Rizky <sup>a,1\*</sup>, Yudha Adyaksa <sup>a,2</sup>

<sup>a</sup>Rahmat Rizky [Faculty of Islamic Studies, International Open University, Gambia]

<sup>b</sup>Yudha Adyaksa [Faculty of Communication Science, Prof. Dr. Moestopo University (Beragama) University, Indonesia]

<sup>1</sup>[raky.2911@gmail.com](mailto:raky.2911@gmail.com) \*, <sup>2</sup>[yudha.adyaksa@gmail.com](mailto:yudha.adyaksa@gmail.com)

\*Corresponding author

---

### ARTICLE INFO

### ABSTRAK

#### Kata Kunci

*community engagement; microgrid integration; renewable energy; spatial planning; sustainable city planning*

#### Riwayat artikel

Diterima: 21/08/25

Direvisi: 23/08/25

Diterima: 26/08/25

Perubahan iklim global dan urbanisasi yang pesat menuntut transformasi sistem energi perkotaan menuju keberlanjutan. Integrasi mikrogrid energi terbarukan dalam perencanaan kota berkelanjutan menjadi penting untuk meningkatkan ketahanan energi, efisiensi, dan penerimaan masyarakat terhadap sumber energi bersih. Namun, kebijakan dan regulasi yang ada belum sepenuhnya mendukung implementasi mikrogrid, sementara partisipasi masyarakat dan pendekatan perencanaan yang komprehensif masih terbatas. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan wawancara mendalam terhadap lima kelompok informan, meliputi pejabat pemerintah, perencana kota, akademisi, penyedia mikrogrid, dan komunitas lokal, untuk mengeksplorasi tantangan, peluang, dan strategi integrasi mikrogrid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koordinasi lintas sektor, kebijakan adaptif, perencanaan tata ruang yang terintegrasi, inovasi teknologi, dan partisipasi masyarakat merupakan faktor kunci keberhasilan implementasi mikrogrid. Temuan ini memiliki implikasi penting baik secara teoritis maupun praktis, dengan memberikan panduan untuk perumusan kebijakan, strategi perencanaan, dan inovasi teknologi dalam mendukung kota berkelanjutan dan energi bersih.

*Global climate change and rapid urbanization demand a transformation of urban energy systems toward sustainability. The integration of renewable energy microgrids into sustainable city planning is essential to enhance energy resilience, efficiency, and public acceptance of clean energy sources. However, existing policies and regulations do not fully support microgrid implementation, while community participation and comprehensive planning approaches remain limited. This study employed a qualitative approach with in-depth interviews involving five groups of informants, including government officials, urban planners, academics, microgrid providers, and local communities, to explore the challenges, opportunities, and strategies for microgrid integration. The findings indicate that cross-sector coordination, adaptive policies, integrated spatial planning,*

---

*technological innovation, and community engagement are key factors for successful microgrid implementation. These results have significant theoretical and practical implications, providing guidance for policy formulation, planning strategies, and technological innovation to support sustainable cities and clean energy adoption.*

Copyright © 2025 Authors

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



---

## **Pendahuluan**

### **Perubahan Iklim Global dan Urbanisasi yang Pesat**

Perubahan iklim dan urbanisasi yang pesat menuntut transformasi sistem energi menuju keberlanjutan. Kota-kota sebagai pusat aktivitas ekonomi dan sosial menghadapi tantangan besar dalam memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat. Ketergantungan pada energi fosil berkontribusi signifikan terhadap emisi gas rumah kaca, memperburuk dampak perubahan iklim. Oleh karena itu, transisi menuju sistem energi yang lebih bersih dan efisien menjadi prioritas global. Inisiatif seperti Kesepakatan Paris dan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) menekankan pentingnya peran kota dalam mencapai keberlanjutan energi.

### **Sumber Energi Terbarukan dan Adopsinya**

Sumber energi terbarukan, seperti tenaga surya dan angin, semakin diadopsi untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Teknologi panel surya fotovoltaik dan turbin angin telah mengalami kemajuan signifikan, menjadikannya pilihan yang lebih ekonomis dan efisien. Integrasi energi terbarukan dalam sistem energi perkotaan membantu mengurangi emisi karbon dan meningkatkan ketahanan energi. Namun, tantangan seperti *intermittency* dan kebutuhan akan infrastruktur penyimpanan energi masih menjadi hambatan. Solusi seperti mikrogrid menawarkan pendekatan desentralisasi untuk mengatasi tantangan ini.

### **Mikrogrid sebagai Solusi Energi Terdesentralisasi**

Mikrogrid, sebagai sistem energi terdesentralisasi, menawarkan solusi untuk integrasi energi terbarukan di kawasan perkotaan. Dengan kemampuan untuk beroperasi secara mandiri atau terhubung dengan jaringan utama, mikrogrid meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan sistem energi. Mikrogrid dapat mengelola sumber energi terbarukan lokal, seperti panel surya dan turbin angin, serta sistem

penyimpanan energi, untuk memenuhi kebutuhan energi komunitas secara efisien. Implementasi mikrogrid juga memungkinkan pengurangan biaya energi dan peningkatan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan energi. Namun, integrasi mikrogrid memerlukan perencanaan yang matang dan dukungan kebijakan yang tepat.

### **Perencanaan Kota Berkelanjutan dan Integrasi Mikrogrid**

Perencanaan kota berkelanjutan kini memasukkan mikrogrid sebagai elemen penting dalam infrastruktur energi. Kota-kota berusaha mengintegrasikan mikrogrid dalam rencana tata ruang untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi dampak lingkungan. Keterlibatan berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, perencana kota, dan masyarakat, diperlukan untuk merancang dan mengimplementasikan mikrogrid yang efektif. Kebijakan yang mendukung, seperti insentif fiskal dan regulasi yang memadai, dapat mempercepat adopsi mikrogrid. Selain itu, pendidikan dan kesadaran masyarakat tentang manfaat mikrogrid penting untuk keberhasilan implementasinya.

### **Fokus Penelitian: Integrasi Mikrogrid dalam Perencanaan Kota Berkelanjutan**

Studi ini mengeksplorasi integrasi mikrogrid energi terbarukan dalam perencanaan kota berkelanjutan melalui pendekatan kualitatif. Penelitian ini bertujuan untuk memahami bagaimana mikrogrid dapat diintegrasikan dalam perencanaan kota untuk mencapai tujuan keberlanjutan. Melalui wawancara dengan berbagai pemangku kepentingan dan analisis dokumen perencanaan, penelitian ini mengidentifikasi tantangan, peluang, dan strategi dalam implementasi mikrogrid. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi bagi pembuat kebijakan dan perencana kota dalam merancang sistem energi yang berkelanjutan dan inklusif. Selain itu, penelitian ini juga berkontribusi pada literatur mengenai peran mikrogrid dalam transformasi energi perkotaan.

Meskipun pentingnya integrasi mikrogrid dalam perencanaan kota berkelanjutan semakin diakui, banyak kota yang belum memiliki kebijakan yang jelas mengenai penerapan mikrogrid. Kurangnya regulasi yang mendukung menyebabkan implementasi mikrogrid terhambat, meskipun teknologi ini dapat meningkatkan ketahanan energi dan mengurangi emisi karbon. Sebagai contoh, studi oleh Ottenburger (2024) menunjukkan bahwa perencanaan mikrogrid yang terintegrasi dapat meningkatkan ketahanan energi kota terhadap bencana alam dan gangguan jaringan utama. Namun, tanpa kebijakan yang mendukung, potensi ini sulit untuk direalisasikan secara maksimal. Oleh karena itu, penting bagi

pemerintah daerah untuk mengembangkan kebijakan yang mendukung integrasi mikrogrid dalam perencanaan kota berkelanjutan.

### **Perencanaan Kota yang Tidak Memadai untuk Integrasi Mikrogrid**

Perencanaan kota sering kali tidak mempertimbangkan integrasi mikrogrid sebagai bagian dari infrastruktur energi. Keterbatasan dalam perencanaan ruang dan kurangnya pemahaman tentang manfaat mikrogrid menyebabkan rendahnya adopsi teknologi ini. Akibatnya, potensi mikrogrid untuk meningkatkan ketahanan energi dan keberlanjutan kota belum optimal.

### **Kurangnya Partisipasi Masyarakat dalam Perencanaan Energi**

Masyarakat sering kali tidak dilibatkan dalam proses perencanaan dan implementasi mikrogrid energi terbarukan. Kurangnya partisipasi masyarakat dapat menyebabkan resistensi terhadap proyek mikrogrid dan mengurangi efektivitasnya. Penting untuk melibatkan masyarakat agar mereka memahami manfaat dan peran mereka dalam sistem energi baru ini.

### **Hambatan Teknis dan Finansial dalam Implementasi Mikrogrid**

Tantangan teknis dan finansial menjadi hambatan utama dalam implementasi mikrogrid di kawasan perkotaan. Keterbatasan dana, kompleksitas teknis, dan kebutuhan akan infrastruktur tambahan sering kali menghalangi pengembangan mikrogrid. Solusi inovatif dan dukungan kebijakan yang tepat diperlukan untuk mengatasi hambatan ini.

### **Keterbatasan Studi Kualitatif dalam Integrasi Mikrogrid**

Kurangnya studi kualitatif yang mendalam mengenai integrasi mikrogrid dalam perencanaan kota berkelanjutan membatasi pemahaman tentang dinamika sosial, ekonomi, dan teknis yang terlibat. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi perspektif berbagai pemangku kepentingan dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan implementasi mikrogrid.

### **Rationale**

Penelitian ini penting dan mendesak karena perubahan iklim global yang semakin nyata dan urbanisasi yang pesat menimbulkan tekanan terhadap sistem energi perkotaan. Ketergantungan pada sumber energi fosil menyebabkan emisi gas rumah kaca yang tinggi, sementara adopsi energi terbarukan masih menghadapi

kendala integrasi dan infrastruktur. Mikrogrid energi terbarukan menawarkan potensi sebagai solusi desentralisasi untuk meningkatkan ketahanan energi kota, namun integrasinya dalam perencanaan kota berkelanjutan masih terbatas dan jarang dianalisis secara kualitatif. Temuan penelitian ini penting karena dapat memberikan pemahaman mendalam mengenai hambatan, peluang, dan strategi integrasi mikrogrid dari perspektif berbagai pemangku kepentingan. Dengan demikian, penelitian ini dapat menjadi landasan bagi perumusan kebijakan dan perencanaan kota yang lebih efektif dalam mendukung keberlanjutan energi dan pengurangan dampak lingkungan.

## **Metode**

Penelitian ini dirancang menggunakan pendekatan kualitatif dengan studi kasus pada integrasi mikrogrid energi terbarukan dalam perencanaan kota berkelanjutan. Desain penelitian ini dipilih untuk memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap kebijakan, praktik, dan persepsi pemangku kepentingan terkait energi terbarukan di perkotaan. Fokus penelitian ditujukan pada interaksi antar sektor, integrasi teknologi, dan dampak sosial yang muncul dari implementasi mikrogrid. Data dikumpulkan secara holistik melalui wawancara mendalam dan observasi lapangan. Pendekatan ini digunakan untuk mendapatkan pemahaman yang komprehensif terhadap fenomena yang terjadi di lapangan.

Informan penelitian dipilih secara purposive untuk memastikan relevansi dan kualitas data. Lima kategori informan yang dilibatkan meliputi pejabat Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral, perencana kota, akademisi/peneliti energi, manajer perusahaan penyedia mikrogrid, dan perwakilan masyarakat lokal. Setiap informan diwawancarai secara mendalam untuk memperoleh perspektif dari berbagai sudut pandang terkait integrasi mikrogrid. Kriteria inklusi informan ditentukan berdasarkan keterlibatan langsung dan pengetahuan mereka dalam perencanaan kota dan pengembangan energi terbarukan. Semua informan dipastikan memiliki pengalaman yang cukup untuk memberikan data yang valid dan dapat dianalisis secara kualitatif.

Instrumen penelitian terdiri dari panduan wawancara semi-terstruktur dan catatan lapangan. Wawancara dilakukan dengan pertanyaan terbuka yang dirancang untuk mengeksplorasi pengalaman, persepsi, dan tantangan yang dihadapi informan. Prosedur penelitian dimulai dengan koordinasi dan izin dari instansi terkait, dilanjutkan dengan penjadwalan wawancara dan observasi di lokasi proyek mikrogrid. Data yang diperoleh kemudian ditranskrip secara verbatim dan dianalisis menggunakan pendekatan tematik untuk mengidentifikasi pola, tema, dan subtema. Validitas data dijaga melalui triangulasi sumber dan diskusi antara peneliti untuk memastikan konsistensi dan keakuratan temuan.

## Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi mikrogrid energi terbarukan dalam perencanaan kota berkelanjutan memerlukan koordinasi lintas sektor yang kuat. Pejabat Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral menekankan bahwa kebijakan kota sudah mulai mendorong penerapan mikrogrid melalui program pilot, insentif fiskal, dan dukungan regulasi yang adaptif. Namun, tantangan yang muncul termasuk keterbatasan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi teknis, keterbatasan anggaran, dan kompleksitas perizinan. Dampak sosial dan lingkungan dari mikrogrid yang telah diterapkan juga dinilai signifikan, terutama dalam meningkatkan akses energi bersih dan mengurangi emisi karbon. Peneliti mencatat bahwa perhatian terhadap partisipasi masyarakat dan transparansi dalam perencanaan menjadi faktor penting agar integrasi teknologi dapat diterima secara luas.

Perencana kota menambahkan bahwa integrasi mikrogrid energi terbarukan harus dimasukkan sejak tahap perencanaan tata ruang agar harmonisasi antara infrastruktur energi dan peruntukan lahan dapat tercapai. Kendala teknis dan administratif, seperti ketersediaan lahan untuk unit penyimpanan energi dan jaringan distribusi, menjadi perhatian utama. Selain itu, peran masyarakat sangat penting dalam mengidentifikasi lokasi strategis dan mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan. Akademisi dan peneliti energi menyoroti pentingnya pemilihan teknologi yang tepat untuk kondisi perkotaan tropis, misalnya penggunaan panel surya dengan sistem *tracking* untuk meningkatkan efisiensi, atau integrasi penyimpanan energi berbasis baterai lithium-ion. Dari sisi praktis, manajer perusahaan penyedia mikrogrid mengungkapkan bahwa desain sistem harus fleksibel agar dapat disesuaikan dengan kebijakan lokal dan kebutuhan spesifik komunitas, sementara inovasi dalam sistem monitoring berbasis IoT memungkinkan peningkatan efisiensi energi hingga 20% dibandingkan sistem konvensional.

### Matriks Temuan Penelitian

| Informan       | Perspektif                 | Temuan Utama  | Faktor Unik / Tidak Terduga                         |
|----------------|----------------------------|---|---|
| Dinas Energi   | Kebijakan & Regulasi       | Program pilot dan insentif mendorong adopsi mikrogrid | Pentingnya transparansi dan partisipasi masyarakat  |
| Perencana Kota | Tata Ruang & Infrastruktur | Integrasi mikrogrid memerlukan perencanaan awal       | Kendala lahan untuk unit penyimpanan dan distribusi |

| <b>Informan</b>     | <b>Perspektif</b>    | <b>Temuan Utama</b>                                      | <b>Faktor Unik / Tidak Terduga</b>                           |
|---------------------|----------------------|--|--|
| Akademisi           | Teknologi & Strategi | Pemilihan teknologi sesuai kondisi tropis penting        | Sistem tracking dan baterai meningkatkan efisiensi           |
| Perusahaan Penyedia | Praktis & Teknis     | Desain fleksibel menyesuaikan kebutuhan lokal            | IoT monitoring meningkatkan efisiensi hingga 20%             |
| Komunitas           | Sosial & Penerimaan  | Dukungan masyarakat berpengaruh pada keberhasilan proyek | Kesadaran masyarakat terhadap energi bersih masih bervariasi |

Hasil wawancara dengan komunitas lokal menunjukkan bahwa masyarakat umumnya menerima keberadaan mikrogrid, terutama karena manfaat langsungnya dalam ketersediaan listrik dan pengurangan biaya energi. Kendala muncul pada tingkat kesadaran masyarakat yang bervariasi, sehingga edukasi dan sosialisasi menjadi kunci. Peneliti mencatat bahwa integrasi sosial dalam perencanaan dan pengelolaan energi terbarukan dapat meminimalkan resistensi, sekaligus memperkuat ketahanan energi kota. Keunikan lain yang ditemukan adalah adanya permintaan masyarakat untuk fitur monitoring yang transparan, sehingga mereka dapat mengetahui secara real-time konsumsi energi dan kontribusi mikrogrid terhadap pengurangan emisi. Dengan demikian, implementasi mikrogrid tidak hanya memerlukan aspek teknis, tetapi juga strategi komunikasi dan partisipasi publik yang efektif.

## **Kesimpulan**

Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi mikrogrid energi terbarukan dalam perencanaan kota berkelanjutan memerlukan koordinasi lintas sektor, partisipasi masyarakat, dan inovasi teknis yang adaptif. Kebijakan dan regulasi yang mendukung, perencanaan tata ruang yang terpadu, serta keterlibatan pemangku kepentingan terbukti meningkatkan efektivitas implementasi mikrogrid. Temuan menunjukkan bahwa inovasi teknologi, termasuk sistem penyimpanan energi dan monitoring berbasis IoT, mampu meningkatkan efisiensi energi dan ketahanan jaringan listrik perkotaan. Penelitian ini menegaskan pentingnya pendekatan holistik yang menggabungkan aspek sosial, teknis, dan kebijakan dalam transformasi energi perkotaan. Dengan demikian, integrasi mikrogrid bukan hanya solusi teknis, tetapi juga strategi sosial dan kebijakan untuk mendukung keberlanjutan kota.

## **Manfaat Temuan Penelitian dan Arah Penelitian Masa Depan**

Temuan penelitian ini memiliki manfaat teoritis dengan memperkaya literatur mengenai integrasi energi terbarukan dan sistem mikrogrid dalam konteks perencanaan kota berkelanjutan. Secara praktis, penelitian ini memberikan panduan bagi pemerintah, perencana kota, dan perusahaan penyedia energi untuk merancang dan mengimplementasikan mikrogrid yang efisien dan diterima masyarakat. Solusi yang dihasilkan dapat meningkatkan ketahanan energi, mengurangi emisi karbon, dan mendorong penggunaan energi bersih secara lebih luas. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan, antara lain jumlah informan yang terbatas dan fokus studi pada satu wilayah perkotaan tertentu. Untuk penelitian masa depan, disarankan melakukan studi komparatif di berbagai kota dan menggunakan metode campuran untuk mengkaji dampak jangka panjang, sehingga pemahaman mengenai integrasi mikrogrid dapat lebih mendalam dan aplikatif.

## Daftar Pustaka

Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., & Rickne, A. (2008). *Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis*. *Research Policy*, 37(3), 407–429. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.003>

Brown, M. A., Zhou, S., & Sovacool, B. K. (2022). *Policy coherence for accelerating urban energy transitions: Lessons from global microgrid adoption*. *Energy Research & Social Science*, 87, 102492. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102492>

Geels, F. W. (2004). *From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory*. *Research Policy*, 33(6–7), 897–920. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>

He, Y., Zhao, J., & Liu, X. (2020). *Technological innovations and cost reduction in urban microgrids: Evidence from Asia-Pacific cities*. *Applied Energy*, 261, 114399. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114399>

Jordan, A., & Lenschow, A. (2010). *Policy integration: What does it mean and how can it be achieved?* *Environment and Planning C: Government and Policy*, 28(2), 269–282. <https://doi.org/10.1068/c0910j>

Liu, H., Zhang, X., & Chen, P. (2021). *Qualitative approaches to understand urban microgrid implementation: Stakeholder perspectives and governance challenges*. *Energy Policy*, 158, 112538. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112538>

Meng, F., Wang, Y., & Li, J. (2021). *Integrating renewable energy microgrids into sustainable urban planning: A socio-technical perspective*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 145, 111074. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111074>