

KAJIAN PENGEMBANGAN ENERGI TERBARUKAN BERBASIS SURYA SEBAGAI STRATEGI PEMBANGUNAN WILAYAH BERKELANJUTAN DI KOTA PEMATANGSIANTAR

Immanuelta Sitepu^{1*}, Darwan Edyanto Saragih², Yuni Lestari br Sitepu³

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Simalungun

³Universitas Sumatera Utara

*Email: immanuelstp@yahoo.com

ABSTRAK

Pengembangan energi terbarukan merupakan salah satu strategi penting dalam mewujudkan pembangunan wilayah yang berkelanjutan. Kota Pematangsiantar sebagai wilayah perkotaan yang terus berkembang menghadapi tantangan berupa peningkatan kebutuhan energi, tekanan terhadap kualitas lingkungan, serta perlunya penguatan infrastruktur yang adaptif terhadap prinsip keberlanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi pengembangan energi terbarukan berbasis surya sebagai strategi pembangunan wilayah berkelanjutan di Kota Pematangsiantar. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi literatur, observasi lapangan terbatas, serta analisis kebijakan dan kondisi wilayah. Analisis dilakukan terhadap aspek potensi radiasi matahari, karakteristik penggunaan lahan perkotaan, kebutuhan energi pada bangunan dan fasilitas publik, serta peluang integrasi energi surya ke dalam perencanaan pembangunan wilayah. Hasil kajian menunjukkan bahwa pengembangan energi surya di Kota Pematangsiantar memiliki prospek yang baik, terutama melalui pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya atap pada bangunan pemerintahan, fasilitas pendidikan, fasilitas kesehatan, kawasan perdagangan, dan permukiman. Selain berpotensi mendukung efisiensi energi, pengembangan ini juga dapat memperkuat ketahanan energi lokal, mengurangi tekanan lingkungan, dan mendorong transformasi pembangunan kota ke arah yang lebih berkelanjutan. Oleh karena itu, diperlukan arah kebijakan, dukungan kelembagaan, insentif investasi, serta integrasi program energi surya dalam dokumen perencanaan wilayah dan pembangunan daerah.

Kata Kunci: Energi Terbarukan, Energi Surya, Pembangunan Wilayah, Keberlanjutan, Kota Pematangsiantar

ABSTRACT

The development of renewable energy is one of the important strategies in achieving sustainable regional development. Pematangsiantar City, as an urban area experiencing continuous growth, faces challenges related to increasing energy demand, environmental pressure, and the need to strengthen infrastructure based on sustainability principles. This study aims to examine the potential development of solar-based renewable energy as a strategy for sustainable regional development in Pematangsiantar City. The research method used is descriptive qualitative with a literature review approach, limited field observation, and policy as well as regional condition analysis. The analysis covers solar radiation potential, characteristics of urban land use, energy demand in buildings and public facilities, and opportunities for integrating solar energy into regional development planning. The results indicate that solar energy development in Pematangsiantar City has promising prospects, particularly through rooftop solar power systems on government buildings, educational facilities, health facilities, commercial areas, and residential areas. In addition to supporting energy efficiency, this development can strengthen local energy resilience, reduce environmental pressure, and encourage urban development transformation toward greater sustainability. Therefore, policy direction, institutional support, investment incentives,



and the integration of solar energy programs into regional and local development planning documents are required.

Keywords: Renewable Energy, Solar Energy, Regional Development, Sustainability, Pematangsiantar City

PENDAHULUAN

Pembangunan wilayah berkelanjutan menuntut adanya keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi, pemerataan sosial, dan perlindungan lingkungan. Dalam konteks perkotaan, kebutuhan energi yang terus meningkat sering kali menjadi tantangan utama karena masih didominasi oleh sumber energi konvensional yang memiliki dampak terhadap lingkungan. Di sisi lain, transisi menuju energi bersih menjadi bagian penting dari pembangunan kota yang adaptif, efisien, dan berkelanjutan.

Menurut Rami Niemi, Jani Mikkola, dan Peter D. Lund (2012), kota bukan hanya kumpulan bangunan, tetapi sistem energi yang saling terhubung antara bangunan, transportasi, jaringan listrik, pemanasan-pendinginan, dan perilaku konsumsi masyarakat. Dalam perspektif ini, potensi energi terbarukan di kota muncul karena kebutuhan energi terkonsentrasi, infrastruktur sudah tersedia, dan integrasi teknologi bisa dilakukan lintas sektor. Kerangka ini banyak didukung oleh IPCC AR6 Chapter 8 yang menegaskan bahwa bentuk kota (*urban form*) sangat memengaruhi konsumsi energi dan emisi.

Energi terbarukan berbasis surya merupakan salah satu alternatif yang memiliki peluang besar untuk dikembangkan di wilayah perkotaan. Pemanfaatan energi surya relatif fleksibel karena dapat diterapkan pada berbagai skala, mulai dari rumah tangga hingga fasilitas publik dan kawasan komersial. Selain itu, pengembangan energi surya dapat mendorong efisiensi penggunaan energi, memperkuat kemandirian energi lokal, serta mendukung upaya pengurangan emisi dan peningkatan kualitas lingkungan perkotaan.

Kota Pematangsiantar sebagai salah satu pusat kegiatan perkotaan di Sumatera Utara memiliki karakteristik wilayah yang mendukung kajian pengembangan energi terbarukan berbasis surya. Pertumbuhan aktivitas ekonomi, pendidikan, pelayanan publik, dan permukiman memerlukan dukungan infrastruktur energi yang andal dan berkelanjutan. Dalam perspektif perencanaan wilayah, pengembangan energi surya tidak hanya dipandang sebagai solusi teknis penyediaan energi, tetapi juga sebagai instrumen strategis untuk mendukung tata kelola kota, efisiensi infrastruktur, dan pembangunan berkelanjutan.

Potensi energi surya di Kota Pematangsiantar tergolong baik dan layak dikembangkan, terutama untuk PLTS atap bangunan pemerintahan, kampus, sekolah, rumah sakit, pusat perdagangan, dan perumahan. Sebagai gambaran dasar, rujukan nasional yang digunakan dalam dokumen JICA yang mengutip RUPTL menyebut potensi surya Indonesia sekitar 4,80 kWh/m²/hari, yang menunjukkan bahwa wilayah perkotaan di Indonesia pada umumnya memiliki basis radiasi surya yang cukup untuk pengembangan PLTS. BMKG sendiri juga menyediakan dashboard Potensi Energi Surya Stasiun, Spasial, dan Prediksi, dan daftar lokasinya mencakup Kota Pematangsiantar, sehingga kota ini memang termasuk wilayah yang dipantau untuk potensi energi surya. Global Solar Atlas juga menegaskan bahwa penilaian potensi surya dapat dilihat melalui parameter seperti GHI dan PVOUT berbasis rerata jangka panjang.



Dari sudut pandang perkotaan, potensi Pematangsiantar cukup menarik karena kota memiliki beban listrik terkonsentrasi, banyak atap bangunan yang bisa dimanfaatkan, dan kebutuhan listrik siang hari yang relatif cocok dengan profil produksi PLTS. IEA menekankan bahwa kota dapat mempercepat transisi energi bersih karena lingkungan berdensitas tinggi menciptakan economies of scale, memudahkan integrasi infrastruktur, dan membuka peluang implementasi energi cerdas di tingkat lokal. Artinya, untuk Pematangsiantar, potensi energi surya bukan hanya soal sinar matahari, tetapi juga soal kecocokan bentuk kotanya untuk pemanfaatan PLTS terdistribusi.

Karakter beberapa jurnal di bidang perencanaan wilayah dan pembangunan menunjukkan adanya penekanan pada hubungan antara infrastruktur, tata ruang, pengelolaan lingkungan, dan pembangunan berkelanjutan (Baihaqi et al., 2025; Mulyani et al., 2021). Dengan demikian, pendekatan energi surya dalam penelitian ini tidak hanya diposisikan sebagai kajian teknis energi, tetapi juga sebagai bagian dari strategi pengembangan wilayah yang berkelanjutan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi potensi pengembangan energi terbarukan berbasis surya di Kota Pematangsiantar.
2. Menganalisis peran energi surya dalam mendukung pembangunan wilayah berkelanjutan.
3. Merumuskan strategi pengembangan energi surya yang dapat diintegrasikan ke dalam perencanaan pembangunan wilayah Kota Pematangsiantar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan dukungan analisis spasial dan kajian kebijakan secara normatif. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif-kualitatif yang dikombinasikan dengan teknik analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Data yang dipakai meliputi observasi langsung, dokumentasi visual, peta RTRW, interpretasi citra satelit, dan kajian topografi wilayah. Pendekatan ini dipilih untuk memahami potensi pengembangan energi terbarukan berbasis surya dalam konteks pembangunan wilayah secara komprehensif.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Kota Pematangsiantar, Sumatera Utara. Wilayah ini dipilih karena memiliki karakter perkotaan dengan pertumbuhan aktivitas pelayanan, perdagangan, pendidikan, dan permukiman yang memerlukan dukungan energi yang semakin besar.

Jenis Dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas:

1. **Data primer**, berupa hasil observasi lapangan terbatas terhadap kondisi fisik wilayah, pemanfaatan bangunan, dan peluang penempatan sistem energi surya.
2. **Data sekunder**, berupa dokumen perencanaan wilayah, dokumen pembangunan daerah, literatur ilmiah, regulasi terkait energi dan lingkungan, serta data pendukung mengenai kondisi geografis dan penggunaan lahan.

Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan:

1. Analisis potensi wilayah



Analisis potensi wilayah dilakukan untuk mengidentifikasi sejauh mana Kota Pematangsiantar memiliki peluang dalam pengembangan energi surya berdasarkan kondisi fisik wilayah, karakteristik ruang kota, dan fungsi bangunan yang ada. Dalam konteks perkotaan, potensi energi surya tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan sinar matahari, tetapi juga oleh struktur pemanfaatan lahan, kepadatan bangunan, pola aktivitas masyarakat, serta keberadaan ruang terbangun yang dapat dimanfaatkan sebagai lokasi instalasi sistem pembangkit listrik tenaga surya.

Melalui analisis ini, wilayah kota dapat dikaji dari beberapa aspek. Pertama, karakteristik tata guna lahan, seperti kawasan permukiman, perdagangan dan jasa, perkantoran, pendidikan, kesehatan, dan fasilitas umum, yang menunjukkan jenis bangunan mana yang paling potensial untuk pemasangan panel surya. Bangunan dengan luasan atap yang cukup besar, orientasi yang baik terhadap paparan matahari, dan penggunaan energi listrik yang tinggi pada siang hari merupakan objek yang paling prospektif. Kedua, karakteristik ruang kota, termasuk kepadatan bangunan, ketinggian bangunan, keberadaan penghalang seperti pepohonan lebat atau bangunan bertingkat, serta pola penyinaran, menjadi faktor penting untuk menentukan efisiensi penerimaan radiasi matahari pada permukaan atap. Ketiga, fungsi bangunan juga perlu dianalisis karena setiap fungsi memiliki pola konsumsi energi yang berbeda. Misalnya, bangunan pendidikan, kantor pemerintahan, rumah sakit, pusat perbelanjaan, dan rumah ibadah cenderung memiliki kebutuhan energi listrik pada siang hari yang selaras dengan waktu produksi listrik dari sistem tenaga surya.

Dengan demikian, analisis potensi wilayah bertujuan untuk menghasilkan gambaran spasial mengenai area-area prioritas yang paling sesuai untuk pengembangan energi surya. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam menentukan apakah Kota Pematangsiantar lebih cocok mengembangkan energi surya pada skala rumah tangga, skala komunal, atau skala institusi publik dan komersial. Selain itu, analisis ini juga membantu mengidentifikasi kendala ruang, seperti keterbatasan lahan terbuka, bayangan bangunan, atau pola perkembangan kota yang dapat memengaruhi tingkat optimalisasi pemanfaatan energi surya.

2. Analisis peran energi surya

Analisis peran energi surya dilakukan untuk menilai kontribusi pengembangan energi terbarukan terhadap pembangunan wilayah berkelanjutan di Kota Pematangsiantar. Dalam hal ini, energi surya dipandang bukan sekadar sebagai sumber energi alternatif, tetapi sebagai instrumen pembangunan yang memiliki dampak multidimensi, baik dari sisi lingkungan, ekonomi, sosial, maupun tata kelola perkotaan.

Dari aspek lingkungan, pengembangan energi surya berpotensi menurunkan ketergantungan terhadap energi fosil dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Penggunaan PLTS, khususnya pada bangunan perkotaan, dapat mendukung terciptanya kota yang lebih rendah emisi dan lebih ramah lingkungan. Hal ini penting karena kawasan perkotaan merupakan pusat konsumsi energi yang cukup tinggi, sehingga peralihan sebagian pasokan listrik ke sumber energi bersih dapat memberikan dampak nyata terhadap upaya mitigasi perubahan iklim.

Dari aspek ekonomi, energi surya dapat berperan dalam meningkatkan efisiensi biaya energi dalam jangka panjang. Bangunan pemerintah, fasilitas pendidikan, rumah sakit, serta sektor usaha dapat menurunkan beban biaya listrik melalui pemanfaatan energi surya, terutama apabila konsumsi listrik berlangsung dominan pada siang hari. Dalam jangka panjang, hal ini dapat memperkuat efisiensi pengelolaan bangunan dan membuka peluang ekonomi baru,



seperti jasa instalasi, pemeliharaan, serta pengembangan teknologi energi terbarukan di tingkat lokal.

Dari aspek sosial, energi surya dapat meningkatkan kualitas pelayanan publik dan mendukung ketahanan energi masyarakat. Misalnya, fasilitas publik yang menggunakan PLTS dapat memiliki cadangan energi yang lebih baik untuk mendukung layanan dasar. Selain itu, pengembangan energi surya juga dapat menjadi sarana edukasi masyarakat mengenai pentingnya transisi energi dan perilaku hidup berkelanjutan. Dalam konteks perkotaan, penerapan teknologi energi surya pada bangunan publik juga dapat menjadi simbol komitmen pemerintah kota terhadap pembangunan hijau.

Selanjutnya, dari aspek pembangunan wilayah, energi surya berperan sebagai elemen strategis dalam mewujudkan kota berkelanjutan. Pengembangannya dapat diintegrasikan dengan kebijakan tata ruang, pembangunan infrastruktur hijau, dan perencanaan kota cerdas. Dengan demikian, analisis ini menekankan bahwa energi surya memiliki fungsi yang lebih luas daripada sekadar penyedia energi, yaitu sebagai pendorong transformasi menuju wilayah perkotaan yang efisien, tangguh, dan berkelanjutan.

3. Analisis strategi pengembangan

Analisis strategi pengembangan dilakukan untuk merumuskan arah kebijakan dan langkah implementasi yang relevan dalam mendukung pengembangan energi surya di Kota Pematangsiantar. Analisis ini penting karena potensi yang besar tidak akan berkembang secara optimal tanpa adanya strategi yang jelas, terarah, dan sesuai dengan kondisi lokal wilayah.

Strategi pengembangan perlu dimulai dari penetapan prioritas pengembangan berdasarkan hasil analisis potensi wilayah. Artinya, pemerintah daerah perlu menentukan jenis bangunan, kawasan, atau institusi mana yang terlebih dahulu menjadi sasaran implementasi. Dalam konteks kota, bangunan milik pemerintah, fasilitas pendidikan, fasilitas kesehatan, dan kawasan perdagangan dapat dijadikan proyek percontohan karena memiliki visibilitas tinggi dan manfaat langsung yang dapat dirasakan masyarakat.

Selanjutnya, strategi juga harus mencakup arah kebijakan kelembagaan dan regulasi. Pemerintah kota perlu mendorong integrasi pengembangan energi surya ke dalam dokumen perencanaan pembangunan daerah, kebijakan tata ruang, dan kebijakan bangunan gedung. Dukungan regulasi dapat berupa insentif pemasangan PLTS atap, penyusunan standar bangunan hemat energi, penyediaan pedoman teknis, serta penguatan koordinasi antarorganisasi perangkat daerah. Strategi ini penting agar pengembangan energi surya tidak bersifat parsial, tetapi menjadi bagian dari sistem pembangunan kota.

Dari sisi implementasi, strategi pengembangan juga perlu memperhatikan aspek teknis, pembiayaan, dan kemitraan. Secara teknis, perlu dilakukan identifikasi kebutuhan infrastruktur, kapasitas jaringan, kesesuaian bangunan, dan kesiapan teknologi. Dari sisi pembiayaan, pengembangan energi surya dapat didorong melalui kombinasi sumber dana, baik APBD, kerja sama pemerintah dengan badan usaha, program tanggung jawab sosial perusahaan, maupun investasi swasta. Sementara itu, dari sisi kemitraan, pemerintah kota dapat melibatkan perguruan tinggi, sektor swasta, komunitas, dan lembaga teknis untuk mendukung perencanaan, edukasi, serta pelaksanaan program.

Lebih jauh, strategi pengembangan juga harus mencakup tahapan implementasi yang realistis. Tahap awal dapat dimulai melalui pemetaan potensi dan proyek percontohan pada bangunan publik. Tahap berikutnya dilanjutkan dengan perluasan ke sektor komersial dan



permukiman, disertai program sosialisasi dan insentif. Dalam jangka panjang, strategi diarahkan pada integrasi energi surya ke dalam sistem pembangunan kota berkelanjutan, sehingga energi terbarukan menjadi bagian dari identitas dan daya saing Kota Pematangsiantar.

Dengan demikian, analisis strategi pengembangan bertujuan untuk menjembatani antara potensi yang tersedia dan upaya nyata di lapangan. Hasil analisis ini diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi kebijakan yang aplikatif, bertahap, dan sesuai dengan kebutuhan Kota Pematangsiantar dalam mendorong transisi energi perkotaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Wilayah Kota Pematangsiantar

Kota Pematangsiantar merupakan wilayah perkotaan yang memiliki peran penting sebagai pusat pelayanan, perdagangan, pendidikan, dan aktivitas sosial di kawasan sekitarnya. Dinamika pertumbuhan kota mendorong peningkatan kebutuhan terhadap infrastruktur dasar, termasuk energi. Dalam kondisi tersebut, pengembangan sistem energi yang efisien dan ramah lingkungan menjadi kebutuhan strategis bagi keberlanjutan pembangunan kota.

Sebagai kota yang berkembang, Pematangsiantar menghadapi tantangan umum perkotaan seperti peningkatan konsumsi energi, tekanan lingkungan, dan kebutuhan peningkatan kualitas layanan publik. Karena itu, diversifikasi sumber energi melalui energi terbarukan dapat menjadi salah satu pendekatan yang relevan untuk mendukung perencanaan wilayah yang lebih tangguh dan berkelanjutan.

Potensi Pengembangan Energi Berkelanjutan Berbasis Surya

Energi surya memiliki keunggulan utama berupa ketersediaan sumber energi yang melimpah, teknologi yang semakin mudah diadopsi, serta fleksibilitas penerapan pada berbagai jenis bangunan dan kawasan. Dalam konteks Kota Pematangsiantar, potensi pengembangan energi surya dapat dilihat dari beberapa aspek.

Pertama, dari sisi pemanfaatan ruang, banyak bangunan di wilayah perkotaan yang memiliki atap dengan peluang pemanfaatan untuk sistem panel surya, seperti kantor pemerintahan, sekolah, kampus, rumah sakit, pusat perdagangan, rumah ibadah, dan perumahan.

Kedua, dari sisi kebutuhan energi, fasilitas publik dan bangunan perkotaan memiliki pola konsumsi listrik yang relatif stabil, sehingga berpotensi memperoleh manfaat dari integrasi sistem energi surya, terutama untuk mengurangi beban konsumsi listrik konvensional pada siang hari.

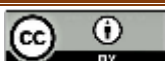
Ketiga, dari sisi lingkungan perkotaan, pengembangan energi surya dapat menjadi langkah penting dalam mengurangi tekanan terhadap kualitas lingkungan melalui penyediaan energi yang lebih bersih dan efisien.

Keempat, dari sisi perencanaan wilayah, energi surya dapat diintegrasikan ke dalam arahan pembangunan infrastruktur hijau, pengelolaan kawasan perkotaan, dan peningkatan ketahanan wilayah terhadap risiko krisis energi.

Energi Surya Sebagai Strategi Pembangunan Wilayah Berkelanjutan

Dalam perspektif pembangunan wilayah, energi surya tidak hanya diposisikan sebagai teknologi alternatif, tetapi juga sebagai instrumen pembangunan yang memiliki dampak multidimensi.

a. Aspek lingkungan



Pengembangan energi surya mendukung upaya pengurangan ketergantungan pada energi berbasis fosil dan memperkuat arah pembangunan rendah emisi. Hal ini penting dalam pembangunan wilayah berkelanjutan karena kualitas lingkungan merupakan salah satu indikator utama keberhasilan pembangunan.

b. Aspek ekonomi

Pemanfaatan energi surya dapat membantu efisiensi biaya energi jangka panjang pada bangunan publik dan sektor usaha. Dalam skala wilayah, efisiensi energi berpotensi meningkatkan daya dukung ekonomi lokal dan membuka peluang investasi baru di bidang infrastruktur energi bersih.

c. Aspek social

Pengembangan energi surya dapat memperluas akses terhadap energi yang lebih andal, meningkatkan kualitas pelayanan publik, dan memperkuat kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pembangunan berkelanjutan. Selain itu, program energi surya dapat menjadi media edukasi lingkungan bagi masyarakat perkotaan.

d. Aspek tata ruang dan kelembagaan

Integrasi energi surya dalam tata ruang dan pembangunan kota akan memperkuat sinergi antara kebijakan energi, kebijakan lingkungan, dan perencanaan infrastruktur. Dengan demikian, pengembangan energi surya dapat menjadi bagian dari transformasi kota menuju kota hijau dan kota cerdas.

Tantangan Pengembangan Energi Surya Di Kota Pematangsiantar

Meskipun memiliki prospek yang baik, pengembangan energi terbarukan berbasis surya di Kota Pematangsiantar juga menghadapi sejumlah tantangan.

1. Keterbatasan kebijakan operasional daerah yang secara spesifik mendorong implementasi energi surya pada skala perkotaan.
2. Keterbatasan pendanaan dan investasi awal, terutama untuk penerapan pada fasilitas publik dan bangunan komunal.
3. Kurangnya integrasi dalam dokumen perencanaan, sehingga program energi surya belum menjadi prioritas pembangunan wilayah.
4. Kapasitas kelembagaan dan sumber daya manusia yang masih perlu diperkuat untuk pengelolaan, operasi, dan pemeliharaan sistem.
5. Tingkat literasi masyarakat mengenai manfaat energi terbarukan yang masih perlu ditingkatkan.

Strategi Pengembangan Energi Surya Di Kota Pematangsiantar

Berdasarkan hasil kajian, strategi pengembangan energi terbarukan berbasis surya di Kota Pematangsiantar dapat diarahkan sebagai berikut:

1. Integrasi ke dalam dokumen perencanaan wilayah

Pengembangan energi surya perlu dimasukkan ke dalam dokumen perencanaan pembangunan daerah, rencana tata ruang, dan program infrastruktur kota agar memiliki dasar implementasi yang lebih kuat.

2. Prioritas pada bangunan public

Penerapan awal dapat difokuskan pada bangunan pemerintah, sekolah, fasilitas kesehatan, dan penerangan fasilitas umum sebagai proyek percontohan.

3. Pengembangan skema insentif



Pemerintah daerah dapat mendorong insentif bagi bangunan komersial dan permukiman yang mengadopsi sistem energi surya, baik melalui kemudahan perizinan, fasilitasi program, maupun dukungan kerja sama.

4. Penguatan kolaborasi multipihak

Pengembangan energi surya memerlukan keterlibatan pemerintah daerah, perguruan tinggi, sektor swasta, komunitas, dan masyarakat. Kolaborasi ini penting untuk menjamin keberlanjutan program.

5. Edukasi dan peningkatan kapasitas

Pendidikan publik, pelatihan teknis, dan penguatan kapasitas kelembagaan perlu dilakukan agar pengembangan energi surya tidak berhenti pada tahap pemasangan, tetapi berlanjut pada pengelolaan yang efektif.

6. Pengembangan basis data energi wilayah

Pemerintah daerah perlu menyusun basis data potensi energi, kebutuhan energi bangunan, dan kawasan prioritas pengembangan untuk memperkuat pengambilan keputusan berbasis data.

Implikasi Terhadap Pembangunan Wilayah Berkelanjutan

Jika dikembangkan secara terarah, energi surya dapat memberikan implikasi positif bagi Kota Pematangsiantar, antara lain:

- Mendukung efisiensi dan ketahanan energi perkotaan,
- Memperkuat pembangunan infrastruktur hijau,
- Meningkatkan kualitas lingkungan kota,
- Mendorong inovasi pembangunan daerah,
- Memperkuat citra kota sebagai wilayah yang responsif terhadap isu keberlanjutan.

Dengan demikian, pengembangan energi terbarukan berbasis surya dapat diposisikan sebagai salah satu strategi pembangunan wilayah yang tidak hanya menjawab kebutuhan energi, tetapi juga mendukung transformasi tata kelola perkotaan secara menyeluruh.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian, dapat disimpulkan bahwa pengembangan energi terbarukan berbasis surya di Kota Pematangsiantar memiliki prospek yang baik untuk mendukung pembangunan wilayah berkelanjutan. Potensi tersebut terlihat dari peluang pemanfaatan ruang perkotaan, kebutuhan energi pada bangunan publik dan komersial, serta relevansinya terhadap penguatan kualitas lingkungan dan ketahanan energi lokal.

Energi surya dapat berperan sebagai strategi pembangunan wilayah karena memberikan manfaat pada aspek lingkungan, ekonomi, sosial, dan tata kelola kota. Namun demikian, implementasinya masih menghadapi tantangan berupa keterbatasan kebijakan, pendanaan, integrasi perencanaan, dan kapasitas kelembagaan.

Oleh sebab itu, strategi pengembangan yang diperlukan meliputi integrasi energi surya dalam dokumen perencanaan wilayah, penetapan proyek prioritas pada bangunan publik, pengembangan skema insentif, penguatan kolaborasi multipihak, peningkatan kapasitas sumber daya manusia, dan penyusunan basis data energi wilayah. Dengan langkah tersebut, energi surya dapat menjadi bagian penting dari arah pembangunan Kota Pematangsiantar yang lebih hijau, efisien, dan berkelanjutan.



SARAN

Pemerintah Kota Pematangsiantar disarankan untuk mengintegrasikan pengembangan energi terbarukan berbasis surya ke dalam dokumen perencanaan pembangunan daerah dan kebijakan penataan ruang sebagai bagian dari strategi pembangunan wilayah berkelanjutan. Implementasi awal dapat diprioritaskan pada bangunan publik dan fasilitas pelayanan umum yang memiliki kebutuhan energi relatif tinggi. Selain itu, diperlukan penguatan kolaborasi antara pemerintah, perguruan tinggi, sektor swasta, dan masyarakat guna mendukung perencanaan, pembiayaan, serta pengelolaan energi surya secara berkelanjutan. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan analisis kuantitatif dan pemetaan spasial yang lebih rinci agar dapat menjadi dasar yang lebih operasional dalam perumusan kebijakan pengembangan energi terbarukan di Kota Pematangsiantar.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. (2020). Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020–2024. Jakarta: Bappenas.
- Baihaqi, M. G., Kusuma, R. S. B. G., Ozora, F. A., & Ajesbiah, T. R. (2025). Transformasi Penataan Ruang Daerah: Tantangan Dan Peluang Menuju Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Regional Planning*, 7(2), 82–91. <https://doi.org/10.36985/mf19e110>
- Harahap, M. A. K., Harmain, U., Saragih, J. R., Sinurat, A., Sihombing, B., Purba, I. R., & Saragih, H. (2024). Perencanaan Sistem Cluster Pengelolaan Sampah Dalam Mengurangi Penumpukan Sampah Di Kota Pematang Siantar. *Jurnal Regional Planning*, 6(2), 69–76. <https://doi.org/10.36985/smz44433>
- Kammen, D. M., & Sunter, D. A. (2016). City-integrated renewable energy for urban sustainability. *Science*, 352(6288), 922–928.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2023). Statistik EBTKE. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Lund, P. D., Mikkola, J., & Ypyä, J. (2015). Smart energy system design for large clean power schemes in urban areas. *Journal of Cleaner Production*, 103, 437–445.
- Manfren, M., Caputo, P., & Costa, G. (2011). Paradigm shift in urban energy systems through distributed generation: Methods and models. *Applied Energy*, 88(4), 1032–1048.
- Mulyani, S., dkk. (2021). Pengembangan Energi Terbarukan Dalam Mendukung Pembangunan Berkelanjutan Di Wilayah Perkotaan. *Jurnal Perencanaan Pembangunan*, 5(2), 101–112.
- Nasution, A., & Siregar, R. (2022). Strategi Pengembangan Energi Surya Untuk Ketahanan Energi Daerah. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 10(1), 45–56.
- Niemi, R., Mikkola, J., & Lund, P. D. (2012). Urban energy systems with smart multi-carrier energy networks and renewable energy generation. *Renewable Energy*, 48, 524–536.
- Sihombing, E. I., Siregar, R. T., Silalahi, M., & Modifa, I. (2022). Kajian Revitalisasi Kawasan Pematang Kota Pematangsiantar. *Jurnal Regional Planning*, 4(1), 51-64
- Sihombing, J., Siregar, R. T., Manullang, M., & Damanik, S. E. (2021). Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Publik Dalam Pembangunan Kota Pematangsiantar. *Jurnal Regional Planning*, 3(1), 54-69
- Simatupang, B., Silalahi, M., Sihaloho, A. N., & Ginting, M. (2021). Analisis Sektor Unggulan Dalam Meningkatkan Perekonomian Dan Pembangunan Wilayah Kabupaten Serdang Bedagai. *Jurnal Regional Planning*, 3(2), 97-109



- Siregar, M. A. N., Manullang, M., Siregar, R. T., & Damanik, S. E. (2019). Dampak Perusahaan Kelapa Sawit PTPN - IV Terhadap Kesejahteraan Sosial Masyarakat Dalam Pembangunan Wilayah Di Desa Kedai Damar Kecamatan Pabatu Kabupaten Serdang Badagei. *Jurnal Regional Planning*, 1(1), 39 –. <https://doi.org/10.36985/jrp.v1i1.578>
- Veldhuis, A. J., & Reinders, A. H. M. E. (2013). Reviewing the potential and cost-effectiveness of grid-connected PV in Indonesia on a provincial level. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.

