

Peran Insinyur dalam Pemanfaatan Lahan Terbengkalai Melalui Konsep *Green Infrastructure Management* (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Green House Cafe di Desa Kemuning, Ngargoyoso, Karanganyar)

Gunadi Ibnu Sutopo*, Maria Wahyuni

Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata
Jalan Pawiyatan Luhur IV/1, Banyumanik, Semarang, Jawa Tengah 50263

Article Info

Article history:

Received
22 January 2026

Accepted
30 January 2026

Keywords: *Green Infrastructure Management, Abandoned Land, Engineering Practice, GIS, Sustainable Development.*

Abstract

This article aims to analyze the role of engineers in implementing the Green Infrastructure Management (GIM) concept through a structured case study of the Green House Café development project in Kemuning Village, Karanganyar Regency. The novelty of this study lies in the integration of engineering practices, community empowerment—particularly youth organizations—and spatial analysis using a Geographic Information System (GIS) within a rural context. The study adopts a case study approach with participatory methods, encompassing situational analysis, environmentally oriented design planning, implementation of green technologies, and continuous community assistance. GIS was employed to assess site suitability based on topography, accessibility, and environmental considerations, supporting informed decision-making in sustainable land utilization. The results indicate that the application of GIM contributes to the optimization of abandoned land, the creation of productive activities for rural youth, and the enhancement of environmental awareness. This study is expected to serve as a practical model for sustainable development based on the professional role of engineers that can be adapted and replicated in other rural areas.

Info Artikel

Histori Artikel:

Diserahkan:
22 Januari 2026

Diterima:
30 Januari 2026

Kata Kunci: Manajemen Infrastruktur Hijau, Lahan Terbengkalai, Peran Insinyur, SIG, Keberlanjutan

Abstrak

Artikel ini bertujuan untuk menganalisis peran insinyur dalam penerapan konsep Green Infrastructure Management (GIM) melalui studi kasus pembangunan Green House Café di Desa Kemuning, Kabupaten Karanganyar. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi pendekatan keinsinyuran, pemberdayaan karang taruna, dan analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam konteks pengelolaan lahan terbengkalai di pedesaan. Metode yang digunakan adalah studi kasus terstruktur dengan tahapan analisis situasi, perencanaan desain ramah lingkungan, implementasi teknologi hijau, serta pendampingan masyarakat. SIG digunakan untuk menganalisis kesesuaian lokasi berdasarkan topografi, aksesibilitas, dan dampak lingkungan, sehingga mendukung pengambilan keputusan penempatan bangunan secara berkelanjutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan GIM mampu meningkatkan nilai guna lahan, menciptakan aktivitas produktif bagi pemuda desa, serta memperkuat kesadaran lingkungan. Studi ini diharapkan dapat menjadi model penerapan pembangunan berkelanjutan berbasis peran insinyur yang dapat direplikasi di wilayah pedesaan lain.

*Corresponding author. Sutopo
Email address: gunadiibnusutopo30244@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan lahan terbengkalai menjadi salah satu tantangan dalam pembangunan berkelanjutan, khususnya di wilayah pedesaan. Lahan yang tidak dimanfaatkan secara optimal berpotensi menurunkan kualitas lingkungan serta belum memberikan kontribusi ekonomi dan sosial bagi masyarakat sekitar. Berbagai studi menunjukkan bahwa pendekatan pemanfaatan lahan yang berorientasi pada keberlanjutan dapat menjadi strategi efektif untuk meningkatkan fungsi ruang sekaligus menjaga keseimbangan lingkungan (Kamal & Nurhayati, 2020).

Salah satu pendekatan yang berkembang dalam pengelolaan ruang berkelanjutan adalah *Green Infrastructure Management* (GIM). Konsep ini menekankan integrasi antara infrastruktur fisik, fungsi ekologi, dan kebutuhan sosial masyarakat dalam satu sistem yang saling mendukung. Penerapan GIM tidak hanya berfokus pada pembangunan fisik, tetapi juga pada upaya meminimalkan dampak lingkungan serta meningkatkan manfaat jangka panjang bagi masyarakat (Benedict & McMahon, 2006; Zarei & Shahab, 2025). Dalam konteks pemanfaatan lahan terbengkalai, GIM menawarkan kerangka yang relevan untuk mengubah ruang tidak produktif menjadi aset yang berkelanjutan.

Selain aspek lingkungan, keberhasilan penerapan GIM sangat dipengaruhi oleh keterlibatan masyarakat lokal. Pendekatan partisipatif telah terbukti mampu meningkatkan kapasitas masyarakat dalam mengelola sumber daya serta mendorong keberlanjutan program pembangunan (Pretty, 1995). Keterlibatan masyarakat, khususnya generasi muda seperti karang taruna, menjadi faktor penting dalam memastikan bahwa pemanfaatan lahan tidak hanya berhenti pada pembangunan fisik, tetapi juga berlanjut pada pengelolaan dan pengembangan kegiatan secara mandiri.

Peran insinyur dalam konteks ini menjadi krusial, terutama dalam merancang solusi teknis yang adaptif terhadap kondisi lokal serta selaras dengan prinsip keberlanjutan. Insinyur tidak hanya bertindak sebagai perancang infrastruktur, tetapi juga sebagai fasilitator yang menjembatani aspek teknis, lingkungan, dan sosial. Integrasi solusi teknis dengan pendekatan pemberdayaan masyarakat sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan yang menekankan keseimbangan antara aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial (Moghadam, 2009).

Berdasarkan latar belakang tersebut, artikel ini bertujuan untuk menganalisis praktik keinsinyuran dalam pemanfaatan lahan terbengkalai melalui penerapan konsep *Green Infrastructure Management*. Studi kasus dilakukan pada pembangunan Green House Café di Desa Kemuning, Kabupaten Karanganyar, sebagai contoh transformasi lahan tidak produktif menjadi ruang usaha berbasis lingkungan. Analisis difokuskan pada aspek teknis, keberlanjutan material dan energi, serta dampak sosial melalui pelibatan masyarakat lokal.

2. METODE PELAKSANAAN

2.1 Jenis dan Pendekatan Kegiatan

Metode yang digunakan dalam artikel ini adalah studi kasus dengan pendekatan praktik keinsinyuran berkelanjutan. Pendekatan studi kasus dipilih karena memungkinkan analisis mendalam terhadap proses perencanaan, implementasi, dan evaluasi pemanfaatan lahan terbengkalai dalam konteks nyata. Kegiatan dianalisis secara deskriptif-kualitatif, dengan fokus pada aspek teknis, lingkungan, dan sosial yang relevan dengan penerapan konsep *Green Infrastructure Management* (GIM).

Pendekatan ini sejalan dengan prinsip GIM yang menekankan integrasi infrastruktur fisik, fungsi lingkungan, dan kebutuhan masyarakat dalam satu sistem yang saling mendukung (Benedict & McMahon, 2006).

2.2 Lokasi dan Objek Kegiatan

Objek kegiatan adalah pemanfaatan lahan terbengkalai berupa bekas kandang ternak yang berlokasi di Desa Kemuning, Kecamatan Ngargoyoso, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. Lahan ini dipilih karena memiliki potensi strategis untuk dikembangkan menjadi ruang usaha berbasis lingkungan sekaligus menjadi contoh penerapan GIM di wilayah pedesaan. Fokus kajian diarahkan pada pembangunan Green House Café sebagai bentuk transformasi fungsi lahan.

2.3 Identifikasi Kondisi Awal dan Analisis Spasial

Identifikasi kondisi awal dilakukan melalui survei lapangan untuk mengamati kondisi fisik bangunan, aksesibilitas, serta lingkungan sekitar. Selain itu, digunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai alat analisis spasial untuk memetakan lokasi kegiatan dan menilai kesesuaian lahan berdasarkan kondisi topografi, akses jalan, dan lingkungan sekitar. Hasil analisis ini digunakan sebagai dasar dalam penentuan desain bangunan, tata letak fasilitas, serta perencanaan infrastruktur pendukung.

2.4 Tahapan Pelaksanaan Teknis

Pelaksanaan kegiatan dilakukan secara bertahap sebagai berikut:

1. Perencanaan Teknis dan Desain Berkelanjutan
Tahap ini meliputi penyusunan desain bangunan dan infrastruktur dengan mempertimbangkan prinsip GIM, seperti efisiensi energi, pemanfaatan material ramah lingkungan, serta adaptasi terhadap kondisi eksisting lahan. Pada tahap ini ditentukan penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif dan pemilihan material bambu sebagai elemen utama konstruksi.
2. Implementasi Infrastruktur dan Konstruksi
Implementasi dilakukan melalui pembangunan fisik sesuai dengan desain yang telah disusun. Pemasangan panel surya dan penggunaan material bambu dilaksanakan dengan mempertimbangkan fungsi, efisiensi, serta kemudahan perawatan. Kegiatan konstruksi melibatkan tenaga kerja lokal sebagai bagian dari pendekatan partisipatif.
3. Pelibatan dan Peningkatan Kapasitas Masyarakat
Masyarakat, khususnya karang taruna, dilibatkan melalui kegiatan pelatihan dan pendampingan terkait pengelolaan usaha, pemanfaatan teknologi digital, serta operasional bangunan. Tahap ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas sumber daya manusia agar mampu mengelola fasilitas secara mandiri dan berkelanjutan.

2.5 Metode Evaluasi dan Analisis

Evaluasi kegiatan dilakukan secara deskriptif-kualitatif dengan fokus pada beberapa aspek utama:

1. Evaluasi Teknis Energi dan Material
Efektivitas panel surya dianalisis berdasarkan kontribusinya terhadap pemenuhan kebutuhan listrik operasional bangunan, khususnya untuk beban ringan seperti pencahayaan dan peralatan pendukung. Penggunaan material bambu dianalisis secara konseptual dengan membandingkan karakteristiknya terhadap material konvensional dari aspek keberlanjutan dan potensi pengurangan dampak lingkungan.
2. Evaluasi Dampak Sosial dan Pemberdayaan
Dampak pelatihan dan pelibatan karang taruna dianalisis berdasarkan perubahan peran, tingkat keterlibatan dalam pengelolaan, serta kemampuan operasional setelah kegiatan dilaksanakan.

3. Identifikasi Hambatan dan Solusi

Hambatan teknis dan non-teknis yang muncul selama pelaksanaan diidentifikasi melalui observasi lapangan dan diskusi dengan pihak terkait. Solusi yang diambil selama proyek berlangsung dianalisis sebagai bagian dari pembelajaran implementasi praktik keinsinyuran berkelanjutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penerapan Infrastruktur Berkelanjutan

Penerapan konsep *Green Infrastructure Management* (GIM) pada pemanfaatan lahan terbengkalai diwujudkan melalui integrasi infrastruktur ramah lingkungan, khususnya penggunaan panel surya dan material bambu. Panel surya dipasang sebagai sumber energi alternatif untuk mendukung kebutuhan listrik operasional bangunan, terutama untuk pencahayaan dan peralatan berdaya rendah. Meskipun kontribusinya belum sepenuhnya menggantikan listrik konvensional, keberadaan panel surya berperan dalam mengurangi ketergantungan terhadap energi berbasis fosil dan meningkatkan efisiensi energi bangunan secara keseluruhan, sejalan dengan prinsip pemanfaatan energi terbarukan pada skala bangunan (Kabir *et al.*, 2018; IEA, 2023).



Gambar 5.

Implementasi panel surya sebagai sumber energi alternatif pada bangunan Green House Café

Pemilihan material bambu sebagai elemen utama konstruksi didasarkan pada pertimbangan keberlanjutan dan ketersediaan material lokal. Bambu merupakan material yang dapat diperbarui dengan energi produksi relatif rendah dibandingkan material konvensional seperti beton atau baja. Selain itu, pemanfaatan bambu lokal mengurangi kebutuhan transportasi material jarak jauh, yang secara konseptual berpotensi menurunkan jejak karbon pembangunan (Van der Lugt *et al.*, 2006; Dixit *et al.*, 2010). Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan material lokal dapat menjadi strategi efektif dalam penerapan GIM pada pemanfaatan lahan skala kecil di wilayah pedesaan.



Gambar 2.

Penggunaan material bambu sebagai elemen konstruksi utama dalam penerapan prinsip keberlanjutan.

3.2 Dampak Sosial dan Pemberdayaan Masyarakat

Pelaksanaan proyek juga memberikan dampak pada aspek sosial melalui pelibatan masyarakat, khususnya karang taruna. Kegiatan pelatihan dan pendampingan yang dilakukan berfokus pada pengelolaan usaha, pemanfaatan teknologi digital, serta operasional bangunan. Hasil pengamatan menunjukkan adanya peningkatan keterlibatan karang taruna dalam pengelolaan fasilitas, yang tercermin dari peran aktif mereka dalam kegiatan operasional dan promosi usaha.



Gambar 3.

Kegiatan pelatihan dan pendampingan karang taruna dalam pengelolaan dan pemanfaatan fasilitas

Pendekatan partisipatif yang diterapkan berkontribusi pada peningkatan kapasitas sumber daya manusia lokal. Meskipun evaluasi dampak dilakukan secara kualitatif, perubahan peran dan tingkat tanggung jawab menunjukkan bahwa pelibatan masyarakat sejak tahap awal mampu mendorong keberlanjutan pengelolaan fasilitas. Temuan ini sejalan dengan literatur yang menyatakan bahwa partisipasi masyarakat merupakan faktor penting dalam keberhasilan pembangunan berkelanjutan berbasis komunitas (Pretty, 1995; Monroe, 2003).

3.3 Hambatan dan Penyesuaian Pelaksanaan

Selama pelaksanaan proyek, ditemukan beberapa hambatan baik teknis maupun non-teknis. Hambatan teknis meliputi keterbatasan anggaran dan penyesuaian desain terhadap kondisi eksisting lahan bekas kandang ternak. Sementara itu, hambatan non-teknis berkaitan dengan proses adaptasi masyarakat terhadap fungsi baru lahan serta pola pengelolaan usaha yang berbeda dari sebelumnya.



Gambar 4.

Kondisi awal lahan sebelum dilakukan pembangunan dan penyesuaian desain

Untuk mengatasi hambatan tersebut, dilakukan penyesuaian berupa penyederhanaan desain bangunan tanpa mengurangi fungsi utama serta optimalisasi penggunaan material lokal. Selain itu, intensitas komunikasi dan pendampingan kepada masyarakat ditingkatkan untuk mempercepat proses adaptasi dan meningkatkan rasa memiliki terhadap fasilitas. Penyesuaian ini menunjukkan bahwa fleksibilitas dalam praktik keinsinyuran berkelanjutan merupakan faktor penting dalam keberhasilan implementasi proyek di lapangan.



Gambar 5.

Kondisi akhir lahan setelah dilaksanakan pembangunan

3.4 Implikasi terhadap Praktik Keinsinyuran Berkelanjutan

Hasil pelaksanaan menunjukkan bahwa penerapan GIM pada pemanfaatan lahan terbengkalai mampu mengintegrasikan aspek teknis, lingkungan, dan sosial secara simultan. Penggunaan energi terbarukan, material ramah lingkungan, serta pelibatan masyarakat menjadi elemen kunci dalam mendukung keberlanjutan proyek. Temuan ini memperkuat pandangan bahwa praktik keinsinyuran berkelanjutan tidak hanya berfokus pada solusi teknis, tetapi juga pada konteks sosial dan lingkungan tempat solusi tersebut diterapkan (Benedict & McMahon, 2006; Zarei & Shahab, 2025).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Pemanfaatan lahan terbengkalai melalui penerapan konsep *Green Infrastructure Management* (GIM) pada studi kasus Green House Café di Desa Kemuning menunjukkan bahwa praktik keinsinyuran berkelanjutan dapat memberikan manfaat teknis, lingkungan, dan sosial secara terpadu. Integrasi penggunaan energi terbarukan melalui panel surya, pemilihan material lokal yang ramah lingkungan, serta pelibatan masyarakat dalam pengelolaan menjadi faktor kunci dalam meningkatkan fungsi dan keberlanjutan pemanfaatan lahan.

Dari aspek teknis dan lingkungan, penggunaan panel surya berkontribusi dalam mendukung kebutuhan energi operasional bangunan dan mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi konvensional, sementara penggunaan material bambu menunjukkan potensi pengurangan dampak lingkungan melalui pemanfaatan material yang dapat diperbarui dan tersedia secara lokal. Temuan ini menegaskan bahwa pemilihan teknologi dan material yang adaptif terhadap konteks lokal merupakan elemen penting dalam praktik keinsinyuran berkelanjutan.

Dari aspek sosial, pendekatan partisipatif melalui pelibatan karang taruna dalam proses pelatihan dan pendampingan berkontribusi pada peningkatan kapasitas dan peran masyarakat dalam pengelolaan fasilitas. Meskipun evaluasi dilakukan secara kualitatif, perubahan tingkat keterlibatan dan tanggung jawab menunjukkan bahwa pemberdayaan masyarakat menjadi prasyarat penting bagi keberlanjutan pemanfaatan lahan pasca pembangunan.

Namun demikian, pelaksanaan kegiatan ini juga memiliki keterbatasan, terutama terkait keterbatasan anggaran dan belum dilakukannya pengukuran kuantitatif secara rinci terhadap kontribusi energi dan dampak lingkungan. Keterbatasan tersebut membuka peluang bagi penelitian dan pengembangan lanjutan untuk memperkuat analisis secara kuantitatif.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil dan keterbatasan yang diidentifikasi, beberapa saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan Analisis Kuantitatif
Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengukuran kuantitatif terkait kontribusi panel surya terhadap kebutuhan energi serta analisis jejak karbon material secara lebih rinci guna memperkuat bukti empiris.
2. Replikasi dan Pengembangan Model
Pendekatan pemanfaatan lahan berbasis GIM yang diterapkan dalam studi kasus ini dapat direplikasi pada lokasi lain dengan karakteristik serupa, dengan penyesuaian terhadap kondisi lingkungan dan sosial setempat.
3. Penguatan Kapasitas Masyarakat
Program pelatihan dan pendampingan perlu dilakukan secara berkelanjutan agar peningkatan kapasitas masyarakat tidak berhenti pada tahap awal pelaksanaan, tetapi mampu mendukung pengelolaan jangka panjang.
4. Integrasi Kebijakan dan Perencanaan Wilayah
Hasil kajian ini dapat dijadikan referensi awal bagi pemangku kebijakan dan praktisi dalam merancang strategi pemanfaatan lahan terbengkalai yang selaras dengan prinsip pembangunan berkelanjutan dan peran keinsinyuran.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2006). *Green infrastructure: Linking landscapes and communities*. Island Press.
2. Dixit, M. K., Fernández-Solís, J. L., Lavy, S., & Culp, C. H. (2010). Identification of parameters for embodied energy measurement of buildings. *Energy and Buildings*, 42(8), 1238–1247.
3. International Energy Agency. (2023). *Renewables 2023: Analysis and forecasts to 2028*. IEA.
4. Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A. A., & Kim, K. H. (2018). Solar energy: Potential and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 894–900.
5. Kamal, S., & Nurhayati, N. (2020). Agro-tourism development as sustainable land-use strategy. *Journal of Regional and Rural Development*, 4(2), 45–53.
6. Monroe, M. C. (2003). Two avenues for encouraging conservation behaviors. *Human Ecology Review*, 10(2), 113–125.
7. Moghadam, M. T. (2009). The role of 3R in waste management toward sustainable development. *Waste Management*, 29(9), 2718–2720.
8. Pretty, J. N. (1995). Participatory learning for sustainable agriculture. *World Development*, 23(8), 1247–1263.
9. Van der Lugt, P., van den Dobbelsteen, A. A. J. F., & Janssen, J. J. A. (2006). An environmental, economic and practical assessment of bamboo as a building material for supporting structures. *Construction and Building Materials*, 20(9), 648–656.
10. Zarei, M., & Shahab, S. (2025). Nature-based solutions in urban green infrastructure: A systematic review. *Land*, 14(4), 818.