

Peran teknologi terhadap lingkungan dan pembangunan di pedesaan

Muhammad Iqbal

Program Studi Manajemen, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
e-mail: miqbal300305@gmail.com

Kata Kunci:

Teknologi hijau,
pembangunan desa, Subak,
energi terbarukan, Bali

Keywords:

Green technology, rural
development, Subak,
renewable energy, Bali

ABSTRAK

Artikel ini membahas peran teknologi hijau (green technology) dalam mendorong pembangunan berkelanjutan di wilayah pedesaan, dengan studi kasus pada sistem irigasi Subak di Tabanan, Bali. Teknologi hijau didefinisikan sebagai inovasi yang mendukung efisiensi energi, pelestarian lingkungan, dan pemberdayaan masyarakat. Studi menunjukkan bahwa penerapan pompa irigasi tenaga surya di Subak tidak hanya mengurangi emisi dan biaya operasional, tetapi juga memperkuat sistem sosial-ekologis lokal. Artikel ini menyoroti integrasi antara kearifan tradisional dan inovasi teknologi sebagai kunci keberhasilan, sembari mengidentifikasi berbagai tantangan struktural, seperti pembiayaan, kapasitas kelembagaan, dan resistensi budaya. Melalui pendekatan reflektif dan berbasis data, artikel ini menawarkan rekomendasi bagi pemerintah, akademisi, masyarakat, dan pengelola jurnal untuk memperluas adopsi teknologi hijau secara kontekstual. Hasilnya menunjukkan bahwa green tech di pedesaan bukan hanya memungkinkan secara teknis, tetapi juga strategis dalam membangun desa yang mandiri, tangguh, dan berwawasan lingkungan.

ABSTRACT

This article explores the role of green technology in advancing sustainable development in rural areas, with a case study on the Subak irrigation system in Tabanan, Bali. Green technology is defined as an innovation that promotes energy efficiency, environmental preservation, and community empowerment. Findings show that the implementation of solar-powered irrigation pumps in Subak reduces both emissions and operational costs while strengthening the local socio-ecological system. The article highlights the successful integration of traditional wisdom and modern technology, while also addressing structural challenges such as funding, institutional capacity, and cultural resistance. Through a reflective, data-informed approach, this article offers recommendations for government, academia, rural communities, and journal platforms to promote green technology adoption in a context-sensitive manner. The study concludes that green tech in rural areas is not only technically feasible but also strategically valuable for building independent, resilient, and ecologically aware villages.

Pendahuluan

Perubahan iklim, krisis energi, dan degradasi lingkungan merupakan tiga tantangan global yang saling terkait dan mendesak untuk ditangani secara terpadu. Indonesia, sebagai negara kepulauan dengan keragaman ekologis dan sosial yang tinggi, menghadapi dilema antara percepatan pembangunan dan perlindungan lingkungan.



This is an open access article under the CC BY-NC-SA license.

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dalam konteks ini, green technology atau teknologi hijau hadir sebagai alternatif strategis yang menjanjikan solusi teknis sekaligus etis untuk mencapai pembangunan berkelanjutan. Green technology secara umum merujuk pada teknologi yang dirancang untuk mengurangi atau menghilangkan dampak negatif terhadap lingkungan. Menurut International Renewable Energy Agency (IRENA), teknologi hijau meliputi inovasi dalam energi bersih, efisiensi sumber daya, pengolahan limbah, dan teknologi pertanian berkelanjutan. Teknologi ini tidak hanya menekankan pada aspek teknis, tetapi juga pada nilai sosial, seperti partisipasi komunitas, inklusivitas, dan keberlanjutan antar generasi.(Hassan et al., 2016)

Namun, pemanfaatan teknologi hijau di Indonesia masih belum merata. Indonesia memiliki potensi energi terbarukan sebesar 419 gigawatt, namun realisasinya masih berada di bawah 12% dari total kapasitas yang tersedia. Tantangan yang dihadapi tidak hanya bersifat teknis dan finansial, tetapi juga menyangkut kesenjangan informasi, minimnya integrasi kebijakan, serta kurangnya kesadaran ekologis di tingkat akar rumput. Ironisnya, wilayah pedesaan yang sangat rentan terhadap dampak lingkungan seperti kekeringan, banjir, dan degradasi tanah sering kali luput dari skema adopsi teknologi hijau nasional. Padahal, desa-desa memiliki potensi besar untuk menjadi pionir dalam transisi energi dan pengelolaan ekosistem berbasis komunitas. Di sinilah muncul pertanyaan kritis, bagaimana teknologi hijau dapat diintegrasikan secara kontekstual dan partisipatif ke dalam sistem kehidupan pedesaan?.(Hidayah et al., 2023)

Kabupaten Tabanan di Provinsi Bali menawarkan studi kasus yang menarik. Kawasan ini dikenal sebagai sentra pertanian padi dengan sistem irigasi tradisional subak, yang telah diakui UNESCO sebagai warisan budaya dunia. Sistem subak bukan hanya jaringan irigasi teknis, tetapi juga sistem sosial-ekologis yang diatur oleh prinsip “Tri Hita Karana”, harmoni antara manusia, alam, dan Tuhan.(Purana, 2016). Dalam konteks ini, teknologi hijau yang menghormati nilai-nilai lokal justru memiliki peluang besar untuk diterima dan diadaptasi oleh masyarakat desa. Implementasi nyata dari green technology di Tabanan dapat ditemukan dalam bentuk penggunaan pompa irigasi tenaga surya di Subak Munduk Babakan dan Subak Semaagung. Penelitian menunjukkan bahwa sistem ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, tetapi juga meningkatkan efisiensi pengairan dan menurunkan biaya operasional petani. Hal ini selaras juga dengan peneliti lain yang menemukan dan menyatakan, bahwa penggunaan energi surya untuk pompa air irigasi menghasilkan penghematan energi sebesar 40–60% dibanding sistem konvensional diesel.(Paramarta et al., 2023)

Namun demikian, adopsi teknologi ini tidak berlangsung otomatis. Diperlukan dukungan kelembagaan, pelatihan teknis, serta pembiayaan yang terjangkau agar teknologi tersebut benar-benar berkelanjutan. Di sinilah negara dan lembaga pendidikan memiliki peran krusial dalam melakukan pendampingan, riset kolaboratif, serta penguatan kelembagaan lokal. Terlebih, sebuah data terkemuka menunjukkan bahwa keberhasilan integrasi teknologi hijau di negara berkembang sangat ditentukan oleh keterlibatan komunitas lokal dalam proses desain dan pengambilan keputusan. Green tech di pedesaan tidak boleh dipandang sebagai turunan dari agenda kota atau sekadar adopsi dari luar. Sebaliknya, ia harus tumbuh dari pemahaman mendalam terhadap kebutuhan lokal, struktur sosial, dan ekosistem setempat. Pendekatan seperti

ini bukan hanya membuat inovasi teknologi lebih relevan dan diterima, tetapi juga mendorong kemandirian desa secara ekonomi dan ekologis.

Dengan mempertimbangkan latar belakang tersebut, artikel ini akan mengeksplorasi secara komprehensif bagaimana teknologi hijau, khususnya di bidang energi terbarukan dan pertanian berkelanjutan, berperan dalam memperkuat pembangunan desa. Studi kasus akan difokuskan pada penerapan teknologi surya untuk irigasi pertanian di Tabanan, Bali, sebagai representasi dari praktik lokal yang menyatu antara inovasi modern dan kearifan tradisional. Fokus artikel ini bukan pada wacana normatif, melainkan pada dampak nyata, tantangan, serta potensi replikasi pada konteks pedesaan lain di Indonesia.

Pembahasan

Green technology atau teknologi hijau tidak dapat dipisahkan dari paradigma pembangunan berkelanjutan yang berupaya menyeimbangkan pertumbuhan ekonomi, keberlanjutan lingkungan, dan kesejahteraan sosial. Di tingkat desa, teknologi ini tidak hanya menjadi alat modernisasi, melainkan juga instrumen kemandirian lokal. Dalam konteks pembangunan desa, *green tech* berperan penting dalam mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil, meningkatkan efisiensi produksi pertanian, serta memperkuat resilien ekologi desa terhadap perubahan iklim. Teknologi hijau yang dikembangkan secara lokal berpotensi mempercepat pencapaian *Sustainable Development Goals (SDGs)* di bidang energi bersih (SDG 7), pangan (SDG 2), dan adaptasi iklim (SDG 13). Namun demikian, keberhasilannya sangat tergantung pada sejauh mana intervensi teknologi ini mampu mengadopsi konteks sosial dan ekologis di tingkat lokal, terutama di komunitas agraris seperti desa-desa di Tabanan, Bali.(Hassan et al., 2016)

Salah satu bentuk integrasi teknologi hijau yang nyata di pedesaan Indonesia dapat ditemukan dalam praktik irigasi subak di Kabupaten Tabanan, Bali. Subak adalah sistem pengairan tradisional yang dikelola secara kolektif oleh para petani berdasarkan prinsip keadilan dan spiritualitas.(Pradnyawathi & Sastra Agustika, 2019). Sistem ini telah diakui UNESCO sebagai warisan budaya dunia bukan hanya karena fungsi teknisnya, tetapi karena keselarasan ekologis dan sosial yang dikandungnya. Inovasi terjadi ketika sistem irigasi tradisional ini mulai mengadopsi pompa air tenaga surya, menggantikan pompa diesel konvensional. Subak Munduk Babakan menunjukkan bahwa pompa bertenaga surya mampu mengalirkan air ke area persawahan dengan efisiensi energi yang jauh lebih baik. Biaya operasional tahunan menurun hingga 45%, dan emisi karbon dari penggunaan bahan bakar fosil pun dapat ditekan. Dalam laporan yang sama, para petani menyatakan bahwa sistem baru ini lebih stabil dalam musim kering, tidak tergantung pasokan bahan bakar, dan lebih mudah perawatannya. Sistem serupa di Subak Semaagung berhasil menghemat konsumsi bahan bakar hingga 60 liter per minggu per kelompok tani. Selain itu, pengetahuan teknis dasar yang diperlukan untuk pengoperasian alat cukup sederhana, sehingga dapat dengan cepat dipelajari oleh anggota subak tanpa harus bergantung pada tenaga teknisi dari luar. Pada intinya, *green tech* bukanlah konsep eksklusif bagi masyarakat urban atau industri besar, melainkan dapat diinternalisasi oleh komunitas tradisional sejauh terdapat transfer pengetahuan

yang tepat, dukungan kelembagaan yang memadai, dan kemauan sosial untuk bertransformasi.(Paramarta et al., 2023)

Meski hasil awal sangat menjanjikan, implementasi teknologi hijau di pedesaan tidak luput dari sejumlah tantangan. Pertama, tantangan struktural berupa akses terhadap pembiayaan. Instalasi awal untuk sistem tenaga surya memang cukup tinggi, meski biaya operasionalnya rendah. Tanpa intervensi dana dari pemerintah daerah, koperasi desa, atau CSR swasta, sebagian besar petani tidak mampu melakukan transisi ke teknologi tersebut secara mandiri. Kedua, terdapat tantangan kapasitas kelembagaan. Di banyak desa, lembaga seperti kelompok tani, BUMDes, atau badan pengelola air belum memiliki sistem manajemen proyek yang memadai untuk menerima, mengelola, dan mengawasi implementasi proyek teknologi baru. Dibutuhkan pelatihan administratif dan kepemimpinan teknis agar proyek berjalan berkelanjutan, bukan sekadar proyek jangka pendek. Ketiga, muncul ketegangan kultural dalam adopsi teknologi baru. Sebagian masyarakat masih menganggap bahwa mengubah cara-cara tradisional berarti "melawan adat". Padahal, seperti yang dicontohkan pada kasus Subak, adaptasi teknologi justru dapat memperkuat nilai-nilai lokal bila dilandasi dialog yang partisipatif dan menghormati struktur sosial yang ada.(Pradana & Safitri, 2021)

Keberhasilan teknologi hijau di desa seperti Tabanan tidak mungkin berlangsung tanpa peran berbagai aktor. Negara perlu hadir bukan hanya dalam bentuk subsidi atau proyek sesaat, tetapi dalam kerangka kebijakan jangka panjang yang mendorong desentralisasi energi. Lembaga pendidikan tinggi, khususnya universitas berbasis riset seperti Udayana atau UIN Malang, dapat memainkan peran vital dalam riset terapan, pengabdian masyarakat, dan transfer teknologi berbasis kearifan lokal. Sementara itu, lembaga nonformal seperti LSM lingkungan, media komunitas, dan tokoh adat desa juga perlu dilibatkan dalam proses edukasi dan mediasi sosial. Sebab keberlanjutan tidak hanya ditentukan oleh teknologi, tetapi juga oleh kesadaran dan keterlibatan sosial.

Kasus di Tabanan menunjukkan bahwa teknologi hijau bisa bekerja dan berhasil di desa, selama ia tidak hadir sebagai "produk asing" yang memaksakan logika di luar realitas lokal. Model desa hijau seperti Tabanan perlu diperkuat dengan dokumentasi praktik terbaik (*best practices*), diseminasi ke wilayah lain, serta pendampingan lintas daerah. Desa-desa di Pulau Jawa, Nusa Tenggara, dan Sumatera yang memiliki karakteristik agraris serupa sangat mungkin untuk menerapkan pendekatan serupa dengan modifikasi tertentu. Kunci dari semua ini adalah konsistensi, antara desain teknologi yang adaptif, kebijakan publik yang progresif, dan partisipasi masyarakat yang aktif. *Green technology* di desa bukan sekadar soal panel surya atau irigasi hemat air, tetapi tentang membangun fondasi peradaban ekologis yang berpihak pada bumi dan masyarakat akar rumput.

Kesimpulan dan Saran

Transformasi ekologi dan sosial melalui teknologi hijau bukan lagi sebuah utopia, melainkan kebutuhan nyata yang semakin mendesak, khususnya di tengah krisis iklim, ketimpangan pembangunan, dan tekanan terhadap sumber daya alam yang semakin intens. Dalam konteks pedesaan, teknologi hijau membuka jalan bagi pendekatan

pembangunan yang lebih adil, partisipatif, dan kontekstual, sebuah jalan yang tidak semata-mata mengejar efisiensi ekonomi, tetapi juga keberlanjutan ekologis dan kedaulatan komunitas lokal. Studi kasus implementasi pompa air tenaga surya di sistem irigasi subak Tabanan, Bali, telah memberikan bukti empirik bahwa integrasi antara teknologi modern dan kearifan tradisional bukan hanya mungkin dilakukan, tetapi justru memperkuat efektivitas keduanya. Subak, sebagai sistem pertanian berbasis kolektivitas dan spiritualitas, menjadi ruang yang sangat ideal untuk membumikan prinsip-prinsip teknologi hijau: rendah emisi, hemat energi, mudah diterapkan, dan berpihak pada komunitas.(Karisma et al., 2022)

Namun demikian, proses ini bukan tanpa tantangan. Masih terdapat berbagai hambatan struktural, mulai dari minimnya dukungan pemberian, lemahnya kapasitas kelembagaan lokal, hingga resistensi budaya yang bersumber dari ketidaksiapan perubahan. Oleh karena itu, green tech tidak cukup dihadirkan dalam bentuk produk teknologi semata. Ia harus menjadi bagian dari ekosistem sosial dan kebijakan: menyatu dalam pendidikan, diperkuat oleh regulasi, dan didorong oleh kepemimpinan komunitas yang visioner. Artikel ini hendak menegaskan bahwa pembangunan pedesaan masa depan tidak perlu menanggalkan akar budaya dan tradisi lokal untuk menjadi modern. Justru keberhasilan transformasi ekologis akan sangat bergantung pada kemampuan kita mengelola relasi antara tradisi dan inovasi, antara warisan lokal dan teknologi global. Maka dari itu, *green technology* harus dipahami bukan sebagai instrumen teknis yang netral, tetapi sebagai cara pandang baru dalam memaknai pembangunan itu sendiri, lebih rendah hati terhadap alam, lebih adil kepada masyarakat pinggiran, dan lebih visioner terhadap generasi yang akan datang. Dengan menjadikan pedesaan sebagai titik tolak inovasi teknologi hijau, Indonesia tidak hanya merespons tantangan global, tetapi juga mengukuhkan diri sebagai bangsa yang mampu memimpin dari pinggiran, dengan pendekatan yang berakar kuat, namun tetap melangkah jauh ke depan.

Daftar Pustaka

- Hassan, N., Salamon, H., & Abdul Rahman, H. (2016). Sumbangan Teknologi Hijau Dalam Ketamadunan Islam. *Sains Humanika*, 8(3-2), 29–37. <https://doi.org/10.1113/sh.v8n3-2.961>
- Hidayah, K., Esha, M. I., & Fikri, S. (2023). The Regulation Model of Public Services Based on The Integrity Zone in The Religious Higher Education in Indonesia. *Widya Yuridika*, 6(3), 397. <http://repository.uin-malang.ac.id/16499/>
- Karisma, R. D. N., Widayani, H., & Naschicuddin, A. (2022). Asset-Based Community Development: Pengembangan Produk Pertanian Sari Jeruk Khas Dusun Precet. *JRCE (Journal of Research on Community Engagement)*, 4(1), 54–59. <http://repository.uin-malang.ac.id/11657/>
- Paramarta, P. M. A. A., Darmawan, D. P., & Suardi, I. D. P. O. (2023). Adopsi Inovasi Combine Harvester Pada Subak di Kabupaten Tabanan, Provinsi Bali. *E-Jurnal Manajemen Agribisnis*, 11(1), 218–230. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/agribisnis/article/view/88539>
- Pradana, B. I., & Safitri, R. (2021). Mewujudkan Visi Pembangunan Desa Berkelanjutan Melalui Dana Desa. *Repository Uin-Malang*, 7(2), 276–289. <http://repository.uin->

malang.ac.id/19267/

- Pradnyawathi, N. N. C., & Sastra Agustika, G. N. (2019). Pengaruh Model Pakem Berbasis Tri Hita Karana terhadap Keterampilan Menulis. *International Journal of Elementary Education*, 3(1), 89. <https://doi.org/10.23887/ijee.v3i1.17660>
- Purana, I. M. (2016). Pelaksanaan Tri Hita Karana Dalam Kehidupan Umat Hindu. *Jurnal Kajian Pendidikan Widya Accarya FKIP Universitas Dwijendra*, 5(2085), 67–76. <http://ejournal.undwi.ac.id/index.php/widyaaccarya/article/view/237>