

Faktor Pendekatan Utama Pembangunan Biogas Plant

Studi kasus: Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat

Endang Widjajanti

Institut Sains Dan Teknologi Nasional, Jagakarsa - Jakarta Selatan 12640
Program Studi Magister Teknik Sipil, FSTT ISTN, Jakarta
e-mail: 1endangwidjajanti@istn.ac.id

Abstract

In order to assist industrial stakeholders, especially those in the biogas plant industry, in applying these techniques in the development and construction of biogas plants, this study presents the findings of a community service analysis comparing the Green Construction and Green Factory approaches. This study investigates the major factors affecting the growth of biogas plants in Katapang Regency, West Kalimantan Province. The relative weights of the criteria—Man, Material, Machine, Method, Money, Environment, and Sustainability—were ascertained using the Analytical Hierarchy Process (AHP). The outcomes show that the Green Factory and Green Construction techniques are equally weighted. With a marginal difference of 0.0052 (deviation < 5%), Green Factory was given a little greater weight (0.2358) than Green Construction (0.2306). This suggests that both strategies are seen as equally crucial to the growth of biogas facilities. Green Construction outperforms Green Factory in terms of innovative work practices and construction implementation, while Green Factory exhibits superior performance in terms of operational sustainability. For the successful execution of sustainable projects, combining these two strategies can increase coordination, maximize cost effectiveness, and strengthen quality control.

Keywords: Biogas Plant, AHP, Green Factory, Green Construction.

Abstrak

Makalah ini hasil analisis pengabdian masyarakat yang membandingkan pendekatan *Green Construction* dan *Green Factory* agar masyarakat industri khususnya industri Biogas Plant dapat menerapkan dalam pelaksanaan pembangunan Biogas Plant. Penelitian ini mengkaji faktor-faktor penentu pembangunan Biogas Plant di Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat dengan membandingkan *Green Construction* dan *Green Factory*. Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) digunakan mengetahui bobot pada kriteria Man, Material, Machine, Method, Money, Environment, dan Sustainability. Hasil penelitian menunjukkan bobot yang seimbang antara *Green Construction* dengan *Green Factory*, dimana *Green Factory* unggul tipis (0,2358) atas *Green Construction* (0,2306) dengan selisih 0,0052 (Deviasi < 5 %), sehingga keduanya tergolong “Sama Penting”. *Green Factory* unggul pada keberlanjutan operasional, sedangkan *Green Construction* pada pelaksanaan dan inovasi metode kerja., Strategi integratif keduanya dapat memperkuat pengendalian mutu, efisiensi biaya, dan koordinasi proyek berkelanjutan.

Kata kunci: Biogas Plant, AHP, Green Factory, Green Construction.

1. Pendahuluan

Industri konstruksi berperan penting dalam pembangunan nasional, termasuk sektor energi terbarukan seperti biogas. Pemanfaatan Palm Oil Mill Effluent (POME) sebagai bahan baku biogas mampu mengurangi emisi gas rumah kaca dan ketergantungan pada bahan bakar fosil, sekaligus mendukung pengelolaan limbah organik berkelanjutan (World Biogas Association, 2025; Kabeyi & Olanrewaju, 2024). Kabupaten Ketapang memiliki potensi besar untuk pengembangan Biogas Plant berkat industri

kelapa sawit (SMART, 2023). Sejak 2023, telah dibangun unit biogas modular untuk mendukung operasional pabrik dan mengurangi dampak lingkungan. Keberhasilan proyek ini bergantung pada pengelolaan sumber daya manusia, material, teknologi, metode, keuangan, lingkungan, dan keberlanjutan (Heizer et al., 2017; Silvius & Schipper, 2014). Metode Analytic Hierarchy Process (Saaty, 1980) digunakan untuk menentukan prioritas faktor secara objektif, sehingga pembangunan Biogas Plant efisien, ramah lingkungan, dan mendukung Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini diawali dengan studi literatur untuk mengidentifikasi faktor-faktor penentu pembangunan Biogas Plant di Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat. Setelah perumusan masalah, instrumen penelitian disusun dalam bentuk kuesioner dan disebarakan kepada 40 responden yang memiliki keterlibatan langsung maupun tidak langsung pada proyek. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan metode Analytic Hierarchy Process (AHP), dengan uji rasio konsistensi (<10%) sebagai acuan validitas. Apabila nilai rasio melebihi batas, instrumen direvisi. Analisis akhir digunakan untuk menghasilkan rekomendasi prioritas faktor pembangunan.

2.1 Lokasi, Waktu, dan Sumber Data

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat, pada proyek Biogas Plant berbasis limbah kelapa sawit. Periode penelitian berlangsung Maret–Agustus 2025, dengan pengumpulan data tiga bulan pertama dan analisis bulan berikutnya. Data primer dikumpulkan melalui kuesioner kepada 40 responden yang menilai dua alternatif—Green Construction dan Green Factory—berdasarkan tujuh kriteria AHP. Data sekunder berasal dari laporan perusahaan, dokumen proyek, dan literatur terkait pembangunan berkelanjutan.

2.2. Pengumpulan Data dan Instrumen

Instrumen penelitian berupa kuesioner perbandingan berpasangan antar kriteria dan antar alternatif. Responden membandingkan

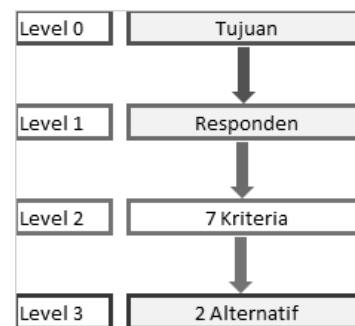
tingkat kepentingan kriteria dengan skala Saaty 1–9, di mana nilai 1 berarti sama penting, 3 sedikit lebih penting, hingga 9 mutlak lebih penting. Pada Green Construction, fokus pada material ramah lingkungan, regulasi, teknologi konstruksi, dan efisiensi energi. Green Factory menekankan efisiensi energi, pengurangan limbah industri, dan keberlanjutan bahan baku.

Tabel 1. Skala Perbandingan Saaty

Nilai	Kepentingan	Nilai Antara
1	Sama	2
3	Sedikit Lebih	4
5	Lebih	6
7	Sangat Lebih	8
9	Mutlak	-

Sumber: Saaty (1980)

Struktur hirarki penelitian ini, seperti tergambar pada Gambar 1, terdiri dari empat level. Level 0 menetapkan tujuan utama, yaitu menentukan faktor penentu pembangunan biogas plant berkelanjutan. Level 1 melibatkan responden sebagai sumber penilaian. Level 2 mencakup tujuh kriteria evaluasi meliputi aspek teknis, ekonomi, lingkungan, sosial, regulasi, sumber daya manusia, dan manajemen. Level 3 berisi dua alternatif strategi yang dibandingkan berdasarkan kriteria tersebut. Analisis menggunakan metode Analytic Hierarchy Process (AHP) untuk menentukan prioritas terbaik



Gambar 1. Hirarki AHP Penelitian

2.3. Analisis Data dengan AHP

Metode Analytic Hierarchy Process (AHP) digunakan untuk mengolah data hasil kuesioner melalui perbandingan berpasangan. Tahap pertama adalah normalisasi matriks, yaitu membagi setiap elemen a_{ij} dengan total kolomnya untuk mendapatkan nilai normalisasi

$$N_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

dengan : a_{ij} = nilai perbandingan kriteria ke -i terhadap j; n = jumlah kriteria; N_{ij} = nilai normalisasi elemen ke i, j.

Selanjutnya dihitung Indeks Konsistensi (CI) untuk mengukur tingkat konsistensi penilaian responden (Pers. 2.2): $CI = \frac{\lambda_{Maks} - n}{n - 1}$

dengan : λ_{maks} = nilai eigen maksimum; n = jumlah kriteria; CI = Consistency Index.

Nilai Rasio Konsistensi (CR) diperoleh dengan membandingkan CI terhadap Random Index (RI) (Pers. 2.3): $CR = \frac{CI}{RI}$ dengan : CR = Consistency Ratio; CI = Consistency Index; RI = Random Index sesuai jumlah kriteria. Penilaian dinyatakan konsisten jika $CR \leq 0,1$.

2.4. Penetapan Hasil dan Rekomendasi

Deviasi antar alternatif digunakan untuk menentukan prioritas. Jika deviasi kecil, kedua alternatif dianggap setara; jika besar, alternatif dengan bobot tertinggi dipilih. Analisis akhir menghasilkan rekomendasi faktor dominan dalam pembangunan Biogas Plant yang efisien dan berkelanjutan di Ketapang. AHP memastikan proses pengambilan keputusan rasional, terukur, dan transparan, karena setiap tahap dapat ditelusuri serta diuji konsistensinya (Saaty, 1980).

3. Hasil dan Pembahasan

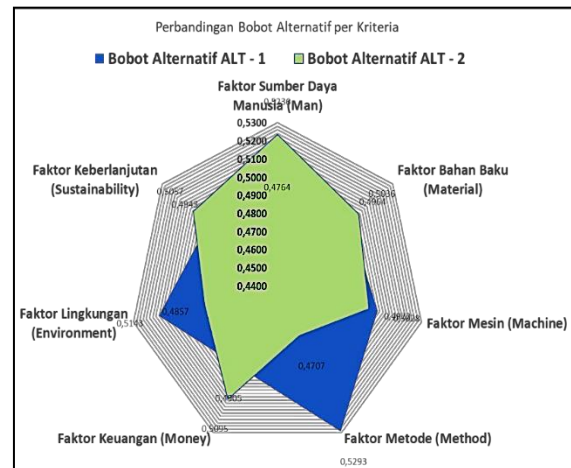
Penelitian ini mengidentifikasi faktor-faktor penentu pembangunan Biogas Plant di Kabupaten Ketapang dengan menggunakan metode Analytic Hierarchy Process (AHP). Berdasarkan hasil analisis, terdapat tujuh kriteria utama yang dinilai, yaitu Sumber Daya Manusia, Bahan Baku, Mesin, Metode, Keuangan, Lingkungan, dan Keberlanjutan.

Hasil perhitungan bobot prioritas menunjukkan bahwa Lingkungan (0,3477), Keuangan (0,2504), dan Keberlanjutan (0,1720) menjadi faktor dominan, dengan total kontribusi lebih dari 75% terhadap pengambilan keputusan. Faktor Metode (0,1095) menempati posisi menengah, sedangkan Sumber Daya Manusia, Bahan Baku, dan Mesin memiliki bobot relatif kecil.

Analisis bobot alternatif terhadap kriteria mengungkapkan bahwa Green Factory unggul tipis pada faktor Sumber Daya Manusia, Bahan Baku, Keuangan, dan Keberlanjutan, sedangkan Green Construction lebih baik pada faktor Metode dan Lingkungan. Hanya faktor Metode yang menunjukkan perbedaan signifikan (deviasi 5,86%), sementara perbedaan pada faktor lain berada di bawah 5%, sehingga keduanya dapat dikategorikan setara pada sebagian besar aspek.

Perhitungan Final Score menunjukkan nilai total Green Factory sebesar 0,2358, sedikit lebih tinggi dari Green Construction sebesar 0,2306. Selisih 0,0052 ini menandakan kinerja kedua alternatif hampir seimbang, sehingga keduanya layak ditetapkan sebagai prioritas utama. Pemilihan akhir sebaiknya mempertimbangkan faktor non-teknis seperti kebijakan perusahaan, ketersediaan sumber daya, dan kondisi lingkungan proyek.

Dari perspektif manajemen konstruksi, hasil ini menegaskan perlunya strategi terintegrasi sejak tahap perencanaan hingga operasional, mencakup pengendalian mutu, waktu, biaya, serta koordinasi antar-stakeholder. Pendekatan ini diharapkan dapat menggabungkan keunggulan Green Construction dan Green Factory untuk mencapai pembangunan berkelanjutan yang efektif dan efisien.



Gambar 2 Grafik Radar Bobot Alternatif terhadap Kriteria

Tabel 2 Final Score Alternatif

Kriteria	Bobot Prioritas	
	ALT-1	ALT-2
Man	0,0353	0,0388
Material	0,0591	0,0600
Machine	0,0259	0,0256
Methode	0,1095	0,0974
Money	0,2504	0,2601
Enviroment	0,1720	0,1624
Sustainability	0,3477	0,3557
Nilai Matriks	0,2306	0,2358
Bobot (%)	49,44	50,56
Deviasi	0,0052 / 1,11 %	
Kategori	<5%; Sama Baiknya	

4. Kesimpulan

Hasil analisis AHP menunjukkan bahwa dalam pembangunan Biogas Plant di Kabupaten Ketapang, faktor Lingkungan, Keuangan, dan Keberlanjutan merupakan tiga kriteria dominan dengan bobot kumulatif lebih dari 75% pada kedua alternatif konsep, yaitu Green Construction dan Green Factory. Pada Green Construction, faktor Lingkungan (0,3477) menjadi yang paling berpengaruh, diikuti Keuangan (0,2504) dan Keberlanjutan (0,1720). Keunggulan signifikan Green Construction terdapat pada faktor Metode, dengan deviasi 5,86% dibandingkan Green Factory, yang mencerminkan penerapan prosedur kerja dan teknologi konstruksi yang lebih efektif. Sementara itu, Green Factory menunjukkan bobot lebih tinggi pada Keuangan (0,2601) dan Keberlanjutan (0,3557), serta unggul pada aspek Sumber Daya Manusia, menandakan fokus pada efisiensi biaya, optimalisasi tenaga kerja, dan investasi teknologi hijau yang berkelanjutan.

Perbandingan Final Score Alternatif memperlihatkan bahwa Green Factory memperoleh nilai 0,2358, sedikit lebih tinggi dibandingkan Green Construction dengan 0,2306, selisih hanya 0,0052 (Deviasi < 5 %). Perbedaan yang sangat tipis ini menempatkan kedua alternatif pada kategori "Sama Penting", sehingga secara praktis keduanya dapat diprioritaskan bersama dalam pembangunan Biogas Plant.

Daftar Pustaka

- Al-Harbi, S., 2001. Application of the AHP in project management. *International Journal of Project Management*, 19(1), pp.19–27.
- Elkington, J., 1997. *Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business*. Oxford: Capstone Publishing.
- Heizer, J., Render, B. & Munson, C., 2017. *Operations management*. 12th ed. Boston, MA: Pearson Education.
- Ishikawa, K., 1985. *What is total quality control? The Japanese way*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Kerzner, H., 2017. *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling*. 12th ed. Wiley.
- L.D. Phillips & V.R.R. Uppuluri, eds. *Expert judgment and expert systems*. NATO ASI Series, Vol. 35. Berlin/Heidelberg: Springer, pp.27–73. https://doi.org/10.1007/978-3-642-86679-1_3
- Mardani, A., et al., 2015. Sustainable and renewable energy: An overview of the application of multiple criteria decision-making techniques and approaches. In: *Multiple- Criteria Decision Analysis [Wikipedia]*.
- Nugroho, B.S. & Suprpto, M., 2020. Prioritization of renewable energy source for electricity generation through AHP-VIKOR integrated methodology. *Proceedings of the 3rd EPI International Conference on Science and Technology*, 2024, pp.1 <https://doi.org/10.1109/EPIICST.2024.00006>
- Ofori, G., 2016. Construction in developing countries: Current imperatives and potential. In: K. Kahkonen & M. Keinanen, eds. *CIB World Building Congress 2016*. pp.xx–xx.
- Ofori, G., ed., 2012. *New perspectives on construction in developing countries*. 1st ed. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203847343>
- Project Management Institute, 2021. *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)*. 7th ed. Project Management Institute.
- Saaty, T.L., 1980. *The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Saaty, T.L., 1987. Principles of the analytic hierarchy process. In: J.L. Mumpower, O. Renn,