

Analisis *Sustainability Compass* pada Program Tanggung Jawab Sosial Lingkungan PT Indonesia Power terhadap Pengembangan Ekonomi Lokal Berkelanjutan di Desa Balunganyar

Tony Hanoraga¹, Endang Susilowati¹, Arfan Fahmi¹, Muhammad Nurif¹,
Muhammad Ubaidillah Al Mustofa^{1*}, Farouq Nuzulludien Birawa¹, Puput
Rosita Febrianti¹, Nur Avriany Lovely Syachrany¹

¹Program Studi Pembangunan, Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kota Surabaya, Jawa Timur 60117

*Corresponding Author: almustofa@its.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 30 September 2025

Revised: 9 May 2026

Accepted: 2 June 2026

Available online: 30th

September 2026

E-ISSN: 2830-6821

How to cite:

Niloperbowo, Srihani
Sekarindah, Atika Wijaya. 2026.
"Berkarya Tak Mengenal
Keterbatasan: Strategi *Brand*
Dama Kara dalam
Memberdayakan Penyandang
Disabilitas melalui Program
Kelas Gambar". *Langgas: Jurnal
Studi Pembangunan*, 5(2): 87-
102.

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis program Tanggung Jawab Sosial dan Lingkungan (TJSL) PT Indonesia Power UBP Grati di Desa Balunganyar, Pasuruan, yang bertujuan mendukung pembangunan ekonomi lokal berkelanjutan melalui penggunaan biodigester untuk pengolahan limbah ternak sapi menjadi biogas. Beberapa penelitian sebelumnya telah menggunakan kerangka *Sustainability Compass* dengan pendekatan kualitatif dan *mix-method*, namun penggunaan metode *Analytical Network Process* (ANP) sebagai alat analisis dalam konteks tersebut masih terbatas. Maka penelitian ini berkontribusi memberikan tambahan wawasan dengan mengintegrasikan kerangka *Sustainability Compass* (*Nature, Economy, Society, Well-being*) dan metode ANP untuk mengevaluasi aspek keberlanjutan program melalui tiga aspek utama: masalah, solusi, dan strategi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan biogas dinilai berkontribusi pada pengurangan pencemaran lingkungan dan emisi karbon berdasarkan persepsi pemangku kepentingan, serta mendukung ketahanan energi lokal. Namun, kendala utama mencakup rendahnya partisipasi masyarakat dalam pemanfaatan biodigester dan keterbatasan keterampilan teknis dalam pengoperasiannya. Untuk memastikan keberlanjutan, penelitian ini merekomendasikan peningkatan edukasi dan pelatihan teknis bagi masyarakat, serta dukungan pemerintah dalam pemasaran produk biogas.

Kata kunci: analisis dampak, program tanggung jawab sosial lingkungan, pengembangan ekonomi lokal

ABSTRACT

This research analyzes PT Indonesia Power's Social and Environmental Responsibility (CSR) program in Balunganyar Village, Pasuruan, which aims to support sustainable local economic development using biodigesters for processing cattle waste into biogas. While renewable energy-based CSR programs have been widely studied, research on the sustainability of livestock community-



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International.
DOI: 10.32734/ljsp.v5i2.22961

based biogas programs using the *Sustainability Compass* framework remains limited in the Indonesian CSR literature, making this study a theoretical contribution to fill that gap. Using the *Sustainability Compass* framework (*Nature, Economy, Society, Well-being*), this research evaluates the sustainability aspects of the program. The Analytical Network Process (ANP) methodology was used to identify priority problems and relevant solutions. The results showed that biogas utilization was assessed as contributing to reduced environmental pollution and carbon emissions based on stakeholder perceptions and supported local energy security. However, major constraints include low community participation in biodigester utilization and limited technical skills in its operation. To ensure sustainability, the study recommends increased education and technical training for communities, as well as government support in marketing biogas products.

Keywords: impact analysis, corporate social responsibility, local economic development

PENDAHULUAN

Indonesia menunjukkan komitmen terhadap pembangunan berkelanjutan dengan menandatangani agenda global *Sustainable Development Goals* (SDGs) pada 2015 yang bertujuan untuk menciptakan kesejahteraan bagi masyarakat tanpa mengabaikan kelestarian lingkungan bagi generasi mendatang. Sen (2010) menyatakan bahwa pembangunan berkelanjutan harus berfokus pada kesejahteraan manusia, meminimalkan dampak negatif bagi lingkungan, dan memungkinkan masyarakat untuk berperan aktif sebagai objek pembangunan. Salah satu sektor yang signifikan dalam mewujudkan SDGs di Indonesia adalah sektor peternakan yang berkontribusi dalam pencapaian tujuan SDGs melalui penyediaan energi bersih dan penciptaan lapangan kerja. Kabupaten Pasuruan menjadi salah satu pusat produksi susu sapi terbesar di Indonesia (BPS, 2023). Namun, tingginya populasi sapi perah di desa-desa, seperti Desa Balunganyar, Kecamatan Lekok, menimbulkan tantangan dalam pengelolaan limbah ternak. Setiap sapi perah dapat menghasilkan limbah padat dan cair dalam jumlah besar, yang dapat mencemari lingkungan dan menimbulkan masalah kesehatan jika tidak dikelola dengan baik (Shaibur et al., 2021). Pengelolaan limbah ternak yang tidak optimal berisiko mencemari saluran air desa dan meningkatkan konflik antarwarga terkait pencemaran tersebut.

Sebagai bentuk tanggung jawab sosial lingkungan perusahaan (TJSL), PT PLN Indonesia Power UBP Grati dari sejak tahun 2016 telah meluncurkan program Pengembangan Ekonomi Lokal (PEL) dengan menyediakan biodigester yang mengonversi kotoran sapi menjadi biogas (Asnawi, 2020; DKPU ITS, 2023). Program ini membantu mengurangi ketergantungan warga pada bahan bakar LPG dan sekaligus mengurangi emisi karbon (PLN Indonesia Power Grati, 2009). Biodigester yang dihibahkan juga berkontribusi pada peningkatan kualitas udara dan penurunan limbah di saluran air, yang menjadi sumber utama konflik musiman antarwarga. Upaya ini berhasil membuat Desa Balunganyar mendapat predikat sebagai Desa Mandiri Energi pada 2017.

Namun, program ini menghadapi tantangan dalam pelaksanaannya. Dari tujuh biodigester yang dihibahkan, hanya satu yang aktif digunakan oleh masyarakat setempat (DKPU ITS, 2023). Faktor seperti ketergantungan pada perusahaan untuk pemeliharaan dan partisipasi yang tidak merata dalam masyarakat menyebabkan banyak unit biodigester tidak terpakai. Konflik antarwarga akibat pencemaran limbah ternak yang tidak tertangani juga masih menjadi tantangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi prioritas masalah, solusi, dan strategi keberlanjutan program PEL TJSL PT Indonesia Power UBP Grati di Desa Balunganyar dalam empat dimensi (*Nature, Economy, Society, Well-Being*) menggunakan integrasi kerangka *Sustainability Compass* dan metode ANP.

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan, penelitian ini bertujuan untuk menjawab dua pertanyaan utama: (1) sejauh mana program PEL TJSL PT Indonesia Power UBP Grati memberikan kontribusi terhadap keberlanjutan ekonomi lokal di Desa Balunganyar; dan (2) faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi keberhasilan maupun kegagalannya. Penelitian ini berargumen bahwa keberlanjutan program tidak semata-mata ditentukan oleh ketersediaan teknologi biodigester,

melainkan juga oleh kapasitas kelembagaan lokal, partisipasi aktif masyarakat, serta dukungan lintas pemangku kepentingan setelah intervensi perusahaan berakhir. Penelitian ini disusun dalam lima bagian utama yaitu: Pertama, pendahuluan sebagai pengantar latar belakang; Kedua, teori/studi literatur yang mengulas Pengembangan Ekonomi Lokal dan kerangka *Sustainability Compass*; Ketiga, metode penelitian yang menjelaskan metode penelitian yang digunakan, yaitu *Analytical Network Process* (ANP); Keempat, isi/pembahasan/analisis yang memaparkan hasil penelitian serta pembahasan yang mencakup prioritas masalah, solusi, dan strategi dalam empat dimensi (*Nature, Economy, Society, Well-Being*); dan kelima, kesimpulan yang menyajikan rangkuman penelitian, serta rekomendasi kebijakan.

KERANGKA TEORI

Pembangunan Ekonomi Lokal

Pengembangan Ekonomi Lokal (PEL) merupakan strategi yang melibatkan pemerintah lokal, masyarakat, dan sektor swasta dalam mengelola sumber daya lokal untuk menciptakan lapangan kerja dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat secara berkelanjutan. Menurut Swinburn et al. (2006), PEL adalah proses partisipatif yang bertujuan untuk meningkatkan ekonomi lokal dengan memanfaatkan keunggulan sumber daya manusia dan alam yang ada di daerah tersebut. Tujuan PEL tidak hanya untuk mendorong pertumbuhan ekonomi, tetapi juga memperkuat kapasitas masyarakat melalui pengembangan usaha lokal, pengelolaan aset desa, dan menciptakan kegiatan ekonomi yang produktif dan inklusif (Huda, 2020).

Tanggung Jawab Sosial Lingkungan sebagai Instrumen Pembangunan Berbasis Komunitas

Tanggung Jawab Sosial dan Lingkungan (TJSL) atau *Corporate Social Responsibility* (CSR) telah berkembang dari sekadar kegiatan filantropi menjadi instrumen pembangunan yang strategis, khususnya dalam sektor energi. Program TJSL berbasis energi terbarukan tidak hanya berfungsi sebagai mekanisme kepatuhan perusahaan, tetapi juga sebagai alat untuk membangun kemandirian komunitas lokal melalui partisipasi aktif masyarakat (Mabele et al., 2023). Budiman (2018) menyatakan bahwa kondisi yang memungkinkan inovasi sosial di sektor energi dapat difokuskan pada pembangunan komunitas melalui peningkatan partisipasi warga secara terintegrasi. Tanpa partisipasi yang bermakna, program energi terbarukan berbasis CSR cenderung menghasilkan ketergantungan komunitas pada perusahaan, alih-alih mendorong kemandirian (Mabele et al., 2023). Dinamika sosial yang kompleks ini, termasuk resistensi masyarakat, ketimpangan partisipasi, dan konflik antarwarga, merupakan dimensi yang tidak dapat dijelaskan hanya melalui indikator teknis atau ekonomi semata, melainkan memerlukan kerangka analisis yang komprehensif seperti *Sustainability Compass*.

Sustainability Compass

Sustainability Compass merupakan alat analisis yang dirancang untuk membantu pemetaan dan pengukuran keberlanjutan secara komprehensif dengan menggunakan empat indikator utama, yaitu *nature* (alam), *economy* (ekonomi), *society* (masyarakat), dan *well-being* (kesejahteraan) yang melambangkan empat pilar keberlanjutan. Sistem ini didasarkan pada konsep ekologi yang diajukan oleh Herman Daly (1996) mengenai ekonomi sebagai subsistem dari ekosistem yang lebih besar, dan kemudian dimodifikasi oleh Donella Meadows untuk memberikan pendekatan yang holistik (Atkisson & Hatcher, 2001).

Metode ini tidak hanya bertujuan untuk mengukur keberlanjutan, tetapi juga untuk memudahkan pemahaman publik dan para pengambil keputusan. Dengan format kompas yang intuitif, pengguna dapat melihat status dari keempat dimensi secara bersamaan, sehingga dapat menentukan area mana yang membutuhkan perhatian lebih. Indeks ini juga menawarkan fleksibilitas untuk berkembang seiring dengan perubahan pemahaman mengenai keberlanjutan,

memungkinkan penyesuaian indikator dan skala sesuai kebutuhan. Sebagai contoh, dalam proyek percontohan di Orlando, Florida, *Sustainability Compass* berhasil menarik perhatian masyarakat dan pembuat kebijakan setempat, menunjukkan potensi alat ini dalam mendukung komunikasi strategis dan pelibatan komunitas (Atkisson & Hatcher, 2001).

METODE PENELITIAN

Analytical Network Process (ANP) adalah metode pengambilan keputusan multikriteria yang memungkinkan analisis hubungan saling ketergantungan dan umpan balik antar elemen dalam suatu jaringan keputusan yang kompleks (Saaty, 2005). ANP merupakan pengembangan dari *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang bersifat hierarkis dan satu arah, sehingga ANP lebih sesuai untuk menganalisis permasalahan multidimensi yang saling berkaitan seperti keberlanjutan program biogas yang mencakup aspek *nature*, *economy*, *society*, dan *well-being* secara bersamaan (Yumanita & Ascarya, 2005).

Data primer untuk analisis ANP dikumpulkan melalui wawancara mendalam dengan para ahli dan praktisi yang memiliki pengetahuan substansial tentang isu-isu yang sedang diteliti. Data yang disiapkan untuk pengolahan ANP terdiri dari variabel penilaian yang terkait dengan masalah penelitian, yang diukur dengan skala numerik. Responden penelitian ini dipilih secara *purposive sampling* dengan mempertimbangkan pemahaman mereka terhadap tantangan yang relevan. Sebanyak delapan responden dipilih untuk menggeneralisasi temuan. Dalam analisis ANP, ukuran sampel bukan merupakan kriteria validitas, melainkan kelayakan peserta didasarkan pada keahlian di bidangnya. Dengan demikian, peserta dalam survei ini mencakup individu dengan pengetahuan khusus dalam topik penelitian, aktif dalam penelitian terkait, dan terlibat dalam proyek pembangunan yang berfokus pada pemberdayaan masyarakat (lihat Tabel 1).

Tabel 1. Daftar Responden

No	Nama	Institusi	Posisi
1	AY	Warga Desa Balunganyar	Penerima Manfaat Biogas
2	AF	Warga Desa Balunganyar	Penerima Manfaat Biogas
3	SR	Warga Desa Balunganyar	Penerima Manfaat Biogas
4	TH	Kelompok Biogas Desa Balunganyar	Ketua Kelompok Biogas
5	NH	Kelompok Biogas Desa Balunganyar	Anggota Kelompok Biogas
6	AS	PT Indonesia Power UBP Grati	Community Development Officer Perusahaan
7	KR	PT Indonesia Power UBP Grati	Community Development Officer Perusahaan
8	RY	PT Indonesia Power UBP Grati	Community Development Officer Perusahaan

Sumber: Penulis (2024)

Kuesioner ANP meminta responden untuk membuat perbandingan berpasangan antara elemen-elemen dalam suatu klaster untuk mengevaluasi pengaruh atau dominasi satu elemen terhadap elemen lainnya, serta besarnya perbedaan dari sudut pandang tertentu (Yumanita & Ascarya, 2005). Tanggapan dikuantifikasi dengan menggunakan skala numerik dari 1 hingga 9 untuk menerjemahkan penilaian kualitatif ke dalam format yang dapat diukur (lihat Tabel 2). Untuk memastikan konsistensi jawaban, peneliti mendampingi responden selama proses pengisian kuesioner, karena kuesioner ANP sering kali berisi sejumlah besar pertanyaan. Faktor-faktor non-teknis dapat menyebabkan inkonsistensi dalam tanggapan jika tidak dikelola dengan hati-hati. Saaty (2005) menyatakan bahwa ANP menghitung rasio prioritas komposit berdasarkan skala individu. Rasio-rasio ini menunjukkan pengukuran relatif dari pengaruh elemen-elemen yang saling berinteraksi dalam kaitannya dengan kriteria kontrol. ANP adalah kerangka kerja matematis yang menyediakan pendekatan sistematis untuk memodelkan dan menganalisis ketergantungan dan umpan balik. Teori ini memungkinkan integrasi dan pertimbangan faktor berwujud dan tidak berwujud. Adapun tahapan analisis ANP meliputi pembentukan jaringan, pengisian matriks

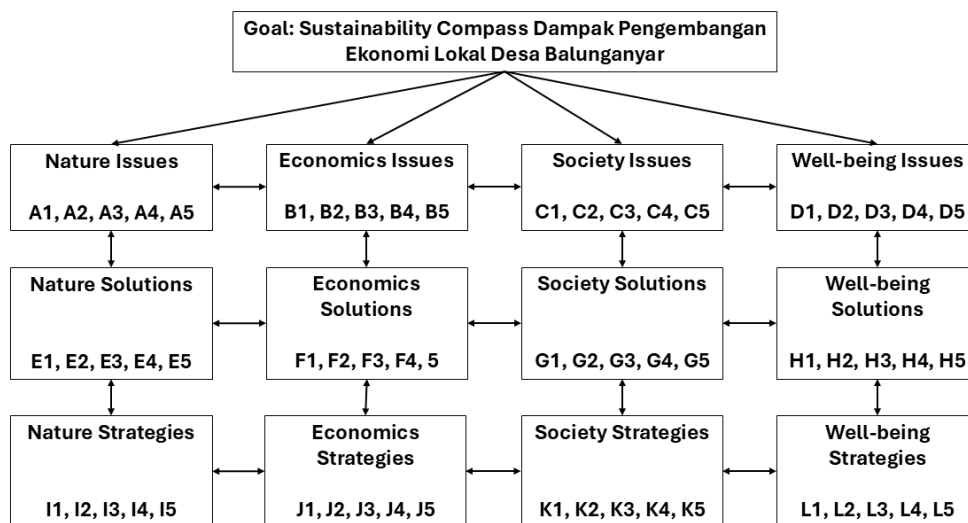
perbandingan berpasangan, uji konsistensi dengan ambang batas *consistency ratio* (CR) $\leq 0,1$, serta agregasi penilaian responden menggunakan rata-rata geometrik untuk menghasilkan bobot prioritas komposit.

Tabel 2. Skala Prioritas ANP untuk Kuesioner

No	Nilai	Klasifikasi
1	1	Sama pentingnya
2	3	Sedikit lebih penting
3	5	Lebih penting
4	7	Sangat lebih penting
5	9	Mutlak lebih penting
6	2, 4, 6, 8	Nilai antara

Sumber: Yumanita dan Ascarya (2005)

Selain prosedur di atas, penelitian ini juga menggunakan kerangka konseptual yang dapat dilihat pada Gambar 1. Kerangka ini menyajikan jaringan konseptual dan umpan balik ANP sebagai gambaran hubungan antarelemen dalam empat kategori utama: *nature* (alam), *economy* (ekonomi), *society* (masyarakat), dan *well-being* (kesejahteraan). Setiap kategori ini memiliki subkategori yang lebih rinci, mencakup berbagai isu, solusi, dan strategi yang saling berinteraksi. Kerangka ini memungkinkan analisis yang lebih komprehensif tentang dampak pengembangan ekonomi lokal di Desa Balunganyar serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih holistik terkait keberlanjutan ekonomi.



Gambar 1. Jaringan Konseptual dan Umpan Balik ANP

Sumber: Data dan Kompilasi Penulis (2024)

Beberapa penelitian sebelumnya telah menggunakan kerangka *sustainability compass* untuk analisis dengan pendekatan kualitatif (Agsyanti et al., 2024; Eko Widodo et al., 2019; Sucipto et al., 2024; Susanti, 2020) dan *mix-method* (Yudithadewi et al., 2022). Namun, penggunaan metode *Analytic Network Process* (ANP) sebagai alat analisis dalam konteks tersebut masih terbatas. Penelitian ini berusaha untuk mengisi kekosongan tersebut dengan menyusun kerangka analisis yang mengintegrasikan *sustainability compass* dan metode ANP, yang terdiri dari tiga aspek utama: masalah, solusi, dan strategi, dengan empat indikator, yaitu *nature*, *economy*, *society*, dan *well-being*.

Metode penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah metode penelitian kualitatif menggunakan pendekatan fenomenologi. Pendekatan fenomenologi sendiri memiliki tujuan untuk mencari sebuah hakikat dari pengalaman yang dialami oleh seseorang secara sadar (Raco, 2010). Pendekatan ini dipilih karena permasalahan keberlanjutan program biogas tidak dapat dipahami hanya melalui data kuantitatif, melainkan memerlukan pemahaman mendalam terhadap pengalaman hidup (*lived experience*) warga yang terlibat langsung dalam program tersebut (Öhlén & Friberg, 2023). Dengan demikian, pendekatan ini berfungsi sebagai alat untuk menggali bagaimana pengalaman warga dan pemangku kepentingan dalam memanfaatkan biodigester serta menghadapi tantangan keberlanjutan program PEL TJSL PT Indonesia Power UBP Grati di Desa Balunganyar, Kecamatan Lekok, Kabupaten Pasuruan.

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan teknik observasi dan wawancara tidak terstruktur, dimana peneliti melakukan observasi awal pada bulan Mei 2024 dan pengumpulan data pada tanggal 22 Januari hingga 14 Februari 2025. Data yang diperoleh dalam penelitian ini merupakan data primer dari hasil observasi lapangan dan data sekunder dari hasil wawancara tidak terstruktur.

Observasi dilakukan untuk melihat kondisi lingkungan, aktivitas, dan interaksi sosial masyarakat yang ada di Desa Balunganyar terkait pemanfaatan biodigester dan pengelolaan limbah ternak sapi. Pada tahap wawancara, informan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua kategori, yaitu informan utama dan informan pendukung. Informan utama terdiri dari warga yang secara langsung menjadi penerima manfaat program biogas. Informan utama dipilih berdasarkan keterlibatan aktif dan pengalaman langsung mereka dalam menggunakan biodigester maupun menghadapi tantangan keberlanjutan program. Informan utama memiliki latar belakang sebagai peternak sapi perah dan anggota kelompok biogas, yang masing-masing memiliki pandangan berbeda dalam menyikapi dan memanfaatkan program PEL TJSL PT Indonesia Power UBP Grati. Sementara itu, informan pendukung merupakan petugas *community development* perusahaan dan ketua kelompok biogas desa yang memiliki peran langsung dalam pelaksanaan dan pendampingan program di tingkat lokal. Informan pendukung ini memberikan informasi yang bersifat melengkapi dan memperkuat data dari informan utama. Dalam pelaksanaan penelitian ini, terdapat kendala dalam mendapatkan data dokumentasi yang dibutuhkan. Hal ini dikarenakan tidak tersedianya data yang terdokumentasi secara sistematis pada objek penelitian, sehingga menghambat proses pengumpulan informasi secara menyeluruh.

Sedangkan data sekunder dalam penelitian ini diperoleh melalui berbagai sumber tertulis, seperti artikel ilmiah, laporan penelitian, dan buku-buku yang relevan dengan topik pengelolaan limbah ternak, program TJSL, dan pengembangan ekonomi lokal berkelanjutan. Sumber-sumber ini digunakan sebagai bahan pendukung dalam proses analisis, guna memperkuat temuan lapangan dan memberikan konteks teoritis yang lebih luas.

Dalam tahap analisis data, peneliti melakukan proses triangulasi, yaitu teknik pengumpulan data dari berbagai sumber yang dilakukan berulang untuk memastikan keabsahan dan kredibilitas data (Nasution, 2023). Analisis dilakukan secara mendalam dengan membandingkan hasil dari wawancara dan observasi langsung di lapangan untuk menggali kesesuaian antara pengalaman subjektif para informan dengan kondisi nyata yang diamati. Selain itu, peneliti juga membandingkan informasi yang diperoleh dari informan utama dan informan pendukung, untuk mengidentifikasi konsistensi serta validitas data yang diberikan.

PEMBAHASAN

Prioritas Masalah

Pada bab ini, peneliti akan membahas isu-isu yang mendapat nilai prioritas tertinggi di semua dimensi *Sustainability Compass* (SC). “Kebiasaan membuang kotoran sapi melalui pembakaran atau ke saluran air menyebabkan pencemaran lingkungan” (A2) menjadi masalah utama dalam aspek *nature* (alam). Sub-kriteria A2 mendapatkan skor 0,36819. Peternak di Desa

Balunganyar belum sepenuhnya memahami dampak yang dapat ditimbulkan oleh limbah jika tidak diolah dengan baik. Saat ini, limbah yang dihasilkan langsung dibuang ke lingkungan sekitar tanpa melalui proses pengolahan, sehingga mencemari area di sekitar kandang (Meiliana et al., 2022). Pengelolaan limbah yang kurang optimal berpotensi menyebabkan masalah seperti timbulnya bau yang tidak sedap, serta peningkatan risiko penyebaran penyakit bagi ternak dan manusia (Agus et al., 2014). Selain itu, limbah yang tidak diolah memicu protes masyarakat dan menyebabkan pencemaran sumber air karena kebutuhan primer tidak terpenuhi (Alwi, 2016). Masalah A2 memiliki hubungan struktural dengan rendahnya kesadaran lingkungan (D1) dan pencemaran air (A3), yang saling memperkuat satu sama lain dan mencerminkan bahwa persoalan lingkungan di Desa Balunganyar berakar pada rendahnya kapasitas pengetahuan peternak (Meiliana et al., 2022).

Hal yang menjadi masalah prioritas dalam aspek *economy* (ekonomi) adalah "Masyarakat lebih memilih menggunakan bahan bakar kayu, minyak tanah, dan LPG dibandingkan energi biogas" (B2) dengan skor 0,33223. Kayu bakar dan minyak tanah digunakan sebagai sumber energi rumah tangga terutama untuk memasak (Ajis et al., 2015). Temuan ini selaras dengan pernyataan Bond (2011) dalam Budiman (2021) bahwa negara-negara di kawasan selatan dunia, termasuk Indonesia, mengalami pertumbuhan ekonomi yang signifikan yang meningkatkan ketergantungan pada minyak dan gas sebagai sumber energi utama. Sebanyak 31,3% penduduk di daerah pedesaan masih menggunakan kayu bakar sebagai bahan bakar utama untuk memasak. Sementara itu, LPG digunakan oleh 63% penduduk di daerah pedesaan dan ini mulai menjadi sumber emisi gas rumah kaca baru di pedesaan (Austin et al., 2018; BPS, 2017). Preferensi terhadap LPG (B2) berkaitan erat dengan tingginya pengeluaran rumah tangga (B1) dan ketergantungan bahan bakar fosil (B3), membentuk lingkaran semu yang diperparah oleh minimnya dukungan pemerintah (B4) dan persepsi biaya instalasi biogas yang tinggi (B5) (Budiman, 2021).

Dalam aspek *society* (masyarakat), sub-kriteria yang menjadi isu prioritas adalah "Keterbatasan sumber daya manusia yang terampil dalam perawatan biogas menjadi kendala utama dalam pemanfaatan teknologi" (C2) dengan skor 0,38678. Temuan Budiman (2021) dan Obaideen et al. (2022) menyatakan hal serupa, bahwa kurangnya pengetahuan dan keterampilan masyarakat merupakan kendala dalam memelihara biogas. Pengetahuan merupakan faktor krusial bagi peternak dalam pengambilan keputusan terkait pengelolaan limbah sapi perah secara tepat. Makin tinggi tingkat pengetahuan, makin tinggi pula kesadaran peternak terhadap pentingnya pengelolaan limbah yang baik (Meiliana et al., 2022). Keterbatasan SDM terampil (C2) berkaitan langsung dengan lemahnya kelembagaan (C1) dan rendahnya pemahaman masyarakat (C5), sehingga konflik dan resistensi (C3, C4) menjadi implikasi struktural dari ketimpangan partisipasi dalam program (DKPU ITS, 2023).

Sementara, sub-kriteria dalam aspek *wellbeing* (kesejahteraan) yang mendapatkan skor tertinggi adalah "Tingkat pendidikan yang rendah menghambat penerimaan inovasi seperti biogas di desa" dengan skor 0,27953. Obaideen et al. (2022) dalam risetnya juga menemukan bahwa rendahnya tingkat edukasi dapat menghambat penyebaran biogas. Meiliana et al. (2022) dalam penelitiannya menemukan bahwa pendidikan formal memiliki korelasi yang signifikan ($P < 0,01$) dengan perilaku peternak dalam pengelolaan limbah peternakan sapi perah. Mayoritas peternak memiliki tingkat pendidikan SD dan SMA (40%). Temuan ini menunjukkan bahwa semakin tinggi pendidikan formal seseorang, semakin baik pemahamannya mengenai pengelolaan limbah peternakan, sehingga perilakunya dalam menangani limbah pun menjadi lebih baik. Rendahnya pendidikan (D4) memiliki implikasi struktural terhadap dimensi wellbeing lainnya, karena menghambat penerimaan inovasi sekaligus mempertahankan perilaku pengelolaan limbah yang buruk, yang pada akhirnya meningkatkan risiko penyakit (D2) (Meiliana et al., 2022).

Tabel 3. Hasil ANP terhadap Masalah

Klaster Masalah	Kode	Nama	<i>Contribution of Sub Criteria to Clusters</i>	<i>Contribution of Sub Criteria at Level</i>
Alam	A1	Kotoran ternak sapi yang berlebih di saluran air desa menyebabkan penyumbatan dan risiko banjir.	0,27175	0,01599
	A2	Membuang kotoran sapi dengan membakar atau ke saluran air mencemari lingkungan.	0,36819	0,02166
	A3	Pencemaran air desa oleh kotoran ternak sapi membuat air tidak layak pakai.	0,13456	0,00792
	A4	Penebangan pohon untuk bahan bakar rumah tangga merusak ekosistem hutan desa.	0,06409	0,00377
	A5	Kualitas udara rumah tangga menurun akibat pembakaran kotoran sapi	0,16142	0,00950
Ekonomi	B1	Pengeluaran rumah tangga lebih tinggi daripada pendapatan dari peternakan sapi.	0,23412	0,02066
	B2	Masyarakat lebih memilih kayu, minyak tanah, dan LPG daripada energi biogas.	0,33223	0,02932
	B3	Masyarakat cenderung bergantung pada LPG sebagai bahan bakar rumah tangga.	0,28534	0,02518
	B4	Dukungan pemerintah untuk pengembangan dan penerapan teknologi biogas masih kurang.	0,05548	0,00490
	B5	Tingginya biaya produksi biogas mengurangi minat masyarakat untuk mengadopsinya.	0,09283	0,00819
Sosial	C1	Kelembagaan Kelompok Biogas Desa Balunganyar belum berfungsi optimal dalam pengelolaan biogas.	0,13734	0,01212
	C2	Keterbatasan sumber daya manusia terampil dalam perawatan biogas menjadi kendala utama pemanfaatan teknologi ini.	0,38678	0,03413
	C3	Terdapat konflik sosial antarwarga akibat ketimpangan pengelolaan kotoran sapi menjadi biogas	0,09879	0,00872
	C4	Resistensi masyarakat terhadap perubahan menghambat penerapan teknologi biogas di desa.	0,10546	0,00931
	C5	Rendahnya pemahaman masyarakat tentang manfaat dan pengelolaan biogas mempengaruhi adopsi teknologi ini.	0,27164	0,02397
Kesejahteraan	D1	Kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga lingkungan dan pengelolaan limbah ternak masih rendah.	0,18035	0,01061
	D2	Penyakit pernapasan dan gatal-gatal meningkat akibat pencemaran air dan udara dari limbah kotoran sapi.	0,09333	0,00549
	D3	Rendahnya kesadaran peternak dalam menangani limbah kotoran sapi berdampak pada kebersihan lingkungan.	0,17971	0,01057
	D4	Tingkat pendidikan yang rendah menghambat penerimaan inovasi seperti biogas di desa.	0,27953	0,01644
	D5	Masyarakat desa jarang mendapatkan edukasi tentang dampak lingkungan dari pengelolaan limbah kotoran sapi yang buruk.	0,26707	0,01571

Sumber: Penulis (2024)

Prioritas Solusi

Dalam aspek *nature* (alam), sub-kriteria yang terpilih menjadi prioritas solusi adalah "Mengurangi pencemaran lingkungan akibat kotoran sapi melalui pemanfaatan biogas sebagai sumber energi alternatif" (E1). Perolehan skor E1 sejumlah 0,29566 menjadikannya sub-kriteria

tertinggi. Salah satu solusi untuk masalah peningkatan emisi karbon adalah pemanfaatan gas alam hayati sebagai pengganti bahan bakar fosil (Adnan et al., 2019). Adnan et al. (2019) menemukan bahwa biogas mengurangi emisi karbon dioksida sekaligus menangkap metana dan memastikan lingkungan yang lebih bersih. Emisi biogas 81% lebih rendah daripada batu bara, 31% lebih rendah daripada diesel, dan 20% lebih rendah daripada gas alam. Namun, emisi biogas masih lebih tinggi dibandingkan dengan emisi dari pembakaran kayu yang hanya mengeluarkan 27 gCO₂/kWh (Kusmiyati et al., 2023). Solusi E1 dan E5 bersifat komplementer: pemanfaatan biogas secara bersamaan mengatasi pencemaran dan mengurangi ketergantungan LPG, sehingga menghasilkan manfaat ganda yang saling memperkuat (Adnan et al., 2019).

“Pemberian pelatihan teknis tentang penggunaan dan pemeliharaan alat biogas meningkatkan keberhasilan penerapan teknologi di masyarakat” (F5) mendapatkan skor tertinggi dalam aspek *economy* (ekonomi), yaitu sebesar 0,31314. Rendahnya fungsionalitas biogas disebabkan karena komponen yang rusak, kurangnya keahlian dalam penggunaan teknologi, kegagalan dalam memilih model yang tepat berdasarkan lokasi, pengawasan yang tidak memadai, dan kurangnya partisipasi organisasi nirlaba (LSM) masih menjadi penghalang dalam adopsi teknologi (Obaideen et al., 2022). Melatih dan mendidik petani serta masyarakat lokal tentang potensi teknologi biogas sangat penting untuk menyebarkan kesadaran sederhana di antara mereka (Ruchen, 1981). Tingginya skor F5 dibanding F1 mengindikasikan bahwa kapasitas manusia lebih menentukan keberhasilan program daripada insentif finansial semata, karena hibah tanpa pelatihan cenderung menciptakan ketergantungan jangka pendek (Obaideen et al., 2022).

Tabel 4. Hasil ANP terhadap Solusi

Klaster Masalah	Kode	Nama	<i>Contribution of Sub Criteria to Clusters</i>	<i>Contribution of Sub Criteria at Level</i>
Alam	E1	Mengurangi pencemaran lingkungan akibat kotoran sapi melalui pemanfaatan biogas sebagai sumber energi alternatif.	0,29566	0,02609
	E2	Pemanfaatan kotoran sapi sebagai biogas membantu mengurangi polusi air, udara, dan lingkungan.	0,19252	0,01699
	E3	Pembangunan kandang ternak sapi yang berjarak aman dari permukiman warga bertujuan untuk meminimalisir dampak pencemaran udara dan air.	0,10150	0,00896
	E4	Melarang penebangan pohon untuk bahan bakar guna menjaga kelestarian hutan	0,11930	0,01053
	E5	Mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan bahan bakar fosil (LPG dan minyak tanah).	0,29102	0,02568
Ekonomi	F1	Adanya bantuan pembiayaan (hibah) untuk pembuatan dan pengadaan alat biogas	0,21579	0,02539
	F2	Mendorong penjualan produk pupuk organik yang dihasilkan dari limbah ternak sapi untuk tambahan pendapatan bagi peternak.	0,17990	0,02117
	F3	Adanya bantuan pembiayaan atau hibah untuk pengadaan peralatan biogas mendorong partisipasi masyarakat dalam program energi terbarukan.	0,13964	0,01643
	F4	Optimalisasi pemanfaatan kotoran sapi menjadi biogas dapat mengurangi biaya pembelian bahan bakar rumah tangga.	0,15152	0,01783
	F5	Pemberian pelatihan teknis tentang penggunaan dan pemeliharaan alat biogas meningkatkan keberhasilan penerapan teknologi di masyarakat.	0,31314	0,03684
Sosial	G1	Penyelenggaraan pelatihan tentang pengelolaan limbah ternak sapi menjadi biogas untuk mendorong peningkatan kelestarian lingkungan.	0,18780	0,02209

	G2	Peningkatan ketersediaan biogas di masyarakat dapat mendukung stabilitas sosial dan kesejahteraan ekonomi.	0,21181	0,02492
	G3	Sosialisasi mengenai manfaat biogas dan pengelolaan limbah ternak dapat meningkatkan penerimaan masyarakat terhadap teknologi energi terbarukan.	0,20579	0,02421
	G4	Pembentukan dan pemberdayaan Kelompok Biogas Desa yang lebih aktif sebagai upaya pengembangan energi terbarukan secara berkelanjutan.	0,17318	0,02037
	G5	Meningkatkan partisipasi masyarakat dalam program biogas melalui sosialisasi dan penyuluhan berkelanjutan untuk memastikan proyek dapat berlanjut.	0,22142	0,02605
Kesejahteraan	H1	Sosialisasi lingkungan secara rutin untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang kebersihan dan kesehatan lingkungan.	0,09792	0,00864
	H2	Pengelolaan limbah ternak dengan memanfaatkan kotoran sapi sebagai pupuk organik.	0,23933	0,02112
	H3	Sosialisasi berbasis budaya setempat untuk meningkatkan penerimaan masyarakat terhadap pengelolaan limbah kotoran sapi dan energi biogas.	0,25250	0,02228
	H4	Penggunaan teknologi biogas dapat meningkatkan kualitas hidup dengan mengurangi pencemaran air dan udara.	0,13603	0,01200
	H5	Pengelolaan limbah sapi yang lebih baik dapat mengurangi risiko penyakit pernafasan dan kulit.	0,27422	0,02420

Sumber: Penulis (2024)

Hal yang menjadi solusi prioritas dalam aspek *society* (masyarakat) adalah "Meningkatkan partisipasi masyarakat dalam program biogas melalui sosialisasi dan penyuluhan berkelanjutan untuk memastikan proyek dapat berlanjut" (G5). Skor yang didapatkan ialah 0,22142. Meiliana et al., (2022) dalam penelitiannya meemukan bahwa pendidikan nonformal memiliki korelasi yang signifikan ($P < 0,01$) dengan perilaku peternak dalam mengelola limbah peternakan sapi perah. Makin sering peternak mengikuti pendidikan nonformal, khususnya pelatihan penanganan limbah sapi perah, semakin baik perilakunya dalam pengelolaan limbah. Pernyataan ini sejalan dengan pendapat Suparta et al. (2009) yang mengungkapkan bahwa penyuluhan pada dasarnya bertujuan untuk mengubah perilaku masyarakat. Prioritasnya G5 atas G4 menunjukkan bahwa keberlanjutan program lebih bergantung pada kualitas partisipasi warga yang berkelanjutan daripada sekadar keberadaan struktur kelembagaan formal (Suparta et al., 2009).

Sementara, sub-kriteria dalam aspek *wellbeing* (kesejahteraan) yang mendapatkan skor tertinggi adalah "Pengelolaan limbah sapi yang lebih baik dapat mengurangi risiko penyakit pernapasan dan kulit" (H5) dengan skor 0,27422. Hal ini sejalan dengan Setiawan & Benito (2013) bahwa persepsi masyarakat yang terbentuk adalah yakin dalam pengelolaan limbah ternak dapat meningkatkan kesehatan masyarakat. Penggunaan biogas menunjukkan bahwa adanya peningkatan kualitas udara dalam ruangan sekitar 66-99%. Peningkatan tersebut dapat membawa manfaat kesehatan pernapasan dan kardiovaskular sebesar 20-25% pengurangan risiko berbagai macam penyakit (Semple et al., 2014). H5 dan H3 mencerminkan keterkaitan antara dimensi kesehatan dan budaya: penerimaan biogas tidak cukup didorong oleh argumen kesehatan saja tanpa pendekatan yang sesuai dengan nilai budaya setempat (Semple et al., 2014).

Prioritas Strategi

Pemantauan dampak lingkungan dari instalasi biogas yang menggunakan kotoran sapi" (I5) mendapatkan skor 0,32193, sehingga menjadikannya sub-kriteria tertinggi dalam aspek *nature*

(alam). Pemantauan digunakan untuk pelacakan dan pelaporan rutin atas informasi mengenai suatu intervensi. Pelaksana intervensi dapat menggunakan informasi pemantauan untuk menilai apakah pelaksanaan intervensi berjalan sesuai rencana dan untuk mengidentifikasi serta memperbaiki setiap tantangan secara tepat waktu. (Peersman et al., 2016). Namun, pemerintah hanya melakukan monitoring dan evaluasi sekitar 1-2 kali dalam setahun. Upaya ini dibatasi oleh sumber daya seperti waktu dan anggaran untuk menjangkau wilayah yang luas di seluruh negeri (Budiman, 2021). Dominasi I5 atas I1 mengindikasikan bahwa pemantauan berbasis bukti lebih mendesak dari regulasi baru, karena kebijakan yang ada belum diimplementasikan secara konsisten (Peersman et al., 2016).

Hal yang menjadi solusi prioritas dalam aspek *economy* (ekonomi) adalah "Pemerintah memfasilitasi pemasaran produk biogas yang dihasilkan dari kotoran sapi" (J1) dengan skor 0,40127. Temuan ini sejalan dengan penelitian Setiawan & Benito (2013) sebanyak 61,86% responden dalam penelitian ini sangat setuju bahwa dukungan sarana dan prasarana dari pemerintah, seperti unit pengolahan pupuk organik dan peralatan biogas dapat mendorong pelaksanaan pengelolaan limbah ternak. Kepastian pasar dari hasil pengolahan biogas dapat menghidupi keberadaan biogas secara berkelanjutan. Dominasi J1 menunjukkan bahwa keberlanjutan ekonomi program sangat bergantung pada kepastian pasar, sehingga pemerintah perlu berperan sebagai fasilitator pasar, bukan sekadar penyedia subsidi (Setiawan & Benito, 2013).

Tabel 5. Hasil ANP terhadap Strategi

Klaster Masalah	Kode	Nama	<i>Contribution of Sub Criteria to Clusters</i>	<i>Contribution of Sub Criteria at Level</i>
Alam	I1	Penetapan kebijakan yang mendukung pembangunan biogas dari limbah kotoran sapi di desa.	0,08954	0,00527
	I2	Penegakan regulasi standar kandang dan pengelolaan limbah kotoran sapi untuk produksi biogas.	0,14185	0,00834
	I3	Pelarangan penebangan hutan untuk menjaga ekosistem yang mendukung sumber daya biogas.	0,25321	0,01490
	I4	Analisis kualitas dan ketersediaan sumber air bersih untuk memastikan tidak terkontaminasi limbah ternak.	0,19348	0,01138
	I5	Pemantauan dampak lingkungan dari instalasi biogas yang menggunakan kotoran sapi.	0,32193	0,01894
Ekonomi	J1	Pemerintah memfasilitasi pemasaran produk biogas yang dihasilkan dari kotoran sapi.	0,40127	0,03541
	J2	Penurunan subsidi LPG untuk mendorong penggunaan biogas di daerah yang berpotensi.	0,17184	0,01516
	J3	Pemerintah menyediakan bantuan hibah bagi peternak untuk pembuatan fasilitas biogas.	0,08982	0,00793
	J4	Pengembangan skema pembiayaan mikro bagi peternak yang ingin memanfaatkan kotoran sapi sebagai sumber energi.	0,24258	0,02140
	J5	Pembentukan jaringan distribusi lokal untuk penjualan biogas dan pupuk organik dari limbah kotoran sapi.	0,09450	0,00834
Sosial	K1	Pembentukan lembaga ahli dan komunitas lokal yang fokus pada pengelolaan biogas dari kotoran sapi.	0,41022	0,03620
	K2	Pendekatan pembangunan biogas yang memperhitungkan nilai dan budaya setempat.	0,22689	0,02002
	K3	Pelatihan masyarakat dalam teknologi biogas untuk meningkatkan keterampilan lokal.	0,11461	0,01011

	K4	Keterlibatan komunitas dalam sosialisasi manfaat biogas sebagai energi terbarukan.	0,16449	0,01451
	K5	Kampanye kesadaran lingkungan untuk meningkatkan penerimaan biogas di masyarakat.	0,08379	0,00739
Kesejahteraan	L1	Sosialisasi pemanfaatan limbah kotoran sapi menjadi biogas melalui pertemuan warga seperti musyawarah desa, RT, RW, dan PKK.	0,10147	0,00597
	L2	Penyuluhan tentang risiko kesehatan, seperti penyakit pernapasan yang disebabkan oleh limbah kotoran sapi.	0,17806	0,01047
	L3	Penerapan <i>collaborative governance</i> dalam pelatihan, pendampingan, dan pengelolaan biogas berbasis kotoran sapi.	0,28895	0,01700
	L4	Peningkatan akses masyarakat terhadap energi bersih melalui pemanfaatan biogas.	0,21996	0,01294
	L5	Pengurangan risiko kesehatan akibat pencemaran lingkungan dengan pengelolaan limbah ternak yang lebih baik.	0,21155	0,01244

Sumber: Penulis (2024)

“Pembentukan lembaga ahli dan komunitas lokal yang fokus pada pengelolaan biogas dari kotoran sapi” (K1) mendapatkan skor tertinggi dalam aspek *society* (masyarakat) dengan perolehan 0,41022. Untuk mendukung inovasi sosial dalam transisi energi bersih, perlu ditekankan keterlibatan dan peran warga dalam inisiatif energi terbarukan. Transisi energi berbasis komunitas dapat diaktifkan dengan meningkatkan partisipasi warga dalam inisiatif energi warga yang sudah ada, berkolaborasi dengan pelaku bisnis, dan menstimulasi pengaturan kebijakan dan tata kelola yang dapat mendukung inisiatif tersebut (Budiman, 2018). Unsur kelembagaan dibutuhkan untuk memudahkan pelaksanaan program menuju kemandirian masyarakat (Hakim, 2023). Program Desa Mandiri Energi dalam penelitian Hakim (2023) dinyatakan berhasil dalam aspek keberlanjutan disebabkan oleh dukungan keandalan sistem dan pengembangan kapasitas kelembagaan lokal. Tingginya skor K1 menegaskan bahwa kelembagaan merupakan fondasi struktural yang mendahului intervensi lainnya, karena tanpa lembaga yang kompeten, pelatihan dan sosialisasi tidak memiliki wadah yang menjamin keberlanjutannya (Hakim, 2023).

Sementara, sub-kriteria dalam aspek *wellbeing* (kesejahteraan) yang mendapatkan skor tertinggi adalah “Penerapan *collaborative governance* dalam pelatihan, pendampingan, dan pengelolaan biogas berbasis kotoran sapi” (L3) dengan skor 0,28895. Melalui pendekatan ini, aktor-aktor dari berbagai sektor dapat bekerja sama untuk mengembangkan, mengimplementasikan, dan mengelola solusi energi terbarukan yang adaptif terhadap kondisi lokal. Misalnya, pada konteks Indonesia, kolaborasi antara pemerintah daerah dan perusahaan listrik negara dengan berbagai pemangku kepentingan dapat mendorong implementasi inisiatif energi terbarukan, seperti biogas atau energi surya, terutama di wilayah-wilayah yang belum terjangkau jaringan listrik (Achmad et al., 2020). Dominasi L3 mencerminkan bahwa kesejahteraan masyarakat tidak dapat dicapai oleh satu aktor tunggal, sehingga *collaborative governance* lintas sektor menjadi prasyarat agar program tidak stagnan setelah intervensi perusahaan berakhir (Achmad et al., 2020; DKPU ITS, 2023).

Implikasi terhadap Pembangunan Berkelanjutan

Temuan penelitian ini secara keseluruhan mencerminkan bahwa keberlanjutan program biogas di Desa Balunganyar tidak dapat dilepaskan dari tiga konsep utama pembangunan berkelanjutan. Pertama, dari perspektif pemberdayaan masyarakat, rendahnya kapasitas SDM dan kelembagaan lokal terbukti menjadi akar masalah yang menghambat kemandirian warga dalam mengelola teknologi biogas secara mandiri pasca intervensi perusahaan (Budiman, 2018; Hakim, 2023). Kedua, dari perspektif tata kelola energi lokal, temuan pada dimensi strategi menunjukkan bahwa pemantauan lingkungan yang konsisten dan fasilitasi pasar oleh pemerintah merupakan

prasyarat struktural agar program tidak stagnan setelah TJSL berakhir (Achmad et al., 2020; Peersman et al., 2016). Ketiga, dari perspektif partisipasi inklusif, sosialisasi berkelanjutan berbasis budaya setempat diperlukan untuk memastikan seluruh lapisan masyarakat dapat terlibat dan merasakan manfaat program secara merata (Meiliana et al., 2022; Suparta et al., 2009). Dengan demikian, program TJSL berbasis biogas tidak cukup dievaluasi dari capaian teknisnya saja, melainkan harus dinilai dari sejauh mana program tersebut memperkuat kapasitas komunitas lokal dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan secara mandiri.

SIMPULAN

Penelitian ini menganalisis keberlanjutan program TJSL PT Indonesia Power di Desa Balunganyar menggunakan integrasi kerangka *Sustainability Compass* dan metode ANP pada tiga level analisis: masalah, solusi, dan strategi. Integrasi kedua pendekatan ini terbukti mampu mengidentifikasi hubungan struktural antar faktor keberlanjutan yang tidak dapat ditangkap oleh pendekatan kualitatif tunggal. Hasil penelitian menunjukkan secara empiris, di mana dimensi *society* (C2: keterbatasan SDM) dan *wellbeing* (D4: rendahnya pendidikan) teridentifikasi sebagai akar masalah yang paling menentukan, sementara persoalan pada dimensi *economy* dan *nature* merupakan manifestasi dari kegagalan pada kedua dimensi tersebut.

Kontribusi teoritis penelitian ini terletak pada penunjukan bahwa pendekatan ANP dalam kerangka *Sustainability Compass* dapat menghasilkan prioritas yang lebih terstruktur dan terukur dibandingkan pendekatan kualitatif yang telah digunakan dalam studi sebelumnya (Agsyanti et al., 2024; Sucipto et al., 2024). Dari sisi implikasi kebijakan, temuan ini memberikan tiga hal yang direkomendasikan secara konkret: pertama, penguatan kelembagaan lokal sebagai fondasi program CSR berbasis energi; kedua, fasilitasi pasar biogas oleh pemerintah sebagai strategi keberlanjutan ekonomi pasca program; dan ketiga, penerapan *collaborative governance* lintas sektor sebagai model pemberdayaan masyarakat dalam transisi energi terbarukan (Achmad et al., 2020; Budiman, 2018).

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, penelitian hanya berfokus pada satu desa sehingga hasilnya tidak sepenuhnya dapat digeneralisasikan untuk daerah lain. Kedua, jumlah responden yang terbatas dapat memengaruhi validitas temuan. Keterbatasan lainnya mencakup terbatasnya data sekunder yang mendukung analisis peran stakeholder dan dinamika sosial yang lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Djaenuri, A., Supriyatna, T., & Hamdi, M. (2020). Collaborative Governance in Renewable Energy Utilization. *International Journal of Science and Society*, 2(1), 204–212. <https://doi.org/10.54783/ijssoc.v2i1.70>
- Adnan, Ong, Nomanbhay, Chew, & Show. (2019). Technologies for Biogas Upgrading to Biomethane: A Review. *Bioengineering*, 6(4), 92. <https://doi.org/10.3390/bioengineering6040092>
- Agsyanti, G. A., Suratno, B. J., Handoko, B. D., & Destia, H. (2024). *Measuring the Impact of CSR Programs Using the Sustainability Compass: A Case Study of the SIPANDU DESI Program by PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar—Awar*. 3(2). <https://doi.org/10.55381/jpm.v3i2.347>
- Agus, C., Faridah, E., & Wulandari, D. (2014). *Peran Mikroba Starter Dalam Dekomposisi Kotoran Ternak dan Perbaikan Kualitas Pupuk Kandang*. 21.
- Ajis, A. A., Widiarsa, F. A., & Ma'ruf, M. (2015). *Analisa Efisiensi Termal Tungku Biomassa Menggunakan Bahan Kayu Bakar*.
- Alwi, H. (2016). *Pengantar Studi Konflik Sosial: Sebuah Tinjauan Teoritis* (1st ed.). IAIN Mataram.

- Asnawi, A. (2020, Agustus 29). *Kisah sukses Balunganyar sebagai desa inovatif energi*. Mongabay Indonesia. <https://www.mongabay.co.id/2020/08/29/kisah-sukses-balunganyar-sebagai-desa-inovatif-energi/>
- AtKisson, A., & Hatcher, R. L. (2001). The Compass Index of Sustainability: Prototypr for a Comprehensive Sustainability Information System. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 3(4), 509–532.
- AtKisson, A., & Hatcher, R. L. (2005). *The Compass Index of Sustainability: A Five-Year Review*. Visualising and Presenting Indicator Systems, Neuchâtel.
- Austin, K. G., Harris, N. L., Wijaya, A., Murdiyarso, D., Harvey, T., Stolle, F., & Kasibhatla, P. S. (2018). A review of land-based greenhouse gas flux estimates in Indonesia. *Environmental Research Letters*, 13(5), 055003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aab531>
- Bayer, P., Kennedy, R., Yang, J., & Urpelainen, J. (2020). The Need for Impact Evaluation in Electricity Access Research. *Energy Policy*, 137, 111099. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111099>
- BPS. (2017). *Persentase rumah tangga menurut provinsi dan bahan bakar utama untuk memasak tahun 2001–2007–2016*. <https://www.bps.go.id/statictable/2014/09/10/1364/persentase-rumah-tangga-menurut-provinsi-dan-bahan-bakar-utama-untuk-memasak-tahun-2001-2007-2016.html>
- BPS. (2023). *Peternakan dalam Angka 2023 Provinsi Jawa Timur*. Badan Pusat Statistik.
- Budiman, I. (2018). Enabling Community Participation for Social Innovation in the Energy Sector. *Indonesian Journal of Energy*, 1(2). <https://doi.org/10.33116/ije.v1i2.23>
- Budiman, I. (2021). The complexity of barriers to biogas digester dissemination in Indonesia: Challenges for agriculture waste management. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 23(5), 1918–1929. <https://doi.org/10.1007/s10163-021-01263-y>
- Daly, H. E. (1996). *Beyond growth: The economics of sustainable development*. Beacon Press.
- DKPU ITS. (2023). *Kajian Penanganan Limbah Peternakan Sapi di Kecamatan Lekok Kabupaten Pasuruan*. Direktorat Kerjasama dan Pengelolaan Usaha ITS.
- Eko Widodo, W., Noor Cholidah, S., Putri Isnaeni, A., Tri Wibowo, K., & Abriandi, E. (2019). Mengukur Kepuasan Masyarakat Pada Program CSR di Desa Kertajaya: Sebuah Analisis Menggunakan Metode Sustainability Compass. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat: Media Pemikiran dan Dakwah Pembangunan*, 3(1), 29–52. <https://doi.org/10.14421/jpm.2019.031-02>
- Hakim, L. N. (2023). *Evaluasi Dampak dan Keberlanjutan Program Desa Mandiri Energi (DME) Sebagai Program CSR Danone Aqua Klaten* [Universitas Indonesia]. <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920524484&lokasi=lokal>
- Huda, R. (2020). Pengembangan Ekonomi Lokal Melalui Sektor Pariwisata di Desa Serang, Kecamatan Karangreja, Kabupaten Purbalingga. *Aspirasi: Jurnal Masalah-masalah Sosial*, 11(2), 157–170. <https://doi.org/10.46807/aspirasi.v11i2.1470>
- Iqbal, N., Sakhani, M. A., Khan, A. R., Atiq-ur-Rehman, Ajmal, Z., & Khan, M. Z. (2021). Socioeconomic impacts of domestic biogas plants on rural households to strengthen energy security. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(21), 27446–27456. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12633-2>
- Kusmiyati, K., Wijaya, D. K., Hartono, B. J. R., Shidik, G. F., & Fudholi, A. (2023). Harnessing the power of cow dung: Exploring the environmental, energy, and economic potential of biogas production in Indonesia. *Results in Engineering*, 20, 101431. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101431>
- Labibah, S. (2011). *Faktor Predisposisi, Faktor Pendukung dan Faktor Penguat yang Berhubungan dengan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) pada Keluarga Peternak Sapi (Studi di Desa Balunganyar Kec. Lekok Kab. Pasuruan)*. Universita Airlangga.

- Mabele, M. B., Kiyengo, C., Nkya, T., & Henfrey, T. (2023). Renewable energy, social disruption and formalising the social licence to operate in South Africa. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 30(6), 3072–3085. <https://doi.org/10.1002/csr.2572>
- Meiliana, M., Inggriati, N. W. T., & Suarta, G. (2022). Perilaku Peternak dalam Menangani Limbah Peternakan Sapi Perah di Desa Balunganyar Kecamatan Lekok Kabupaten Pasuruan. *Journal of Tropical Animal Science*, 273–290.
- Obaideen, K., Abdelkareem, M. A., Wilberforce, T., Elsaid, K., Sayed, E. T., Maghrabie, H. M., & Olabi, A. G. (2022). Biogas role in achievement of the sustainable development goals: Evaluation, Challenges, and Guidelines. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 131, 104207. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2022.104207>
- Öhlén, J., & Friberg, F. (2023). Empirical phenomenological inquiry: Guidance in choosing between different methodologies. *Global Qualitative Nursing Research*, 10. <https://doi.org/10.1177/23333936231173566>
- Peersman, G., Rogers, P., Guijt, I., Hearn, S., Pasanen, T., & Buffardi, A. L. (2016). *When and How to Develop An Impact Oriented Monitoring and Evaluation System*. Overseas Development Institute.
- PLN Indonesia Power Grati. (2009). *Dokumen Perencanaan Kegiatan Corporate Social Responsibility PT PLN Indonesia Power UBP Grati, Program: Pengembangan Desa Mandiri Energi melalui Biogas dan Biolistrik di Desa Balunganyar, Kecamatan Lekok, Pasuruan*.
- Ruchen, C. (1981). The development of biogas utilisation in China. *Biomass*, 1(1), 39–46. [https://doi.org/10.1016/0144-4565\(81\)90013-5](https://doi.org/10.1016/0144-4565(81)90013-5)
- Saaty, T. L. (2005). *Theory and applications of the analytic network process: Decision making with benefits, opportunities, costs, and risks*. RWS publications.
- Semple, S., Apsley, A., Wushishi, A., & Smith, J. (2014). Commentary: Switching to biogas – What effect could it have on indoor air quality and human health? *Biomass and Bioenergy*, 70, 125–129. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.01.054>
- Sen, A. (2010). *Development as freedom*. Recording for the Blind & Dyslexic.
- Setiawan, A., & Benito, T. (2013). *Pengelolaan Limbah Ternak pada Kawasan Budidaya Ternak Sapi Potong di Kabupaten Majalengka*. 13(1).
- Shaibur, M. R., Husain, H., & Arpon, S. H. (2021). Utilization of cow dung residues of biogas plant for sustainable development of a rural community. *Current Research in Environmental Sustainability*, 3, 100026. <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2021.100026>
- Sholichah, N., & Oktoliya, C. (2021). Evaluasi Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pengelolaan Peternakan Sapi Perah di Kampung Susu Lawu Kelurahan Sarangan Kecamatan Plaosan Kabupaten Magetan. *ASKETIK*, 5(2), 175–204. <https://doi.org/10.30762/asketik.v5i2.826>
- Sigdel, T. P. (2020). Socioeconomic Impacts of Biogas in Suklagandaki Municipality of Tanahun District. *The Third Pole: Journal of Geography Education*, 123–132. <https://doi.org/10.3126/tp.v18i0.28013>
- Sucipto, T. H., Hudaya, M. R., Wira, A. F., Nugraha, P. M., Jannah, N. M., & Wahyu, D. (2024). Sustainability Compass Analysis of the Primadona Tuban Program through the SDGs (Sustainability Development Goals) Indicator. *Indonesian Journal of Social Responsibility Review*, 3(1), 1–13. <https://doi.org/10.55381/ijssr.v3i1.253>
- Suparta, N., Sutrisna, I. B., Nuraini, N. K., Inggriati, N. W. T., Suartha, I. G., & Made, I. G. N. (2009). *Penyuluhan Peternakan*. Udayana University Press.
- Susanti, S. (2020). Sustainability Cooperative Business in Vocational High School in Jakarta: Application of the Sustainability Compass Theory. *Review of Integrative Business and Economics Research*, 9(3).
- Swinburn, G., Goga, S., & Murphy, F. (2006). *Local Economic Development: A Primer Developing and Implementing Local Economic Development Strategies and Action Plans*. World Bank.

- Syarifuddin, M. C. (2020). Dampak CSR terhadap Kesejahteraan Masyarakat Binaan Ternak PT. PLN Tanjung Jati B. *Efficient: Indonesian Journal of Development Economics*, 3(1), 625–633. <https://doi.org/10.15294/efficient.v3i1.35956>
- Wulan, E. R. W. (2015). *Dampak Ekonomi Sosial dan Lingkungan Pemanfaatan Limbah Ternak di Kampung Areng Desa Cibodas Kecamatan Lembang Kabupaten Bandung Barat*. IPB.
- Yudithadewi, D., Hartanto, S. T., Parikesit, B. S., & Widyandaru, R. Z. (2022, August 9). Analysing Social Entrepreneurship Innovation Through Sustainability Compass. *Nusantara Science and Technology Proceedings*. Multi-Conference Proceeding Series C. <https://doi.org/10.11594/nstp.2022.2608>
- Yumanita, D., & Ascarya, A. (2005). Mencari Solusi Rendahnya Pembiayaan Bagi Hasil di Perbankan Syariah Indonesia. *Buletin Ekonomi Moneter Dan Perbankan*, 8(2), 7–43