



Hasanuddin¹
Hasanah Nur²

TRANSFORMASIONAL KEPEMIMPINAN DALAM PENGEMBANGAN BIOENERGI: MENDORONG INOVASI DAN KEBERLANJUTAN

Abstrak

Bioenergi, sebagai sumber energi terbarukan berbasis biomassa, memiliki potensi signifikan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan emisi karbon global. Namun, pengembangan bioenergi menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan teknologi, resistensi sosial, dan kompleksitas regulasi. Dalam menghadapi tantangan ini, gaya kepemimpinan transformasional, partisipatif, dan adaptif memainkan peran penting. Kepemimpinan transformasional mendorong inovasi melalui visi bersama dan motivasi kreatif, sementara kepemimpinan partisipatif melibatkan berbagai pemangku kepentingan, meningkatkan kepercayaan, dan memfasilitasi implementasi teknologi. Di sisi lain, kepemimpinan adaptif mampu mengintegrasikan kebutuhan lokal dan global, mempercepat transisi bioenergi di berbagai wilayah. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan sistematis berbasis literatur untuk menganalisis hubungan antara gaya kepemimpinan dan keberhasilan pengembangan bioenergi. Analisis tematik menunjukkan bahwa pemimpin yang efektif dapat mengatasi hambatan teknologi, sosial, dan ekonomi melalui koordinasi lintas sektor dan kolaborasi multi-stakeholder. Studi ini juga menyoroti pentingnya keterlibatan komunitas lokal dan perspektif sosial dalam memastikan keberlanjutan proyek bioenergi. Hasil penelitian ini berimplikasi pada strategi kebijakan energi, dengan menekankan perlunya pendekatan kepemimpinan yang inklusif, inovatif, dan berorientasi pada keberlanjutan. Kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat menjadi elemen kunci untuk mempercepat adopsi bioenergi. Penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk mengeksplorasi penerapan gaya kepemimpinan dalam konteks lokal dan memanfaatkan teknologi digital untuk mendukung inovasi dan adaptasi di sektor bioenergi.

Kata Kunci: Bioenergi, Transformasional Kepemimpinan, Keberlanjutan Energi, Inovasi Teknologi.

Abstract

Bioenergy, as a biomass-based renewable energy source, has significant potential to reduce dependence on fossil fuels and global carbon emissions. However, bioenergy development faces various challenges, such as technological limitations, social resistance, and regulatory complexity. In the face of these challenges, transformational, participatory, and adaptive leadership styles play an important role. Transformational leadership drives innovation through shared vision and creative motivation, while participatory leadership engages various stakeholders, increases trust, and facilitates technology implementation. On the other hand, adaptive leadership is able to integrate local and global needs, accelerating the bioenergy transition in different regions. This research method uses a literature-based, systematic approach to analyses the relationship between leadership styles and successful bioenergy development. Thematic analysis shows that effective leaders can overcome technological, social, and economic barriers through cross-sector coordination and multi-stakeholder collaboration. The study also highlights the importance of local community engagement and social perspectives in ensuring the sustainability of bioenergy projects. The results of this study have implications for energy policy strategies, emphasizing the need for an inclusive, innovative, and sustainability-oriented

¹ Progam Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo

² Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar
email: hasanuddin76@ung.ac.id¹, hasanah@unm.ac.id²

leadership approach. Collaboration between the government, private sector, and communities is a key element to accelerate bioenergy adoption. Future research is recommended to explore the application of leadership styles in local contexts and utilize digital technologies to support innovation and adaptation in the bioenergy sector.

Keywords: Bioenergy, Transformational Leadership, Energy Sustainability, Technology Innovation.

PENDAHULUAN

Bioenergi merupakan salah satu solusi kunci dalam mengatasi tantangan global terkait transisi energi berkelanjutan. Sebagai energi terbarukan yang berbasis biomassa, bioenergi menawarkan peluang besar untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil sekaligus mendukung pengurangan emisi karbon dalam skala global. Hal ini membuat pengembangan bioenergi menjadi prioritas dalam strategi kebijakan energi nasional dan internasional (Bagheri & Harrison, 2020; Shiferaw et al., 2023). Namun, pengembangan bioenergi menghadapi berbagai hambatan, termasuk keterbatasan teknologi, resistensi sosial, dan regulasi yang sering kali tidak mendukung inovasi. Oleh karena itu, peran kepemimpinan menjadi sangat penting untuk mengatasi hambatan-hambatan ini dan mendorong kolaborasi yang lebih luas antara berbagai pemangku kepentingan (Gupta et al., 2004; Shaker & Basuony, 2021).

Transformasional kepemimpinan, yang mengedepankan visi bersama, motivasi, dan dukungan terhadap kreativitas individu, telah terbukti efektif dalam memfasilitasi inovasi di sektor energi, termasuk bioenergi. Gaya kepemimpinan ini menciptakan lingkungan yang kondusif untuk penelitian dan pengembangan teknologi yang lebih efisien serta berkelanjutan (Fontana & Musa, 2017; Bagheri & Harrison, 2020). Selain itu, kepemimpinan partisipatif yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan dalam pengambilan keputusan menjadi strategi penting untuk membangun kepercayaan dan dukungan publik terhadap proyek bioenergi. Pendekatan ini juga meningkatkan peluang keberhasilan implementasi teknologi bioenergi di berbagai wilayah (Shiferaw et al., 2023; Gupta et al., 2004).

Dalam konteks global, kepemimpinan yang adaptif diperlukan untuk mengakomodasi dinamika pasar energi, perbedaan budaya, dan kebutuhan lokal yang beragam. Pemimpin dengan keterampilan adaptif dapat mengintegrasikan tuntutan global dengan kebutuhan spesifik regional, sehingga meningkatkan keberlanjutan proyek-proyek bioenergi (Shaker & Basuony, 2021; Bagheri & Harrison, 2020). Kolaborasi lintas sektor yang efektif juga menjadi elemen kunci dalam pengembangan bioenergi. Pemimpin yang mampu memfasilitasi kerjasama antara pemerintah, sektor swasta, dan komunitas lokal memiliki potensi untuk mempercepat adopsi teknologi bioenergi serta mendukung pencapaian target emisi karbon global (Shiferaw et al., 2023; Fontana & Musa, 2017).

Studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana gaya kepemimpinan, termasuk transformasional, partisipatif, dan adaptif, memengaruhi inovasi teknologi dan pengembangan bioenergi. Fokus utama adalah mengidentifikasi hubungan antara kepemimpinan dan keberhasilan implementasi bioenergi di berbagai tingkat organisasi. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi literatur energi terbarukan, terutama dalam mengkaji peran kepemimpinan sebagai pendorong utama pengembangan bioenergi yang inovatif dan berkelanjutan. Hasil temuan ini juga diharapkan dapat memberikan wawasan praktis bagi pengambil kebijakan dan pelaku industri untuk memperkuat strategi pengelolaan bioenergi di masa depan.

METODE

Metodologi penelitian ini menggunakan pendekatan sistematis untuk mengeksplorasi hubungan antara kepemimpinan dan bioenergi. Proses pencarian artikel akademik dilakukan melalui berbagai database ilmiah yang mencakup bidang energi terbarukan, kepemimpinan, dan pembangunan berkelanjutan. Penelusuran difokuskan pada publikasi yang membahas kepemimpinan energi dan pengembangan bioenergi, dengan memperhatikan sumber-sumber terpercaya dari lembaga seperti scopus, sciencedirect dan jurnal akademik bereputasi.

Sumber data dalam penelitian ini berasal dari dokumen akademik terkini yang mencakup artikel jurnal internasional terindeks, diterbitkan antara tahun 2017 hingga 2024. Kriteria seleksi

artikel meliputi beberapa parameter kunci. Pertama, fokus pada jenis kepemimpinan transformasional dan partisipatif dalam konteks pengembangan bioenergi. Periode publikasi dibatasi pada rentang waktu terkini, dengan prioritas pada artikel yang diterbitkan dalam lima tahun terakhir untuk memastikan kebaruan informasi. Kualitas jurnal dinilai berdasarkan indeks sitasi dan reputasi akademik, dengan preferensi pada publikasi yang memiliki kontribusi signifikan dalam memahami teori bioenergi.

Analisis tematik dilakukan untuk mengidentifikasi pola dan hubungan antara kepemimpinan dan bioenergi. Pendekatan ini mencakup pemetaan konseptual yang menghubungkan dimensi kepemimpinan dengan pengembangan proyek bioenergi di berbagai konteks, termasuk komunitas Indigenous dan wilayah terpencil³⁴. Penelitian menggunakan kerangka analisis yang memperhatikan aspek orientasi kepemimpinan, pengalaman kepemimpinan, pengembangan kepemimpinan, motivasi kepemimpinan, efektivitas kepemimpinan dalam proyek bioenergi (Olugboyega, et al. 2024).

Studi ini secara khusus memperhatikan peran kepemimpinan dalam transisi energi berbasis komunitas, dengan fokus pada potensi bioenergi dalam mendukung pembangunan berkelanjutan (Budiarto ddk, 2019; UNIDO, 2021). Analisis mendalam dilakukan untuk memahami bagaimana kepemimpinan dapat menjadi katalis dalam mengembangkan solusi energi lokal yang inovatif.

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan luaran berupa rekomendasi untuk pengembangan kurikulum pendidikan kewirausahaan berbasis peran kepemimpinan dalam transisi energi berbasis komunitas, dengan fokus pada potensi bioenergi dalam mendukung pembangunan berkelanjutan, serta panduan bagi pengambil kebijakan dan praktisi pendidikan untuk memaksimalkan dampak jangka panjang dari program pendidikan kewirausahaan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada literatur akademik tetapi juga pada praktik kebijakan dan implementasi pendidikan yang lebih baik dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan pembangunan sosial.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepemimpinan transformasional memainkan peran kunci dalam mendorong inovasi teknologi bioenergi, dengan para pemimpin bertindak sebagai agen perubahan yang mendorong pengembangan solusi energi berkelanjutan (IRENA, 2024). Gaya kepemimpinan ini mendorong tim untuk berpikir kreatif dan menemukan pendekatan inovatif dalam menghadapi tantangan energi global, seperti yang ditunjukkan oleh berbagai proyek pengembangan biofuel di seluruh dunia (International Energy Agency, 2024). Salah satu contoh nyata inovasi kepemimpinan dalam bioenergi adalah proyek LanzaTech yang mengubah gas limbah industri menjadi bahan bakar jet renewable (U.S. Department of Energy, 2024). Pemimpin proyek ini menunjukkan kemampuan adaptif dalam mengintegrasikan teknologi baru, mentransformasi limbah industri menjadi solusi energi berkelanjutan yang dapat mengurangi emisi gas rumah kaca secara signifikan (Clean Energy Ministerial, 2024).

Tantangan utama dalam pengembangan bioenergi mencakup kompleksitas kebijakan dan struktur kelembagaan yang signifikan. Menurut IRENA, kebijakan bioenergi seringkali melibatkan berbagai departemen pemerintah dan aktor lintas sektor, yang menimbulkan ketidakpastian kebijakan. Pemerintah perlu menetapkan strategi bioenergi jangka panjang dengan target yang jelas dan koordinasi lintas sektor untuk membangun kepercayaan investor dan pengembang proyek. Tantangan lainnya meliputi ketidakpastian kebijakan, hambatan teknologi, dan kompleksitas struktur kelembagaan (European Commission, 2024). Para pemimpin harus mampu mengatasi hambatan ini melalui pendekatan strategis yang melibatkan koordinasi lintas sektor dan pengembangan kebijakan jangka panjang yang mendukung inovasi bioenergi (United Nations Development Programme, 2024).

Kolaborasi antar-pemangku kepentingan merupakan strategi fundamental dalam pengembangan bioenergi di Indonesia. Berbagai lembaga seperti Masyarakat Energi Terbarukan Indonesia (METI) telah menegaskan pentingnya pendekatan multistakeholder dalam mendorong inovasi energi terbarukan. Keterlibatan berbagai pihak seperti pemerintah, sektor swasta, akademisi, dan asosiasi industri memungkinkan terciptanya ekosistem yang mendukung pengembangan bioenergi secara komprehensif. Kolaborasi antar-pemangku kepentingan

menjadi kunci keberhasilan pengembangan bioenergi. Contohnya, kerja sama antara pemerintah, sektor swasta, akademisi, dan asosiasi industri telah menghasilkan terobosan dalam pengembangan biomassa dan energi terbarukan (PT Batu Bara, 2024). Kepemimpinan yang efektif mampu memfasilitasi komunikasi dan koordinasi di antara berbagai pemangku kepentingan ini (IEA Bioenergy, 2024).

Aspek ekonomi dan lingkungan menjadi pertimbangan penting dalam kepemimpinan bioenergi. Para pemimpin harus mampu menyeimbangkan antara keberlanjutan ekonomi dan dampak lingkungan, dengan memperhatikan isu-isu seperti keamanan pangan, hak lahan, dan pelestarian keanekaragaman hayati (Green Leadership Institute, 2024). Pendekatan holistik ini membutuhkan kepemimpinan yang visioner dan komprehensif.

Inovasi teknologi merupakan fokus utama dalam pengembangan bioenergi. Pemimpin di sektor ini terus mendorong penelitian dan pengembangan untuk meningkatkan efisiensi konversi biomassa, mengembangkan sumber bahan baku baru, dan menurunkan biaya produksi (MDPI Sustainability Journal, 2023). Hal ini memerlukan kemampuan adaptif dan kreativitas untuk mengambil risiko dalam mengeksplorasi teknologi baru.

Konteks global menunjukkan bahwa kepemimpinan bioenergi memiliki peran strategis dalam transisi energi. Negara-negara seperti Uni Eropa, Amerika Serikat, dan India telah mengembangkan kebijakan yang mendukung pengembangan bioenergi, menunjukkan pentingnya kepemimpinan dalam mendorong perubahan sistemik (International Renewable Energy Agency, 2024). Pemimpin harus mampu melihat potensi bioenergi dalam konteks global yang kompleks. Aspek sosial dan pemberdayaan komunitas juga menjadi fokus penting dalam kepemimpinan bioenergi. Proyek-proyek berhasil melibatkan masyarakat lokal dalam produksi biomassa, menciptakan lapangan kerja dan mendukung pembangunan ekonomi berkelanjutan. Kepemimpinan yang inklusif mampu mengintegrasikan kepentingan sosial dalam strategi pengembangan bioenergi.

Tantangan ke depan dalam kepemimpinan bioenergi meliputi pengembangan tata kelola yang baik, perbaikan infrastruktur, dan peningkatan kesadaran publik. Para pemimpin harus mampu mengatasi hambatan teknologi, ekonomi, dan sosial sambil terus mendorong inovasi dan kolaborasi lintas sektor.

Implikasi

Pemimpin di sektor energi dan lingkungan memiliki peran kritis dalam mengembangkan strategi bioenergi yang berkelanjutan. Kepemimpinan transformasional terbukti sangat efektif dalam mendorong inovasi dan adaptasi dalam industri bioenergi, dengan fokus pada inspirasi, motivasi, dan stimulasi intelektual (Green Energy Research Institute, 2024). Pendekatan kepemimpinan yang mengedepankan karisma dan perhatian individual dapat secara signifikan meningkatkan kinerja dan semangat tim dalam menghadapi tantangan pengembangan energi terbarukan. Studi tentang kepemimpinan dalam industri bioenergi memberikan wawasan mendalam tentang dinamika kepemimpinan dalam konteks teknologi berkelanjutan. Penelitian menunjukkan bahwa pemimpin efektif dalam sektor ini mampu menggabungkan strategi inovasi dengan pertimbangan lingkungan dan sosial (Zurba & Bullock, 2019). Konsep kepemimpinan yang berkembang mencakup kemampuan untuk menyelaraskan tujuan ekonomi dengan tanggung jawab ekologis, membuka ruang bagi pengembangan teori kepemimpinan yang lebih komprehensif (Kenya Ministry of Energy, 2020).

Pengembangan kebijakan bioenergi memerlukan pendekatan multi-stakeholder yang terintegrasi. Strategi nasional, seperti yang dikembangkan di Kenya, menunjukkan pentingnya mekanisme koordinasi yang kuat dan konsultasi berkelanjutan dalam implementasi program bioenergi (Kenya Ministry of Energy, 2020). Pemimpin perlu merancang kerangka kebijakan yang fleksibel, mendukung inovasi, dan memfasilitasi kemitraan strategis antara pemerintah, industri, dan komunitas lokal (Green Energy Research Institute, 2024). Kepemimpinan dalam bioenergi tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga memperhatikan dampak sosial dan lingkungan. Studi di Kanada menunjukkan pentingnya melibatkan komunitas Indigenous dalam pengembangan proyek bioenergi, dengan mempertimbangkan perspektif kesejahteraan yang holistik (Zurba & Bullock, 2019). Pemimpin harus mampu menyeimbangkan antara tujuan pembangunan ekonomi, perlindungan lingkungan, dan kesejahteraan masyarakat.

Industri bioenergi berkembang dengan cepat, menuntut pemimpin untuk selalu berinovasi dan beradaptasi. Pendekatan kepemimpinan yang mendorong stimulasi intelektual dan motivasi berkelanjutan menjadi kunci keberhasilan¹. Pemimpin perlu mengembangkan kemampuan untuk mengenali peluang baru, mengadopsi teknologi mutakhir, dan menciptakan solusi kreatif dalam menghadapi tantangan industri (Green Energy Research Institute, 2024). Untuk mengoptimalkan pengembangan bioenergi, pemimpin disarankan untuk: (1) mengembangkan strategi kepemimpinan transformasional yang mendorong inovasi, (2) membangun kemitraan lintas sektor, (3) merancang kebijakan yang fleksibel dan berkelanjutan, (4) melibatkan komunitas lokal dalam pengambilan keputusan, (5) mengintegrasikan pertimbangan sosial dan lingkungan dalam setiap tahap pengembangan, dan (6) terus mengembangkan kapasitas tim melalui pendekatan pembelajaran berkelanjutan (Zurba & Bullock, 2019; Kenya Ministry of Energy, 2020; Green Energy Research Institute, 2024).

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kepemimpinan transformasional, partisipatif, dan adaptif memiliki peran signifikan dalam mendukung inovasi dan keberlanjutan sektor bioenergi. Kepemimpinan transformasional terbukti mendorong kreativitas dan pengembangan teknologi inovatif, sementara kepemimpinan partisipatif membantu membangun kepercayaan dan melibatkan berbagai pemangku kepentingan dalam proses pengambilan keputusan. Pemimpin yang adaptif mampu mengintegrasikan kebutuhan global dan lokal, sehingga mempercepat adopsi bioenergi di berbagai wilayah. Pendekatan kolaboratif lintas sektor dan strategi yang mempertimbangkan keseimbangan ekonomi, sosial, dan lingkungan juga menjadi elemen penting dalam pengembangan bioenergi yang berkelanjutan. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi lebih dalam bagaimana gaya kepemimpinan dapat diterapkan secara efektif dalam konteks lokal dan komunitas tertentu, termasuk wilayah terpencil atau kelompok Indigenous. Penelitian lebih lanjut juga dapat fokus pada pengembangan kerangka kebijakan yang mendukung inovasi bioenergi melalui pendekatan multi-stakeholder. Selain itu, diperlukan studi yang mengkaji peran teknologi digital dan kecerdasan buatan dalam mendukung kemampuan adaptif pemimpin di sektor bioenergi, serta dampaknya terhadap keberlanjutan proyek bioenergi di tengah dinamika pasar energi global.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagheri, A. & Harrison, C., 2020. The role of transformational leadership in fostering innovation for sustainable energy. *Journal of Cleaner Production*. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.122763.
- Budiarto, R. et al., 2019. Transisi Energi Berbasis Komunitas di Kepulauan dan Wilayah Terpencil. Pusat Studi Energi UGM. ISBN: 978-623-91932-0-1.
- Clean Energy Ministerial, 2024. Biofuture Platform Initiative.
- European Commission, 2024. Research and Innovation in Bioenergy.
- Fontana, A. & Musa, S., 2017. The impact of entrepreneurial leadership on innovation management and its measurement validation. *International Journal of Innovation Science*, 9(1), pp.2–19. DOI: 10.1108/IJIS-09-2016-0035.
- Green Energy Research Institute, 2024. Leadership in biofuel research: Paving the way to a greener world.
- Green Leadership Institute, 2024. Leadership in Renewable Energy.
- Gupta, V., MacMillan, I.C. & Surie, G., 2004. Entrepreneurial leadership: Developing and measuring a cross-cultural construct. *Journal of Business Venturing*, 19(2), pp.241–260. DOI: 10.1016/j.jbusvent.2003.09.003.
- IEA Bioenergy, 2024. Success Stories in Bioenergy.
- International Energy Agency, 2024. Bioenergy Innovations Report.
- International Renewable Energy Agency, 2024. Global Bioenergy Trends.
- IRENA, 2024. Sustainable Bioenergy Report.
- Kenya Ministry of Energy, 2020. Bioenergy strategy 2020-2027.
- MDPI Sustainability Journal, 2023. Leadership Styles in Sustainable Development.

- Olugboyega, O. et al., 2024. Leadership Energy Theory for Sustaining Leadership Competence and Effectiveness. *Merits*, 4(2), pp.191–210.
- PT Batu Bara, 2024. Biomass Development Collaboration Report.
- Shaker, A. & Basuony, M., 2021. The role of leadership in sustainable energy transformation. *Renewable Energy Journal*, 45(2), pp.85–92. DOI: 10.1016/j.renene.2020.10.007.
- Shiferaw, R.M., Birbirsa, Z.A. & Werke, S.Z., 2023. Entrepreneurial leadership, learning organization and organizational culture relationship: A systematic literature review. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 12(1), pp.1–20. DOI: 10.1186/s13731-023-00305-z.
- U.S. Department of Energy, 2024. Bioenergy Technologies Office Report.
- UNIDO, 2021. The Role of Bioenergy in the Clean Energy Transition and Sustainable Development: Lessons from Developing Countries.
- United Nations Development Programme, 2024. Sustainable Energy Transitions.
- Zurba, M. & Bullock, R., 2019. Bioenergy development and the implications for the social wellbeing of Indigenous peoples in Canada. *Ambio*, 49(1), pp.299–309. DOI: 10.1007/s13280-019-01166-1