Jurnal Manajemen dan Teknologi
https://journal.stmiki.ac.id

E-ISSN: 3047-8251 | P-ISSN: 3047-826X
Vol. 3 No. 2 (2026) | November

OPEN ACCESS

https://doi.org/ 10.63447/jmt.v3i2.2126

Kolaborasi Quadruple Helix untuk Penciptaan Nilai Ekonomi Lokal dalam Ekonomi Sirkular FABA: Peran UMKM di PLTU Banjarsari

Hadi Purnomo [1*], R. Mahelan Prabantarikso [2]

[1*] Program Studi Magister Manajemen, Universitas Mitra Bangsa, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia.
[2] Program Studi Magister Manajemen, Indonesia Banking School, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia.

Email: hadipurnomo@umiba.ac.id [1*], r.mahelan@ibs.ac.id [2]

Histori Artikel:
Dikirim 17 September 2026; *Diterima dalam bentuk revisi* 10 Oktober 2026; *Diterima* 25 Oktober 2026; *Diterbitkan* 25 November 2026. Semua hak dilindungi oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) STMIK Indonesia Banda Aceh.

Abstrak

Fly Ash dan Bottom Ash (FABA) dari industri pembangkitan listrik berpotensi menjadi sumber daya sekunder dalam ekonomi sirkular. Penelitian ini menganalisis kolaborasi pemerintah, PLTU, akademia, dan UMKM dalam memanfaatkan FABA untuk penciptaan nilai ekonomi lokal. Melalui studi kasus kualitatif di PLTU Banjarsari, Sumatera Selatan, data dikumpulkan dari empat kelompok aktor melalui wawancara semi-terstruktur, dokumen institusional, dan observasi. Analisis menggunakan thematic analysis, pemetaan aktor, dan evaluasi peran serta mekanisme koordinasi. Hasil menunjukkan pemerintah, PLTU, dan akademia memiliki sumber daya komplementer, namun akses UMKM ke jaringan kolaborasi utama masih terbatas. Partisipasi UMKM hanya mencapai tahap adopsi awal, dengan hambatan utama berupa kepastian pasokan, mutu, teknologi, pembiayaan, dan standar produk. Penelitian mengusulkan model Quadruple Helix yang menempatkan UMKM sebagai aktor ekonomi lokal aktif. Model ini menekankan empat mekanisme penghubung: regulasi dan fasilitasi, kepastian pasokan, transfer teknologi, serta kewirausahaan dan akses pasar. Penelitian fokus pada mekanisme kelembagaan dan ekonomi, bukan karakteristik teknis FABA.

Kata Kunci: Ekonomi Sirkular; Quadruple Helix; UMKM; Kolaborasi Institusional; Nilai Ekonomi Lokal.

Abstract

Fly Ash and Bottom Ash (FABA) from the power generation industry hold significant potential as secondary resources within the circular economy. This study examines the collaboration between government, power plants, academia, and micro, small, and medium enterprises (MSMEs) in leveraging FABA for local economic value creation. Through a qualitative case study at Banjarsari Power Plant in South Sumatra, data were collected from four stakeholder groups via semi-structured interviews, institutional documents, and observation. Analysis employed thematic analysis, actor mapping, and evaluation of roles and coordination mechanisms. Findings reveal that government, power plants, and academia possess complementary resources; however, UMKM access to the primary collaboration network remains limited. MSME participation reaches only the early adoption stage, with key barriers including supply certainty, quality assurance, technology, financing, and product standards. The study proposes a Quadruple Helix model positioning MSMEs as active local economic actors. This model emphasizes four linking mechanisms: regulation and facilitation, supply certainty, technology transfer and mentoring, and entrepreneurship with market access. The research focuses on institutional and economic mechanisms enabling FABA utilization to generate local value, rather than technical FABA characteristics.

Keyword: Circular Economy; Quadruple Helix; MSMEs; Institutional Collaboration; Local Economic Value.

Jurnal Manajemen dan Teknologi
https://journal.stmiki.ac.id

E-ISSN: 3047-8251 | P-ISSN: 3047-826X
Vol. 3 No. 2 (2026) | November

OPEN ACCESS

https://doi.org/ 10.63447/jmt.v3i2.2126

1. Pendahuluan

Transisi menuju ekonomi sirkular mengubah cara memandang residu industri: material yang sebelumnya diperlakukan terutama sebagai beban pengelolaan mulai diposisikan sebagai sumber daya sekunder yang dapat dipertahankan nilainya melalui penggunaan kembali, pengolahan, dan penciptaan rantai nilai baru. Dalam pembangkitan listrik berbasis batubara, Fly Ash dan Bottom Ash (FABA) merupakan salah satu residu yang relevan. Tantangannya bukan hanya pemanfaatan teknis, tetapi bagaimana regulasi, pengetahuan, infrastruktur, model bisnis, dan pasar menghubungkan FABA dengan pelaku yang mampu menghasilkan nilai ekonomi. PP No. 22 Tahun 2021 memberikan landasan kebijakan yang lebih terbuka bagi pemanfaatan FABA sesuai ketentuan dan standar lingkungan yang berlaku. Isu FABA perlu dipahami sekaligus sebagai persoalan tata kelola sumber daya dan pembangunan ekosistem ekonomi lokal. Perkembangan pemanfaatan FABA di Indonesia menunjukkan bahwa material tersebut telah bergerak dari isu pengelolaan residu menuju agenda pemanfaatan dan ekonomi sirkular. PLN melaporkan pemanfaatan FABA sekitar 3,44 juta ton pada 2025. Namun, capaian agregat tersebut belum menjelaskan bagaimana manfaat ekonomi didistribusikan pada tingkat lokal. Bukti dari konteks lain menunjukkan bahwa FABA dapat diterjemahkan menjadi manfaat ekonomi melalui produk konstruksi dan program pemberdayaan. Viana *et al.* (2024), misalnya, menemukan bahwa program CSR pemanfaatan FABA di Pacitan menghasilkan manfaat sosial-ekonomi yang terukur melalui produk seperti bata dan paving block. Di Sumatera Selatan, Rahmadona *et al.* (2026) melaporkan pelatihan pemanfaatan FABA menjadi paving block bagi 30 warga Desa Penyandingan yang terkait dengan PLTU Sumsel 8. Kedua studi tersebut bukan bukti langsung mengenai PLTU Banjarsari, tetapi menunjukkan bahwa jalur dari FABA menuju kapasitas masyarakat dan nilai ekonomi lokal secara empiris memungkinkan. Celah yang masih perlu dijelaskan adalah bagaimana mekanisme kolaborasi antarlembaga memungkinkan atau menghambat jalur tersebut di ekosistem PLTU Banjarsari.

Perspektif Triple Helix menyediakan titik awal yang relevan. Model tersebut menempatkan pemerintah, industri, dan universitas sebagai aktor yang saling berinteraksi dalam produksi pengetahuan dan inovasi. Dalam konteks FABA, pemerintah memiliki otoritas regulasi dan fasilitasi, PLTU memiliki sumber daya FABA serta infrastruktur dan akses operasional, sedangkan akademia memiliki pengetahuan, riset, teknologi, dan kapasitas pengembangan inovasi. Ketiga aktor tersebut menyediakan fondasi kelembagaan yang penting, tetapi kehadiran mereka belum dengan sendirinya menjamin terbentuknya permintaan pasar, kemampuan adopsi, kewirausahaan, atau komersialisasi (Prayoga & Afla, 2023). Di sinilah UMKM menjadi penting. UMKM berada lebih dekat dengan aktivitas produksi, kebutuhan pasar, kewirausahaan, dan penciptaan pekerjaan lokal. Literatur empiris Indonesia menunjukkan bahwa dukungan pemerintah, universitas, dan industri dapat menjadi katalis inovasi hijau dan praktik ekonomi sirkular pada UMKM. Yolanda *et al.* (2026), berdasarkan 324 UMKM, menunjukkan bahwa pemerintah, universitas, dan industri berperan sebagai katalis bagi teknologi dan inovasi hijau yang mendukung praktik ekonomi sirkular. Sharon *et al.* (2026) juga menunjukkan pada 280 UMKM berbasis ekonomi hijau di Sulawesi Selatan bahwa Quadruple Helix berkaitan dengan transformasi digital dan keberlanjutan bisnis. Namun, studi-studi tersebut belum menjelaskan mekanisme spesifik yang menghubungkan UMKM, FABA, dan nilai ekonomi lokal dalam satu ekosistem PLTU. Secara teoritis, Quadruple Helix tidak memiliki satu definisi universal mengenai aktor keempat. Ahonen dan Hämäläinen (2012), melalui pengalaman CLIQ, menunjukkan bahwa konfigurasi Quadruple Helix dapat bersifat kontekstual. Literatur selanjutnya juga memperlihatkan bahwa aktor keempat dapat dipahami sebagai warga, pengguna, konsumen, masyarakat sipil, organisasi non-pemerintah, media, atau bentuk aktor sosial lainnya. Karena itu, penelitian ini tidak mengklaim bahwa UMKM mewakili seluruh masyarakat. Penelitian ini secara spesifik menetapkan UMKM sebagai economically active local societal actor, yaitu aktor sosial-ekonomi yang dapat membawa pengetahuan pasar, kemampuan kewirausahaan, adopsi, inovasi, dan komersialisasi ke dalam ekosistem FABA (Al Chumairoh dkk., 2024).

Jurnal Manajemen dan Teknologi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-8251 | P-ISSN: 3047-826X
Vol. 3 No. 2 (2026) | November
OPEN ACCESS
https://doi.org/ 10.63447/jmt.v3i2.2126

Argumen utama artikel ini adalah bahwa kolaborasi institusional merupakan kondisi penting, tetapi mungkin belum cukup untuk menghasilkan nilai ekonomi lokal. Diperlukan aktor yang dapat menerjemahkan sumber daya, pengetahuan, regulasi, dan peluang teknologi menjadi aktivitas ekonomi. Dalam kerangka ini, UMKM berpotensi menjadi jembatan antara kapasitas kelembagaan dan penciptaan nilai lokal. Mekanisme yang diajukan bukan hubungan linear yang otomatis, melainkan proses yang dapat berlangsung melalui partisipasi UMKM, pembelajaran, adopsi, inovasi, kewirausahaan, akses pasar, dan komersialisasi (Yolanda dkk., 2026). PLTU Banjarsari, Sumatera Selatan, menjadi konteks penting untuk menguji secara empiris argumen tersebut. Penelitian diarahkan untuk memahami proses kolaborasi yang berlangsung di tingkat lokal: bagaimana peran dibentuk, sumber daya dipertukarkan, informasi dan pengetahuan mengalir, koordinasi dilakukan, UMKM dilibatkan, serta hambatan dan faktor pendukung memengaruhi kemungkinan terciptanya nilai ekonomi lokal dari FABA. Fokus penelitian bukan pada pengujian komposisi kimia atau performa material FABA, melainkan pada ekosistem kelembagaan dan ekonomi yang menghubungkan FABA dengan aktor lokal (Sharon dkk., 2026). Tujuan umum penelitian adalah mengembangkan model empiris Quadruple Helix yang menjelaskan peran UMKM dalam menjembatani kolaborasi institusional dan penciptaan nilai ekonomi lokal dalam ekonomi sirkular FABA di PLTU Banjarsari. Secara khusus, penelitian bertujuan: (1) mengidentifikasi peran pemerintah, industri/PLTU, akademia, dan UMKM; (2) memetakan sumber daya, pengetahuan, kapabilitas, dan jaringan yang dipertukarkan; (3) menjelaskan mekanisme interaksi dan koordinasi; (4) menganalisis bentuk partisipasi UMKM dalam adopsi, inovasi, dan komersialisasi; (5) mengidentifikasi hambatan dan faktor pendukung; dan (6) merumuskan model hubungan empat heliks yang didasarkan pada pola bukti dalam kasus Banjarsari.

2. Landasan Teori

2.1 FABA dan Ekonomi Sirkular

FABA dapat diposisikan dalam kerangka ekonomi sirkular sebagai sumber daya sekunder yang berpotensi mempertahankan nilai material melalui penggunaan kembali dan pengolahan menjadi produk bernilai tambah. Literatur tentang FABA menunjukkan bahwa peluang pemanfaatan selalu beriringan dengan persoalan kualitas, teknologi, regulasi, kelembagaan, dan pasar. Prayoga dan Afla (2023) menunjukkan bahwa pemanfaatan FABA memiliki potensi lingkungan dan sosial-ekonomi ketika diarahkan pada penggunaan produktif. Studi bisnis yang lebih baru juga menekankan bahwa transformasi FABA menjadi produk bernilai tambah memerlukan integrasi teknologi, model bisnis, dan keberlanjutan (Ainuddin *et al.*, 2025). Dalam penelitian ini, ekonomi sirkular dipahami sebagai orientasi penciptaan dan pemertahanan nilai, bukan sebagai variabel teknis yang diukur melalui karakteristik material. Pendekatan tersebut konsisten dengan perkembangan praktik industri. PLN menempatkan pemanfaatan FABA sebagai bagian dari agenda ekonomi sirkular, ESG, dan pemberdayaan ekonomi. Namun, pemanfaatan dalam skala besar belum otomatis menghasilkan terbentuknya ekosistem bisnis lokal. Penelitian ini memindahkan perhatian dari volume pemanfaatan menuju proses kelembagaan dan aktor yang memungkinkan nilai tersebut muncul di tingkat lokal.

2.2 Triple Helix sebagai Fondasi Kolaborasi Institusional

Triple Helix memandang hubungan universitas–industri–pemerintah sebagai mekanisme penting dalam pembentukan sistem inovasi. Etzkowitz dan Leydesdorff (2000) menekankan dinamika hubungan antara ketiga institusi tersebut dan peran interaksi lintas batas dalam inovasi. Dalam konteks FABA, Triple Helix berguna untuk menjelaskan fondasi kelembagaan: pemerintah membentuk aturan dan fasilitasi, PLTU menyediakan sumber daya dan konteks operasional, sedangkan akademia menyediakan pengetahuan dan inovasi (Sari & Wardhono, 2025). Keterbatasan pendekatan Triple Helix muncul ketika tujuan penelitian bergeser dari penciptaan kapasitas institusional menuju penciptaan nilai ekonomi lokal. Model tiga aktor dapat menjelaskan siapa yang

Jurnal Manajemen dan Teknologi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-8251 | P-ISSN: 3047-826X
Vol. 3 No. 2 (2026) | November
OPEN ACCESS
https://doi.org/ 10.63447/jmt.v3i2.2126

memiliki otoritas, sumber daya, dan pengetahuan, tetapi belum selalu menjelaskan siapa yang mengadopsi, mengembangkan model bisnis, merespons pasar, dan mengkomersialisasikan hasil kolaborasi. Keterbatasan ini menjadi dasar perluasan menuju Quadruple Helix.

2.3 Quadruple Helix dan Aktor Keempat yang Kontekstual

Ahonen dan Hämäläinen (2012) menunjukkan melalui proyek CLIQ bahwa pencarian bentuk Quadruple Helix merupakan proses kontekstual dan pragmatis. Literatur Quadruple Helix berkembang dengan beragam penafsiran mengenai aktor keempat, termasuk warga, pengguna, konsumen, masyarakat sipil, organisasi non-pemerintah, dan media. Konsekuensinya, penelitian harus menjelaskan secara eksplisit mengapa aktor tertentu dipilih sebagai heliks keempat. Penelitian ini memilih UMKM bukan karena UMKM identik dengan masyarakat secara keseluruhan, melainkan karena UMKM merupakan aktor sosial-ekonomi yang memiliki fungsi spesifik dalam rantai nilai: mengidentifikasi kebutuhan pasar, mengadopsi teknologi, mengembangkan produk, mengambil risiko kewirausahaan, membangun jaringan pemasaran, dan menciptakan pendapatan serta pekerjaan. Dengan demikian, spesifikasi UMKM sebagai heliks keempat adalah keputusan teoritis-kontekstual yang harus diuji, bukan asumsi yang dianggap benar sejak awal (Yin, 2018; Creswell & Poth, 2018).

2.4 UMKM, Inovasi Hijau, dan Ekonomi Sirkular

Studi empiris terbaru memperkuat relevansi hubungan antara institusi dan UMKM. Yolanda *et al.* (2026) menemukan bahwa pemerintah, universitas, dan industri berfungsi sebagai katalis teknologi dan inovasi hijau dalam praktik ekonomi sirkular pada 324 UMKM Indonesia. Sharon *et al.* (2026) menunjukkan bahwa Quadruple Helix berhubungan dengan transformasi digital dan keberlanjutan pada 280 UMKM berbasis ekonomi hijau di Sulawesi Selatan. Indrawati (2025) juga menunjukkan bahwa adopsi inovasi hijau pada UMKM Indonesia dipengaruhi oleh faktor teknologi, lingkungan, dan organisasi, dengan faktor organisasi menjadi penentu yang menonjol. Temuan tersebut memperkuat argumen bahwa kapasitas institusional perlu diterjemahkan ke dalam kemampuan adopsi di tingkat usaha. Penelitian ini berbeda karena memusatkan perhatian pada ekosistem FABA di satu PLTU dan pada mekanisme penciptaan nilai ekonomi lokal.

2.5 Kolaborasi Institusional dan Penciptaan Nilai Lokal

Kolaborasi dalam penelitian ini dipahami bukan sekadar keberadaan aktor dalam satu forum. Kolaborasi mencakup pertukaran informasi, pertukaran pengetahuan, pertemuan, umpan balik, pemecahan masalah bersama, koordinasi keputusan, pembagian sumber daya, dan co-creation. Dengan definisi ini, penelitian dapat membedakan antara kolaborasi simbolik dan kolaborasi yang menghasilkan perubahan kapasitas atau aktivitas ekonomi. Nilai ekonomi lokal juga dipahami secara luas tetapi tetap operasional. Indikator kualitatif yang dicari meliputi terbentuknya atau berkembangnya usaha, tambahan pendapatan, penciptaan pekerjaan, munculnya pasar baru, terbentuknya rantai pasok lokal, penghematan biaya, inovasi produk atau proses, serta penguatan kewirausahaan lokal. Penelitian tidak mengasumsikan bahwa nilai tersebut pasti muncul; bukti bahwa kolaborasi belum menghasilkan nilai lokal juga merupakan temuan yang sah (PT PLN, 2025).

2.6 State Of The Art, Research Gap, Dan Novelty

State of the art penelitian FABA masih kuat pada kajian teknis mengenai karakteristik material, formulasi produk, konstruksi, geopolymer, beton, jalan, dan penggunaan material lainnya. Kajian ekonomi sirkular kemudian memperluas perhatian pada efisiensi sumber daya dan pemertahanan nilai, sedangkan literatur Triple Helix menjelaskan hubungan pemerintah–industri–akademia. Literatur Quadruple Helix menambahkan aktor sosial secara kontekstual. Perkembangan riset UMKM hijau di Indonesia juga menunjukkan bahwa kemampuan organisasi, teknologi, dan jaringan menjadi bagian penting dari adopsi inovasi. Penelitian ini berada pada titik temu keempat arus tersebut: FABA sebagai sumber daya sekunder, kolaborasi kelembagaan sebagai mekanisme,

Jurnal Manajemen dan Teknologi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-8251 | P-ISSN: 3047-826X
Vol. 3 No. 2 (2026) | November
OPEN ACCESS
https://doi.org/ 10.63447/jmt.v3i2.2126

UMKM sebagai aktor sosial-ekonomi aktif, dan nilai ekonomi lokal sebagai keluaran yang perlu dijelaskan. *Research gap* penelitian ini dipadatkan menjadi tiga lapis. Pertama, gap orientasi: kajian FABA masih lebih kuat pada pemanfaatan teknis dibanding mekanisme kelembagaan penciptaan nilai lokal. Kedua, gap mekanisme dan aktor: Triple Helix menjelaskan kapasitas pemerintah–industri–akademia, tetapi belum cukup menjelaskan bagaimana kapasitas tersebut diterjemahkan menjadi adopsi, kewirausahaan, dan pasar oleh UMKM sebagai aktor keempat yang dipilih secara kontekstual. Ketiga, gap empiris: bukti mengenai hubungan langsung antara kolaborasi empat aktor, pemanfaatan FABA, dan nilai ekonomi lokal pada ekosistem PLTU tertentu masih terbatas. Kebaruan penelitian ini tidak diletakkan pada penciptaan teori Quadruple Helix baru, melainkan pada penerapannya secara kontekstual pada pengelolaan FABA di PLTU Banjarsari. Kebaruan kedua terletak pada spesifikasi UMKM sebagai economically active local societal actor. Kebaruan ketiga berada pada mekanisme analitis yang menghubungkan kolaborasi institusional, partisipasi UMKM, adopsi atau inovasi, komersialisasi, dan nilai ekonomi lokal. Kebaruan keempat adalah model yang disusun dari pola hubungan dan kesenjangan yang ditemukan dalam kasus, bukan sekadar menyalin diagram Quadruple Helix umum. Research proposition yang bersifat sensitizing, bukan hipotesis statistik:

P1: Kolaborasi pemerintah industry akademia menyediakan infrastruktur kelembagaan bagi pemanfaatan FABA.

P2: Partisipasi UMKM memperluas kolaborasi institusional ke ranah adopsi, kewirausahaan, inovasi, dan pasar.

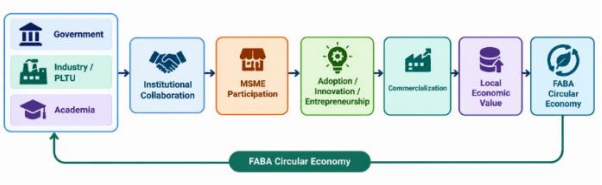
P3: Efektivitas partisipasi UMKM bergantung pada akses terhadap pengetahuan, teknologi, pembiayaan, pasokan FABA, dukungan regulasi, dan informasi pasar.

P4: *Quadruple Helix* yang bermakna memerlukan pertukaran informasi, umpan balik, co-creation, dan koordinasi, bukan sekadar kehadiran aktor.

P5: Partisipasi UMKM berpotensi menjadi mekanisme penghubung antara kapasitas institusional dan penciptaan nilai ekonomi lokal.

2.7 Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual menempatkan pemerintah, industri atau PLTU, dan akademia sebagai inti kolaborasi institusional. Pemerintah menyediakan regulasi, fasilitasi, dan dukungan program; PLTU menyediakan FABA, akses operasional, informasi pasokan, dan jejaring; akademia menyediakan pengetahuan, penelitian, teknologi, dan pengembangan kapasitas. Ketiganya membentuk kapasitas kelembagaan awal. UMKM ditempatkan sebagai heliks keempat yang menghubungkan kapasitas kelembagaan dengan aktivitas ekonomi. Partisipasi yang dianalisis mencakup akses informasi, umpan balik, co-creation, adopsi teknologi atau material, pengembangan produk, kewirausahaan, dan akses pasar. Hubungan tersebut memungkinkan munculnya inovasi, komersialisasi, rantai pasok, pendapatan, pekerjaan, dan nilai lokal. Kerangka ini bersifat sensitizing framework; arah hubungan tidak diperlakukan sebagai hubungan sebab-akibat statistik.



Gambar 1. Model Konseptual

Panah dalam model bukan klaim kausal yang diuji secara statistik. Panah berfungsi sebagai arah analisis untuk menelusuri bagaimana sumber daya dan keputusan bergerak antarpelaku, bagaimana UMKM berpartisipasi, dan pada titik mana proses berhenti atau menghasilkan nilai. Model akhir harus mengikuti bukti lapangan, termasuk kemungkinan bahwa UMKM belum mampu menjalankan fungsi heliks keempat secara penuh.

Jurnal Manajemen dan Teknologi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-8251 | P-ISSN: 3047-826X
Vol. 3 No. 2 (2026) | November
OPEN ACCESS
https://doi.org/ 10.63447/jmt.v3i2.2126

3. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus tunggal pada PLTU Banjarsari, Sumatera Selatan. Batas kasus adalah ekosistem pengelolaan dan pemanfaatan FABA yang melibatkan pemerintah, PLTU, akademia, dan UMKM. Unit analisis adalah proses kolaborasi Quadruple Helix dan mekanisme penciptaan nilai lokal, bukan kinerja individu UMKM. Data primer diperoleh melalui wawancara semi-terstruktur dengan informan purposif yang mewakili empat kelompok aktor: pemerintah, industri atau PLTU, akademia, dan UMKM. Pemilihan informan mempertimbangkan pengetahuan, pengalaman, keterlibatan, kewenangan, akses informasi, dan relevansi terhadap proses FABA. Data sekunder meliputi regulasi, laporan perusahaan, dokumen pengelolaan FABA, dokumen kerja sama, laporan program, dan materi pelatihan. Observasi digunakan untuk memperkuat pemahaman konteks dan memeriksa kesesuaian antara narasi dan praktik. Komposisi informan mencakup aktor yang memiliki fungsi langsung dalam regulasi, pengelolaan FABA, pengembangan pengetahuan atau teknologi, serta pemanfaatan FABA pada tingkat usaha. Untuk pemerintah, informan meliputi Pemda, DLH, Dinas Koperasi atau UMKM, perangkat ekonomi atau industri terkait, serta pejabat teknis relevan dengan fokus pada regulasi, fasilitasi, program, koordinasi, dukungan UMKM, insentif, dan hambatan. Untuk industri atau PLTU, informan meliputi manajemen, pengelola lingkungan atau FABA, operasi, CSR atau PPM, serta partnership atau business development dengan fokus pada ketersediaan FABA, tata kelola, akses, mitra, fasilitas, kriteria UMKM, dan peluang rantai nilai. Untuk akademia, informan adalah peneliti FABA, ekonomi sirkular, UMKM, material atau lingkungan, serta inovasi dengan fokus pada pengetahuan, teknologi, riset, transfer pengetahuan, inovasi, dan capacity building. Untuk UMKM, informan meliputi UMKM konstruksi atau manufaktur atau bahan bangunan, calon atau pengguna FABA, mitra PLTU, serta UMKM binaan dengan fokus pada peluang bisnis, adopsi, pasar, modal, pengetahuan, risiko, produk, pendapatan, dan pekerjaan. Pendekatan ini digunakan untuk memperoleh perspektif yang saling melengkapi mengenai sumber daya, koordinasi, partisipasi UMKM, hambatan, dan penciptaan nilai ekonomi lokal.

Tabel 1. Komposisi Informan dan Fokus Informasi Menurut Kelompok Aktor Quadruple Helix

Heliks	Calon Informan	Fokus Informasi
Government	Pemda; DLH; Dinas Koperasi/UMKM; perangkat ekonomi/industri terkait; pejabat teknis relevan	Regulasi, fasilitasi, program, koordinasi, dukungan UMKM, insentif, hambatan
Industry/PLTU	Manajemen; pengelola lingkungan/FABA; operasi; CSR/PPM; partnership/business development	Ketersediaan FABA, tata kelola, akses, mitra, fasilitas, kriteria UMKM, peluang rantai nilai
Academia	Peneliti FABA, ekonomi sirkular, UMKM, material/lingkungan, inovasi	Pengetahuan, teknologi, riset, transfer pengetahuan, inovasi, capacity building
MSME	UMKM konstruksi/manufaktur/bahan bangunan; calon/pengguna FABA; mitra PLTU; UMKM binaan	Peluang bisnis, adopsi, pasar, modal, pengetahuan, risiko, produk, pendapatan, pekerjaan

Instrumen wawancara disusun secara semi-terstruktur dan disesuaikan dengan empat kelompok aktor. Pertanyaan utama mencakup pemahaman dan peluang pemanfaatan FABA, peran masing-masing aktor, bentuk dan kualitas kolaborasi, pertukaran sumber daya, keterlibatan UMKM, hambatan adopsi, inovasi dan komersialisasi, serta bentuk nilai ekonomi lokal. Untuk pemerintah, pertanyaan berfokus pada regulasi, program, koordinasi, dukungan UMKM, insentif, dan hambatan kebijakan. Untuk industri atau PLTU, pertanyaan berfokus pada tata kelola FABA, ketersediaan dan mutu pasokan, akses fasilitas, kriteria kemitraan, peluang UMKM, serta hambatan adopsi dan komersialisasi. Untuk akademia, pertanyaan berfokus pada kontribusi pengetahuan dan teknologi,

Jurnal Manajemen dan Teknologi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-8251 | P-ISSN: 3047-826X
Vol. 3 No. 2 (2026) | November
OPEN ACCESS
https://doi.org/ 10.63447/jmt.v3i2.2126

kebutuhan riset UMKM, transfer pengetahuan, co-creation, pendampingan, dan penerjemahan inovasi menjadi nilai ekonomi. Untuk UMKM, pertanyaan berfokus pada pemahaman peluang FABA, sumber informasi, kebutuhan teknologi dan modal, risiko, standar, akses pasokan dan pasar, dukungan antarpihak, serta peluang pendapatan dan pengembangan usaha. Analisis menggunakan thematic analysis (Braun & Clarke, 2006), dikombinasikan dengan pemetaan aktor dan analisis hubungan. Tahapan analisis meliputi: (1) pemetaan aktor; (2) analisis peran; (3) analisis sumber daya; (4) analisis interaksi; (5) analisis koordinasi; (6) analisis partisipasi UMKM; (7) analisis adopsi dan inovasi; (8) analisis nilai ekonomi lokal; (9) perbandingan hambatan dan faktor pendukung lintas aktor; dan (10) pembangunan model. Coding dilakukan secara deduktif dan induktif agar kerangka Quadruple Helix tidak memaksa seluruh data mengikuti model awal. Kode awal berasal dari kerangka penelitian, sedangkan kode baru dapat muncul dari data. Pendekatan ini penting agar kerangka Quadruple Helix tidak memaksa data untuk mengikuti model yang sudah ditentukan.

Tabel 2. Coding Framework untuk Analisis Tematik Data Kualitatif

Level	Initial Codes
Actor	GOV; IND; ACA; MSME; MULTI
Role	ROLE-REG; ROLE-FAC; ROLE-SUP; ROLE-FABA; ROLE-OPS; ROLE-KNOW; ROLE-RD; ROLE-INNO; ROLE-ENT; ROLE-MKT; ROLE-ADOPT
Resources	RES-FABA; RES-KNOW; RES-TECH; RES-FIN; RES-FAC; RES-HR; RES-DATA; RES-NET; RES-MKT; RES-POL
Interaction	INT-COM; INT-INFO; INT-KNOW; INT-MTG; INT-NET; INT-FDB
Coordination	COORD-FORUM; COORD-DEC; COORD-PROB; COORD-SOP; COORD-MON; COORD-EVAL
MSME Participation	MSME-INFO; MSME-FDB; MSME-COC; MSME-ADOPT; MSME-INNO; MSME-PROD; MSME-ENT; MSME-MKT
Adoption/Innovation	ADOPT-TECH; ADOPT-MAT; INNO-PROD; INNO-PROC; INNO-BM; INNO-COL
Local Economic Value	VALUE-BIZ; VALUE-INCOME; VALUE-JOB; VALUE-MKT; VALUE-SC; VALUE-COST; VALUE-INNO; VALUE-LOCAL
Barriers	BAR-REG; BAR-TECH; BAR-KNOW; BAR-FIN; BAR-MKT; BAR-TRUST; BAR-INFO; BAR-SUPPLY; BAR-DEMAND; BAR-COORD
Enablers	ENA-POL; ENA-FIN; ENA-TECH; ENA-KNOW; ENA-NET; ENA-TRUST; ENA-MKT; ENA-PLTU; ENA-ACA; ENA-GOV

Kredibilitas diperkuat melalui triangulasi sumber antarkelompok aktor dan triangulasi metode antara wawancara, dokumen, dan observasi bila tersedia. Member checking dilakukan pada informasi penting bila memungkinkan, sedangkan bukti negatif dicari untuk menguji penjelasan yang terlalu sederhana. Dependabilitas dijaga melalui dokumentasi proses wawancara dan coding; konfirmabilitas melalui pemisahan data dan interpretasi; dan transferabilitas melalui deskripsi konteks, karakteristik aktor, serta batas kasus. Penelitian tidak melakukan pengujian laboratorium, formulasi material, pengujian kuat tekan, analisis komposisi kimia, Material Flow Analysis, Life Cycle Assessment, MCDA atau MCDM, atau analisis kelayakan finansial sebagai analisis utama. Karena itu, setiap pernyataan mengenai mutu material, kelayakan teknis, atau manfaat ekonomi harus diposisikan sebagai informasi dari aktor atau dokumen atau sebagai konteks, bukan sebagai hasil pengujian peneliti.

Jurnal Manajemen dan Teknologi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-8251 | P-ISSN: 3047-826X
Vol. 3 No. 2 (2026) | November
OPEN ACCESS
https://doi.org/ 10.63447/jmt.v3i2.2126

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil

4.1.1 Pemetaan Aktor Dan Peran

Ekosistem pemanfaatan FABA melibatkan empat aktor utama: pemerintah, industri atau PLTU, akademia, dan UMKM. Tiga aktor institusional pertama memiliki mandat jelas, sedangkan UMKM membawa kedekatan pasar dan fleksibilitas usaha, namun belum sepenuhnya terintegrasi dalam jaringan kolaborasi utama. Pemerintah berperan pada regulasi dan fasilitasi; PLTU pada penyediaan FABA dan akses fasilitas; akademia pada transfer pengetahuan dan teknologi; UMKM pada adopsi, pengembangan produk, dan pemasaran. Hubungan bersifat komplementer tetapi tidak otomatis menghasilkan integrasi. Hambatan muncul pada antarmuka antaraktor, terutama persyaratan mutu dan volume yang sulit dipenuhi UMKM skala kecil. Akademia tidak hanya harus menghasilkan pengetahuan, tetapi mentransfernya ke bentuk yang dapat diterapkan UMKM melalui pendampingan dan co-creation. UMKM diposisikan sebagai economically active local societal actor yang menjalankan fungsi spesifik dalam produksi, pasar, dan kewirausahaan. Namun, posisi ini masih lemah karena UMKM lebih sering menerima program daripada ikut membentuk keputusan dan solusi.

Tabel 3. Matriks Peran Empiris Keempat Heliks dalam Pengelolaan FABA

Dimensi Peran	Pemerintah	Industri/PLTU Banjarsari	Akademia	UMKM
Fungsi Utama	Menyusun regulasi, memberikan insentif, membina, dan memfasilitasi kerja sama	Menyediakan FABA, mengelola pasokan, menjaga mutu, dan membuka akses kerja sama	Menyediakan pengetahuan, teknologi, pelatihan, dan rekomendasi ilmiah	Mengadopsi teknologi, mengembangkan produk, memasarkan, dan menciptakan nilai ekonomi
Mandat & Kewenangan	Menetapkan aturan pemanfaatan, standar, perizinan, dan dukungan program	Mengelola FABA sesuai aturan, menentukan kriteria mitra, dan menyediakan fasilitas pendukung	Melakukan kajian, menguji kelayakan, mengalihkan teknologi, dan membangun kapasitas	Menjalankan usaha, beradaptasi dengan peluang, memenuhi kebutuhan pasar, dan mengambil risiko bisnis
Kontribusi yang Diharapkan	Kepastian hukum, kemudahan izin, dukungan pembiayaan, dan penyelesaian hambatan	Pasokan FABA berkelanjutan, informasi mutu, akses fasilitas, dan jaminan keberlanjutan pasokan	Teknologi yang mudah diterapkan, panduan penggunaan, dan pendampingan teknis	Kewirausahaan, inovasi produk, penyerapan tenaga kerja, dan pengembangan pasar lokal
Peran yang Belum Terlaksana	Pembinaan khusus UMKM pemanfaat FABA dan jembatan informasi antaraktor	Skema kemitraan yang ramah UMKM dan informasi pasokan yang terbuka secara rutin	Teknologi yang disesuaikan skala kecil dan pendampingan berkelanjutan	Kemampuan mandiri memanfaatkan FABA dan membangun kepercayaan pasar terhadap produk
Kesenjangan Peran	Belum membedakan kebijakan untuk	Belum memiliki mekanisme khusus untuk melibatkan	Hasil kajian belum sepenuhnya	Belum memiliki kemampuan mempengaruhi

Jurnal Manajemen dan Teknologi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-8251 | P-ISSN: 3047-826X
Vol. 3 No. 2 (2026) | November
OPEN ACCESS
https://doi.org/ 10.63447/jmt.v3i2.2126

	pemanfaat skala besar dan kecil	UMKM secara terstruktur	diterjemahkan ke bahasa dan kemampuan UMKM	kebijakan maupun standar pemanfaatan

Matriks peran menunjukkan bahwa tiga heliks institusional telah memiliki mandat yang relatif jelas, sementara fungsi UMKM sebagai mitra setara belum terlembaga. Kesenjangan utama bukan semata-mata ketiadaan sumber daya, tetapi belum adanya mekanisme yang menghubungkan sumber daya tersebut dengan kebutuhan dan kapasitas usaha lokal.

4.1.2 Sumber Daya Dan Mekanisme Pertukaran

Setiap heliks membawa sumber daya yang berbeda. Pemerintah membawa otoritas kebijakan dan jejaring; PLTU membawa FABA, data pasokan, dan fasilitas; akademia membawa pengetahuan dan teknologi; UMKM membawa kedekatan pasar, fleksibilitas, dan pemahaman kebutuhan lokal. Persoalan utama terletak pada ketidakseimbangan pertukaran: UMKM lebih banyak menerima informasi dan dukungan daripada memberikan umpan balik yang benar-benar masuk ke proses pengambilan Keputusan.

Tabel 4. Sumber Daya yang Dimiliki dan Dipertukarkan Antaraktor

Kelompok Sumber Daya	Pemerintah	Industri/PLTU	Akademia	UMKM
Yang Dimiliki	Otoritas kebijakan, insentif, program pembinaan, akses pembiayaan, jejaring antarlembaga	Pasokan FABA, data mutu, fasilitas lapangan, pengalaman penanganan, dan jaminan keberlanjutan pasokan	Pengetahuan teknis, teknologi, metode pengujian, materi pelatihan, dan kemampuan analisis	Keterampilan tenaga kerja, kedekatan pasar, keluwesan produksi, semangat kewirausahaan, dan pemahaman kebutuhan lokal
Yang Diberikan kepada Pihak Lain	Kepastian aturan, kemudahan perizinan, subsidi, dan dukungan promosi	FABA, informasi teknis, kesempatan pelatihan, dan fasilitas bersama	Teknologi, panduan, pelatihan, hasil kajian, dan pendampingan	Umpan balik lapangan, kebutuhan pasar, adopsi nyata, dan bukti manfaat ekonomi
Yang Diterima dari Pihak Lain	Informasi kendala lapangan, masukan penyempurnaan aturan, dan bukti dampak kebijakan	Dukungan kebijakan, pengakuan pemanfaatan, dan solusi ilmiah atas kendala teknis	Konteks nyata penelitian, data lapangan, dan kesempatan penerapan hasil kajian	Akses FABA, pengetahuan, teknologi, izin, pelatihan, dan dukungan pembiayaan
Yang Belum Dapat Dipertukarkan	Informasi riil mengenai kesulitan UMKM dalam memanfaatkan FABA	Kemampuan UMKM memenuhi syarat mutu dan jumlah pembelian	Kemampuan UMKM menyerap dan menerapkan teknologi tanpa pendampingan berkelanjutan	Kepastian pasokan jangka panjang, harga terjangkau, dan standar yang disederhanakan

Jurnal Manajemen dan Teknologi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-8251 | P-ISSN: 3047-826X
Vol. 3 No. 2 (2026) | November
OPEN ACCESS
https://doi.org/ 10.63447/jmt.v3i2.2126

Pola pertukaran menunjukkan bahwa kebutuhan UMKM terutama berkaitan dengan kepastian pasokan, mutu, harga, pengetahuan yang mudah diterapkan, pembiayaan, dan akses pasar. Sebaliknya, sumber daya yang dimiliki UMKM umpan balik lapangan, pemahaman pelanggan, dan informasi pasar belum sepenuhnya digunakan oleh aktor institusional untuk memperbaiki kebijakan, teknologi, maupun skema kemitraan. Temuan ini memperlihatkan bahwa nilai kolaborasi bergantung pada kualitas pertukaran, bukan sekadar jumlah aktor yang hadir.

4.1.3 Pola Interaksi Dan Koordinasi

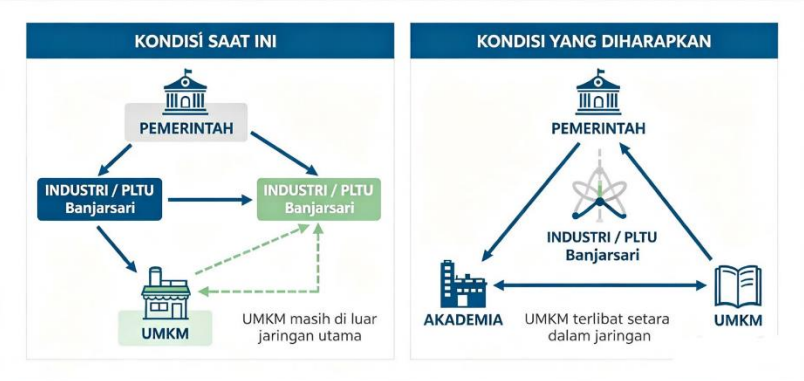
Pola interaksi menunjukkan bahwa komunikasi lebih kuat pada hubungan pemerintah–PLTU dan PLTU–akademia, sementara UMKM masih berada di sisi luar jaringan utama. Kondisi tersebut membuat arus informasi cenderung satu arah dan memperkecil peluang co-creation. Kesenjangan ini menjadi titik penting dalam menjelaskan mengapa kapasitas institusional belum sepenuhnya berubah menjadi aktivitas ekonomi lokal.

Tabel 5. Pola Interaksi dan Koordinasi Antar Heliks

Dimensi Interaksi	Kondisi Saat Ini	Kondisi yang Diharapkan	Kesenjangan
Saluran Komunikasi	Pemerintah, PLTU, dan akademia berkomunikasi dalam forum resmi; UMKM mendapat informasi secara tidak langsung dan terbatas	Setiap heliks dapat berkomunikasi langsung; informasi mengalir lancar ke semua pihak	Belum terdapat saluran komunikasi resmi yang melibatkan UMKM secara rutin
Pertukaran Informasi	Informasi mutu, pasokan, aturan, dan teknologi mengalir dari atas ke bawah; UMKM hanya menerima informasi umum	Informasi tersedia secara terbuka dan dapat diakses; umpan balik dari UMKM didengar dan ditindaklanjuti	Informasi yang diterima UMKM seringkali terlambat, kurang rinci, atau sulit dipahami
Forum Koordinasi	Rapat berkala antarlembaga; UMKM jarang dilibatkan kecuali sebagai peserta sosialisasi	Forum Quadruple Helix yang membahas kendala dan kemajuan bersama secara setara	Belum ada forum rutin yang memposisikan UMKM sebagai mitra diskusi, bukan sekadar peserta
Pengambilan Keputusan	Kebijakan dan keputusan disusun oleh ketiga heliks institusional tanpa melibatkan masukan UMKM	Keputusan mempertimbangkan pula kemampuan dan kendala UMKM	Keputusan seringkali belum memperhitungkan realitas usaha skala kecil
Penyelesaian Masalah	Masalah dibahas sesuai bidang masing-masing; kendala UMKM seringkali belum menjadi prioritas	Setiap kendala yang muncul di lapangan dibahas bersama dan dicarikan solusi bersama	Hambatan yang dihadapi UMKM belum sepenuhnya dipahami oleh ketiga heliks lainnya
Evaluasi Bersama	Kemajuan dinilai dari volume pemanfaatan dan	Evaluasi mencakup pula manfaat yang diterima masyarakat dan UMKM	Belum terdapat indikator yang mengukur sejauh mana UMKM ikut

Jurnal Manajemen dan Teknologi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-8251 | P-ISSN: 3047-826X
Vol. 3 No. 2 (2026) | November
OPEN ACCESS
https://doi.org/ 10.63447/jmt.v3i2.2126

	kepatuhan; belum menilai dampak ekonomi lokal	memperoleh manfaat



Gambar 2. Perbandingan Pola Hubungan Saat Ini dan yang Diharapkan

Perbandingan pola hubungan menunjukkan bahwa UMKM belum sepenuhnya menjadi bagian dari jaringan utama, sedangkan pola yang diharapkan menempatkan UMKM sebagai mitra yang dapat memberikan umpan balik, ikut memecahkan masalah, dan terlibat dalam keputusan yang berkaitan dengan adopsi serta pasar. Kerangka analitis ini berfungsi untuk memperjelas arah hubungan yang ditelusuri dalam studi kasus, bukan sebagai hasil pengukuran statistik.

4.1.4 Posisi Umkm Dalam Adopsi, Inovasi, Dan Komersialisasi

Partisipasi UMKM menjadi pembeda utama antara model Quadruple Helix dan fondasi Triple Helix. Analisis menunjukkan bahwa partisipasi masih berada pada tahap awal: akses informasi dan pengenalan FABA relatif lebih mudah dibandingkan adopsi teknologi, inovasi, dan komersialisasi. Kesenjangan terutama muncul ketika UMKM harus mengambil risiko investasi tanpa kepastian pasokan, mutu, standar, pembiayaan, dan pasar.

Tabel 6. Partisipasi UMKM dalam Adopsi, Inovasi, dan Komersialisasi

Dimensi Partisipasi	Kondisi Teridentifikasi	Tingkat Kemampuan	Kebutuhan Dukungan
Akses Informasi & Pengetahuan	Sebagian besar UMKM mengetahui FABA namun belum memahami cara pemanfaatan yang aman dan sesuai standar	Rendah hingga sedang	Sosialisasi berulang, panduan sederhana, dan pendampingan langsung
Adopsi Teknologi & Material	Masih ragu menggunakan FABA karena khawatir mutu, kekuatan, dan penerimaan pasar	Sedang namun terhambat ketidakpastian	Teknologi sederhana, uji coba terbimbing, dan jaminan mutu dari PLTU atau akademia
Pengembangan Produk	Beberapa produk sederhana sudah dikembangkan namun belum konsisten mutunya dan belum ada standar sendiri	Sedang namun belum stabil	Panduan formulasi, uji mutu terjangkau, dan sertifikasi yang disederhanakan
Inovasi Produk & Proses	Inovasi masih bersifat penyesuaian bahan, belum ada perbaikan proses atau model bisnis baru	Rendah	Riset bersama, dukungan pengujian, dan insentif inovasi
Akses Pasar &	Produk belum dikenal sebagai	Rendah	Promosi bersama, standar

Jurnal Manajemen dan Teknologi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-8251 | P-ISSN: 3047-826X
Vol. 3 No. 2 (2026) | November
OPEN ACCESS
https://doi.org/ 10.63447/jmt.v3i2.2126

Komersialisasi	produk berbasis FABA; belum ada keunggulan yang diakui pembeli		produk bersama, dan jaminan mutu resmi
Penciptaan Nilai Ekonomi	Potensi penghematan biaya bahan baku sudah terasa namun belum menjadi sumber pendapatan tambahan yang signifikan	Sedang, belum berkembang	Pasokan FABA dengan harga terjangkau dan kepastian jangka panjang
Penyerapan Tenaga Kerja	Belum menciptakan lapangan kerja baru secara berarti	Belum muncul	Skala produksi yang tumbuh bertahap seiring berkembangnya pasar

Partisipasi UMKM belum berkembang menjadi rantai nilai yang utuh. Hambatan bukan semata-mata kurangnya minat, tetapi kombinasi ketidakpastian pasokan, mutu, teknologi, pembiayaan, standar, dan penerimaan pasar. Karena itu, peningkatan partisipasi memerlukan dukungan lintas heliks yang dirancang sesuai tahapan adopsi, bukan hanya sosialisasi umum.

4.1.5 Hambatan, Faktor Pendukung, Dan Nilai Ekonomi Lokal

Hambatan membentuk rangkaian yang saling memperkuat. Ketidakpastian regulasi dan standar meningkatkan risiko pasar; risiko pasar menahan investasi UMKM; investasi yang terbatas memperkecil kapasitas adopsi teknologi; dan adopsi yang rendah kembali memperlemah pembentukan pasar. Sebaliknya, faktor pendukung perlu bekerja secara bersamaan melalui kepastian pasokan, teknologi yang sesuai, pendampingan, pembiayaan, dan pengembangan pasar.

Tabel 7. Hambatan dan Faktor Pendukung dalam Kerangka Quadruple Helix

Kategori	Hambatan Utama	Faktor Pendukung
Regulasi & Kebijakan	Status dan standar pemanfaatan FABA belum cukup dipahami; izin dan sertifikasi berbelit bagi usaha kecil	Sudah terdapat dasar hukum pemanfaatan FABA; arah kebijakan mendorong ekonomi sirkular
Pasokan & Mutu	Harga dan syarat pengambilan belum ramah UMKM; mutu belum selalu konsisten; belum ada kepastian jangka panjang	Pasokan FABA tersedia dalam jumlah berkelanjutan di PLTU Banjarsari
Pengetahuan & Teknologi	Pengetahuan teknis terbatas; teknologi belum disesuaikan skala kecil; belum ada pendampingan berkelanjutan	Hasil penelitian sudah tersedia; teknologi dasar sudah terbukti dapat diterapkan
Pembiayaan & Investasi	Modal terbatas; belum ada skema pembiayaan khusus; belum berani berinvestasi karena pasar belum jelas	Potensi penghematan biaya bahan baku sudah dapat dirasakan sejak tahap awal
Pasar & Kepercayaan	Pembeli belum mengenal keunggulan produk FABA; belum ada standar dan jaminan mutu yang diakui	Produk berbasis FABA memiliki keunggulan harga dan memenuhi standar teknis yang berlaku
Koordinasi & Kolaborasi	Belum ada forum bersama empat heliks; informasi mengalir lambat; belum ada pembagian peran yang jelas	Keempat aktor memiliki tujuan akhir yang sama: pemanfaatan FABA yang bermanfaat bagi semua pihak

Nilai ekonomi lokal dalam kasus ini sebaiknya dibaca sebagai hasil yang mulai terbentuk atau sebagai potensi yang dapat diwujudkan, bukan sebagai klaim peningkatan pendapatan yang telah diukur secara kuantitatif. Indikator yang relevan meliputi penghematan biaya bahan baku, pengembangan produk, terbukanya kemitraan, akses pasar, pendapatan tambahan, dan pekerjaan. Bukti empiris dari konteks lain menunjukkan bahwa pemanfaatan FABA dapat menghasilkan

Jurnal Manajemen dan Teknologi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-8251 | P-ISSN: 3047-826X
Vol. 3 No. 2 (2026) | November
OPEN ACCESS
https://doi.org/ 10.63447/jmt.v3i2.2126

manfaat sosial-ekonomi, tetapi angka tersebut tidak digeneralisasi ke PLTU Banjarsari (Viana *et al.*, 2024; Rahmadona *et al.*, 2026).

4.1.6 Model Empiris Quadruple Helix Banjarsari

Model empiris yang dirumuskan dari pemetaan aktor, sumber daya, interaksi, partisipasi UMKM, serta hambatan dan faktor pendukung menunjukkan bahwa nilai ekonomi lokal tidak berada di ujung proses secara linear. UMKM perlu ditempatkan di dalam siklus hubungan: menerima sumber daya dan pengetahuan, menguji atau mengadopsi, memberikan umpan balik, mengembangkan produk dan pasar, lalu menghasilkan nilai yang kembali memperkuat kolaborasi.

Tabel 8. Model Empiris Quadruple Helix PLTU Banjarsari

Komponen Model	Mekanisme Kerja Sama
Prinsip Dasar	Keempat heliks bekerja setara. Pemerintah, PLTU, dan akademia membangun fondasi kelembagaan; UMKM menerjemahkan fondasi tersebut menjadi aktivitas ekonomi nyata. Tidak ada pihak yang mendominasi.
Tujuan Bersama	Mewujudkan pemanfaatan FABA yang berkelanjutan, bermanfaat secara ekonomi, dan melibatkan masyarakat lokal melalui usaha yang layak dan berdaya saing.
Alur Kerja Sama	Pemerintah menetapkan aturan yang jelas dan sederhana serta memberikan dukungan pembinaan dan pembiayaan. PLTU menyediakan FABA dengan mutu terjamin, harga terjangkau, dan kepastian pasokan. Akademia menyediakan teknologi sederhana, panduan praktis, dan pendampingan berkelanjutan. UMKM menerapkan pengetahuan, mengembangkan produk, membangun pasar, dan menciptakan nilai ekonomi.
Mekanisme Penghubung	Informasi mengalir ke semua pihak secara terbuka. Umpan balik dari UMKM didengar dan dijadikan masukan perbaikan. Setiap kendala dibahas bersama dan dicarikan solusi bersama.
Jalur Penciptaan Nilai	Dukungan kelembagaan → UMKM memanfaatkan FABA → mengembangkan produk → pasar menerima → pendapatan meningkat → usaha berkembang → menyerap tenaga kerja → manfaat ekonomi lokal tumbuh → pemanfaatan FABA meningkat lebih luas.
Penguatan Berkelanjutan	Manfaat ekonomi yang diterima UMKM selanjutnya menjadi dorongan untuk meningkatkan pemanfaatan, sehingga mendukung tujuan ekonomi sirkular secara berkelanjutan.



Gambar 3. Bagan Model Quadruple Helix Penciptaan Nilai Ekonomi Lokal

Model tersebut menempatkan UMKM bukan sekadar penerima manfaat, tetapi sebagai bagian dari siklus pembelajaran. Umpan balik dari UMKM menjadi masukan bagi perbaikan regulasi, skema pasokan, teknologi, pendampingan, dan pengembangan pasar. Dengan demikian, Quadruple Helix dalam kasus ini lebih tepat dipahami sebagai mekanisme koordinasi dan co-creation daripada sekadar penambahan satu aktor pada Triple Helix.

Jurnal Manajemen dan Teknologi
https://journal.stmiki.ac.id
E-ISSN: 3047-8251 | P-ISSN: 3047-826X
Vol. 3 No. 2 (2026) | November
OPEN ACCESS
https://doi.org/ 10.63447/jmt.v3i2.2126

4.2 Pembahasan

Temuan utama menunjukkan bahwa Triple Helix menyediakan fondasi kelembagaan melalui regulasi, sumber daya FABA, pengetahuan, dan jejaring, tetapi fondasi tersebut belum otomatis menjadi nilai ekonomi lokal. Titik kritisnya berada pada mekanisme translasi: siapa yang mengadopsi, siapa yang menanggung risiko usaha, bagaimana kebutuhan pasar masuk ke desain solusi, dan bagaimana hasil kolaborasi dikomersialisasikan. Dalam kasus ini, UMKM memiliki fungsi potensial sebagai penghubung karena berada pada titik pertemuan antara sumber daya institusional dan pasar. Keberadaan UMKM saja tidak otomatis menghasilkan manfaat ekonomi. Partisipasi menjadi bermakna ketika UMKM memperoleh akses pada pasokan, teknologi, pembiayaan, standar yang dapat dipenuhi, dan ruang untuk menyampaikan umpan balik. Temuan ini konsisten dengan literatur Quadruple Helix yang memandang heliks keempat secara kontekstual dan fungsional. Dengan kata lain, yang penting bukan hanya siapa aktornya, tetapi bagaimana hubungan antarpihak memungkinkan pengetahuan dan sumber daya berubah menjadi keputusan, adopsi, dan aktivitas pasar.

Jika dibandingkan dengan studi FABA lain, pola tersebut memperlihatkan bahwa pemanfaatan material dan penciptaan nilai ekonomi tidak dapat dipisahkan dari model bisnis dan mekanisme pemberdayaan. Viana *et al.* (2024) menunjukkan manfaat sosial-ekonomi dari program tanggung jawab sosial perusahaan pemanfaatan FABA di Pacitan, sedangkan Ainuddin *et al.* (2025) menekankan integrasi teknologi, model bisnis, dan keberlanjutan dalam transformasi FABA menjadi produk bernilai tambah. Studi Rahmadona *et al.* (2026) di Sumatera Selatan juga menunjukkan bahwa pelatihan teknis dapat meningkatkan kapasitas masyarakat dalam memanfaatkan FABA. Berbeda dari studi tersebut, penelitian Banjarsari menempatkan fokus utama pada arsitektur kolaborasi dan posisi UMKM dalam proses penciptaan nilai. Ketimpangan hubungan antarpihak menjadi temuan penting. UMKM belum memperoleh posisi yang setara dalam jaringan pengambilan keputusan, sementara informasi mengenai kebutuhan usaha lokal belum sepenuhnya kembali ke pemerintah, PLTU, dan akademia. Karena itu, model yang diusulkan bukan klaim bahwa Quadruple Helix telah berjalan sempurna, melainkan representasi mekanisme yang diperlukan untuk memperkecil kesenjangan yang ditemukan. Secara sintesis, pengembangan ekonomi sirkular FABA di tingkat lokal memerlukan empat mekanisme yang saling terkait: kepastian regulasi dan fasilitasi, kepastian pasokan dari PLTU, transfer teknologi dan pendampingan dari akademia, serta kewirausahaan dan akses pasar melalui UMKM. Hubungan tersebut bersifat siklikal karena umpan balik dari pasar dan UMKM perlu kembali menjadi masukan untuk memperbaiki kebijakan, teknologi, dan skema kemitraan.

5. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemerintah, PLTU, dan akademia telah menyediakan kapasitas kelembagaan yang saling melengkapi, tetapi kapasitas tersebut belum otomatis menghasilkan nilai ekonomi lokal dari FABA. Hambatan utama terletak pada mekanisme translasi menuju tingkat usaha, terutama kepastian pasokan dan mutu, akses teknologi, pembiayaan, standar, serta penerimaan pasar. UMKM menempati posisi penting sebagai economically active local societal actor karena berhubungan langsung dengan adopsi, pengembangan produk, kewirausahaan, dan pasar. Namun, partisipasinya dalam kasus yang dianalisis masih berada pada tahap awal dan belum sepenuhnya terlembaga dalam pengambilan keputusan. Karena itu, Quadruple Helix yang efektif memerlukan ruang partisipasi yang nyata, bukan sekadar sosialisasi. Model yang dihasilkan menekankan empat mekanisme penghubung: (1) regulasi dan fasilitasi pemerintah; (2) kepastian pasokan, mutu, dan akses operasional dari PLTU; (3) teknologi yang dapat diterapkan, pengujian, dan pendampingan dari akademia; serta (4) kewirausahaan, umpan balik pasar, dan komersialisasi melalui UMKM. Mekanisme tersebut perlu berjalan secara siklikal agar pembelajaran dari UMKM dan pasar dapat memperbaiki kolaborasi. Kontribusi penelitian bukan menyatakan bahwa seluruh hambatan FABA telah terselesaikan, melainkan menjelaskan titik-titik kelembagaan yang perlu

E-ISSN: 3047-8251 | P-ISSN: 3047-826X
Vol. 3 No. 2 (2026) | November
OPEN ACCESS
https://doi.org/ 10.63447/jmt.v3i2.2126

dijembatani agar pemanfaatan FABA dapat menghasilkan nilai lokal. Rekomendasi praktisnya adalah membangun forum koordinasi yang melibatkan UMKM sejak tahap perencanaan, menyediakan informasi pasokan dan standar yang mudah diakses, mengembangkan pendampingan teknologi yang sesuai skala usaha, dan menghubungkan produk berbasis FABA dengan pasar atau pengadaan yang relevan. Rekomendasi tersebut merupakan implikasi dari pola yang ditemukan dalam studi kasus, bukan ukuran keberhasilan yang telah diuji secara kuantitatif.

6. Daftar Pustaka

Ahonen, L., & Hämäläinen, T. (2012). CLIQ: A practical approach to the Quadruple Helix and more open innovation. In S. P. MacGregor & T. Carleton (Eds.), *Sustaining innovation* (pp. 15–29). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2077-4_2.

Ainuddin, I., 'Alim, S., Safitri, R. V., Rahandini, N. L., & Aziz, R. M. (2025). Transformasi limbah FABA menjadi produk bernilai tambah: Analisis model bisnis dan keberlanjutan. *Jurnal Manajemen dan Bisnis, 4*(2), 762–780. https://doi.org/10.36490/jmdb.v4i2.2229.

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology, 3*(2), 77–101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa.

Braun, V., & Clarke, V. (2022). *Thematic analysis: A practical guide*. SAGE.

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE.

Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From national systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy, 29*(2), 109–123. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4.

Indrawati, H. (2025). Green innovation adoption of SMEs in Indonesia: What factors determine it? *International Journal of Innovation Science, 17*(1), 19–37. https://doi.org/10.1108/IJIS-02-2023-0047.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). Peraturan Menteri LHK Nomor 19 Tahun 2021 tentang pengelolaan limbah non-B3.

Krajewska, A., & Siewczyńska, M. (2025). Circular economy in the construction sector: Materials, processes, and case studies. *Sustainability, 17*(15), 7029. https://doi.org/10.3390/su17157029.

Mo, K. H., & Ling, T.-C. (2022). Utilization of coal fly ash and bottom ash in brick and block products. *Construction and Building Materials, 327*, 126961. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126961.

Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

Prayoga, M. B. R., & Afla, R. A. (2023). Utilization of fly ash and bottom ash waste: A study at PLTU Tanjung Jati B, Jepara, Indonesia. *Asean Journal of Toxicology, Environmental, and Occupational Health, 1*(1), 9–19. https://doi.org/10.61511/ajteoh.v1i1.2023.167.

PT PLN (Persero). (2025). Laporan keberlanjutan 2025.

E-ISSN: 3047-8251 | P-ISSN: 3047-826X
Vol. 3 No. 2 (2026) | November
OPEN ACCESS
https://doi.org/ 10.63447/jmt.v3i2.2126

Rahmadona, E., Putra, M. S. G. P., & Praditya, N. (2026). Inovasi paving block berbasis FABA: Transformasi limbah menjadi nilai ekonomi bagi warga Desa Penyandingan. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat, 9*(6), 115–124. https://doi.org/10.33024/jkpm.v9i6.25677.

Sharon, S. S., Muchtar, Basir, M. K., Syariati, K., & Arif, M. (2026). Revitalizing green economy based MSMEs: The interplay of quadruple helix collaboration, digital transformation, and financial innovation in enhancing business sustainability. *Asian Development Policy Review, 14*(2), 40–53. https://doi.org/10.55493/5008.v14i2.5989.

Viana, E. D., Dewi, F. R., Mutasowifin, A., Listirta, R. T., & Pebriana, L. A. (2024). Analisis Social Return on Investment (SROI) program CSR pemanfaatan limbah Fly Ash dan Bottom Ash (FABA) PT PLN Nusantara Power UP Pacitan. *Jurnal Manajemen dan Organisasi, 15*(2), 202–213. https://doi.org/10.29244/jmo.v15i2.56336.

Yao, Z. T., *et al.* (2023). A comprehensive review on the applications of coal fly ash: Progress and prospects. *Earth-Science Reviews, 241*, 104436. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104436.

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE.

Yolanda, Y., Yusfiarto, R., Azka, M. S. T., Hamdani, L., & Febriyanto, A. (2026). Fostering circular economy in micro, small, and medium-sized enterprises: Aligning with the Triple-Helix of Innovation Framework. *Circular Economy and Sustainability, 6*(2), 1–25. https://doi.org/10.1007/s43615-026-00769-7.