

Pemanfaatan Limbah Operasional PLTG Borang dalam Ekonomi Sirkular dan Pemberdayaan Peternak Ayam

David Haryanto¹, Herawan Fatoni², M Syafii Pratama³, Ray Ariz Jauhar⁴, Sudadi⁵, Rahmi Hidayati⁶

^{1,2,3,4,5} PT PLN Indonesia Power UP Merah Mata PLTG Borang

⁶ Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

e-mail: *rahmi.hidayati@untirta.ac.id

Abstract / Abstrak

Industrial waste reuse offers opportunities to advance circular economy practices while strengthening community enterprises. This study examines the reuse of operational materials from the Borang Gas Power Plant to support poultry farming through the MARGI TENTREM Program in Merah Mata Village, Banyuasin Regency, South Sumatra, Indonesia. A mixed-methods case study design was employed, incorporating surveys, interviews, focus group discussions, observations, and document reviews. Data were analyzed using material flow analysis, before-and-after comparisons, and thematic analysis. The findings indicate that 50 components from used LM6000 main filters were repurposed into poultry housing infrastructure, representing 100% utilization of the recorded program inventory. The estimated replacement procurement value of seven poultry cages was IDR 23,800,000, although net cost savings require verification of actual processing costs. The number of chickens increased from 100 to 200, mortality declined from 10% to 5%, and net profit increased from IDR 10,000,000 to IDR 13,000,000. The program also supported skills development and group management. However, these changes cannot be attributed solely to material reuse because other interventions were implemented concurrently. The study provides an analytical framework linking industrial material reuse, infrastructure efficiency, and community empowerment while emphasizing material safety and business sustainability.

Keywords / Kata kunci

Circular Economy; Community Empowerment; Industrial Material Reuse; Poultry Farming; Power Plant Operational Waste

Pemanfaatan kembali material sisa industri berpotensi mendukung ekonomi sirkular sekaligus meningkatkan kapasitas usaha masyarakat. Penelitian ini bertujuan menganalisis pemanfaatan material bekas operasional PLTG Borang sebagai sarana peternakan ayam melalui Program MARGI TENTREM di Desa Merah Mata, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. Penelitian menggunakan pendekatan *mixed methods* dengan desain studi kasus melalui survei, wawancara, diskusi kelompok terarah, observasi, dan telaah dokumen. Analisis dilakukan menggunakan neraca aliran material, perbandingan sebelum-sesudah, dan analisis tematik. Hasil menunjukkan bahwa 50 komponen bekas Mainfilter LM6000 dimanfaatkan menjadi konstruksi kandang ayam, dengan tingkat pemanfaatan 100% dari inventaris material program. Nilai pengadaan pembanding tujuh kandang mencapai Rp23.800.000, sedangkan penghematan bersih masih memerlukan verifikasi biaya transformasi. Jumlah ternak meningkat dari 100 menjadi 200 ekor, mortalitas menurun dari 10% menjadi 5%, dan laba bersih meningkat dari Rp10.000.000 menjadi Rp13.000.000. Program juga mendukung pengembangan keterampilan dan pengelolaan kelompok. Namun, perubahan usaha belum dapat diatribusikan sepenuhnya pada pemanfaatan material karena terdapat intervensi pendampingan lainnya. Penelitian ini memberikan kerangka analisis ekonomi sirkular yang menghubungkan pemanfaatan material industri, efisiensi sarana, dan pemberdayaan masyarakat dengan memperhatikan keamanan serta keberlanjutan usaha.

Ekonomi Sirkular; Limbah Operasional; Pembangkit; Pemanfaatan Kembali Material; Pemberdayaan Masyarakat; Peternakan Ayam

Article Info

Received: Agustus 29, 2026

Accepted: September 02, 2026

Published: September 29, 2026

Copyright © 2026 The Author(s). Published by Suwaib Amiruddin Foundation, Indonesia.
This is an Open Access article under the CC BY 4.0 license

Pendahuluan

Aktivitas industri merupakan salah satu penggerak pertumbuhan ekonomi yang sekaligus menghasilkan material sisa dari proses produksi, pemeliharaan peralatan, dan penggantian komponen operasional.

Dalam sistem ekonomi linear, material yang tidak lagi memenuhi fungsi awalnya cenderung dikeluarkan dari proses produksi dan diarahkan pada pengelolaan limbah. Pendekatan tersebut berpotensi menghilangkan nilai guna material yang

sebenarnya masih dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan lain. Ekonomi sirkular menawarkan perubahan paradigma melalui pengurangan penggunaan sumber daya baru, perpanjangan masa pakai material, penggunaan kembali, perbaikan, dan pemulihan nilai sumber daya. Mirata et al., (2024) menjelaskan bahwa pertukaran dan pemanfaatan material sekunder dalam kerangka simbiosis industri tidak hanya menghasilkan penghematan biaya, tetapi juga berkaitan dengan penciptaan pendapatan, pengendalian risiko, dan nilai nonfinansial. Perspektif tersebut menunjukkan bahwa penerapan ekonomi sirkular perlu dianalisis berdasarkan manfaat yang benar-benar tercipta sepanjang proses pemanfaatan material, bukan sekadar keberadaan aktivitas penggunaan kembali limbah.

Dalam sektor pembangkitan energi, kegiatan pemeliharaan dan penggantian komponen peralatan menghasilkan material sisa dengan karakteristik yang berbeda menurut sumber, fungsi, dan kondisi penggunaannya. Sebagian material berpotensi dimanfaatkan kembali setelah melalui identifikasi, pemilahan, pemeriksaan kelayakan, dan pengolahan yang sesuai. Namun, pemanfaatan tersebut memerlukan pertimbangan terhadap ketertelusuran asal material, klasifikasi limbah, karakteristik teknis, dan risiko lingkungan maupun keselamatan. Angstmann & Gärtner, (2026) melalui analisis terhadap 46 kasus simbiosis industri internasional, menunjukkan bahwa pertukaran produk samping industri memiliki konfigurasi yang beragam berdasarkan kedekatan geografis, hubungan antarsektor, dan struktur jaringan kerja sama. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa pemanfaatan material industri tidak harus terbatas pada hubungan antarpelaku usaha dalam sektor yang sama, tetapi dapat berkembang melalui keterhubungan dengan sektor pengguna yang memiliki kebutuhan material berbeda. Meskipun demikian, pemanfaatan lintas sektor tetap memerlukan kesesuaian karakteristik material dengan fungsi baru yang direncanakan.

Pengembangan ekonomi sirkular melalui pemanfaatan material bekas juga perlu memperhatikan keseimbangan manfaat lingkungan dan ekonomi. Penggunaan kembali komponen industri berpotensi mengurangi kebutuhan

pembelian material baru dan memperpanjang masa manfaat sumber daya. Namun, nilai ekonomi yang dihasilkan tidak dapat dihitung hanya berdasarkan harga pengadaan material pengganti karena proses pemilahan, pengangkutan, modifikasi, perakitan, pemeriksaan, dan pemeliharaan dapat menimbulkan biaya tambahan. Mirata et al., (2024) menempatkan biaya, pendapatan, risiko, dan nilai nonfinansial sebagai dimensi penting dalam penilaian manfaat simbiosis industri. Oleh karena itu, evaluasi ekonomi sirkular membutuhkan pengukuran aliran material dan biaya aktual agar manfaat penggunaan kembali dapat dibedakan dari subsidi, bantuan perusahaan, atau pengalihan beban pembiayaan kepada pihak lain.

Penerapan ekonomi sirkular pada tingkat masyarakat memperluas orientasi pengelolaan sumber daya dari efisiensi operasional perusahaan menuju penciptaan manfaat sosial dan penguatan kegiatan ekonomi lokal. Dalam konteks tersebut, material sisa industri dapat menjadi sumber daya produktif apabila karakteristiknya sesuai dengan kebutuhan usaha masyarakat. Ma'ruf et al., (2025) melalui kajian kolaborasi pemerintah, perusahaan, dan komunitas dalam pengelolaan sampah perkotaan di Surabaya, memperlihatkan pentingnya hubungan multipihak dalam pembentukan nilai publik melalui praktik ekonomi sirkular. Sementara itu, Chandra et al., (2026) menunjukkan bahwa integrasi ekonomi sirkular dengan kewirausahaan sosial pada pengelolaan sampah berbasis masyarakat dapat mendukung pembentukan keterampilan, partisipasi, dan nilai ekonomi, meskipun keberlanjutannya masih menghadapi keterbatasan infrastruktur, pasar, dan dukungan kelembagaan. Kedua penelitian tersebut mengindikasikan bahwa manfaat sosial ekonomi tidak hanya bergantung pada ketersediaan material, tetapi juga pada kapasitas organisasi masyarakat untuk mengelola dan mempertahankan kegiatan produktif secara berkelanjutan.

Pemberdayaan masyarakat dalam program ekonomi sirkular memerlukan perubahan yang lebih substantif dibandingkan penyerahan sarana produksi atau bantuan material. Pemberdayaan berkaitan dengan kemampuan kelompok untuk mengakses sumber daya, meningkatkan pengetahuan dan

keterampilan, mengelola kegiatan usaha, membuat keputusan, serta mempertahankan manfaat tanpa ketergantungan penuh pada pemberi bantuan. Warsiyah et al., (2025) menunjukkan bahwa penguatan partisipasi dan pengelolaan sistem ekonomi sirkular berbasis masyarakat berkaitan dengan keberlanjutan ekonomi lokal. Temuan Nurhayati & Tini (2026) juga memperlihatkan bahwa pengelolaan limbah berbasis kewirausahaan sosial dapat menghubungkan pemanfaatan teknologi dengan kesempatan ekonomi, keterlibatan masyarakat, dan penguatan hubungan sosial. Hasil kedua kajian tersebut memberikan dasar bahwa keberhasilan program pemanfaatan material industri perlu dilihat melalui perubahan kapasitas penerima manfaat, pengelolaan usaha, dan keberlanjutan kelembagaan, bukan hanya melalui nilai bantuan yang disalurkan.

Dalam bidang peternakan ayam, penyediaan sarana produksi yang memadai merupakan salah satu kebutuhan penting untuk mendukung kegiatan pemeliharaan, produktivitas, kesehatan ternak, dan efisiensi usaha. Peternakan ayam juga menghadapi tekanan dari perubahan biaya pakan, risiko penyakit, fluktuasi harga jual, serta kebutuhan peningkatan kemampuan manajerial peternak. Sumiati et al. (2025) mengidentifikasi berbagai tantangan keberlanjutan peternakan unggas di Indonesia yang mencakup dimensi produksi, sumber daya, dan pengelolaan usaha. Persoalan tersebut memperlihatkan bahwa penguatan peternakan tidak cukup dilakukan melalui peningkatan jumlah ternak, tetapi juga perlu memperhatikan dukungan infrastruktur, manajemen produksi, kesehatan ternak, serta kemampuan peternak menghadapi perubahan kondisi pasar. Dalam konteks kelompok peternak skala kecil, pengurangan kebutuhan investasi sarana dapat menjadi salah satu pendekatan untuk memperkuat kapasitas usaha, sepanjang sarana yang digunakan memenuhi persyaratan teknis dan keselamatan.

Keterkaitan ekonomi sirkular dengan sektor peternakan selama ini juga berkembang melalui kajian pengelolaan limbah ternak dan pemanfaatan sumber daya pada kegiatan produksi. Febriyanti et al., (2025) melalui penelitian terhadap peternak ayam pedaging di Kabupaten Bangkalan, menemukan bahwa persepsi peternak terhadap pengelolaan limbah berbasis

ekonomi sirkular dipengaruhi oleh beberapa karakteristik usaha, khususnya jumlah ternak. Temuan tersebut menunjukkan bahwa penerimaan terhadap praktik ekonomi sirkular berkaitan dengan kondisi dan kapasitas pelaku usaha. Namun, penggunaan material sisa dari sektor industri energi sebagai sarana pendukung peternakan memiliki karakter persoalan yang berbeda karena melibatkan kesesuaian material lintas sektor, proses perubahan fungsi, keamanan penggunaan, serta distribusi manfaat antara perusahaan dan kelompok peternak. Oleh sebab itu, penerapan ekonomi sirkular dalam hubungan tersebut memerlukan kerangka analisis yang menghubungkan proses teknis pemanfaatan material dengan hasil ekonomi dan sosial pada tingkat penerima manfaat.

Di sisi lain, pengembangan ekonomi sirkular berbasis komunitas memerlukan kemampuan untuk mempertahankan kegiatan usaha setelah intervensi awal berakhir. Pambudi et al., (2025) menunjukkan bahwa partisipasi masyarakat dalam sistem pengelolaan limbah berbasis ekonomi sirkular berkaitan dengan dimensi kelembagaan, teknis, sosial, lingkungan, dan ekonomi. Kubota (2024) dalam kajian pengelolaan sampah plastik Sungai Citarum, juga menggarisbawahi pentingnya tata kelola kolaboratif untuk menghubungkan pelaku dan tanggung jawab dalam sistem pengelolaan lingkungan. Meskipun kedua penelitian tersebut menggunakan konteks pengelolaan sampah yang berbeda dari peternakan, keduanya memperlihatkan bahwa keberlanjutan pemanfaatan sumber daya memerlukan koordinasi kelembagaan, pembagian peran, serta mekanisme pengelolaan yang dapat dijalankan secara konsisten. Dalam program pemberdayaan berbasis pemanfaatan material industri, aspek tersebut menjadi relevan untuk memastikan bahwa sarana yang telah diberikan benar-benar digunakan, dipelihara, dan memberikan manfaat bagi kegiatan usaha kelompok.

Berdasarkan perkembangan kajian tersebut, penelitian ekonomi sirkular telah memberikan penjelasan yang semakin luas mengenai pertukaran material industri, pembentukan nilai ekonomi, tata kelola kolaboratif, dan pemberdayaan masyarakat. Akan tetapi, kajian mengenai hubungan antara pemanfaatan komponen sisa operasional pembangkit listrik dengan penguatan usaha peternakan masyarakat

masih memerlukan pendalaman, terutama dalam menghubungkan identifikasi material, proses transformasi, penghematan biaya, perubahan kinerja usaha, dan kapasitas kelembagaan penerima manfaat. Penilaian yang hanya berfokus pada banyaknya material yang dimanfaatkan berisiko mengabaikan biaya transformasi dan keamanan penggunaannya. Sebaliknya, penilaian yang hanya berorientasi pada peningkatan pendapatan dapat mengabaikan kontribusi intervensi lain, seperti bantuan bibit ternak, pakan, dan pendampingan. Karena itu, diperlukan analisis yang mampu membedakan manfaat langsung penggunaan material dari perubahan usaha yang terjadi bersamaan dengan berbagai bentuk dukungan program.

PT PLN Indonesia Power UP Merah Mata PLTG Borang mengembangkan Program MARGI TENTREM sebagai bentuk pemanfaatan sumber daya perusahaan untuk mendukung kegiatan peternakan masyarakat di Desa Merah Mata, Kecamatan Banyuasin I, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Program tersebut menghubungkan pemanfaatan material bekas Mainfilter LM6000 dengan pengembangan sarana kandang ayam serta kegiatan pemberdayaan kelompok peternak. Intervensi yang dijelaskan dalam program mencakup pemanfaatan material untuk pembuatan kandang, bantuan bibit ayam dan pakan, pelatihan pemeliharaan ternak, serta penguatan keterampilan produksi pakan secara mandiri. Keterpaduan kegiatan tersebut memberikan dasar untuk mengkaji ekonomi sirkular sebagai pendekatan pengelolaan material yang tidak berhenti pada lingkungan perusahaan, melainkan terhubung dengan kebutuhan usaha masyarakat. Namun, manfaat setiap komponen intervensi perlu dianalisis secara terpisah agar penghematan yang berasal dari penggunaan kembali material tidak disamakan dengan hasil bantuan dan pendampingan lainnya.

Dalam pelaksanaannya, material bekas Mainfilter LM6000 diarahkan untuk digunakan sebagai bagian dari konstruksi kandang ayam melalui tahapan identifikasi, pemilahan, penyesuaian ukuran, perakitan, dan pemeriksaan kelayakan. Pemanfaatan tersebut berpotensi mengurangi kebutuhan pengadaan komponen baru dan memberikan dukungan infrastruktur bagi kegiatan usaha

kelompok. Akan tetapi, penilaian terhadap tingkat pemanfaatan material memerlukan pencatatan jumlah material yang tersedia dan digunakan dalam satuan yang konsisten, sedangkan manfaat ekonominya membutuhkan perbandingan biaya pada kondisi yang setara. Selain itu, penggunaan kembali material bekas pembangkit harus mempertimbangkan klasifikasi limbah, ketertelusuran asal material, keamanan konstruksi, serta kelayakannya untuk digunakan di lingkungan peternakan. Aspek-aspek tersebut menjadi penting karena tujuan pengurangan limbah tidak boleh mengabaikan keselamatan pekerja, kesehatan ternak, dan keberlanjutan kegiatan usaha.

Penelitian ini bertujuan menganalisis penerapan ekonomi sirkular melalui pemanfaatan material sisa operasional PLTG Borang sebagai sarana pendukung peternakan ayam dalam Program MARGI TENTREM. Analisis diarahkan untuk mengidentifikasi aliran material dan proses perubahan fungsi, menilai tingkat pemanfaatan serta efisiensi biaya, membandingkan kondisi produksi dan ekonomi usaha sebelum dan sesudah intervensi, serta menelaah perubahan kapasitas dan kelembagaan kelompok peternak. Dengan menggunakan pendekatan *mixed methods* melalui desain studi kasus, penelitian menghubungkan pengukuran kuantitatif dengan penjelasan kualitatif mengenai proses pemberdayaan dan faktor-faktor yang memengaruhi keberlanjutan program. Hasil kajian diharapkan memberikan pemahaman yang lebih terukur mengenai hubungan antara pemanfaatan kembali material industri, efisiensi usaha peternakan, dan pemberdayaan masyarakat, sekaligus menjadi dasar evaluasi penerapan ekonomi sirkular lintas sektor yang memperhatikan aspek teknis, ekonomi, sosial, dan keselamatan.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode campuran (*mixed methods*) dengan desain studi kasus untuk menganalisis penerapan ekonomi sirkular melalui pemanfaatan material sisa operasional Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) Borang sebagai sarana pendukung peternakan ayam dalam Program MARGI TENTREM. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur tingkat

pemanfaatan material, efisiensi biaya penyediaan sarana peternakan, perubahan produksi, tingkat kematian ternak, dan kinerja ekonomi usaha sebelum dan sesudah intervensi. Sementara itu, pendekatan kualitatif digunakan untuk memahami proses transformasi material, penerimaan inovasi, perubahan keterampilan, pembagian peran, serta kapasitas kelembagaan kelompok peternak. Integrasi kedua pendekatan dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran kuantitatif dengan informasi wawancara, observasi, dan dokumentasi program untuk memperoleh pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai manfaat serta keterbatasan intervensi.

Penelitian dilaksanakan pada Agustus 2026 di Desa Merah Mata, Kecamatan Banyuasin I, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan, dengan objek kajian Program MARGI TENTREM yang dikembangkan oleh PT PLN Indonesia Power UP Merah Mata PLTG Borang. Periode analisis mencakup kondisi sebelum intervensi pada tahun 2025 dan kondisi setelah intervensi pada tahun 2026, dengan memperhatikan kesetaraan periode pengamatan untuk indikator produksi dan keuangan. Unit analisis meliputi aliran material sisa operasional PLTG Borang, proses pemanfaatannya sebagai konstruksi kandang ayam, serta perubahan kondisi usaha dan kapasitas kelembagaan kelompok penerima manfaat. Responden penelitian mencakup anggota kelompok peternak, sedangkan informan kunci dipilih secara purposif berdasarkan keterlibatan dan pengetahuannya terhadap perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, dan pemanfaatan program. Informan tersebut mencakup pengurus kelompok, pendamping program, unsur lingkungan dan pemeliharaan PLTG Borang, serta pemerintah desa. Jumlah akhir responden dan informan mengacu pada daftar keanggotaan serta catatan pengumpulan data yang telah diverifikasi.

Pengumpulan data dilakukan melalui survei, wawancara mendalam, diskusi kelompok terarah (*focus group discussion*), observasi lapangan, dan telaah dokumen. Survei digunakan untuk memperoleh informasi mengenai kondisi usaha peternakan, jumlah ternak, biaya operasional, volume produksi, penerimaan, laba, pendapatan anggota, dan persepsi terhadap manfaat program. Wawancara

mendalam diarahkan untuk mengidentifikasi proses pemanfaatan material, pengalaman penerima manfaat, perubahan keterampilan, mekanisme pengambilan keputusan, serta kendala operasional dan kelembagaan. Diskusi kelompok terarah digunakan untuk memperoleh penjelasan bersama mengenai proses pelaksanaan intervensi, pembagian tanggung jawab, dan keberlanjutan kegiatan usaha. Observasi difokuskan pada kondisi konstruksi kandang, pemanfaatan material bekas Mainfilter LM6000, proses pemeliharaan ayam, serta praktik pengelolaan dan keselamatan kerja. Telaah dokumen mencakup laporan program, catatan inventaris material, dokumentasi penyerahan dan perakitan kandang, catatan produksi, bukti transaksi, dan dokumen pemeriksaan material yang tersedia.

Analisis kuantitatif diawali dengan penyusunan neraca aliran material (*material flow analysis*) untuk mengidentifikasi sumber, jenis, jumlah, proses transformasi, dan penggunaan akhir material bekas Mainfilter LM6000. Tingkat pemanfaatan material dihitung dengan membandingkan jumlah material yang digunakan kembali terhadap jumlah material yang tersedia pada periode pengamatan yang sama, kemudian dikalikan 100%. Pengukuran dilakukan menggunakan satuan yang konsisten, yaitu jumlah komponen untuk perhitungan berbasis unit dan kilogram untuk perhitungan berbasis massa. Jumlah material yang digunakan kembali tidak disamakan dengan keseluruhan limbah pembangkit apabila cakupan inventaris hanya meliputi komponen tertentu. Selain itu, tahapan pemilahan, pembersihan, pemotongan, pengelasan, perakitan, pemeriksaan kelayakan, dan pemasangan kandang dianalisis untuk memahami proses perubahan fungsi material industri menjadi infrastruktur produktif masyarakat.

Analisis efisiensi ekonomi dilakukan melalui perbandingan antara biaya penyediaan kandang menggunakan material baru dan biaya aktual penyediaan kandang melalui pemanfaatan kembali material bekas. Penghematan biaya dihitung sebagai selisih antara kedua alternatif tersebut pada spesifikasi dan jumlah kandang yang setara. Biaya aktual mencakup komponen yang relevan, seperti material tambahan, tenaga kerja, pengangkutan, modifikasi, pengelasan, perakitan, dan pemasangan, sepanjang dapat diidentifikasi dalam

dokumentasi program. Analisis membedakan pengeluaran yang ditanggung kelompok penerima manfaat dari keseluruhan biaya ekonomi pelaksanaan program sehingga bantuan perusahaan tidak secara otomatis ditafsirkan sebagai biaya produksi yang bernilai nol. Perbandingan ini digunakan untuk menilai potensi efisiensi penggunaan sumber daya secara lebih proporsional.

Perubahan kinerja usaha peternakan dianalisis menggunakan pendekatan perbandingan sebelum dan sesudah intervensi (*before-and-after comparison*). Indikator yang dibandingkan meliputi jumlah ternak, tingkat kematian, produksi, omzet, biaya operasional, laba bersih, dan pendapatan anggota. Laba bersih dihitung berdasarkan selisih antara total penerimaan dan seluruh biaya usaha yang relevan, sedangkan persentase perubahan setiap indikator dihitung dari selisih nilai setelah dan sebelum intervensi yang dibagi dengan nilai sebelum intervensi, kemudian dikalikan 100%. Pendapatan anggota dianalisis secara terpisah dari laba usaha kelompok karena keduanya dapat memiliki dasar penghitungan dan mekanisme distribusi yang berbeda. Perbandingan dilakukan dengan mempertimbangkan durasi periode pengamatan, kapasitas produksi, harga pakan, harga jual ayam, kejadian penyakit, dan perubahan kondisi pasar. Dengan desain studi kasus sebelum–sesudah tanpa kelompok kontrol, perubahan yang teridentifikasi ditafsirkan sebagai perubahan yang berlangsung selama periode program, bukan sebagai bukti hubungan sebab-akibat yang sepenuhnya dapat diatribusikan kepada pemanfaatan material bekas.

Data kualitatif dianalisis menggunakan analisis tematik melalui tahapan pengorganisasian data, pembacaan transkrip dan catatan observasi, pemberian kode, pengelompokan tema, serta interpretasi hubungan antartemuan. Tema analisis mencakup penerimaan terhadap pemanfaatan material, peningkatan keterampilan teknis, pembagian peran kelompok, pengelolaan keuangan, pengambilan keputusan, akses pasar, dan kemampuan mempertahankan usaha. Analisis kelembagaan tidak hanya didasarkan pada keberadaan struktur organisasi, tetapi juga mempertimbangkan kemampuan anggota dalam menjalankan

tanggung jawab, mengelola kegiatan produksi, melakukan pencatatan usaha, dan menyelesaikan permasalahan secara mandiri. Temuan kualitatif kemudian dihubungkan dengan perubahan indikator kuantitatif untuk menjelaskan kemungkinan mekanisme manfaat serta faktor-faktor yang membatasi keberlanjutan program.

Keabsahan hasil penelitian diperkuat melalui pemeriksaan kesesuaian informasi dari berbagai sumber dan teknik pengumpulan data. Data jumlah material, biaya, produksi, dan pendapatan diperiksa berdasarkan dokumen pendukung yang tersedia, sedangkan penjelasan mengenai perubahan kapasitas kelompok dibandingkan dengan hasil wawancara dan observasi. Perbedaan informasi antarsumber diidentifikasi dan ditelusuri agar tidak menghasilkan kesimpulan yang hanya didasarkan pada persepsi salah satu pihak. Penilaian keamanan material dilakukan secara terbatas berdasarkan bukti klasifikasi limbah, catatan pengelolaan, pemeriksaan kondisi fisik, dan dokumen pengujian yang tersedia. Tanpa bukti teknis yang memadai, penelitian tidak menyimpulkan bahwa seluruh material bekas secara otomatis aman bagi pekerja, ternak, dan lingkungan peternakan.

Aspek etika penelitian diperhatikan melalui pemberian informasi mengenai tujuan penelitian, penggunaan data, kerahasiaan identitas responden, dan kebebasan berpartisipasi. Informasi mengenai pendapatan serta kondisi usaha diperlakukan sebagai data penelitian yang perlu dijaga kerahasiaannya. Hasil analisis disajikan dengan membedakan temuan yang dapat diverifikasi, penjelasan berdasarkan pengalaman informan, dan interpretasi peneliti. Keterbatasan penelitian terutama berkaitan dengan penggunaan satu studi kasus, ketergantungan pada ketersediaan dokumentasi program, perbedaan kondisi usaha antartahun, serta tidak adanya kelompok pembanding yang memungkinkan pengujian dampak kausal secara lebih kuat. Oleh karena itu, hasil penelitian diarahkan untuk memberikan pemahaman kontekstual mengenai hubungan antara pemanfaatan kembali material industri, efisiensi usaha peternakan, dan pemberdayaan kelompok masyarakat.

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Program MARGI TENTREM dan Kondisi Kelompok Peternak

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Program MARGI TENTREM yang dikembangkan oleh PT PLN Indonesia Power UP Merah Mata PLTG Borang merupakan bentuk intervensi pemberdayaan masyarakat yang menghubungkan pemanfaatan material sisa operasional pembangkit dengan pengembangan usaha peternakan ayam. Program ini dilaksanakan di Desa Merah Mata, Kecamatan Banyuasin I, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Kegiatan yang dikembangkan mencakup pemanfaatan komponen bekas Mainfilter LM6000 sebagai bahan konstruksi kandang ayam, penyediaan bibit ternak dan pakan, serta pendampingan mengenai pemeliharaan ternak dan pembuatan pakan secara mandiri.

Berdasarkan uraian profil program, kelompok MARGI TENTREM telah menjalankan usaha peternakan ayam petelur dan pedaging sejak tahun 2024. Sebelum pelaksanaan intervensi, kegiatan kelompok menghadapi keterbatasan sarana produksi, biaya operasional, keterampilan teknis, dan akses pasar. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa persoalan pengembangan usaha peternakan tidak hanya berkaitan dengan ketersediaan jumlah ternak, tetapi juga dengan kemampuan menyediakan infrastruktur pendukung, mengelola biaya, dan mempertahankan produktivitas. Intervensi perusahaan diarahkan untuk menjawab sebagian kebutuhan tersebut melalui pemanfaatan material bekas dan dukungan kegiatan peternakan.

Kelompok penerima manfaat memiliki struktur organisasi yang mencakup unsur ketua, sekretaris, bendahara, dan anggota. Dalam uraian profil dan daftar kelompok, jumlah anggota disebut sebanyak 10 orang, sedangkan bagian metode pada naskah awal mencantumkan 12 orang. Perbedaan tersebut menunjukkan perlunya verifikasi data keanggotaan agar penilaian mengenai jumlah penerima manfaat dan distribusi pendapatan menggunakan dasar yang konsisten. Pendampingan program dilaporkan berlangsung melalui pemantauan langsung dengan frekuensi sekitar tiga bulan sekali. Mekanisme tersebut memberikan ruang untuk mengidentifikasi perkembangan usaha, meskipun efektivitas pendampingan tetap memerlukan

dokumentasi mengenai kegiatan, permasalahan yang ditemukan, serta tindak lanjut yang dilakukan kelompok.

Temuan ini memiliki keterkaitan dengan penelitian Sambuo & Kasagama (2025) yang menunjukkan bahwa kinerja peternakan unggas skala kecil dipengaruhi oleh ketersediaan sumber daya, biaya pakan, layanan kesehatan ternak, serta kemampuan teknis peternak. Rabbani et al., (2026) juga menunjukkan bahwa dukungan kelembagaan dalam usaha ayam petelur dapat berkontribusi terhadap pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan, pendanaan, dan penguatan pengelolaan usaha. Kedua penelitian tersebut memberikan dasar bahwa keberhasilan MARGI TENTREM perlu dinilai sebagai hasil keterkaitan antara dukungan sarana, kemampuan peternak, dan pengelolaan kelompok, bukan hanya berdasarkan penyerahan kandang atau peningkatan jumlah ternak.

Aliran Material Bekas Mainfilter LM6000 dan Proses Pemanfaatan Kembali

Pemanfaatan material bekas Mainfilter LM6000 merupakan komponen utama penerapan ekonomi sirkular dalam Program MARGI TENTREM. Material yang sebelumnya tidak lagi digunakan untuk fungsi operasional asalnya diarahkan menjadi komponen konstruksi kandang ayam. Proses ini memperlihatkan adanya perubahan fungsi material dari kebutuhan pemeliharaan peralatan pembangkit menuju sarana produktif pada kegiatan peternakan masyarakat.

Dokumentasi program menunjukkan bahwa material yang dimanfaatkan meliputi pipa berukuran 2 dan 3 inci, kawat filter bekas, besi siku dengan ketebalan sekitar 2 mm dan lebar sekitar 4 cm, engsel pintu berukuran 3 inci, serta baut dan sekrup sebagai pengikat. Material tersebut digunakan dalam pembuatan kandang ayam dengan ukuran panjang 195 cm, lebar 60 cm, dan tinggi 80 cm. Tahapan pemanfaatan dimulai dari identifikasi material, pemilahan, pembersihan atau penyesuaian komponen, pengukuran dan pemotongan, perakitan rangka melalui pengelasan, pemasangan kawat serta pintu kandang, hingga pemeriksaan akhir konstruksi.

Dalam dokumen penelitian, jumlah material yang tersedia selama periode 2025-2026 disebut sebanyak 50 komponen, dan

seluruhnya dilaporkan telah dimanfaatkan. Berdasarkan jumlah komponen yang dicatat tersebut, tingkat pemanfaatan mencapai 100%. Namun, persentase ini hanya menggambarkan penggunaan seluruh komponen dalam inventaris yang menjadi objek program dan tidak dapat ditafsirkan sebagai pemanfaatan seluruh limbah operasional PLTG Borang. Selain itu, abstrak mencantumkan massa material sebesar 450 kilogram. Kedua ukuran tersebut memerlukan pencatatan yang saling terhubung untuk memastikan bahwa jumlah komponen, massa total, dan cakupan material yang dimanfaatkan merujuk pada objek yang sama.

Dalam perspektif ekonomi sirkular, proses perubahan fungsi tersebut mencerminkan praktik penggunaan kembali material melalui modifikasi dan penyesuaian terhadap kebutuhan baru. Moreira et al., (2023) melalui penelitian mengenai simbiosis industri dalam jaringan perusahaan pertanian di Brasil, menunjukkan bahwa pertukaran material sisa dapat membentuk hubungan produktif antara penghasil dan penerima material apabila didukung kesesuaian kebutuhan, pengaturan aliran material, dan manfaat ekonomi bagi kedua pihak. Penelitian tersebut memberikan dasar perbandingan bahwa penggunaan material bekas Mainfilter LM6000 tidak hanya berkaitan dengan pengurangan material yang tidak termanfaatkan, tetapi juga dengan penciptaan hubungan antara sektor energi dan kegiatan usaha masyarakat.

Edirisinghe et al., (2024) menekankan bahwa pemilihan jalur pemanfaatan kembali material industri memerlukan pertimbangan terhadap kesesuaian karakteristik material dan pilihan proses pemulihan. Dalam konteks MARGI TENTREM, keputusan menggunakan material bekas sebagai kandang ayam perlu mempertimbangkan kekuatan konstruksi, kesesuaian ukuran, kondisi permukaan, keamanan sambungan, dan kemungkinan kontaminasi dari penggunaan sebelumnya. Karena itu, pemeriksaan kelayakan tidak dapat dipisahkan dari perhitungan manfaat ekonomi sirkular.

Pengalaman Gobetti et al., (2025) mengenai substitusi material dalam praktik simbiosis industri juga memperlihatkan bahwa manfaat lingkungan dari penggunaan material sekunder berkaitan dengan

kemampuan material pengganti memenuhi fungsi teknis yang diperlukan. Temuan tersebut mendukung perlunya evaluasi terhadap mutu hasil transformasi, bukan hanya jumlah material yang dipindahkan dari perusahaan kepada masyarakat.

Dengan demikian, hasil penelitian mengidentifikasi adanya proses pemanfaatan kembali material industri menjadi sarana pendukung peternakan. Namun, besarnya pengurangan limbah yang dihasilkan serta kelayakan penggunaan material dalam jangka panjang memerlukan neraca aliran material berbasis massa dan dokumen pemeriksaan keselamatan yang dapat diverifikasi.

Efisiensi Biaya Penyediaan Kandang melalui Pemanfaatan Material Bekas

Pemanfaatan material bekas Mainfilter LM6000 memiliki implikasi terhadap kebutuhan pembiayaan penyediaan sarana peternakan. Berdasarkan catatan program, harga perbandingan penyediaan satu kandang menggunakan material baru adalah Rp3.400.000. Apabila tujuh kandang dipenuhi melalui pemanfaatan material bekas dengan spesifikasi yang setara, nilai pengadaan perbandingan mencapai Rp23.800.000.

Besaran tersebut sesuai dengan nilai penghematan yang dilaporkan dalam manuskrip. Namun, dokumen juga menyatakan bahwa biaya kandang setelah intervensi adalah Rp0. Angka tersebut perlu dibedakan antara pengeluaran langsung kelompok penerima manfaat dan keseluruhan biaya ekonomi kegiatan. Meskipun kelompok tidak mengeluarkan dana untuk memperoleh kandang, proses transformasi material masih dapat memerlukan biaya tenaga kerja, pemotongan, pengelasan, bahan tambahan, pengangkutan, pemasangan, dan pemeliharaan.

Oleh karena itu, Rp23.800.000 lebih tepat dinyatakan sebagai nilai pengadaan kandang perbandingan atau estimasi pengeluaran yang dapat dihindari oleh kelompok sebelum dikurangi biaya aktual penyediaan kandang melalui material bekas. Penghematan ekonomi bersih baru dapat ditetapkan setelah seluruh komponen biaya relevan dihitung. Perbedaan tersebut penting untuk memastikan bahwa manfaat ekonomi sirkular tidak dinilai secara berlebihan akibat tidak tercatatnya biaya

yang ditanggung perusahaan atau pihak pendamping.

Penelitian Syafrudin et al., (2024) yang menggunakan *life cycle assessment* dan *material flow analysis* untuk mengevaluasi pengelolaan sampah di Kabupaten Batang, menunjukkan pentingnya menghubungkan aliran material dengan evaluasi dampak sistem pengelolaan. Dalam konteks MARGI TENTREM, pendekatan serupa memberikan dasar untuk menilai apakah penggunaan material bekas benar-benar mengurangi kebutuhan material baru dan menghasilkan manfaat ekonomi setelah memperhitungkan proses transformasinya.

Selanjutnya, Parung et al., (2026) menunjukkan bahwa peningkatan tingkat sirkularitas material tidak secara otomatis menghasilkan peningkatan keberlanjutan secara keseluruhan. Biaya logistik, pembersihan, infrastruktur, dan keterlibatan pemangku kepentingan dapat memengaruhi manfaat lingkungan, sosial, maupun ekonomi suatu sistem penggunaan kembali. Temuan tersebut relevan untuk menafsirkan hasil MARGI TENTREM karena efisiensi pembelian kandang tidak dapat secara langsung disamakan dengan efisiensi total program.

Hasil analisis ini memperlihatkan bahwa pemanfaatan material bekas memberikan peluang pengurangan kebutuhan pengadaan sarana peternakan. Namun, pengukuran manfaat ekonomi yang lebih akurat membutuhkan perbandingan antara biaya pembuatan kandang konvensional dan seluruh biaya aktual pemanfaatan material, dengan memperhatikan spesifikasi, fungsi, serta masa pakai kandang yang dibandingkan.

Perubahan Produksi, Mortalitas, dan Kinerja Ekonomi Usaha Peternakan

Perbandingan kondisi usaha sebelum dan sesudah intervensi menunjukkan adanya perubahan sejumlah indikator peternakan. Berdasarkan data yang dinarasikan dalam manuskrip, jumlah ayam meningkat dari 100 menjadi 200 ekor. Dengan demikian, kapasitas ternak yang dicatat mengalami kenaikan sebesar 100% dibandingkan kondisi awal. Pada periode yang sama, tingkat kematian ternak dilaporkan menurun dari 10% menjadi 5%, atau berkurang sebesar 5 poin persentase.

Penurunan tingkat kematian merupakan perubahan yang relevan bagi kinerja usaha peternakan karena dapat

berkaitan dengan berkurangnya kehilangan ternak serta peningkatan potensi hasil produksi. Namun, perubahan tersebut belum dapat diatribusikan secara langsung pada penggunaan kandang dari material bekas. Program MARGI TENTREM juga melibatkan bantuan bibit ayam, pakan, pelatihan pemeliharaan, dan pendampingan. Selain itu, kualitas pakan, kepadatan ternak, biosekuriti, kondisi cuaca, dan kejadian penyakit dapat memengaruhi tingkat kematian maupun produktivitas.

Sukmandari et al. (2026) melalui kegiatan pemberdayaan peternak ayam skala kecil di Desa Talok, menunjukkan bahwa pendampingan mengenai manajemen pemeliharaan, pakan, kesehatan lingkungan, dan biosekuriti dapat mendukung perbaikan produktivitas serta penurunan mortalitas. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa perubahan kinerja peternakan dalam MARGI TENTREM perlu ditafsirkan sebagai hasil yang berlangsung bersamaan dengan berbagai intervensi, bukan semata-mata sebagai konsekuensi penggunaan material bekas pembangkit.

Dalam aspek ekonomi, laba bersih usaha dilaporkan meningkat dari Rp10.000.000 menjadi Rp13.000.000. Perubahan tersebut menunjukkan kenaikan nominal sebesar Rp3.000.000 atau 30% apabila kedua angka mencerminkan periode usaha dan dasar penghitungan yang setara. Namun, peningkatan laba tidak dapat langsung dinyatakan sebagai dampak bersih pemanfaatan material bekas karena perubahan jumlah ternak, penerimaan penjualan, biaya pakan, pengadaan bibit, dan pengeluaran lainnya juga memengaruhi hasil usaha.

Apedro & Wulandari (2026) menunjukkan bahwa kinerja finansial peternakan ayam pedaging dipengaruhi oleh skala usaha, sistem kandang, dan struktur biaya produksi. Penelitian tersebut juga memperlihatkan pentingnya pengukuran biaya dan keuntungan pada periode produksi yang sebanding. Meskipun konteksnya berbeda dari kelompok MARGI TENTREM, pendekatan tersebut relevan untuk menilai apakah peningkatan laba terjadi karena efisiensi biaya kandang, bertambahnya kapasitas ternak, atau kombinasi berbagai faktor usaha.

Abstrak manuskrip juga melaporkan perubahan pendapatan anggota sebesar 12%. Namun, indikator tersebut berbeda dari

kenaikan laba bersih kelompok sebesar 30%. Perbedaan keduanya masih dapat diterima apabila pendapatan anggota dihitung berdasarkan distribusi keuntungan, honor kegiatan, atau pendapatan individual, sedangkan laba bersih merupakan hasil usaha kolektif. Agar tidak menimbulkan kesalahan interpretasi, penelitian perlu menyajikan nilai pendapatan anggota sebelum dan sesudah intervensi serta menjelaskan mekanisme pembagian hasil dalam kelompok.

Dengan demikian, perubahan jumlah ternak, mortalitas, dan laba yang tercatat memberikan indikasi perkembangan usaha selama periode intervensi. Akan tetapi, desain perbandingan sebelum–sesudah tanpa kelompok kontrol dan tanpa pemisahan kontribusi setiap kegiatan belum memungkinkan penarikan kesimpulan kausal bahwa seluruh perubahan tersebut dihasilkan oleh pemanfaatan material Mainfilter LM6000.

Penguatan Keterampilan dan Kapasitas Kelembagaan Kelompok

Selain manfaat material dan ekonomi, Program MARGI TENTREM diarahkan untuk memperkuat kapasitas kelompok dalam menjalankan usaha peternakan. Dokumentasi program menunjukkan adanya kegiatan pendampingan mengenai pemeliharaan ayam serta pengembangan kemampuan membuat pakan secara mandiri. Kelompok juga memiliki struktur organisasi dan pembagian tanggung jawab dalam pengelolaan kegiatan.

Informasi tersebut menunjukkan adanya komponen pengembangan kapasitas dalam intervensi program. Namun, keberadaan pelatihan dan struktur organisasi belum dengan sendirinya membuktikan peningkatan keterampilan atau kemandirian kelompok. Perubahan kapasitas perlu dinilai melalui kemampuan anggota menerapkan keterampilan yang diperoleh, menyusun catatan produksi dan keuangan, mengambil keputusan usaha, mengatasi gangguan produksi, serta merencanakan kegiatan lanjutan secara mandiri.

Rabbani et al. (2026) menunjukkan bahwa pemberdayaan masyarakat melalui usaha ayam petelur berkaitan dengan dukungan kelembagaan, pelatihan, pendanaan, dan partisipasi aktif masyarakat. Penelitian tersebut memperlihatkan bahwa bantuan sarana produksi akan lebih

bermakna apabila dihubungkan dengan penguatan keterampilan dan kemampuan kelompok mengelola usaha. Temuan ini sejalan dengan orientasi MARGI TENTREM yang tidak hanya menyediakan kandang, tetapi juga memberikan pendampingan untuk mendukung kegiatan peternakan.

Sambuo & Kasagama (2025) menemukan bahwa faktor teknis dan ekonomi, termasuk biaya pakan serta akses terhadap layanan kesehatan ternak, memiliki hubungan dengan kinerja peternak unggas. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa keberlanjutan kelompok MARGI TENTREM membutuhkan kemampuan mengelola risiko operasional dan ekonomi setelah tahap bantuan awal berakhir.

Dari perspektif pemberdayaan, kapasitas kelompok dapat dipahami melalui tiga dimensi. Pertama, kemampuan teknis yang mencakup pemeliharaan ternak, pemberian pakan, pengelolaan kandang, dan pencegahan penyakit. Kedua, kemampuan manajerial yang berkaitan dengan pembagian kerja, pencatatan transaksi, perencanaan produksi, dan pengelolaan keuntungan. Ketiga, kemampuan kelembagaan yang mencakup pengambilan keputusan bersama, pembentukan dana cadangan, akses pasar, serta kemampuan mempertahankan kegiatan tanpa bergantung sepenuhnya pada bantuan eksternal.

Berdasarkan data yang tersedia, penelitian dapat mengidentifikasi adanya dukungan pelatihan dan pembentukan struktur pengelolaan kelompok. Namun, tingkat peningkatan keterampilan dan kemandirian belum dapat ditentukan secara kuantitatif karena belum disajikan hasil pengukuran kemampuan sebelum dan sesudah intervensi maupun bukti perilaku organisasi yang terdokumentasi secara sistematis.

Keamanan Material dan Keberlanjutan Pemanfaatan Sumber Daya

Keberlanjutan ekonomi sirkular dalam MARGI TENTREM tidak hanya ditentukan oleh jumlah material yang berhasil digunakan kembali, tetapi juga oleh keamanan fungsi baru, ketahanan konstruksi, kebutuhan perawatan, dan pengelolaan material setelah masa pakainya berakhir.

Material bekas Mainfilter LM6000 berasal dari kegiatan operasional dan pemeliharaan pembangkit listrik. Sebelum

digunakan sebagai konstruksi kandang ayam, material tersebut memerlukan identifikasi sumber dan karakteristik, pemeriksaan kondisi fisik, serta penentuan kelayakan penggunaan kembali. Pemeriksaan perlu mempertimbangkan kemungkinan kontaminasi, sisi tajam, kualitas pengelasan, korosi, dan kesesuaian konstruksi dengan kebutuhan ternak.

Gobetti et al. (2025) memperlihatkan bahwa penggunaan material sekunder sebagai pengganti bahan konvensional memerlukan evaluasi fungsi serta manfaat lingkungan berdasarkan karakteristik material yang digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa aspek keamanan dan kelayakan teknis perlu menjadi bagian dari penilaian ekonomi sirkular, bukan sekadar persyaratan tambahan setelah material digunakan.

Parung et al. (2026) juga menegaskan pentingnya menilai keberlanjutan penggunaan kembali melalui keterkaitan antara kinerja material, biaya, dampak lingkungan, dan aspek sosial. Dalam konteks MARGI TENTREM, pemanfaatan material bekas akan lebih kuat sebagai praktik ekonomi sirkular apabila umur pakai kandang, biaya perawatan, penggantian komponen, dan penanganan material pada akhir masa penggunaan turut diperhitungkan.

Selain risiko teknis, keberlanjutan kelompok dipengaruhi oleh kondisi ekonomi usaha peternakan. Fluktuasi harga pakan, perubahan harga jual ayam, penyakit ternak, dan keterbatasan akses pasar dapat mengurangi manfaat penggunaan kandang berbiaya rendah. Karena itu, penyediaan sarana melalui pemanfaatan material bekas perlu dihubungkan dengan kemampuan kelompok mengelola biaya operasional, menjaga kesehatan ternak, dan mempertahankan kegiatan usaha.

Dengan demikian, keamanan material dan keberlanjutan ekonomi perlu diperlakukan sebagai dua komponen yang saling melengkapi. Penggunaan kembali material dapat memberikan manfaat jika konstruksi yang dihasilkan layak digunakan, biaya pemanfaatannya rasional, dan kelompok mampu memelihara sarana serta menjalankan usaha secara berkelanjutan.

Sintesis Model Ekonomi Sirkular Berbasis Pemberdayaan Masyarakat

Berdasarkan integrasi hasil analisis, penerapan ekonomi sirkular melalui

MARGI TENTREM dapat dijelaskan melalui lima komponen yang saling berkaitan, yaitu validasi material, transformasi dan penyesuaian fungsi, pemanfaatan untuk kebutuhan usaha masyarakat, pengukuran manfaat ekonomi dan sosial, serta pengelolaan keberlanjutan dan akhir masa pakai.

Tahap validasi material mencakup identifikasi sumber, kuantitas, karakteristik, klasifikasi, dan keamanan material bekas operasional pembangkit. Tahap transformasi diarahkan pada penyesuaian fungsi material melalui pemilahan, pembersihan, modifikasi, perakitan, dan pemeriksaan konstruksi. Tahap pemanfaatan menghubungkan hasil transformasi dengan kebutuhan sarana peternakan masyarakat. Selanjutnya, penilaian manfaat dilakukan melalui pengukuran aliran material, biaya penyediaan sarana, perkembangan kegiatan usaha, serta kapasitas kelompok. Tahap keberlanjutan mencakup pemeliharaan sarana, pengelolaan risiko usaha, pembiayaan lanjutan, dan penanganan material pada akhir masa penggunaannya.

Kerangka tersebut memperlihatkan bahwa penerapan ekonomi sirkular lintas sektor memerlukan hubungan yang jelas antara penghasil material, proses transformasi, penerima manfaat, dan sistem evaluasi. Moreira et al. (2023) menunjukkan relevansi hubungan antarorganisasi dalam pengembangan simbiosis industri, sedangkan Kruczek et al. (2025) menegaskan kegunaan *material flow analysis* untuk mengidentifikasi peluang dan hambatan sirkularitas pada rantai nilai material. Kedua penelitian tersebut mendukung pentingnya pencatatan aliran material dan pemilihan jalur pemanfaatan yang sesuai dengan karakteristik sumber daya.

MARGI TENTREM memperlihatkan kemungkinan penerapan prinsip tersebut dalam konteks hubungan antara perusahaan pembangkit listrik dan usaha peternakan masyarakat. Material yang tidak lagi digunakan dalam operasi pembangkit dapat diarahkan pada fungsi baru sebagai infrastruktur peternakan, sementara dukungan pelatihan dan pendampingan berpotensi memperkuat kemampuan kelompok mengelola usaha. Hubungan ini memberikan kerangka untuk memahami ekonomi sirkular tidak hanya sebagai strategi pengurangan material sisa

industri, tetapi juga sebagai pendekatan pengembangan sumber daya produktif masyarakat.

Meskipun demikian, tingkat keberhasilan model tidak dapat ditentukan hanya berdasarkan persentase penggunaan material atau nilai bantuan yang diberikan. Diperlukan penilaian terintegrasi terhadap jumlah material yang benar-benar digunakan, biaya transformasi, keamanan sarana, perkembangan kinerja usaha, distribusi manfaat, dan kemampuan kelompok mempertahankan kegiatan. Evaluasi lebih lanjut juga perlu memisahkan manfaat pemanfaatan material bekas dari manfaat bantuan bibit, pakan, dan pendampingan lainnya.

Dengan demikian, hasil penelitian memberikan dasar bagi pengembangan model ekonomi sirkular yang menghubungkan penggunaan kembali material industri dengan pemberdayaan peternak ayam. Kontribusi analitisnya terletak pada keterkaitan antara proses teknis transformasi material, penilaian efisiensi ekonomi, perubahan usaha, dan kapasitas kelembagaan kelompok. Pengembangan berikutnya memerlukan penguatan dokumentasi material, perhitungan biaya aktual, pemeriksaan keselamatan, serta evaluasi usaha menggunakan periode pengamatan yang setara agar manfaat program dapat dinilai secara lebih akurat dan dapat menjadi pembelajaran bagi penerapan serupa di wilayah lain.

Conclusion

Penelitian ini menunjukkan bahwa Program MARGI TENTREM yang dikembangkan oleh PT PLN Indonesia Power UP Merah Mata PLTG Borang merupakan penerapan ekonomi sirkular melalui pemanfaatan kembali material bekas Mainfilter LM6000 sebagai sarana pendukung peternakan ayam di Desa Merah Mata, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. Hasil analisis mengidentifikasi proses perubahan fungsi material industri melalui tahapan pemilahan, pembersihan, modifikasi, perakitan, dan pemanfaatan sebagai konstruksi kandang ayam. Sebanyak 50 komponen material dilaporkan telah dimanfaatkan dari 50 komponen yang tercatat tersedia selama periode 2025–2026, sehingga tingkat pemanfaatan mencapai 100% dalam cakupan inventaris program. Pemanfaatan material tersebut

menghasilkan nilai pengadaan pembanding sebesar Rp23.800.000 untuk tujuh kandang, meskipun penghematan ekonomi bersih masih memerlukan verifikasi biaya aktual transformasi material. Pada periode yang sama, jumlah ternak meningkat dari 100 menjadi 200 ekor, tingkat kematian menurun dari 10% menjadi 5%, dan laba bersih usaha meningkat dari Rp10.000.000 menjadi Rp13.000.000 atau sebesar 30%. Perubahan tersebut berlangsung bersamaan dengan pemberian bibit, pakan, pelatihan, dan pendampingan sehingga belum dapat diatribusikan secara langsung hanya kepada pemanfaatan material bekas. Kontribusi penelitian terletak pada pengembangan kerangka analisis yang menghubungkan aliran material industri, efisiensi penyediaan sarana, kinerja usaha peternakan, dan penguatan kapasitas kelompok masyarakat dalam penerapan ekonomi sirkular lintas sektor.

Keberlanjutan Program MARGI TENTREM memerlukan penguatan ketertelusuran material, pemeriksaan kelayakan dan keamanan konstruksi, pencatatan biaya produksi, serta pengelolaan kelembagaan kelompok secara mandiri. Perusahaan perlu memastikan klasifikasi dan kelayakan material yang dimanfaatkan, sedangkan kelompok peternak perlu memperkuat pengelolaan keuangan, perawatan kandang, kesehatan ternak, dan akses pasar agar manfaat program dapat dipertahankan. Penelitian ini memiliki keterbatasan pada penggunaan satu studi kasus, ketidaklengkapan dokumentasi biaya dan massa material, serta desain perbandingan sebelum–sesudah tanpa kelompok kontrol. Perbedaan pelaporan jumlah anggota kelompok dan indikator pendapatan juga memerlukan verifikasi lebih lanjut. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan neraca aliran material berbasis massa, analisis biaya-manfaat yang mencakup seluruh biaya transformasi, serta pengukuran kinerja usaha secara longitudinal. Evaluasi keamanan material dan kemampuan kelompok mempertahankan usaha setelah pendampingan berakhir juga diperlukan untuk menilai keberlanjutan serta kemungkinan penerapan model pada kelompok masyarakat lainnya.

References

Angstmann, M., & Gärtner, S. (2026).

- Configurations of industrial symbiosis: Categorising by-product exchanges by geographic proximity, industry diversity, and network size. *European Urban and Regional Studies*. <https://doi.org/10.1177/09697764261455320>
- Apedro, H., & Wulandari, A. (2026). Financial efficiency of closed house and open house systems in small and medium scale broiler production in West Sumatra. *Jurnal Peternakan*, 23(1). <https://doi.org/10.24014/jupet.v23i1.38871>
- Chandra, M. H., Ndaeng, T. D. N., & Petron, N. Y. (2026). Integrating circular economy and social entrepreneurship for community empowerment: Lessons from Bank Sampah Flores. *Owner: Riset Dan Jurnal Akuntansi*, 10(4), 3713–3725. <https://doi.org/10.33395/owner.v10i4.3852>
- Edirisinghe, L. G. L. M., de Alwis, A. A. P., Prakash, S., & Wijayasundara, M. (2024). Optimizing material circularity pathways in industrial waste streams: A decision-making model. *MethodsX*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2024.102813>
- Febriyanti, D., Zuhriyah, A., & Widodo, S. (2025). Pengaruh faktor sosial ekonomi terhadap persepsi peternak dalam pengolahan limbah ayam ras pedaging berbasis circular economy. *Jurnal Ilmiah AgriSains*, 26(1), 50–60. <https://doi.org/10.22487/jiagrisains.v26i1.2025.50-60>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Gobetti, A., Cornacchia, G., Tomasoni, G., & Ramorino, G. (2025). The environmental benefits of industrial symbiosis: A case study on substituting sand with steel slag as filler in epoxy mortar. *Waste Management & Research*, 43(12), 2075–2091. <https://doi.org/10.1177/0734242X251350543>
- Kruczek, M., Jäderko-Skubis, K., Markowska, M., Zgórska, A., & Białowas, M. (2025). Circularity potential identification for new bio-materials using material flow analysis. *Science of the Total Environment*, 982. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179649>
- Kubota, R. (2024). Collaborative governance framework for cleaning riverine plastic waste in Citarum River of Indonesia. *Global Environmental Research*, 28(1), 69–76. https://doi.org/10.57466/ger.28.1_69
- Ma'ruf, M. F., Muzaqi, A. H., & Ramadhani, G. T. (2025). Polycentric collaborative governance and circular economy in urban waste systems: Public value co-creation through CSR–community partnerships in Surabaya, Indonesia. *Jurnal Perencanaan Pembangunan: The Indonesian Journal of Development Planning*, 9(3), 408–421. <https://doi.org/10.36574/jpp.v9i3.781>
- Mirata, M., Lindfors, A., & Kambanou, M. L. (2024). A business value framework for industrial symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 28, 1541–1553. <https://doi.org/10.1111/jiec.13545>
- Moreira, W. A., Butturi, M. A., & Sellitto, M. A. (2023). Industrial symbiosis: Expanding waste reuse in a Brazilian network of agricultural companies. *Sustainability and Climate Change*, 16(1). <https://doi.org/10.1089/scc.2022.0099>
- Nurhayati, S., & Tini, W. (2026). Leveraging social entrepreneurship for sustainable community development: A case study of community-based waste management in Indonesia. *Jurnal Pembangunan Pendidikan: Fondasi Dan Aplikasi*, 13(2). <https://doi.org/10.21831/jppfa.v13i2.78908>
- Pambudi, N. F., Simatupang, T. M., Samarakoon, S. M. K., Mulyono, N. B., Ratnayake, R. M. C., & Okdinawati, L. (2025). Enhancing public participation in plastic waste management for a sustainable circular economy: Insights from Indonesia. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 27, 3366–3389. <https://doi.org/10.1007/s10163-025-02294-5>
- Parung, J., Santoso, A., Ancelina, B., Prayogo, D. N., & Arlianto, J. A.

- (2026). Integrating life cycle sustainability assessment and material circularity for cleaner environmental systems: An illustration from Indonesia's reuse supply chains. *SAGE Open*.
<https://doi.org/10.1177/21582440261486914>
- Rabbani, M. S., Samsudin, A., & Rakhman, A. (2026). Pengaruh badan usaha milik desa (BUMDes) dalam memberdayakan masyarakat melalui peternakan ayam petelur. *Comm-Edu (Community Education Journal)*, 9(2).
<https://doi.org/10.22460/comm-edu.v9i2.30183>
- Sambuo, D. B., & Kasagama, J. (2025). Assessment of the technical, social and economic factors affecting poultry farmer's production. *The Journal of Indonesia Sustainable Development Planning*, 6(3), 371–387.
<https://doi.org/10.46456/jisdep.v6i3.805>
- Schroeder, P., Anggraeni, K., & Weber, U. (2019). The relevance of circular economy practices to the Sustainable Development Goals. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 77–95.
<https://doi.org/10.1111/jiec.12732>
- Sukmandari, E. A. S., Rosmalia, & Sudibyo, T. (2026). Empowering chicken farmers in Talok Village: Strategies for food security and mitigating environmental health impacts. *IJECS: Indonesian Journal of Empowerment and Community Services*, 7(1), 74–85.
<https://doi.org/10.32585/ijecs.v7i1.7383>
- Sumiati, Fadilah, R., Darmawan, A., & Nadia, R. (2025). Challenges and constraints to the sustainability of poultry farming in Indonesia. *Animal Bioscience*, 38(4), 802–817.
<https://doi.org/10.5713/ab.24.0678>
- Syafrudin, Budihardjo, M. A., Wahyuningrum, I. F. S., Chegenizadeh, A., Puspita, A. S., & Al Qadar, S. (2024). Enhancing waste management in Batang Regency: Integrating circular economy principles with life cycle assessment and material flow analysis. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(4).
<https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100437>
- Warsiyah, Mawardi, & Fahrurrozi, M. (2025). Circular economy in waste bank for sustainability and empowerment. *Economics Development Analysis Journal*, 14(3).
<https://doi.org/10.15294/edaj.v14i3.31787>