



Melampaui Adopsi Teknologi: Kerangka Multilevel Kepercayaan, Patronase, dan Tata Kelola Cold Storage Tenaga Surya Berbasis Layanan

Nova Aryanto^{1*}

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Rekayasa Sistem, Universitas Teknologi Sumbawa, Indonesia

*Corresponding Author's e-mail: nova.aryanto@uts.ac.id

Article History:

Received: Apr 20, 2025

Revised: Mei 13, 2025

Accepted: Jun 18, 2025

Kata Kunci:

Adopsi Teknologi, Tata Kelola Perikanan, Kepercayaan Institusional, Relasi Patron-Klien, Infrastruktur Perdesaan, Cold Storage Tenaga Surya

Abstrak: Penelitian ini mengembangkan kerangka multilevel untuk menjelaskan tata kelola cold storage tenaga surya sebagai layanan pada perikanan pulau kecil. Berangkat dari dokumentasi pendahuluan kasus Gili Tapan, Indonesia, artikel tidak melaporkan temuan tingkat responden, melainkan menyusun kerangka konseptual dan protokol validasi empiris. Kerangka membedakan minat teknologi, niat menggunakan, kesediaan membayar, kesiapan tata kelola, dan kesiapan layanan agar hasil individual, organisasi, dan sistem tidak dicampurkan dalam satu ukuran. Patronase diposisikan sebagai relasi multidimensi yang mencakup sumber kredit, kewajiban penjualan, timbal balik, perlindungan sosial, biaya berpindah, dan alternatif pasar. Kepercayaan dipahami sebagai evaluasi terhadap pengaturan layanan yang dapat diamati, terutama kejelasan kepemilikan, keadilan akses, kompetensi operator, transparansi tarif, dana pemeliharaan, tanggung jawab kehilangan produk, serta jalur garansi dan perbaikan. Validasi diusulkan menggunakan desain mixed methods explanatory sequential (QUAN → qual), survei berstrata jaringan, elisitasi willingness to pay berbasis paket layanan, tindak lanjut kualitatif, gerbang kelayakan teknis, dan penilaian tata kelola berbobot pemangku kepentingan. Kerangka menghasilkan aturan keputusan non-kompensatori: sikap positif tidak dapat menutup kegagalan teknis, sedangkan perangkat yang andal tidak dapat menutup tata kelola yang eksklusif atau tidak dapat dipelihara. Kontribusi utama artikel adalah model yang dapat diuji mengenai bagaimana pendinginan terbarukan dapat memperluas pilihan pemasaran atau justru mempertahankan kontrol rantai nilai, bergantung pada pengaturan akses, waktu, pembiayaan, dan perbaikan.

Copyright © 2025, The Author(s).

This is an open access article under the CC-BY-SA license



How to cite: Aryanto, N. (2025). Melampaui Adopsi Teknologi: Kerangka Multilevel Kepercayaan, Patronase, dan Tata Kelola Cold Storage Tenaga Surya Berbasis Layanan. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 4(6), 366–378. <https://doi.org/10.55681/sentri.v4i6.7180>

PENDAHULUAN

Rantai dingin perikanan di wilayah pulau kecil sering dipahami sebagai persoalan teknis: kehilangan mutu dianggap dapat dikurangi dengan menambah es, kapasitas refrigerasi, efisiensi energi, atau sarana transportasi. Cara pandang tersebut belum memadai karena cold storage tidak masuk ke ruang sosial yang netral. Teknologi hadir di dalam rantai nilai yang berisi nelayan, pengumpul, pedagang, organisasi desa, penyedia teknologi, dan lembaga publik dengan sumber daya serta kewenangan yang tidak setara. Karena itu, unit penyimpanan bukan hanya alat mempertahankan mutu ikan, tetapi juga

berpotensi mengubah siapa yang dapat menunda penjualan, menentukan waktu transaksi, mengakses pembiayaan, dan menanggung risiko kegagalan layanan.

Cold storage tenaga surya semakin relevan ketika pasokan listrik lemah, biaya es berulang tinggi, dan kehilangan pascapanen membatasi pendapatan. Kajian teknis menunjukkan bahwa pendinginan terdesentralisasi berbasis surya dapat menjadi pilihan produktif apabila kapasitas, arsitektur energi, tingkat pemanfaatan, suhu sasaran, dan karakter produk dirancang secara tepat (Amjad et al., 2023; Okwach et al., 2024; Rami & Allouhi, 2024a; Carlsson et al., 2025; Ali & Ali, 2025). Di Indonesia, evaluasi sistem hibrida dan studi kelayakan techno-economic juga memperlihatkan bahwa solusi rantai dingin terbaru mempunyai ruang penerapan yang nyata (Aryanto et al., 2025; Nugraha et al., 2025). Namun, kelayakan teknis tidak otomatis menghasilkan penggunaan yang berkelanjutan.

Literatur adopsi teknologi menegaskan bahwa persepsi kegunaan, kemudahan, biaya, pengaruh sosial, pelatihan, dan kondisi fasilitasi berhubungan dengan kemauan menggunakan inovasi. Pada petani kecil, kemauan mengadopsi cold storage tenaga surya dipengaruhi oleh kondisi ekonomi, pengalaman inovasi, pelatihan, karakter produksi, dan persepsi kehilangan pangan (Kansanga et al., 2025). Studi berbasis UTAUT juga menunjukkan bahwa ekspektasi kinerja, usaha yang diperlukan, pengaruh sosial, dan kondisi pendukung membentuk kemauan menggunakan teknologi rantai dingin (Mkunda, 2025). Temuan tersebut penting, tetapi belum menjawab persoalan ketika layanan penyimpanan dikendalikan oleh aktor yang sekaligus memberikan kredit, membeli hasil, atau menentukan prioritas akses.

Cognition dan pilihan teknologi juga tertanam dalam jaringan sosial. Li et al. (2024) menunjukkan bahwa modal sosial, kepercayaan, partisipasi, norma, dan kognisi teknologi berhubungan dengan keputusan adopsi, sedangkan Qin et al. (2024) memperlihatkan bahwa posisi dalam jaringan dapat membentuk kemauan berpartisipasi. Konsekuensinya, persepsi kegunaan, kepercayaan, pengaruh sosial, dan ketergantungan relasional tidak seharusnya digabung menjadi satu sikap umum. Masing-masing merepresentasikan mekanisme yang berbeda dan dapat bergerak ke arah yang tidak sama.

Perbedaan itu menjadi krusial dalam sistem patronase perikanan. Dokumentasi pendahuluan Gili Tapan menyebutkan bahwa sebagian pengumpul menyediakan modal operasi dan mengharapkan ikan dari nelayan yang dibiayai dijual kembali kepada penyedia modal, sedangkan nelayan dengan modal sendiri dapat memiliki pilihan pembeli yang lebih luas. Premis ini belum boleh dibaca sebagai estimasi prevalensi atau bukti eksploitasi. Penelitian perikanan menunjukkan bahwa hubungan nelayan-pedagang dapat memuat pinjaman, kewajiban penjualan, norma informal, bantuan pada masa sulit, akses pasar, dan ekspektasi timbal balik secara bersamaan (Elsler et al., 2023; Wiranthi et al., 2024; McKenna et al., 2025). Oleh sebab itu, patronase perlu diukur sebagai posisi relasional multidimensi, bukan kategori biner.

Kepercayaan juga tidak cukup diperlakukan sebagai karakter komunitas. Dalam layanan bersama, pengguna menilai siapa pemilik aset, siapa operatornya, bagaimana tarif ditentukan, bagaimana produk dicatat, siapa yang boleh mendapatkan prioritas, bagaimana keluhan ditangani, serta siapa yang membayar ketika peralatan rusak. Studi sistem informasi desa membedakan kepercayaan terhadap teknologi dari kepercayaan terhadap institusi (Ariyanto et al., 2022), sementara penelitian continuance intention menunjukkan pentingnya membedakan kepuasan penggunaan dari kepercayaan

institusional (Kala et al., 2024). Dengan demikian, kepercayaan yang relevan bagi cold storage harus dihubungkan dengan aturan dan kinerja layanan yang dapat diamati.

Aspek pascainstansi memperkuat kebutuhan tersebut. Dokumentasi kasus melaporkan satu unit berkapasitas 300 L mengalami kerusakan dan jalur perbaikannya belum jelas. Informasi ini masih perlu diverifikasi melalui inspeksi, catatan layanan, status garansi, dan riwayat biaya; ia tidak dapat digeneralisasi menjadi tingkat kegagalan sistem. Meski demikian, pengalaman proyek energi komunitas di Indonesia menunjukkan bahwa aset dapat menjadi tidak berfungsi ketika pelatihan, dana perbaikan, dukungan teknis, dan tanggung jawab kelembagaan tidak berlanjut setelah konstruksi (Rahmani et al., 2023; Rahmani et al., 2025). Karena itu, garansi, teknisi, suku cadang, dana pemeliharaan, dan prosedur downtime merupakan bagian dari infrastruktur layanan, bukan aksesoris komersial.

Kesenjangan penelitian terletak pada cara menghubungkan tiga level yang sering dicampurkan: keputusan pengguna, kemampuan organisasi, dan kinerja sistem. Studi penerimaan teknologi umumnya menjelaskan niat individual; studi techno-economic menjelaskan kelayakan fisik dan biaya; sedangkan kajian tata kelola menilai partisipasi, akuntabilitas, dan pembagian manfaat. Masih terbatas kerangka yang menempatkan minat teknologi, niat menggunakan, kesediaan membayar, kesiapan tata kelola, dan kesiapan layanan sebagai keluaran yang berbeda namun saling terkait. Artikel ini mengisi kesenjangan tersebut dengan merumuskan model multilevel tata kelola berbasis layanan dan protokol validasi untuk konteks perikanan pulau kecil.

Tujuan artikel adalah: (1) menjelaskan atribut teknologi dan layanan yang membentuk niat menggunakan; (2) memisahkan kesediaan membayar dari sikap umum terhadap teknologi; (3) menjelaskan bagaimana kredit, kewajiban penjualan, perlindungan sosial, dan alternatif pasar memengaruhi persepsi keadilan; serta (4) menetapkan ambang teknis dan kelembagaan yang harus dipenuhi sebelum sebuah skenario dapat dinyatakan siap sebagai layanan. Kontribusi utamanya adalah pergeseran dari user-centred acceptance menuju service-centred adoption, yaitu adopsi yang hanya dianggap berkelanjutan apabila hardware, aturan akses, pembiayaan pemeliharaan, akuntabilitas, dan jalur perbaikan membentuk satu sistem yang dapat dipercaya.

LANDASAN TEORI

Adopsi Teknologi sebagai Keputusan Individual yang Bersyarat

Pendekatan penerimaan teknologi menempatkan kegunaan yang dirasakan, risiko, ekspektasi kinerja, usaha penggunaan, pengaruh sosial, dan kondisi fasilitasi sebagai penjabar niat. Kerangka ini tetap penting karena pengguna tidak akan memanfaatkan cold storage yang dianggap tidak relevan, sulit, mahal, atau berisiko. Namun, pada layanan komunitas, niat menggunakan harus dinyatakan untuk suatu pengaturan yang spesifik: tarif tertentu, aturan akses tertentu, operator tertentu, durasi penyimpanan tertentu, dan standar layanan tertentu. Niat yang tidak terikat pada skenario mudah menghasilkan jawaban positif yang tidak dapat diterjemahkan menjadi perilaku.

Kepercayaan Institusional dan Keadilan Prosedural

Kepercayaan institusional dalam artikel ini didefinisikan sebagai keyakinan bahwa aktor yang mengelola layanan memiliki kompetensi, integritas, konsistensi, transparansi, dan mekanisme pemulihan yang dapat dipertanggungjawabkan. Ia dibedakan dari trust in technology yang berfokus pada kinerja dan keamanan perangkat serta trust in operator yang berfokus pada kompetensi harian. Keadilan prosedural mencakup kejelasan

kelayakan pengguna, prioritas saat kapasitas penuh, konsistensi tarif, pencatatan produk, akses informasi transaksi, dan penyelesaian keluhan. Kepercayaan diprediksi meningkat ketika aturan tersebut dapat dilihat, dijelaskan, dan diaudit, bukan semata karena layanan memakai label komunitas.

Patronase, Modal Sosial, dan Ketergantungan Pasar

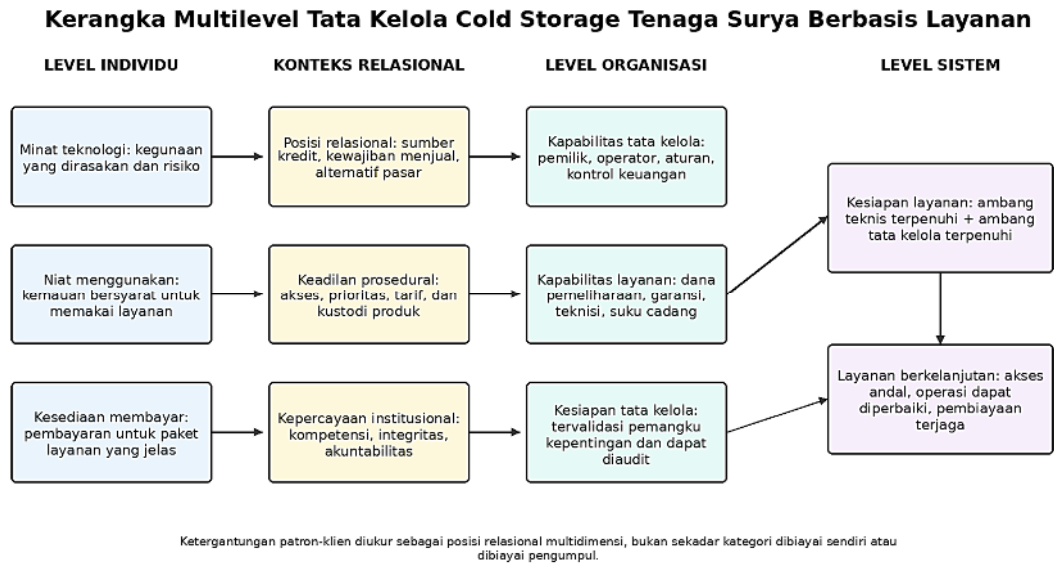
Patronase dipahami sebagai struktur pertukaran berulang yang dapat menyediakan kredit, aset, koneksi pasar, dan perlindungan pada saat ketidakpastian, tetapi pada saat yang sama dapat menimbulkan kewajiban menjual, biaya berpindah pembeli, atau ketergantungan terhadap keputusan aktor tertentu. Pendekatan ini konsisten dengan bukti bahwa relasi pedagang-nelayan memengaruhi praktik melalui pinjaman, norma, dan harapan timbal balik (Elsler et al., 2023), serta bahwa hubungan captive dapat muncul pada lebih dari satu tingkat rantai nilai (Wiranthi et al., 2024). Dalam model, patronase bukan variabel moral “baik-buruk”, melainkan konteks relasional yang dapat mengubah cara pengguna menilai keadilan akses dan manfaat teknologi.

Tata Kelola Berbasis Layanan dan Kapabilitas Pascajual

Tata kelola berbasis layanan menempatkan kepemilikan, operasi, pembiayaan, akuntabilitas, dan perbaikan sebagai satu arsitektur. Pengalaman energi terbarukan komunitas menunjukkan bahwa pembangunan aset tanpa keterampilan lokal, tata kelola keuangan, dan dukungan teknis dapat menghasilkan periode tidak berfungsi yang panjang (Rahmani et al., 2023; Rahmani et al., 2025). Pada sistem refrigerasi off-grid, keselamatan listrik, kualitas instalasi, pemantauan kinerja, dan ketersediaan dukungan teknis juga merupakan prasyarat layanan (de Santana Garcia et al., 2025). Karena itu, facilitating conditions diperluas menjadi accountable service chain yang menghubungkan pemilik, operator, dana cadangan, garansi, teknisi, suku cadang, downtime response, dan komunikasi pengguna.

Proposisi Penelitian dan Kerangka Multilevel

Enam proposisi diarahkan untuk validasi empiris. P1: kegunaan yang dirasakan dan reliabilitas berasosiasi positif dengan niat menggunakan. P2: keterjangkauan dan spesifikasi paket layanan berasosiasi dengan kesediaan membayar. P3: keadilan prosedural dan akuntabilitas yang dapat diamati berasosiasi positif dengan kepercayaan institusional. P4: kepercayaan institusional berasosiasi dengan niat melanjutkan penggunaan setelah kegunaan dikendalikan. P5: dimensi patronase memoderasi hubungan antara keadilan prosedural dan niat menggunakan. P6: kesiapan tata kelola hanya dapat menghasilkan kesiapan layanan apabila gerbang kelayakan teknis telah terpenuhi. Proposisi tersebut bersifat dapat diuji; artikel ini tidak menyatakannya sebagai hubungan kausal yang sudah terbukti.



Gambar 1. Kerangka multilevel tata kelola cold storage tenaga surya berbasis layanan

Gambar 1 memisahkan level individual, relasional, organisasi, dan sistem. Pemisahan ini mencegah kekeliruan level analisis: preferensi pengguna tidak dapat digunakan sebagai bukti kemampuan organisasi, dan kompetensi organisasi tidak dapat menggantikan bukti performa teknis. Kesiapan layanan merupakan properti sistem yang baru dapat dinyatakan ketika gerbang teknis dan gerbang tata kelola sama-sama dilalui.

METODE PENELITIAN

Artikel ini merupakan studi konseptual dan metodologis yang diinformasikan oleh dokumentasi pendahuluan kasus Gili Tapan. Desain validasi yang diusulkan menggunakan explanatory sequential mixed methods (QUAN → qual). Fase kuantitatif ditujukan untuk mengestimasi asosiasi pada level individu dan heterogenitas jaringan; fase kualitatif menjelaskan mekanisme patronase, kepercayaan, kondisi batas, serta kasus yang berlawanan dengan pola kuantitatif. Hasil sosial kemudian diintegrasikan dengan gerbang kelayakan teknis dan penilaian tata kelola berbobot pemangku kepentingan.

Objek analisis bukan hanya mesin pendingin, melainkan cold-storage service arrangement yang meliputi sistem fisik, performa suhu dan energi, aturan akses dan prioritas, tarif, kustodi produk, kewenangan operator, kontrol finansial, dana pemeliharaan dan penggantian, administrasi garansi, akses teknisi dan suku cadang, respons downtime, dan penyelesaian sengketa. Batas analitis ini sengaja ditetapkan agar keberhasilan teknologi tidak dinilai terpisah dari organisasi yang membuatnya tetap dapat digunakan.

Kerangka sampling dibangun dari daftar terverifikasi nelayan, pengumpul, pembudidaya, operator, dan lembaga terkait. Nelayan distratifikasi menurut afiliasi jaringan dan profil patronase multidimensi, bukan hanya sumber modal. Seluruh kelompok pengumpul yang aktif dapat didekati, sedangkan kategori organisasi yang sangat kecil diperlakukan sebagai strata sensus atau kualitatif. Perencanaan lapangan menargetkan sedikitnya 250 survei lengkap dengan rekrutmen sekitar 300 responden; ukuran akhir ditentukan melalui power analysis berbasis simulasi setelah pilot

memperkirakan varians, prevalensi interaksi, dan korelasi intrajaringan. Bila ukuran tidak mencukupi, analisis moderasi diperlakukan eksploratif.

Instrumen menggunakan skala multi-item lima poin untuk kegunaan, keterjangkauan, reliabilitas, risiko, keadilan prosedural, trust in technology, trust in operator, kepercayaan institusional, niat menggunakan, dan continuance intention. Patronase diukur melalui sumber dan tujuan kredit, syarat pengembalian, kewajiban penjualan, durasi hubungan, proses penetapan harga, bantuan darurat, dukungan nonfinansial, kebebasan berpindah pembeli, sanksi yang dirasakan, dan alternatif pasar. Validitas isi dievaluasi melalui pakar dan pemangku kepentingan, dilanjutkan cognitive interview, pilot, reliabilitas, validitas konvergen-diskriminan, dan measurement invariance apabila ukuran sampel memadai.

Kesediaan membayar diukur untuk paket layanan yang terdefinisi, bukan untuk “teknologi” secara umum. Skenario harus menjelaskan kapasitas yang dapat digunakan, rentang suhu, durasi penyimpanan, jam operasi, aturan akses, tanggung jawab kehilangan produk, target uptime, serta layanan pemeliharaan dan perbaikan yang termasuk. Pilot menentukan satuan pembayaran yang paling dipahami, misalnya per kilogram-hari, per wadah, per siklus, atau keanggotaan. Nilai nol diikuti pertanyaan alasan untuk membedakan keterbatasan anggaran, ketidakpercayaan, penolakan terhadap pemilik/tarif, protes pembayaran, dan ekspektasi hibah.

Analisis kuantitatif melaporkan karakteristik responden, afiliasi jaringan, profil patronase, praktik preservasi, pengalaman peralatan, distribusi konstruk, dan jawaban pembayaran. Model terpisah diestimasi untuk niat menggunakan, continuance intention, dan willingness to pay. Cluster-robust standard errors atau multilevel random intercept digunakan untuk ketergantungan dalam jaringan pengumpul. Interaction term dibatasi pada hubungan patronase $\times$ keadilan yang ditetapkan secara teoretis. Karena desain survei bersifat potong lintang, koefisien dilaporkan sebagai asosiasi, bukan efek kausal.

Fase kualitatif memilih kasus yang kontras berdasarkan patronase, kepercayaan, respons pembayaran, preferensi kepemilikan, dan temuan kuantitatif yang tidak terduga. Wawancara semi-terstruktur mengeksplorasi kredit timbal balik, kewajiban sosial, pergantian pembeli, kehilangan produk, pengalaman kerusakan, legitimasi tarif, pemilihan operator, pembiayaan pemeliharaan, dan harapan layanan purna jual. Integrasi dilakukan melalui matriks kasus dan joint display yang membedakan konvergensi, komplementaritas, perluasan, dan disonansi.

Tabel 1. Konstruk, Level Analisis, dan Bukti yang Diperlukan

Konstruk/Keluaran	Level	Dimensi Utama	Sumber Bukti
Minat teknologi / niat menggunakan	Individu	Kegunaan, reliabilitas, risiko, kondisi penggunaan	Survei multi-item
Kesediaan membayar	Individu/rumah tangga	Nilai pembayaran pada paket layanan terdefinisi	Contingent valuation / payment card
Patronase	Relasional	Kredit, kewajiban jual, timbal balik, perlindungan, switching cost, alternatif pasar	Survei + wawancara

Keadilan prosedural	Individu terhadap aturan	Akses, prioritas, tarif, kustodi, catatan, keluhan	Survei + audit aturan
Kepercayaan institusional	Individu terhadap institusi	Kompetensi, integritas, prediktabilitas, transparansi, redress	Survei + wawancara
Kesiapan tata kelola	Organisasi	Pemilik, operator, aturan, kontrol dana, audit, tanggung jawab	Dokumen + workshop stakeholder
Kelayakan teknis	Sistem teknis	Suhu, kapasitas, energi, downtime, LCC, backup	Pengujian teknis
Kesiapan layanan	Sistem	Gerbang teknis + gerbang tata kelola terpenuhi	Klasifikasi non-kompensatori

Sumber: dikembangkan dari protokol validasi, 2025

Gerbang teknis harus ditetapkan sebelum klasifikasi tata kelola. Parameter minimum mencakup throughput ikan dan kapasitas berguna, suhu sasaran dan pull-down time, waktu di dalam rentang suhu aman, konsumsi energi, kecukupan PV-baterai-inverter-backup, asumsi penggantian baterai, tingkat pemanfaatan musiman, downtime dan waktu perbaikan, biaya siklus hidup, serta tariff floor yang konsisten dengan operasi aman. Kegagalan pada ambang kritis bersifat non-kompensatori: preferensi tinggi terhadap suatu model kepemilikan tidak dapat membuat layanan yang secara teknis tidak memadai menjadi siap.

Alur validasi bergerak dari audit bukti dan verifikasi sumber, dilanjutkan gerbang teknis, survei kuantitatif, tindak lanjut kualitatif, integrasi hasil, dan klasifikasi keputusan layanan. Urutan ini memastikan penilaian organisasi dilakukan setelah spesifikasi teknis jelas dan hasil akhir tidak mencampurkan bukti individual, organisasi, serta sistem.

Aspek etika memerlukan perhatian khusus karena utang, kewajiban penjualan, pendapatan, dan konflik dapat memengaruhi hubungan ekonomi responden. Rekrutmen dan wawancara harus dirancang agar patron, pemberi kerja, atau pejabat tidak dapat menginferensikan jawaban individual. Persetujuan etik, informed consent, de-identification, penyimpanan data yang aman, serta prosedur menghadapi kekhawatiran retaliasi harus ditetapkan sebelum pengumpulan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengembangan Kerangka dan Premis Kasus

Hasil artikel ini berupa sintesis konseptual, pemetaan premis kasus, dan rancangan keputusan; bukan hasil survei responden. Dokumentasi pendahuluan melaporkan 3.507 penduduk, 997 rumah tangga, sekitar 1.020–1.113 nelayan, sembilan kelompok pengumpul, dan dua belas kelompok budidaya. Angka tersebut digunakan sebagai premis perencanaan stakeholder mapping dan sampling frame, bukan sebagai denominator final. Tahun referensi, definisi “nelayan aktif”, tumpang tindih keanggotaan, skala throughput, dan status aktivitas kelompok tetap harus diverifikasi melalui sumber desa dan catatan organisasi.

Tabel 2. Premis Kasus Gili Tapan dan Kebutuhan Verifikasi

Premis	Status Saat Ini	Verifikasi Wajib
Penduduk dan rumah tangga	Dilaporkan dalam proposal; tahun sumber belum terverifikasi	Statistik desa resmi, tahun acuan, definisi
Jumlah nelayan	Dilaporkan sebagai rentang	Definisi pekerjaan, status aktif, daftar mutakhir
Kelompok pengumpul dan budidaya	9 dan 12 kelompok dilaporkan	Keanggotaan, overlap, throughput, status aktif
Relasi kredit–penjualan	Premis naratif; prevalensi belum diketahui	Syarat kredit, durasi, kewajiban, harga, alternatif pembeli
Aset cold storage	Unit 100 L dan 300 L dilaporkan	Pemilik, lokasi, tanggal instalasi, riwayat servis
Kerusakan unit 300 L	Satu kejadian belum diverifikasi	Mode kegagalan, downtime, garansi, upaya perbaikan, kerugian produk
Jalur purna jual	Tanggung jawab dilaporkan tidak jelas	Kontrak, kontak teknisi, response time, suku cadang
Spesifikasi layanan	Belum final	Kapasitas, suhu, energi, backup, LCC, tariff floor

Sumber: dokumentasi pendahuluan Gili Tapan, 2025

Premis relasi kredit–penjualan menghasilkan konsekuensi analitis paling penting. Cold storage berpotensi memperpanjang waktu sebelum ikan dijual, tetapi nilai ekonomi dari “waktu tambahan” tergantung pada hak pengguna untuk memilih pembeli. Pada layanan yang dikelola secara independen, penyimpanan dapat memperluas pilihan pasar dan mengurangi penjualan terpaksa. Pada layanan yang dikendalikan aktor pembiaya sekaligus pembeli, mutu produk dapat meningkat tanpa mengubah ketergantungan transaksi. Sebaliknya, sebagian nelayan dapat tetap memilih patron karena patron menyediakan perlindungan, modal darurat, dan kepastian pembelian. Ketiga mekanisme tersebut harus diuji, bukan diasumsikan.

Hasil konseptual kedua adalah pemisahan trust menjadi tiga objek: teknologi, operator, dan institusi. Pemisahan ini menjelaskan mengapa pengguna dapat mempercayai perangkat tetapi tidak mempercayai aturan akses; atau mempercayai pengelola lokal tetapi meragukan kemampuan penyedia melakukan perbaikan. Temuan penelitian sistem digital dan layanan publik menunjukkan bahwa kepercayaan terhadap teknologi dan terhadap institusi dapat mengikuti pola yang berbeda (Ariyanto et al., 2022; Kala et al., 2024). Dalam cold storage, breakdown menjadi ujian kelembagaan karena pengguna menilai siapa yang mendiagnosis, mengotorisasi biaya, menghubungi garansi, melindungi produk selama downtime, dan menjelaskan status perbaikan.

Kesiapan Tata Kelola sebagai Kondisi yang Dapat Diaudit

Kerangka menghasilkan seperangkat syarat minimum tata kelola: pemilik yang diakui, operator terlatih, aturan kelayakan dan prioritas yang transparan, tarif yang dapat dijelaskan, prosedur kustodi dan kehilangan produk, rekening pemeliharaan yang terlindungi, kontak garansi dan teknisi yang jelas, respons downtime, serta pelaporan berkala mengenai penggunaan, pendapatan, pengeluaran, kegagalan, dan waktu perbaikan. Kesiapan tidak boleh disimpulkan hanya dari label organisasi. Koperasi,

BUMDes, pengumpul swasta, vendor, maupun kemitraan dapat berhasil atau gagal bergantung pada kedalaman pengaturan tersebut.

Tabel 3. Skenario Tata Kelola dan Kondisi Veto Utama

Skenario	Potensi Kekuatan	Kondisi Veto/Risiko	Bukti Kesiapan
Pengumpul sebagai pemilik	Tanggung jawab cepat; insentif komersial menjaga alat	Akses dikaitkan dengan kewajiban jual yang tidak diungkap; tanpa kanal keluhan independen	Transparansi akses/tarif, catatan produk, kapasitas servis
Kelompok nelayan/koperasi	Potensi akses kolektif dan kontrol anggota	Tanggung jawab kabur; dana cadangan dapat dialihkan; tanpa kontrak teknis	Hak anggota, operator profesional, audit, reserve fund
BUMDes	Mandat layanan desa dan legitimasi publik	Dana pemeliharaan tidak dipisahkan; operator tanpa kompetensi	Wewenang anggaran, keterbukaan, kontrak operator dan servis
Sewa/subscription vendor	Akuntabilitas dapat dikaitkan dengan uptime	Tarif tidak menutup servis pulau; response time tidak dapat ditegakkan	Full service cost, SLA, teknisi lokal/regional, suku cadang
Kemitraan publik–swasta–komunitas	Fungsi dapat dibagi sesuai kompetensi	Kewenangan ambigu atau duplikasi veto	Matriks tanggung jawab, eskalasi, liability, oversight

Sumber: dikembangkan dari skenario tata kelola, 2025

Model pengumpul tidak ditolak karena bersifat privat. Keunggulannya dapat berupa keputusan cepat, modal tersedia, dan insentif menjaga aset. Risiko muncul ketika akses cold storage secara diam-diam dibundel dengan kewajiban menjual kepada pemilik. Model koperasi dapat memperluas kepemilikan dan partisipasi; bukti Indonesia menunjukkan keanggotaan koperasi dapat memperbaiki akses pinjaman dan pasar (Taniu et al., 2024). Akan tetapi, collective ownership tanpa kewenangan operator, disiplin pembayaran, kontrol rekening, dan dukungan teknis tetap rentan terhadap kegagalan pemeliharaan. Karena itu, penilaian harus berfokus pada governance depth, bukan pada label “kolektif”.

BUMDes mempunyai keuntungan mandat layanan publik dan kedekatan administratif, tetapi legitimasi tidak setara dengan kompetensi teknis. Vendor lease atau subscription dapat memindahkan tanggung jawab uptime kepada penyedia apabila kontrak menetapkan respons, suku cadang, biaya perjalanan, dan penggantian komponen secara realistis. Kemitraan publik–swasta–komunitas dapat membagi fungsi secara lebih lengkap, namun juga dapat menyembunyikan tanggung jawab di antara banyak institusi. Setiap model harus menjawab pertanyaan yang sama: siapa memiliki, siapa mengoperasikan, siapa memegang pembayaran, siapa mengotorisasi pemeliharaan, siapa menanggung kerusakan produk, dan siapa memperbaiki.

Implikasi Teoretis: Dari Acceptance Menuju Service Readiness

Kontribusi teoretis utama adalah penyelesaian masalah level-of-analysis. Usefulness, risk, affordability, fairness, dan trust adalah evaluasi individu; governance readiness adalah properti organisasi; service readiness adalah properti sistem. Menyatukan semuanya dalam indeks tunggal akan membuka substitusi yang tidak logis, misalnya skor minat pengguna yang sangat tinggi menutup ketidakmampuan sistem menjaga suhu, atau performa teknis yang baik menutup aturan akses yang diskriminatif. Aturan non-kompensatori memaksa dua pertanyaan dijawab secara terpisah: apakah layanan secara teknis mampu melindungi ikan, dan apakah institusi mampu menjalankannya secara adil serta dapat diperbaiki.

Kerangka juga menempatkan trust sebagai hasil dari service design. Tarif yang konsisten, prioritas yang dapat dijelaskan, catatan produk yang akurat, dana yang terlindungi, operator yang kompeten, dan jalur redress yang kredibel memberikan alasan institusional untuk percaya. Pendekatan ini menghindari asumsi bahwa infrastruktur bersama otomatis menghasilkan kohesi sosial. Studi komunitas energi menunjukkan bahwa partisipasi, pembagian manfaat, kapasitas pengelolaan, dan akuntabilitas tetap menjadi tantangan utama (Ahmed et al., 2024). Dengan kata lain, distrust dapat menjadi respons rasional terhadap desain layanan yang belum jelas.

Implikasi Praktis: Pembiayaan, Purna Jual, dan Keadilan Akses

Dari sisi pembiayaan, hibah hanya menyelesaikan biaya awal. Layanan berkelanjutan tetap memerlukan biaya operator, perawatan preventif, perjalanan teknis, penggantian baterai atau komponen utama, downtime, dan sistem pencatatan. Model bisnis refrigerasi terbaru menunjukkan bahwa grant, subscription, leasing, dan skema hibrida memindahkan risiko secara berbeda (Baniasadi et al., 2025). Oleh sebab itu, affordability harus dibandingkan dengan full service cost. Tarif yang terlihat murah karena tidak mencadangkan biaya penggantian komponen berpotensi menciptakan kegagalan yang tertunda.

Purna jual harus dikonversi dari janji vendor menjadi kewajiban tata kelola. Nama penanggung jawab, kanal pelaporan, service-level expectation, prosedur diagnosis, lokasi teknis, ketersediaan suku cadang, sumber dana, dan mekanisme produk selama downtime perlu ditetapkan sebelum operasional. Pengalaman adopsi digital di sektor perikanan memperlihatkan bahwa manfaat teknis tidak menjamin keberlanjutan ketika dukungan lokal, trust, privasi, partisipasi, dan koordinasi institusi lemah (Meyer et al., 2020; Ahlquist et al., 2025; Costa et al., 2025). Prinsip yang sama berlaku pada cold storage: hardware baru menjadi infrastruktur ketika ada organisasi yang mampu merawatnya.

Bagi kebijakan desa dan program donor, prioritas implementasi sebaiknya dimulai dari verifikasi permintaan dan throughput, penentuan spesifikasi teknis, pemetaan hubungan kredit dan pasar, penyusunan skenario layanan yang setara untuk dibandingkan, serta pengujian tariff floor. Setelah itu, pemangku kepentingan menilai kriteria dan bobot, sementara kondisi veto diterapkan lebih dahulu daripada skor agregat. Skenario yang belum memenuhi satu ambang dapat diberi status “siap bersyarat” hanya jika kekurangan, aktor penanggung jawab, tindakan korektif, biaya, dan tanggal verifikasi ditentukan secara eksplisit.

Keterbatasan

Kerangka ini memiliki empat keterbatasan. Pertama, premis Gili Tapan masih membutuhkan verifikasi tanggal dan sumber. Kedua, model belum diuji menggunakan data responden, transaksi, dan performa teknis. Ketiga, desain survei potong lintang tidak

dapat membuktikan kausalitas atau perubahan dari waktu ke waktu. Keempat, penilaian berbobot pemangku kepentingan dapat merefleksikan preferensi strategis; karena itu, perbedaan bobot, disagreement, dan sensitivity analysis harus dilaporkan. Generalisasi yang dimungkinkan adalah generalisasi analitis terhadap konteks produktif-use technology dengan musiman tinggi, pembiayaan informal, akses pasar terkonsentrasi, dan jaringan servis terbatas, bukan klaim bahwa satu model kepemilikan pasti terbaik.

KESIMPULAN

Artikel menyimpulkan bahwa keberlanjutan cold storage tenaga surya pada perikanan pulau kecil tidak dapat dinilai hanya melalui penerimaan pengguna atau kelayakan perangkat. Kerangka multilevel yang dikembangkan memisahkan niat menggunakan dan kesediaan membayar pada level individu, patronase dan keadilan pada level relasional, kesiapan tata kelola pada level organisasi, serta kesiapan layanan pada level sistem. Patronase diposisikan sebagai relasi timbal balik multidimensi, sedangkan kepercayaan dipahami sebagai evaluasi atas aturan dan kapasitas layanan yang dapat diamati. Kesiapan layanan menuntut dua gerbang yang tidak dapat saling menggantikan: kelayakan teknis dan tata kelola yang akuntabel.

Saran penelitian adalah melakukan validasi lapangan dengan sampling berbasis jaringan, pengukuran patronase yang tidak biner, willingness to pay untuk paket layanan yang terdefinisi, serta integrasi survei, wawancara, dokumen, dan pengujian teknis. Saran implementasi adalah menetapkan pemilik dan operator secara jelas, memisahkan dana pemeliharaan, menuliskan aturan akses dan tarif, memastikan jalur garansi-teknisi-suku cadang, serta menilai setiap model kepemilikan berdasarkan fungsi dan bukti, bukan label institusinya. Untuk Gili Tapan, data penduduk, nelayan, kelompok, aset, kerusakan unit 300 L, dan hubungan kredit-penjualan harus diverifikasi sebelum skenario dipilih atau tarif ditetapkan.

REFERENSI

1. Ahlquist, I. H., Hatlebrekke, H. H., & Tiller, R. (2025). Fishing for solutions: Norwegian fishers' perspectives on the implementation of automatic catch registration for combating IUU fishing. *Marine Policy*, 179. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2025.106750>
2. Ahmed, S., Ali, A., & D'Angola, A. (2024). A review of renewable energy communities: Concepts, scope, progress, challenges, and recommendations. *Sustainability*, 16(5), Article 1749. <https://doi.org/10.3390/su16051749>
3. Ali, A. H. H., & Ali, J. A. H. H. (2025). Solar driven refrigeration systems in food supply cold chain: The state-of-the-art, challenges, and environmental impact. *Sustainability*, 18(5). <https://doi.org/10.3390/su18052442>
4. Amjad, W., Munir, A., Akram, F., Parmar, A., Precoppe, M., Asghar, F., & Mahmood, F. (2023). Decentralized solar-powered cooling systems for fresh fruit and vegetables to reduce post-harvest losses in developing regions: A review. *Clean Energy*, 7(3), 635–653. <https://doi.org/10.1093/ce/zkad015>
5. Ariyanto, D., Dewi, A. A., Hasibuan, H. T., & Paramadani, R. B. (2022). The success of information systems and sustainable information society: Measuring the

- implementation of a village financial system. *Sustainability (Switzerland)*, 14(7). <https://doi.org/10.3390/su14073851>
6. Aryanto, N., Giriantari, I. A. D., Satya Kumara, I. N., & Setiawan, I. N. (2025). Techno-economic feasibility of solar-powered cold storage for coastal fisheries. *Proceedings of the International Conference on Smart-Green Technology in Electrical and Information Systems*, 105–110. <https://doi.org/10.1109/ICSGTEIS68532.2025.11284325>
 7. Baniasadi, E., Rezk, A., Batista, L., Tola, T. B., & Alaswad, A. (2025). Renewable-driven hybrid refrigeration system for enhancing food preservation: Techno-economic optimization and business modelling. *Energy Conversion and Management*, 342. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2025.120100>
 8. Carlsson, O., Johansson, M., & Ahlgren, E. O. (2025). Utilization of a solar PV mini-grid powered cold storage to reduce fishery spoilage—A Tanzanian case. *Energy for Sustainable Development*, 88. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2025.101778>
 9. Costa, G., Pita, C., Alexandre, S., Roumbedakis, K., Pontes, J., Hübel, M., & Rangel, M. (2025). Transforming aquatic food systems through digital traceability: A review of global challenges and opportunities. *Marine Policy*, 191. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2025.107154>
 10. de Santana Garcia, E., Coimbra, A. P., & de Almeida, A. T. (2025). Electrical safety in solar home systems for off-grid refrigeration in developing countries: An assessment of best practices and recommendations. *IEEE Industry Applications Magazine*, 31(5), 51–57. <https://doi.org/10.1109/MIAS.2025.3576521>
 11. Elsler, L. G., Neil, M., Ferse, S., Navarrete Forero, G., Glaser, M., & Schlüter, M. (2023). Compliance in small-scale fisheries is linked to fisher-trader relations: Not fishers alone (Southeast Asian case study). *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 33, 751–766. <https://doi.org/10.1007/s11160-023-09783-6>
 12. Kala, D., Chaubey, D. S., Meet, R. K., & Al-Adwan, A. S. (2024). Impact of user satisfaction with e-government services on continuance use intention and citizen trust using TAM-ISSM framework. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, 19. <https://doi.org/10.28945/5248>
 13. Kansanga, M. M., Shanmugasundaram, L., Ledermann, S., & Rain, D. (2025). Nature-inspired solutions for food loss prevention: Exploring smallholder farmers' willingness to adopt solar-powered cold storage. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1525148>
 14. Li, L., Dingyi, S., Fengluan, S., Xiujun, T., & Noor, H. (2024). Effects of social capital and technology cognition on farmers' adoption of soil and water conservation tillage technology in the Loess Plateau of China. *Heliyon*, 10(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27137>
 15. McKenna, K., Adhuri, D. S., Stacey, N., Zamroni, A., Fitriana, R., Ninef, J. S. R., Safitri, W., Lasmi, & Nalle, T. (2025). The behavioral drivers of illegal Indonesian small-scale transboundary fishing in the Australian fishing zone. *Maritime Studies*, 24, Article 62. <https://doi.org/10.1007/s40152-025-00451-y>
 16. Meyer, A., Bannister-Tyrrell, M., Mackenzie, C., Stegeman, A., & Cameron, A. (2020). Barriers to the adoption of a fish health data integration initiative in the Chilean

- salmonid production. *Computers and Electronics in Agriculture*, 179. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105853>
17. Mkunda, J. J. (2025). Cold chain technology adoption in agriculture: Insights from the UTAUT model on vegetable producers' willingness. *Journal of Technology Management and Innovation*, 20(2), 79–91. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242025000200079>
 18. Nugraha, I. M. A., Desnanjaya, I. G. M. N., Khairunnisa, A., & Cesrany, M. (2025). Hybrid renewable energy for cold chain in Indonesia: Technical and economic evaluation. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, 17(1), 674–682. <https://doi.org/10.11591/ijped.v17.i1.pp674-682>
 19. Okwach, B., Moses, P. M., & Wekesa, C. (2024). Design of a solar PV powered cold storage for fish in Sena and Mrongo Beaches in Mfangano Island, Kenya. *IEEE PES/IAS PowerAfrica*. <https://doi.org/10.1109/PowerAfrica61624.2024.10759475>
 20. Qin, Z., Xu, Q., Zhang, C., Zuo, L., Chen, L., & Fang, R. (2024). Social network shapes farmers' non-point source pollution governance behavior – A case study in the Lijiang River Basin, China. *Agricultural Water Management*, 306. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.109162>
 21. Rahmani, S., Murayama, T., Nishikizawa, S., & Roychansyah, M. S. (2023). Local governance of sustainability transition in community-scale solar water pumping systems in Indonesia. In A. Triyanti, M. Indrawan, L. Nurhidayah, & M. A. Marfai (Eds.), *Environmental governance in Indonesia* (pp. 439–462). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15904-6_23
 22. Rahmani, S., Murayama, T., Nishikizawa, S., & Suwanteep, K. (2025). Assessing the post-construction support for solar water-pumping systems in rural communities in Indonesia. *Environment, Development and Sustainability*, 28, 793–812. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-04981-z>
 23. Rami, Y., & Allouhi, A. (2024a). A comprehensive multi-criteria assessment of solar-driven refrigeration systems for fish preservation in Africa based on energy, economic, environmental and social dimensions. *Energy Conversion and Management*, 306. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.118183>
 24. Taniu, S., Sari, D. W., Satria, D., Haryanto, T., & Wardana, W. W. (2024). Impact evaluation of cooperative membership on welfare: Evidence from captured fishery households in Indonesia. *Marine Policy*, 159, Article 105923. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2023.105923>
 25. Wiranthi, P. E., Toonen, H. M., & Oosterveer, P. (2024). Multi-tier captive relations in the global value chain of tuna: The case of Fair Trade certification of small-scale tuna fishery in Indonesia. *Ocean & Coastal Management*, 258, Article 107398. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2024.107398>