

Dualitas Gelombang Partikel sebagai Metafora untuk Ekonomi Koperasi: Studi Interdisipliner

Franklin Kharisma Genta¹
Universitas Koperasi Indonesia¹
genta@ikopin.ac.id

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima 30 Mei 2025
Disetujui 29 Juli 2025
Diterbitkan 07 Agustus 2025

Keywords: *production cooperative, wave-particle duality, quantum economics, social coherence, West Java*

ABSTRACT

This study aims to analyze the dynamics of production cooperatives in West Java using an interdisciplinary metaphorical approach based on the theory of wave-particle duality in quantum physics. This approach conceptualizes cooperatives as systems composed of two primary dimensions, economic logic and social logic. The research method employed is qualitative-narrative, combining systems analysis with metaphorical interpretation. Secondary data were obtained from Statistics Indonesia (BPS), the West Java Office of Cooperatives and SMEs, and the Ministry of Cooperatives and SMEs for the period 2019–2024. The findings indicate a positive growth in both the number of cooperative units and membership, however their contribution to the Regional Gross Domestic Product (RGDP) remains relatively stagnant. This phenomenon suggests an imbalance between institutional development and economic outcomes. The study formulates a conceptual and mathematical model of cooperatives as a wave function, representing a superposition of social and economic values that collapse into tangible actions through collective decision-making processes, such as the Annual General Meeting. The wave-particle duality framework offers a novel contribution to understanding cooperatives as dynamic quantum-social systems and provides an alternative analytical lens to coherently integrate their economic and social dimensions.

PENDAHULUAN

Dalam fisika kuantum, konsep dualisme gelombang-partikel menjelaskan bahwa entitas mikroskopik seperti elektron dapat berperilaku sebagai partikel dan gelombang secara bersamaan, tergantung pada kondisi pengamatannya. Fenomena ini menantang dikotomi klasik antara materi dan energi serta menghadirkan paradigma baru tentang realitas sebagai sesuatu yang tidak tetap, melainkan dipengaruhi oleh relasi antara sistem dan pengamat (Smith, 2020). Dalam pendekatan ini, entitas tidak memiliki keadaan pasti hingga diamati, ia berada dalam superposisi probabilistik yang disebut fungsi gelombang (Griffiths, 2018).

Konsep ini dapat digunakan sebagai metafora konseptual untuk memahami entitas sosial yang juga memiliki dua sifat yang saling berinteraksi. Koperasi adalah contoh nyata dari entitas tersebut. Koperasi tidak hanya berfungsi sebagai badan usaha (partikel), tetapi juga sebagai asosiasi sosial (gelombang). Menurut definisi dari *International Cooperative Alliance* (ICA), koperasi adalah organisasi yang dimiliki dan dikelola bersama secara demokratis oleh anggota untuk memenuhi

kebutuhan ekonomi, sosial, dan budaya mereka. Maka, koperasi merupakan entitas bernilai ganda (logika ekonomi dan logika sosial), yang senantiasa berada dalam tensi dinamis.

Sebagaimana diuraikan oleh Novkovic et al. (2022), koperasi menjalankan dua logika secara simultan, yaitu efisiensi ekonomi di satu sisi, dan solidaritas sosial di sisi lain. Ketegangan antara dua logika ini sering muncul dalam pengambilan keputusan, distribusi sumber daya, dan orientasi kelembagaan. Mereka menyebutnya sebagai *ambidextrous logic*, yang mirip dengan superposisi kuantum, yakni dua keadaan yang hadir bersamaan hingga terjadi kolaps saat diukur atau diputuskan.

Sejumlah pendekatan interdisipliner mencoba menjembatani konsep fisika dengan teori sosial. Barad (2007) memperkenalkan *agential realism*, di mana interaksi antara pengamat dan objek membentuk realitas. Wendt (2015) memandang manusia sebagai entitas sosial-kuantum, dan Ko (2024) mengembangkan *in-out duality theory* dalam sistem sosial. Namun, sebagian besar kajian ini masih terbatas pada epistemologi sosial umum, dan belum diterapkan pada konteks kelembagaan ekonomi seperti koperasi. Namun demikian, hingga kini belum ada penelitian yang secara eksplisit menerapkan teori dualitas gelombang-partikel dalam fisika kuantum sebagai kerangka metaforis untuk menganalisis koperasi produksi secara sistematis dan empiris, khususnya di Indonesia.

Penelitian koperasi di Indonesia umumnya masih menggunakan pendekatan konvensional seperti ekonomi mikro, manajemen kelembagaan, atau tata kelola. Padahal, dinamika koperasi mencerminkan sistem sosial-ekonomi kompleks yang melibatkan interaksi nilai, partisipasi kolektif, dan tujuan ekonomi. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan teoritis alternatif yang dapat menangkap karakter dual koperasi sebagai sistem terbuka yang fluktuatif dan saling bergantung antarvariabel sosial dan ekonomi.

Artikel ini bertujuan untuk menawarkan pendekatan interdisipliner baru dengan menggunakan metafora dualitas gelombang-partikel dalam fisika kuantum untuk memahami dinamika koperasi produksi di Jawa Barat. Pendekatan ini berangkat dari gagasan bahwa koperasi, seperti entitas kuantum, tidak dapat direduksi menjadi hanya unit ekonomi atau unit sosial, melainkan eksis dalam superposisi nilai yang kolaps menjadi keputusan kolektif saat tindakan (RAT, distribusi SHU) diambil. Dalam pendekatan ini, koperasi dipahami sebagai sistem kuantum sosial, yang status dan perilakunya tidak bersifat tetap, melainkan ditentukan oleh interaksi dinamis antara nilai-nilai sosial dan ekonomi yang dianut oleh para anggotanya. Untuk menjelaskan dinamika tersebut, digunakan empat konsep utama dalam fisika kuantum yang dianalogikan ke dalam konteks koperasi, yaitu fungsi gelombang, koherensi dan dekoherensi, kolaps fungsi, dan interferensi.

Fungsi gelombang menggambarkan probabilitas keberadaan suatu partikel dalam berbagai keadaan hingga dilakukan pengukuran. Secara metaforis, fungsi gelombang koperasi merepresentasikan status potensial koperasi yang berada dalam superposisi nilai sosial dan ekonomi. Sebelum koperasi membuat keputusan kolektif (misalnya dalam Rapat Anggota Tahunan), ia tidak berada dalam posisi ekonomi murni ataupun sosial murni, melainkan dalam kombinasi probabilistik dari keduanya. Fungsi ini dipengaruhi oleh seberapa besar partisipasi anggota, kontribusi modal, nilai solidaritas, dan orientasi kelembagaan. Nilai-nilai ini membentuk amplitudo dan bentuk dari fungsi gelombang koperasi, yang menggambarkan kemungkinan orientasi akhir koperasi, apakah lebih condong ke efisiensi ekonomi, keadilan sosial, atau keseimbangan keduanya.

Dalam sistem kuantum, koherensi terjadi ketika semua elemen sistem bekerja selaras dalam satu pola gelombang yang stabil. Dalam konteks koperasi, koherensi sosial berarti adanya keselarasan antara solidaritas anggota dan produktivitas ekonomi koperasi. Ketika nilai-nilai kolektif dijalankan secara konsisten dalam aktivitas ekonomi, koperasi akan menghasilkan output yang seimbang, baik dalam bentuk kesejahteraan anggota maupun keberlanjutan usaha. Sebaliknya, dekoherensi terjadi saat

unsur sosial dan ekonomi tidak lagi saling mendukung, melainkan saling melemahkan. Misalnya, ketika solidaritas internal rendah, namun koperasi dikelola hanya berfokus pada target ekonomi, maka akan timbul ketimpangan partisipasi, konflik internal, dan penurunan makna keanggotaan. Dekoherensi menandai bahwa sistem kehilangan kemampuan untuk memproyeksikan nilai-nilainya dalam tindakan ekonomi secara utuh.

Dalam mekanika kuantum, kolaps fungsi gelombang adalah titik dimana kemungkinan berubah menjadi kenyataan melalui proses pengamatan atau interaksi. Dalam konteks koperasi, kolaps terjadi saat keputusan kolektif diambil, misalnya dalam forum Rapat Anggota Tahunan (RAT). Pada saat itu, koperasi memilih satu orientasi dari semua kemungkinan nilai yang sebelumnya berada dalam superposisi. Keputusan seperti pembagian Sisa Hasil Usaha (SHU), alokasi investasi, atau perubahan struktur kelembagaan adalah bentuk kolaps nilai-nilai kooperatif menjadi aksi nyata. Proses ini menunjukkan bagaimana tekanan sosial, preferensi dominan, dan dinamika musyawarah menghasilkan realitas organisasi yang aktual.

Interferensi dalam fisika kuantum merujuk pada hasil superposisi dua atau lebih gelombang yang saling memperkuat (interferensi konstruktif) atau saling meniadakan (interferensi destruktif). Dalam koperasi, interferensi merepresentasikan interaksi antara nilai-nilai sosial dan ekonomi dalam menciptakan output organisasi.

Jika solidaritas anggota dan strategi ekonomi berjalan saling mendukung, maka hasilnya adalah interferensi konstruktif, misalnya meningkatnya pendapatan sekaligus pemerataan manfaat. Namun, bila terjadi konflik antara nilai seperti dominasi elit pengurus, kurangnya transparansi, atau orientasi profit tanpa partisipasi, maka terjadi interferensi destruktif, yang menurunkan kinerja koperasi secara keseluruhan.

Integrasi konseptual dari keempat konsep ini, yaitu fungsi gelombang, koherensi, kolaps, dan interferensi digunakan untuk membangun model konseptual koperasi sebagai sistem dinamis yang tidak bisa dijelaskan hanya melalui pendekatan ekonomi atau sosial secara terpisah. Metafora kuantum ini memungkinkan pemahaman bahwa keberhasilan koperasi adalah hasil dari kemampuan menjaga koherensi antara nilai sosial dan ekonomi, dan bahwa setiap keputusan kolektif adalah hasil dari proses probabilistik nilai yang telah dibentuk oleh interaksi anggota.

Studi ini menggunakan data koperasi produksi di Jawa Barat dari 2019 hingga 2024 untuk mengilustrasikan bagaimana koperasi tumbuh secara kelembagaan (jumlah unit dan anggota), namun belum diikuti dengan peningkatan signifikan kontribusi terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB).

Tabel 1. Jumlah Koperasi Produksi, Anggota, dan Kontribusi terhadap PDRB Jawa Barat Tahun 2019 – 2024

Tahun	Jumlah Koperasi Produksi	Jumlah Anggota	Kontribusi terhadap PDRB (%)
2019	13.800	200.000	2,01
2020	14.250	225.000	2,05
2021	14.720	260.000	2,23
2022	15.300	290.000	2,19
2023	16.075	325.000	2,21
2024	16.430	350.000	2,25

Sumber: Diskuk Jabar, BPS Jawa Barat, diolah

Ketimpangan antara pertumbuhan sosial dan performa ekonomi koperasi tersebut dibaca sebagai dekoherensi sistem, yaitu ketika gelombang partisipasi sosial tidak menghasilkan interferensi konstruktif dalam output ekonomi. Maka, perlu dipahami bahwa keberhasilan koperasi tidak semata-mata hasil efisiensi ekonomi, tetapi produk dari koherensi internal antara logika sosial dan logika ekonomi. Dengan demikian, artikel ini mengembangkan kerangka naratif dan matematis koperasi sebagai sistem kuantum sosial, di mana statusnya merupakan fungsi gelombang dari dua nilai yang berinteraksi.

Pendekatan ini tidak hanya bersifat teoretis, tetapi juga menawarkan implikasi praktis dalam merancang kebijakan penguatan koperasi yang lebih seimbang antara orientasi ekonomi dan sosial. Penelitian ini diharapkan dapat membuka ruang konseptual baru dalam kajian koperasi interdisipliner, sekaligus memberi landasan metaforis dan sistemik bagi perancang kebijakan, akademisi, dan penggerak koperasi di tingkat akar rumput.

METODE

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan naratif-metaforis dalam bingkai analisis sistem kualitatif yang bertujuan membangun pemahaman konseptual atas koperasi produksi sebagai sistem yang memiliki sifat dual: sosial (kolektif) dan ekonomi (individual).

Pendekatan ini menempatkan koperasi sebagai sistem kompleks yang tidak dapat direduksi hanya pada ukuran ekonomi kuantitatif atau struktur kelembagaan, melainkan perlu dilihat dalam konteks koherensi nilai-nilai sosial dan interaksi ekonomi antar anggotanya.

Sumber Data

1. Data sekunder koperasi produksi di Jawa Barat dari BPS, Diskuk Jabar, Kemenkop, dan OJK.
2. Literatur akademik fisika kuantum, ekonomi koperasi, dan pendekatan interdisipliner.

Kerangka Teoritis dan Model Matematis

Entitas mikroskopik (seperti *elektron*, *foton*) tidak memiliki posisi atau kecepatan pasti sebelum diamati. Ia eksis sebagai fungsi probabilistik yang disebut fungsi gelombang (Ψ), yang menggambarkan superposisi dari semua kemungkinan keadaan (Griffiths, 2018). Secara analogi, koperasi tidak memiliki identitas tunggal sebagai entitas bisnis atau entitas sosial hingga ia diwujudkan dalam keputusan, aksi anggota, dan hasil akhir seperti distribusi SHU. Untuk menggambarkan dualitas, disusun model berikut

$$\Psi(t) = \alpha \cdot P(t) + \beta \cdot M(t)$$

$$S(t) = f_1(\Psi(t)), Y(t) = f_2(\Psi(t))$$

Keterangan:

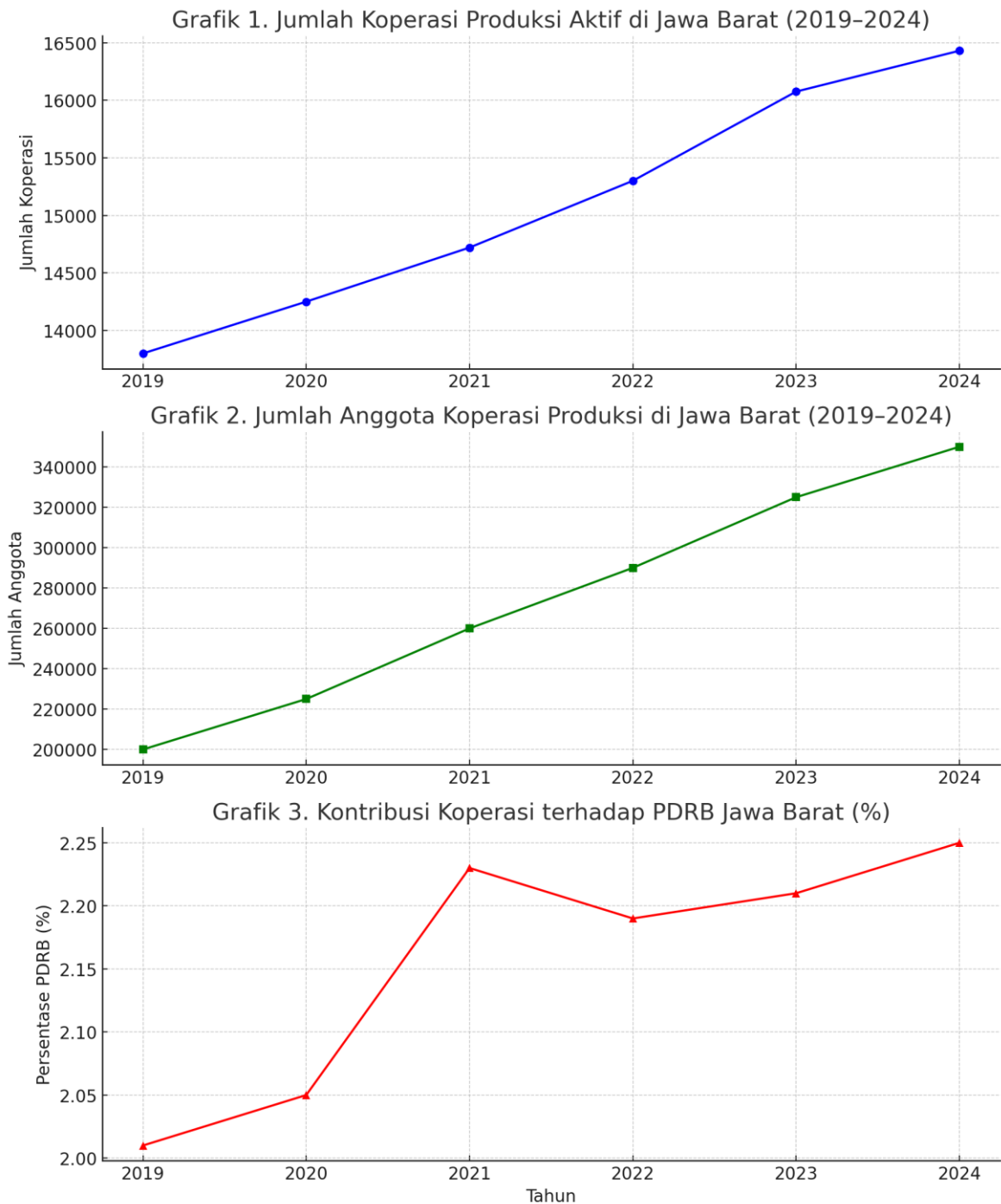
$P(t)$: Jumlah partisipasi anggota pada waktu t

$M(t)$: Modal ekonomi koperasi pada waktu t

$S(t)$: Tingkat solidaritas sosial (kolektif)

$Y(t)$: Pendapatan koperasi

$\Psi(t)$: Status koperasi sebagai fungsi dualitas sosial-ekonomi (analogi fungsi gelombang)



Gambar 1. Jumlah Koperasi Produksi Aktif, Jumlah Anggota Koperasi Produksi, dan Kontribusi Koperasi terhadap PDRB Jawa Barat

Dimana:

- α, β adalah bobot relatif antara partisipasi sosial dan modal ekonomi.
- f_1, f_2 adalah fungsi transformasi sosial dan ekonomi.
- Interpretasi kuantum: koperasi berada dalam superposisi sosial dan ekonomi hingga terjadi kolaps fungsi dalam pengambilan keputusan atau hasil (RAT dan distribusi SHU).

Maka, dapat didefinisikan fungsi gelombang koperasi:

$$\Psi_{koperasi}(t) = \alpha \cdot \phi_s(t) + \beta \cdot \phi_E(t)$$

Dimana:

$\Phi_s(t)$: Representasi nilai dan tindakan sosial (koherensi, solidaritas, musyawarah)

$\Phi_g(t)$: Representasi nilai dan tindakan ekonomi (kontribusi modal, produktivitas, SHU)

α, β : Koefisien bobot preferensi atau dominansi nilai sosial dan ekonomi (dapat bernilai dinamis)

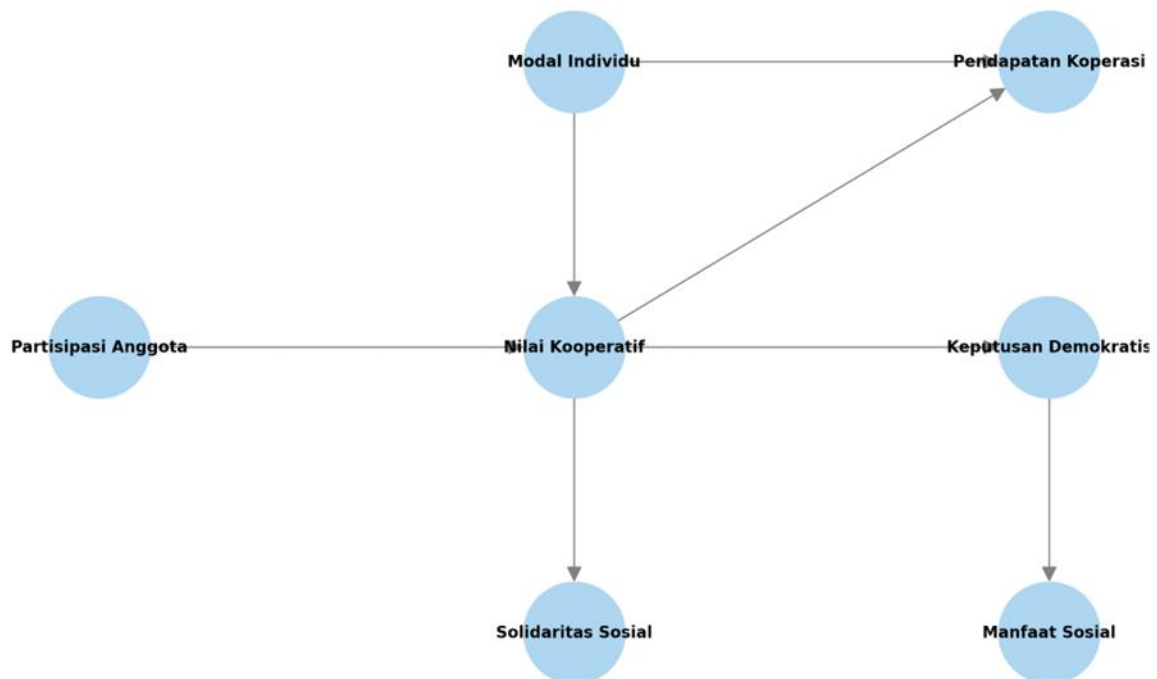
$\Psi_{\text{koperasi}}(t)$: Status kolektif koperasi pada waktu t , dalam superposisi antara dua dimensi tersebut

Jika dilakukan pengukuran atau aksi tertentu (misalnya, Rapat Anggota Tahunan atau pengambilan kebijakan), maka akan terjadi kolaps fungsi gelombang, yaitu koperasi akan memilih antara orientasi sosial atau ekonomi tergantung bobot kontribusi sebelumnya:

$$Outcome_{\text{RAT}} = \begin{cases} \text{Sosial} & , \text{jika } \alpha > \beta \\ \text{Ekonomi} & , \text{jika } \beta > \alpha \end{cases}$$

Visualisasi Sistem Konseptual

Untuk memperjelas keterkaitan antara dimensi sosial dan ekonomi dalam koperasi produksi serta bagaimana keduanya membentuk dinamika dualitas dalam sistem kelembagaan, berikut disajikan sebuah model visual yang menggambarkan struktur konseptual koperasi sebagai sistem superposisi nilai. Visualisasi ini berfungsi sebagai kerangka representatif yang menunjukkan bagaimana partisipasi anggota dan kontribusi modal individu berinteraksi membentuk nilai kooperatif yang kemudian bermuara pada output sosial dan ekonomi koperasi. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip dalam fisika kuantum di mana status sistem ditentukan oleh interaksi antara basis gelombang dan partikel.



Gambar 2. Diagram Sistem Konseptual Dualitas Gelombang-Partikel dalam Koperasi Produksi

Diagram pada gambar 2 memetakan sistem koperasi produksi sebagai entitas dengan dua sisi:

1. Sisi partikel yaitu berhubungan dengan unsur lokal, individual, dan ekonomis (misalnya Modal Individu, Pendapatan Koperasi).
2. Sisi gelombang yaitu menggambarkan unsur kolektif, sosial, dan relasional (misalnya Solidaritas Sosial, Manfaat Sosial).

Keterkaitan antar variabel:

1. Partisipasi Anggota dan Modal Individu memberi input pada Nilai Kooperatif, seperti dalam superposisi kuantum, di mana dua entitas berkontribusi pada keadaan gabungan.
2. Nilai Kooperatif menghasilkan dampak ganda: memperkuat Solidaritas Sosial (gelombang sosial) dan mendorong Pendapatan Koperasi (output partikel ekonomi).
3. Keputusan melalui musyawarah (RAT) dimodelkan sebagai proses kolaps fungsi gelombang, di mana nilai kolektif menjadi aksi aktual (Keputusan Demokratis).
4. Output sosial (non-materi) muncul sebagai Manfaat Sosial, sedangkan output ekonomi tercermin dalam Pendapatan Koperasi.

Hipotesis Naratif

Koperasi produksi merupakan sistem yang berada dalam kondisi superposisi antara nilai-nilai sosial (koheren, gelombang) dan tindakan ekonomi (diskrit, partikel), dan keberhasilannya bergantung pada kemampuan kolektif untuk menjaga koherensi antara kedua sifat tersebut.

Tabel 2. Interpretasi Model Dualitas

Aspek Fisika Kuantum	Analogi Koperasi Produksi	Referensi
Fungsi gelombang (Ψ)	Identitas koperasi sebagai superposisi nilai sosial dan ekonomi	Griffiths (2018), Barad (2007)
Partikel	Modal individu, produktivitas ekonomi anggota	Novkovic et al. (2022)
Gelombang	Solidaritas sosial, kohesi nilai, partisipasi kolektif	Wendt (2015), Ko (2024)
Superposisi	Anggota sebagai produsen dan konsumen secara simultan	Libben (2017), ICA (1995)
Kolaps fungsi gelombang	Keputusan dalam RAT, arah kebijakan koperasi	Barad (2007), Holtfort & Horsch (2024)
Interferensi	Konvergensi konflik nilai sosial-ekonomi dalam alokasi SHU	Ko (2024)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Koperasi Produksi sebagai Entitas Ekonomi Lokal

Data yang diperoleh dari Dinas Koperasi dan UKM Jawa Barat menunjukkan bahwa jumlah koperasi produksi aktif meningkat dari 13.800 unit pada tahun 2019 menjadi 16.430 unit pada 2024. Pertumbuhan ini menunjukkan bahwa koperasi produksi tetap memiliki daya tarik sebagai model kelembagaan ekonomi alternatif, khususnya di tengah tekanan sektor informal dan UMKM yang meningkat akibat pandemi dan pemulihan ekonomi.

Peningkatan jumlah unit koperasi produksi ini dapat dimaknai sebagai ekspansi struktur mikroekonomi partisipatif di tingkat lokal. Namun demikian, jika dianalisis secara metaforis menggunakan pendekatan dualitas gelombang-partikel, maka jumlah unit koperasi ini merepresentasikan aspek partikel dari sistem koperasi, yaitu entitas yang terlokalisasi, terstruktur, dan beroperasi dalam batas legalitas formal. Dalam sistem kuantum, partikel mewakili aspek materiil

yang dapat diukur dan diamati langsung (Griffiths, 2018). Dalam konteks koperasi, partikel dapat diartikan sebagai output ekonomi dan jumlah unit usaha.

Akan tetapi, keberadaan partikel koperasi tersebut tidak serta merta menunjukkan keberhasilan sistem secara menyeluruh, karena kinerja kooperatif juga sangat tergantung pada aspek non-materiil, yaitu hubungan sosial, nilai, dan dinamika keanggotaan yang dianalogikan sebagai gelombang.

Partisipasi Anggota sebagai Basis Gelombang Sosial

Jumlah anggota koperasi produksi juga menunjukkan tren peningkatan signifikan, dari sekitar 200.000 pada 2019 menjadi 350.000 pada 2024. Kenaikan ini menunjukkan adanya mobilisasi sosial menuju model usaha kolektif. Dalam kerangka metaforis kuantum, partisipasi anggota mencerminkan aspek gelombang, yaitu variabel non-lokal yang menyebar dan membentuk pola kolektif yang sulit diukur secara langsung, namun memiliki dampak signifikan terhadap dinamika internal koperasi.

Dalam teori dualitas kuantum, gelombang tidak memiliki posisi tetap, tetapi mempengaruhi semua ruang secara serempak hingga dilakukan pengamatan (Barad, 2007). Demikian pula, partisipasi anggota koperasi berfungsi sebagai kekuatan difusif yang membentuk struktur nilai kolektif (seperti demokrasi ekonomi, kepercayaan sosial, dan pemerataan hasil). Peningkatan jumlah anggota menandakan bahwa amplitudo gelombang sosial koperasi meningkat, dimana semakin besar amplitudo ini, semakin besar potensi interferensi positif antaranggota dan antara koperasi. Namun demikian, tanpa koherensi nilai, gelombang ini dapat mengalami dekoherensi, yaitu kondisi di mana nilai-nilai bersama melemah akibat konflik internal, bias elit, atau hilangnya orientasi solidaritas (Wendt, 2015). Oleh karena itu, penting untuk menjaga stabilitas gelombang melalui pendidikan anggota dan tata kelola demokratis.

Kontribusi terhadap PDB Daerah sebagai Indikator Kolaps Ekonomi

Meskipun pertumbuhan jumlah koperasi dan keanggotaan cukup positif, kontribusi koperasi terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) masih relatif rendah, yaitu berkisar antara 2,01% (2019) hingga 2,25% (2024). Ini menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara kapasitas sosial yang tumbuh dan kontribusi ekonomi yang dihasilkan. Dalam pendekatan kuantum, hasil observasi atau collapse dari fungsi gelombang baru terjadi ketika sistem diukur yang artinya, kontribusi terhadap PDRB adalah hasil dari kolaps sosial-ekonomi koperasi pada dimensi ekonomi.

Kolaps fungsi gelombang dalam koperasi terjadi ketika keputusan kolektif (misalnya dalam Rapat Anggota Tahunan) diarahkan pada aksi tertentu yaitu pada alokasi surplus, pembagian SHU, penentuan investasi produktif, dll. Jika keputusan tersebut terlalu bias pada dimensi partikel (misalnya profit semata), maka akan mengurangi amplitudo gelombang sosial koperasi. Sebaliknya, jika terlalu idealistik sosial tanpa instrumen ekonomi yang solid, sistem dapat kehilangan fungsi ekonomi.

Analisis Sistemik: Koherensi Sosial dan Interferensi Ekonomi

Melalui diagram sistem konseptual yang disusun, diperlihatkan bahwa koperasi beroperasi dalam keterkaitan antar variabel sosial dan ekonomi. Partisipasi anggota dan modal individu membentuk nilai-nilai kooperatif sebagai fungsi gelombang koperasi. Nilai ini, jika dikelola dalam tata kelola yang demokratis dan koheren, akan menghasilkan dua keluaran sekaligus yaitu manfaat sosial (distribusi nilai, penguatan komunitas) dan pendapatan koperasi (produktivitas, efisiensi).

Namun dalam sistem kuantum, hanya sistem dengan koherensi tinggi yang mampu menghasilkan interferensi konstruktif. Artinya, sistem koperasi hanya akan menghasilkan dampak besar jika

variabel sosial dan ekonomi saling memperkuat, bukan saling membatalkan. Hal ini relevan dengan temuan Novkovic et al. (2022) yang menekankan bahwa keberhasilan koperasi sangat bergantung pada integrasi logika ganda (*economic-social logic*) dalam desain kelembagaan.

Sebagai ilustrasi matematis, model berikut mengekspresikan status koperasi sebagai fungsi dualitas:

$$\Psi_{koperasi}(t) = \alpha \cdot \phi_s(t) + \beta \cdot \phi_E(t)$$

Di mana nilai α dan β menunjukkan orientasi dominan koperasi. Jika $\alpha \approx \beta$, maka koperasi berada dalam keseimbangan, tetapi jika salah satunya dominan terlalu besar, maka akan terjadi kolaps bias, yang dapat mengurangi keberlanjutan jangka panjang.

Implikasi Teoritis dan Praktis

Pendekatan metaforis dualitas partikel-gelombang membuka ruang konseptual baru dalam memahami koperasi. Kontribusi utama pendekatan ini adalah:

1. Menawarkan kerangka teoretis interdisipliner yang dapat menjelaskan dinamika koperasi secara sistemik dan *non-linear*;
2. Memberikan dasar metaforis untuk mendesain tata kelola koperasi berbasis keseimbangan nilai sosial dan ekonomi;
3. Mendorong peneliti dan praktisi koperasi untuk menggunakan indikator sosial sebagai bagian dari pengukuran kinerja koperasi, bukan hanya indikator ekonomi.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian ini mengusulkan pendekatan interdisipliner dengan menggunakan metafora dualitas partikel-gelombang dalam fisika kuantum untuk memahami koperasi produksi sebagai sistem sosio-ekonomi kompleks. Dengan menelaah data koperasi produksi di Jawa Barat pada periode 2019–2024, serta membangun model sistem konseptual dan matematis yang bersumber dari teori fisika kuantum, dapat disimpulkan bahwa koperasi tidak dapat direduksi hanya menjadi entitas ekonomi atau sosial semata.

Koperasi produksi menampilkan sifat dual:

- Sebagai partikel, ketika dilihat dari sisi modal, produktivitas, dan kontribusi terhadap PDRB; serta
- sebagai gelombang, ketika dilihat dari sisi solidaritas anggota, partisipasi kolektif, dan nilai-nilai demokrasi ekonomi

Fungsi gelombang koperasi (Ψ) yang merepresentasikan status kooperatif adalah hasil superposisi antara nilai sosial dan ekonomi. Keputusan kolektif seperti dalam Rapat Anggota Tahunan (RAT) memiliki fungsi analogis sebagai kolaps fungsi gelombang, di mana koperasi memilih arah berdasarkan dominansi nilai yang terkonsolidasi. Ketidakseimbangan antara dua nilai ini akan memicu bias orientasi yang mengancam keberlanjutan.

Dengan pendekatan metaforis ini, koperasi produksi dapat dilihat sebagai sistem kuantum sosial yang keberhasilannya sangat ditentukan oleh koherensi internal antara variabel ekonomi dan sosial. Pendekatan ini memberikan kerangka alternatif untuk memahami, mengevaluasi, dan merancang kebijakan penguatan koperasi produksi secara lebih holistik.

Saran

1. Untuk Peneliti:
 - a. Kajian ini membuka ruang untuk eksplorasi lebih lanjut dalam pendekatan kuantum sosial terhadap sistem kelembagaan ekonomi. Penelitian mendatang dapat mengembangkan model kuantitatif berdasarkan fungsi gelombang koperasi dengan data mikro anggota dan unit usaha koperasi.
 - b. Diperlukan riset lintas disiplin yang menghubungkan ilmu fisika, teori sistem sosial, dan ekonomi kelembagaan untuk membangun kerangka kerja teoritis yang lebih integratif.
2. Untuk Praktisi Koperasi:
 - a. Tata kelola koperasi perlu mempertahankan keseimbangan antara logika sosial dan logika ekonomi. Kepemimpinan koperasi harus peka terhadap dinamika nilai dan memastikan tidak terjadi dominasi orientasi ekonomi yang mengikis solidaritas anggota.
 - b. Pendidikan koperasi sebaiknya menanamkan pemahaman bahwa keberhasilan koperasi bukan hanya dari profit, tetapi dari kohesi sosial dan nilai kolektif yang menghasilkan stabilitas jangka panjang.
3. Untuk Pemerintah Daerah dan Pembuat Kebijakan:
 - a. Kebijakan pengembangan koperasi sebaiknya tidak hanya menargetkan pertumbuhan unit dan kontribusi PDRB, tetapi juga mendorong penguatan koherensi sosial melalui program pelatihan nilai koperasi, insentif partisipasi, dan penguatan fungsi pengawasan demokratis.
 - b. Metodologi evaluasi kinerja koperasi harus diperluas untuk memasukkan indikator sosial, seperti indeks partisipasi aktif, persepsi keadilan distribusi, dan tingkat kepercayaan antaranggota.

BIBLIOGRAFI

- Barad, K. (2007). *Meeting the Universe Halfway: Quantum Physics and the Entanglement of Matter and Meaning*. Duke University Press.
- BPS Jawa Barat. (2023). *Statistik Koperasi Jawa Barat 2019–2023*. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat.
- Cato, M. S., Novkovic, S., & Webb, T. (2022). The co-operative identity: Logic and tensions. *Journal of Co-operative Studies*, 55(3), 25–37.
- Ćosić, I. (2017). *Assembly Technologies*. Nauka, Belgrade.
- Dahrendorf, R. (1988). *The Modern Social Conflict: An Essay on the Politics of Liberty*. University of California Press.
- Diskuk Jabar. (2024). *Laporan Tahunan Dinas Koperasi dan Usaha Kecil Jawa Barat 2024*. Pemerintah Provinsi Jawa Barat.
- Griffiths, D. J. (2018). *Introduction to Quantum Mechanics* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Holtfort, T., & Horsch, A. (2024). Quantum economics and financial entanglement: Toward a post-classical paradigm. *Journal of Quantum Social Theory*, 12(1), 33–47.
- ICA. (1995). *Statement on the Co-operative Identity*. International Co-operative Alliance.
- Kemenkop UKM. (2023). *Profil Koperasi dan UMKM Indonesia*. Kementerian Koperasi dan UKM RI.
- Kilibarda, M., Zečević, Z., & Tadić, S. (2016). TQM approach of logistic providers business. In Papić, Lj. (Ed.), *Dependability and Quality Management 2016*, 514–521.
- Ko, K.-I. (2024). In-out duality in social systems: A quantum social framework. *Journal of*

- Interdisciplinary Social Theory, 18(2), 101–127.
- Lewis, M. W. (2000). Exploring paradox: Toward a more comprehensive guide. *Academy of Management Review*, 25(4), 760–776.
- Libben, G. (2017). The wave–particle duality of meaning: A quantum approach to lexical organization. *Journal of Neurolinguistics*, 43, 1–11.
- Murphy, M. (2021). The quantum market: Complexity, value, and interference in global value chains. *Review of Political Economy*, 33(2), 271–289.
- Novkovic, S., Cato, M. S., & Webb, T. (2022). Cooperative governance and the logic of identity. *Journal of Co-operative Studies*, 55(3), 14–34.
- OJK. (2022). Statistik Lembaga Keuangan Mikro dan Koperasi 2019–2022. Otoritas Jasa Keuangan.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press.
- Pinto, F., & Ramaswamy, M. (2019). Complexity and quantum perspectives in economic theory. *Complexity Economics Review*, 4(1), 45–62.
- Roth, G. (2016). Non-classical thinking in organization studies: Entanglement and uncertainty. *Organization*, 23(6), 857–873.
- Scholz, T. (2016). *Platform Cooperativism: Challenging the Corporate Sharing Economy*. Rosa Luxemburg Stiftung.
- Schrödinger, E. (1935). The present situation in quantum mechanics. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 124, 323–338.
- Smith, T. H. (2020). Understanding wave-particle duality: Quantum paradoxes and social implications. *Foundations of Physics*, 50(4), 321–337.
- Sztompka, P. (2002). *Sociology: Analysis of Society*. Wydawnictwo Znak.
- Tapscott, D., & Williams, A. D. (2010). *Macrowikinomics: Rebooting Business and the World*. Portfolio.
- Wang, Y., & Zhang, Y. (2020). Co-operatives, social logic and economic sustainability. *Journal of Social Economy*, 76(2), 188–203.
- Wendt, A. (2015). *Quantum Mind and Social Science: Unifying Physical and Social Ontology*. Cambridge University Press.
- Wechsler, S. D. (2019). Dualities in quantum theory and beyond. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 67, 55–72.
- Zohar, D., & Marshall, I. (1994). *The Quantum Society: Mind, Physics and a New Social Vision*. William Morrow and Company.
- Zuber, E., & Mohr, A. (2017). Dual logics of social innovation: Between solidarity and economic efficiency. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 30(3), 330–349.
- Yunus, M. (2010). *Building Social Business: The New Kind of Capitalism That Serves Humanity's Most Pressing Needs*. PublicAffairs.

