



VALUASI EKONOMI MATA AIR NAO: MENGGABUNGKAN FUNGSI EKONOMI DAN NILAI BUDAYA KEARIFAN LOKAL

Paulus Pontas¹, Laurentius D. Wisnu Wardhana², Flora Evalina Ina Kleruk³, Aah Ahmad Almuqu⁴, dan Ika Kristinawati⁵

Article history:

Submitted: 6 Mei 2026

Revised: 3 Juni 2026

Accepted: 30 Juni 2026

Keywords:

Barong Wae Teku;

Economic valuation;

Local wisdom;

Nao Spring;

Total Economic Value;

Abstract

This study aimed to analyze water use distribution and estimate the Total Economic Value (TEV) of the Nao Spring by incorporating the local wisdom of the Wotol Tribe as a bequest value component. The study applied a descriptive quantitative approach using the Total Economic Value framework, which included direct use value, indirect use value, and bequest value. Data were collected from 53 purposively selected respondents consisting of household water users, farmers, PDAM representatives, and customary leaders. The results showed that total water utilization reached 795,900 m³/year and was dominated by agricultural irrigation at 89.79 percent. The Total Economic Value of the Nao Spring reached IDR 1.750.614.183/year. The largest component originated from the drought control function at 53.77 percent, followed by agricultural irrigation at 29.11 percent, PDAM customers at 14.78 percent, the Barong Wae Teku ritual bequest value at 1.70 percent, and household water use at 0.64 percent. The bequest value of IDR 29,800,000/year reflected collective community contributions to maintaining spring sustainability through local customary practices. Cultural values and customary institutions need to be integrated into community-based water resource management policies.

Kata Kunci:

Barong Wae Teku;

Kearifan lokal;

Mata Air Nao;

Nilai Ekonomi Total;

Valuasi ekonomi;

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis distribusi pemanfaatan dan menghitung Nilai Ekonomi Total (NET) Mata Air Nao berbasis kearifan lokal Suku Wotol. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan kerangka Nilai Ekonomi Total yang meliputi nilai guna langsung, nilai guna tidak langsung, dan nilai warisan. Data diperoleh dari 53 responden yang dipilih secara purposif, terdiri atas pengguna air rumah tangga, petani, pihak PDAM, dan tetua adat. Hasil penelitian menunjukkan total pemanfaatan air mencapai 795.900 m³/tahun dan didominasi oleh irigasi pertanian sebesar 89,79 persen. NET Mata Air Nao mencapai Rp1.750.614.183/tahun. Nilai terbesar berasal dari fungsi pengendali kekeringan sebesar 53,77 persen, diikuti irigasi pertanian 29,11 persen, pelanggan PDAM 14,78 persen, nilai warisan ritual Barong Wae Teku 1,70 persen, dan air baku rumah tangga 0,64 persen. Nilai warisan sebesar Rp29.800.000/tahun menunjukkan adanya kontribusi kolektif masyarakat dalam menjaga keberlanjutan mata air melalui praktik adat lokal. Nilai budaya dan kelembagaan adat perlu diintegrasikan dalam kebijakan pengelolaan sumber daya air berbasis masyarakat.

Program Studi Pengelolaan Hutan, Jurusan Kehutanan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang^{2,4}

Email: wisnu211280@gmail.com²

Email: ahmadalmulqu@yahoo.com⁴

Program Studi Manajemen Sumber Daya Hutan, Jurusan Kehutanan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang^{3,5}

Email: floraevalinainakleruk@gmail.com³

Email: ikakristinawanti09@gmail.com⁵

PENDHULUAN

Sumber daya air menghasilkan manfaat ekonomi melalui pemanfaatan langsung, jasa regulasi ekosistem, dan fungsi budaya yang menopang sistem sosial masyarakat. Ketiga dimensi ini saling terhubung namun tidak selalu terukur dalam satu kerangka valuasi yang utuh. Tekanan terhadap ketersediaan air terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan perluasan kegiatan pertanian serta industri. Valuasi ekonomi yang menyeluruh menjadi instrumen penting dalam perumusan kebijakan pengelolaan sumber daya air yang efisien dan berkelanjutan.

Mata Air Nao di Desa Nao, Kecamatan Satarmese Utara, Kabupaten Manggarai berperan strategis bagi tiga kelompok pengguna. Mata Air Nao memasok air bagi 30 KK pengguna rumah tangga dan mengairi 30 hektar lahan sawah. Mata Air Nao juga menjadi sumber pasokan utama PDAM Tirta Komodo bagi 1.048 pelanggan di wilayah kecamatan setempat (PDAM Tirta Komodo Ruteng, 2024). Di samping fungsi ekonomi tersebut, Mata Air Nao merupakan pusat ritual adat Barong Wae Teku Suku Wotol (Niman *et al.*, 2023). Upacara ini berlangsung setiap tahun sebagai wujud penghormatan masyarakat terhadap keberadaan sumber air. Dimensi budaya membentuk sistem tata kelola berbasis komunitas yang secara aktif menjaga keberlanjutan mata air.

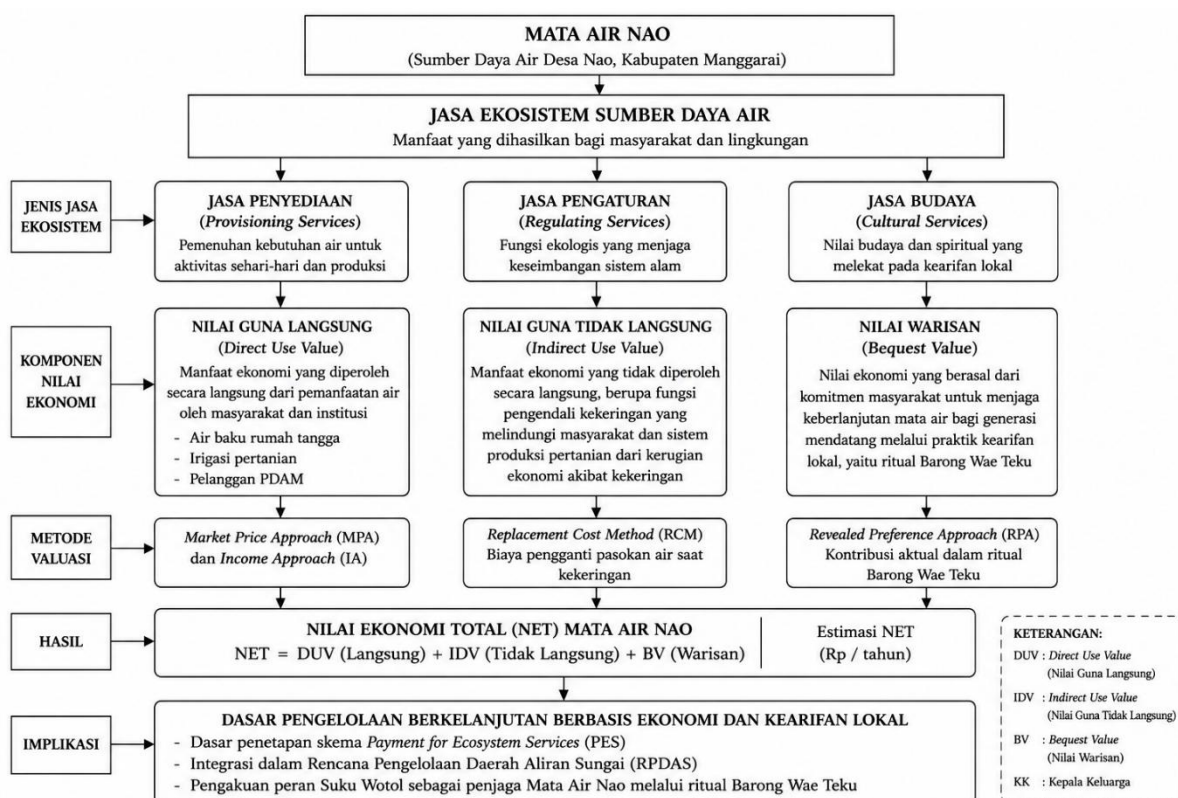
Studi valuasi ekonomi sumber daya air di Indonesia menunjukkan dominasi nilai guna tidak langsung dalam struktur TEV (Dewi *et al.*, 2024; Olusola *et al.*, 2025; Sulistyawan *et al.*, 2022). Nilai ini umumnya jauh melampaui kontribusi nilai guna langsung dari pemanfaatan air secara fisik. Studi di Nusa Tenggara Timur juga mengonfirmasi nilai ekonomi sumber daya alam yang tinggi meskipun rentan terhadap tekanan eksternal (Penga *et al.*, 2025). Sebagian besar studi tersebut membatasi pengukuran pada dimensi fisik-ekonomi dan mengabaikan nilai budaya yang melekat pada sumber daya air (Balasubramanian & Sangha, 2023; IPBES, 2022). Sumber daya air di wilayah dengan kearifan lokal yang kuat cenderung dinilai lebih rendah dari nilai sesungguhnya karena nilai warisan berbasis ritual adat tidak terukur secara eksplisit. Studi yang mengintegrasikan komponen ini ke dalam kerangka NET masih sangat terbatas (Ignatyeva *et al.*, 2022; Selivanov & Hlaváčková, 2021).

Dalam kerangka Total Economic Value, *bequest value* didefinisikan sebagai nilai yang timbul dari keinginan komunitas untuk memastikan ketersediaan sumber daya ekologis bagi generasi mendatang melalui tindakan nyata yang berulang. Definisi ini membedakan *bequest value* dari *existence value* yang tidak mensyaratkan tindakan konservasi aktif dan dari *cultural value* yang tidak selalu berorientasi keberlanjutan antargenerasi. Studi valuasi hutan sakral berbasis ritual komunitas menunjukkan bahwa *bequest value* dapat diukur melalui preferensi aktual masyarakat terhadap pelestarian sumber daya untuk generasi mendatang (Ihemezie *et al.*, 2023). Kontribusi kolektif tahunan dalam ritual konservasi sumber daya alam memenuhi kriteria *bequest value* karena mencerminkan komitmen ekonomi komunitas yang terstruktur dan berkelanjutan. Suku Wotol melalui ritual Barong Wae Teku menjalankan tindakan kolektif tahunan yang secara eksplisit bertujuan menjaga Mata Air Nao agar tetap bermanfaat bagi anak cucu. Kontribusi aktual ini menjadikan pengeluaran ritual Barong Wae Teku lebih tepat dikategorikan sebagai *bequest value* dibandingkan komponen nilai nonguna lainnya dalam kerangka TEV.

Penelitian ini bertujuan (1) menganalisis distribusi pemanfaatan air Mata Air Nao dan (2) menghitung NET dengan mengintegrasikan nilai warisan berbasis kearifan lokal Suku Wotol. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengukuran nilai warisan menggunakan pendekatan *revealed preference* berbasis kontribusi aktual ritual adat. Pendekatan ini berbeda dari metode *contingent valuation* yang bersifat hipotetik dan rentan terhadap bias responden.

Penelitian ini mengajukan dua proposisi penelitian. Pertama, nilai guna tidak langsung diperkirakan menjadi kontributor terbesar dalam NET Mata Air Nao. Studi valuasi air secara konsisten menunjukkan bahwa fungsi regulasi mendominasi struktur TEV dibandingkan nilai guna langsung (Dewi *et al.*, 2024; Hutabarat *et al.*, 2025; Sulistyawan *et al.*, 2022). Kedua, kontribusi aktual masyarakat dalam ritual Barong Wae Teku dapat dikuantifikasi sebagai proksi *bequest value* yang terukur. Kearifan

lokal masyarakat adat terbukti berfungsi sebagai mekanisme konservasi berbasis komunitas yang memiliki nilai ekonomi nyata (Dawson *et al.*, 2021; Fidler *et al.*, 2024; Martinez-Cruz *et al.*, 2024; Ncube *et al.*, 2021; Niman *et al.*, 2023). Pengkategorian kontribusi ritual sebagai *bequest value* didasarkan pada tiga kriteria teoritis: pertama, tindakan bersifat aktual dan berulang setiap tahun sehingga mencerminkan preferensi sejati bukan pernyataan hipotetik; kedua, motivasi tindakan secara eksplisit berorientasi pada kelestarian sumber daya bagi generasi mendatang sebagaimana termuat dalam narasi ritual; dan ketiga, mekanisme dilaksanakan secara kolektif oleh komunitas yang memiliki klaim historis atas sumber daya tersebut. Pembayaran ekosistem berbasis komunitas yang bersumber dari norma adat terbukti lebih adaptif dan efektif dalam menjaga keberlanjutan sumber daya alam dibanding pendekatan regulasi formal (Kaiser *et al.*, 2023).



Sumber: Data Penelitian, 2025

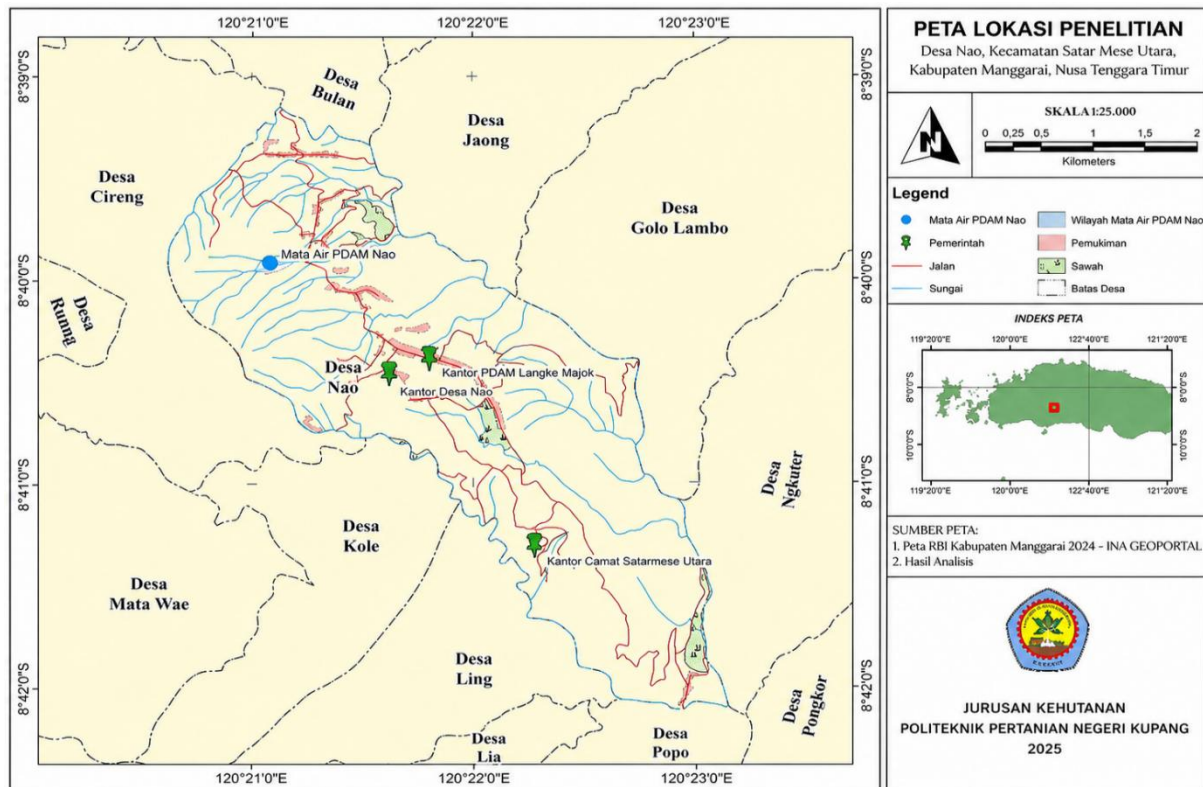
Gambar 1. Kerangka Konseptual

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada tahun 2025 dan 2026 di Mata Air Nao, Desa Nao, Kecamatan Satarmese Utara, Kabupaten Manggarai, Nusa Tenggara Timur. Mata Air Nao terletak di kawasan perbukitan dengan kapasitas debit yang mencukupi kebutuhan air masyarakat Desa Nao dan sekitarnya (Gambar 2).

Populasi penelitian mencakup seluruh pengguna Mata Air Nao di Desa Nao. Pengumpulan data dilakukan secara sensus terhadap dua kelompok pengguna utama. Pertama, seluruh 30 KK pengguna air baku rumah tangga non-PDAM diambil secara sensus. Kelompok ini merupakan total populasi pengguna langsung Mata Air Nao yang tidak menggunakan layanan PDAM, berdasarkan data resmi kantor PDAM Tirta Komodo tahun 2024 yang mencatat 518 KK dari total 548 KK Desa Nao sebagai pelanggan aktif. Kedua, seluruh 21 petani yang menggarap 30 hektar lahan sawah terairi dari Mata Air Nao diambil secara sensus sebagai total populasi pengguna irigasi. Data pelanggan PDAM diperoleh secara institusional melalui wawancara dengan bendahara PDAM Tirta Komodo yang menguasai data

distribusi dan pendapatan seluruh 1.048 pelanggan di wilayah pelayanan. Satu informan kunci tetua adat Suku Wotol (Klitus Uji, 80 tahun) ditetapkan sebagai sumber tunggal informasi nilai warisan berdasarkan kapasitas pengetahuan dan otoritas adat yang dimiliki. Total 53 responden dan informan terlibat dalam penelitian ini.



Sumber: Data Penelitian, 2025

Gambar 2. Lokasi Penelitian

Data primer dikumpulkan melalui kuesioner terstruktur, wawancara mendalam, dan observasi lapangan. Data sekunder meliputi data pengeluaran dan pendapatan PDAM Tirta Komodo tahun 2024 (12 bulan penuh), data kependudukan Kecamatan Satarmese Utara 2024, dan laporan produksi pertanian Desa Nao.

Secara teoritis nilai ekonomi sumber daya alam mencakup lima komponen utama, yaitu nilai guna langsung (*direct use value*), nilai guna tidak langsung (*indirect use value*), nilai pilihan (*option value*), nilai warisan (*bequest value*), dan nilai keberadaan (*existence value*) yang secara bersama-sama merepresentasikan nilai guna dan non-guna dari suatu sumber daya alam (Olusola *et al.*, 2025). Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan kerangka Nilai Ekonomi Total (NET) yang mencakup nilai guna langsung, nilai guna tidak langsung, dan nilai warisan. Pemilihan ketiga komponen ini didasarkan pada ketersediaan data empiris yang dapat diukur secara aktual di lapangan. Formulasi ini mengacu pada kerangka valuasi ekonomi sumber daya alam berbasis Total Economic Value. Nilai Ekonomi Total dihitung sebagai penjumlahan seluruh komponen nilai dengan persamaan

$$\text{NET} = \text{DUV} + \text{IDV} + \text{BV} \quad (1)$$

Keterangan:

NET = Nilai Ekonomi Total (Rp/tahun);

DUV = Nilai Guna Langsung (*Direct Use Value*, Rp/tahun);

IDV = Nilai Guna Tidak Langsung (*Indirect Use Value*, Rp/tahun);

BV = Nilai Warisan (*Bequest Value*, Rp/tahun).

Formula ini merupakan adaptasi dari kerangka *Total Economic Value* (TEV) yang secara teoritis mencakup lima komponen nilai (Brander *et al.*, 2024; IPBES, 2022). Dalam penelitian ini, kerangka TEV diadaptasi menjadi tiga komponen yaitu Nilai guna langsung (DUV), nilai guna tidak langsung (IDV), dan nilai warisan (BV), dengan pertimbangan bahwa ketiga komponen tersebut dapat diuantifikasi secara empiris berdasarkan data primer yang tersedia di lapangan. Nilai pilihan dan nilai keberadaan tidak dihitung karena keterbatasan data. Oleh sebab itu, estimasi NET Mata Air Nao bersifat konservatif dan berpotensi mencerminkan nilai minimum ekonomi aktual.

Nilai guna langsung (DUV) dihitung berdasarkan tiga jenis pemanfaatan utama, yaitu air baku rumah tangga, irigasi pertanian, dan distribusi air oleh PDAM. Pendekatan yang digunakan meliputi *market price approach* untuk air rumah tangga dan PDAM, serta *income approach* untuk irigasi pertanian. Formula DUV sebagai berikut:

$$DUV = DUV_{RT} + DUV_{IR} + DUV_{PDAM} \dots\dots\dots (2)$$

Rumah Tangga (RT)

$$DUV_{RT} = Q_{RT} \times P_{air} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

Q_{RT} = Total konsumsi air rumah tangga (m³/tahun)

P_{air} = Tarif air (Rp/m³)

Irigasi (IR)

$$DUV_{IR} = (Y \times P - C) \times A \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

Y = Produksi per ha (kg/ha)

P = Harga hasil panen (Rp/kg)

C = Biaya produksi per ha (Rp/ha)

A = Luas lahan (ha)

PDAM

$$DUV_{PDAM} = TR_{PDAM} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

TR_{PDAM} = Total Revenue PDAM (Rp/tahun)

Nilai guna tidak langsung dihitung menggunakan *Replacement Cost Method* (RCM), yaitu dengan mengestimasi biaya yang harus dikeluarkan masyarakat apabila fungsi Mata Air Nao sebagai penyedia air terganggu, baik untuk kebutuhan domestik maupun irigasi. Nilai guna tidak langsung (IDV) dengan formula:

$$IDV = (N \times Q \times T \times P_{alt}) + L_{IR} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

N = Jumlah KK terdampak

Q = Konsumsi air per KK (m³/tahun)

T = Proporsi waktu kekeringan

P_{alt} = Harga air alternatif (Rp/m³)

L_{IR} = Kehilangan pendapatan irigasi (Rp/tahun)

Perhitungan IDV mengasumsikan durasi kekeringan enam bulan berdasarkan pola musim kemarau Kabupaten Manggarai yang berlangsung dari Mei hingga Oktober. Harga air alternatif ditetapkan sebesar Rp10.000/m³ berdasarkan survei terhadap penyedia jasa distribusi air tangki di

wilayah penelitian tahun 2025. Perhitungan DUV irigasi menggunakan data produksi dan biaya usaha tani musim tanam 2025 yang diperoleh langsung dari 21 petani responden melalui wawancara terstruktur. Perhitungan DUV rumah tangga dan PDAM menggunakan tarif air resmi yang berlaku pada periode penelitian. Seluruh asumsi ditetapkan berdasarkan kondisi lapangan aktual agar estimasi nilai ekonomi mencerminkan kondisi riil dan memungkinkan replikasi pada penelitian selanjutnya

Nilai warisan diestimasi menggunakan pendekatan *revealed preference* berbasis kontribusi aktual masyarakat dalam ritual adat Barong Wae Teku. Pendekatan ini digunakan karena nilai yang diukur bukan bersifat hipotetik melainkan merupakan pengeluaran riil yang dilakukan secara kolektif oleh masyarakat sebagai bentuk komitmen terhadap keberlanjutan sumber daya air. Nilai warisan (BV) diukur sebagai proksi WTP berbasis kontribusi sukarela dalam ritual adat.

Penggunaan kontribusi ritual sebagai proksi WTP perlu mempertimbangkan kemungkinan *social obligation* bias, yaitu kondisi di mana partisipasi dipengaruhi tekanan norma sosial atau kewajiban adat daripada preferensi konservasi yang murni sukarela. Penelitian ini mengakui kemungkinan tersebut sebagai keterbatasan yang melekat pada pendekatan *revealed preference* berbasis ritual komunitas. Namun demikian, tiga karakteristik Barong Wae Teku menunjukkan bahwa kontribusi ini tetap valid sebagai proksi WTP yang dapat diandalkan. Pertama, partisipasi bersifat konsisten selama puluhan tahun tanpa paksaan institusi formal sehingga mencerminkan internalisasi nilai konservasi dalam norma komunitas. Kedua, besaran kontribusi Rp100.000 per KK per tahun ditetapkan secara musyawarah komunal sehingga mencerminkan kesepakatan kolektif bukan kewajiban yang dipaksakan secara sepihak. Ketiga, studi valuasi berbasis ritual komunitas adat menunjukkan bahwa tekanan sosial dan preferensi konservasi tidak selalu saling meniadakan melainkan dapat berfungsi sebagai mekanisme penguatan komitmen kolektif terhadap keberlanjutan ekosistem (Ihemezie *et al.*, 2023). Dengan demikian, nilai warisan yang dihasilkan merepresentasikan ekspresi WTP komunal yang valid dalam konteks tata kelola sumber daya berbasis kearifan lokal.

$$BV = WTP \times N_p \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

WTP = Kontribusi per KK (Rp/tahun)

N_p = Jumlah KK partisipan (Suku Wotol)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mata Air Nao melayani kebutuhan air bagi tiga kelompok pengguna utama yaitu masyarakat pengguna air baku rumah tangga, petani sawah yang memanfaatkan air irigasi, dan pelanggan PDAM Tirta Komodo. Total pemanfaatan air dari Mata Air Nao mencapai 795.900 m³/tahun. Distribusi volume pemanfaatan per kelompok pengguna tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1.
Distribusi Pemanfaatan Air Mata Air Nao per Tahun

No.	Jenis Pemanfaatan	Jumlah Pengguna	Volume (m ³ /tahun)	Persentase (%)
1	Air baku rumah tangga (langsung)	30 KK	5.631,90	0,71
2	Irigasi pertanian padi sawah	30 ha (21 petani)	709.560,00	89,79
3	Pelanggan PDAM Tirta Komodo	1.048 KK	80.708,00	10,22
	Total		795.900	100,00

Sumber: Data Penelitian, 2025

Irigasi pertanian mendominasi pemanfaatan dengan volume 709.560 m³/tahun atau 89,79 persen dari total. Besarnya porsi irigasi membuktikan bahwa Mata Air Nao berfungsi sebagai infrastruktur utama penopang produktivitas pertanian padi sawah di Desa Nao. Setiap hektar lahan sawah membutuhkan rata-rata 7.884 m³ air per musim tanam. Kebutuhan tersebut terdistribusi ke empat fase

Valuasi Ekonomi Sumber Daya Air Mata Air Nao Berbasis Kearifan Lokal,
Paulus Pontas, Laurentius D W Wardhana, Flora Evalina Ina Kleruk, Aah Ahmad Almuqu, dan Ika Kristinawati,

pertanian: pembajakan 35 persen, pemeliharaan 40 persen, penanaman 15 persen, dan pemanenan 10 persen sesuai parameter FAO-56 pada kondisi tanah liat berlempung (Luo *et al.*, 2022).

Volume irigasi yang besar mencerminkan ketergantungan penuh 21 petani pada Mata Air Nao sebagai satu-satunya sumber air untuk mengairi 30 hektar lahan sawah. Keberlangsungan sistem pertanian Desa Nao bergantung langsung pada stabilitas debit Mata Air Nao. Perubahan debit yang signifikan akibat degradasi kawasan tangkapan air akan berdampak langsung pada ketahanan pangan dan pendapatan petani setempat.

Pelanggan PDAM memanfaatkan 80.708 m³/tahun atau 10,22 persen dari total debit untuk melayani 1.048 KK di Kecamatan Satarmese Utara. Pengguna langsung rumah tangga non-PDAM memanfaatkan volume terkecil yakni 5.631,90 m³/tahun atau 0,71 persen dari total. Rata-rata konsumsi per KK mencapai 187,73 m³/tahun atau sekitar 514 liter per KK per hari.

Standar minimum kebutuhan air untuk kesehatan dan higiene dasar berkisar 50 hingga 100 liter per jiwa per hari (World Health Organization, 2022). Asumsi rata-rata 5 hingga 7 jiwa per KK menempatkan kebutuhan harian pada kisaran 250 hingga 700 liter per KK. Akses langsung dan gratis terhadap Mata Air Nao mendukung pemenuhan kebutuhan air domestik yang memadai bagi masyarakat non-PDAM.

Aktivitas mandi mendominasi penggunaan air rumah tangga sebesar 69 persen yang terdiri dari mandi anak-anak 42 persen dan mandi dewasa 27 persen. Penggunaan lain meliputi mencuci 12 persen, memasak 9 persen, menyiram tanaman 5 persen, dan membersihkan rumah 4 persen. Pola ini sesuai dengan studi sistematis konsumsi air domestik yang menunjukkan bahwa kegiatan higiene mendominasi lebih dari 50 persen total penggunaan air rumah tangga (Dias & Ghisi, 2024). NET Mata Air Nao dihitung dari tiga komponen yaitu nilai guna langsung (DUV), nilai guna tidak langsung (IDV), dan nilai warisan (BV). Masing-masing komponen dihitung menggunakan metode valuasi yang sesuai dengan sifat manfaat dan ketersediaan data empiris lapangan.

Air Baku Rumah Tangga. Nilai guna langsung air baku rumah tangga dihitung menggunakan pendekatan harga pasar dengan tarif PDAM Rp2.000/m³ sebagai referensi nilai air. Total konsumsi 30 KK pengguna langsung sebesar 5.631,90 m³/tahun menghasilkan nilai ekonomi Rp11.263.800/tahun. Nilai ini merepresentasikan penghematan biaya nyata yang dinikmati masyarakat yang mengakses air secara langsung dari mata air tanpa membayar tarif apapun.

Irigasi Pertanian. Nilai guna langsung irigasi dihitung menggunakan pendekatan pendapatan (*income approach*). Data dari 21 petani menunjukkan rata-rata hasil panen 900 kg/ha/musim dengan harga jual Rp11.000/kg. Biaya produksi rata-rata per hektar per musim sebesar Rp4.238.095 mencakup benih, pupuk, pestisida, tenaga kerja, dan sewa lahan. Pendapatan bersih rata-rata per hektar per musim mencapai Rp5.661.905. Total nilai ekonomi irigasi untuk 30 ha dengan satu musim tanam per tahun mencapai Rp509.571.429/tahun. Pendekatan pendapatan yang menggunakan luas lahan dan volume produksi sebagai basis perhitungan konsisten dengan temuan empiris bahwa kedua variabel tersebut merupakan determinan utama pendapatan petani dalam usaha pertanian berbasis sumber daya alam (Pratiwi *et al.*, 2025).

Pelanggan PDAM. Nilai guna langsung pelanggan PDAM bersumber dari data resmi PDAM Tirta Komodo tahun 2024. Total pendapatan dari 1.048 pelanggan yang bersumber dari Mata Air Nao mencapai Rp258.708.025/tahun atau rata-rata Rp21.559.002 per bulan. Volume air yang didistribusikan sebesar 80.708 m³/tahun. Nilai ini menunjukkan bahwa PDAM Tirta Komodo memperoleh manfaat ekonomi yang besar dari Mata Air Nao sebagai sumber air baku tanpa biaya ekstraksi yang signifikan.

Nilai Guna Tidak Langsung. Nilai guna tidak langsung sebagai fungsi pengendali kekeringan dihitung menggunakan *Replacement Cost Method* (RCM). Metode ini mengestimasi biaya yang harus ditanggung masyarakat apabila Mata Air Nao tidak tersedia pada musim kemarau. Perhitungan dilakukan secara terpisah untuk dua kelompok pengguna berdasarkan konsumsi air aktual masing-masing.

Kelompok pertama adalah 30 KK pengguna langsung non-PDAM dengan konsumsi rata-rata 187,73 m³/KK/tahun. Biaya penggantian selama enam bulan kekeringan dihitung sebesar $30 \times 187,73 \times 0,5 \times \text{Rp}10.000 = \text{Rp}28.159.500/\text{tahun}$. Kelompok kedua adalah 1.048 KK pelanggan PDAM dengan konsumsi aktual 77,01 m³/KK/tahun berdasarkan data distribusi resmi tahun 2024. Biaya penggantian dihitung sebesar $1.048 \times 77,01 \times 0,5 \times \text{Rp}10.000 = \text{Rp}403.540.000/\text{tahun}$. Total biaya penggantian air domestik untuk 1.078 KK selama enam bulan kekeringan mencapai Rp431.699.500/tahun.

Durasi kekeringan enam bulan mengacu pada pola musim kemarau Kabupaten Manggarai yang berlangsung dari Mei hingga Oktober. Harga air tangki alternatif Rp10.000/m³ diperoleh dari survei lapangan terhadap penyedia jasa distribusi air tangki di wilayah penelitian tahun 2025. Kedua asumsi ditetapkan berdasarkan kondisi aktual lapangan agar estimasi IDV mencerminkan biaya penggantian yang realistis.

Gangguan fungsi irigasi pada musim kemarau mengakibatkan petani kehilangan satu musim tanam senilai Rp509.571.429/tahun untuk 30 ha lahan sawah. Kesamaan nilai antara komponen IDV kehilangan irigasi dan DUV irigasi bukan merupakan double counting. Kedua komponen mengukur dimensi nilai yang berbeda secara konseptual dalam kerangka TEV. DUV irigasi mengukur nilai produksi aktual yang direalisasikan petani pada kondisi normal ketika Mata Air Nao berfungsi penuh sebagai jasa provisioning. IDV mengukur nilai perlindungan yang diberikan Mata Air Nao terhadap sistem produksi pertanian apabila fungsinya terganggu pada musim kemarau sebagai jasa regulating. Dalam kerangka TEV, jasa provisioning dan jasa regulating bersifat komplementer karena mengukur manfaat pada kondisi ekologis yang berbeda sehingga penjumlahannya tidak menghasilkan overlap nilai (Marttunen *et al.*, 2022). Besaran IDV yang setara dengan DUV irigasi mencerminkan bahwa nilai perlindungan ekosistem secara teoritis proporsional dengan nilai manfaat yang dilindunginya (Bartkowski & Massenberg, 2023). Total IDV sebagai fungsi pengendali kekeringan mencapai $\text{Rp}431.699.500 + \text{Rp}509.571.429 = \text{Rp}941.270.929/\text{tahun}$.

Nilai Warisan Barong Wae Teku. Nilai warisan diukur melalui kontribusi sukarela masyarakat Suku Wotol dalam upacara adat Barong Wae Teku. Upacara ini dilaksanakan setiap tahun pada Bulan Agustus langsung di lokasi Mata Air Nao. Tujuannya adalah memohon berkat kepada roh penjaga air (*Mori Dewa Wae*) agar Mata Air Nao tetap terjaga dan memberikan manfaat bagi kehidupan masyarakat. Setiap kepala keluarga (asekae) yang berpartisipasi berkontribusi Rp100.000/KK/tahun. Berdasarkan informasi tetua adat Klitus Uji (80 tahun), jumlah KK yang berpartisipasi aktif dalam berkontribusi sebanyak 298 KK. Total dana yang terkumpul setiap tahun mencapai Rp29.800.000. Nilai ini merepresentasikan *bequest value* berupa komitmen ekonomi nyata masyarakat untuk menjaga Mata Air Nao sebagai warisan ekologis dan budaya bagi generasi mendatang. Seluruh komponen nilai ekonomi Mata Air Nao tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2.
Nilai Ekonomi Total Mata Air Nao, Desa Nao, Kabupaten Manggarai

No.	Komponen Nilai	Metode	Nilai (Rp/tahun)	Persentase (%)
1	Air baku rumah tangga (30 KK)	MPA	11.263.800	0,64
2	Irigasi pertanian (30 ha, 21 petani)	IA	509.571.429	29,11
3	Pelanggan PDAM (1.048 KK)	MPA	258.708.025	14,78
4	Fungsi pengendali kekeringan (<i>indirect</i>)	RCM	941.270.929	53,77
5	Nilai warisan Barong Wae Teku (298 KK)	RPA	29.800.000	1,70
	Nilai Ekonomi Total (NET)		1.750.614.183	100,00

Keterangan: MPA = Market Price Approach; IA = Income Approach; RCM = Replacement Cost Method; RPA = Revealed Preference Approach.

Sumber: Data Penelitian, 2025

NET Mata Air Nao mencapai Rp1.750.614.183/tahun. Komponen terbesar adalah fungsi pengendali kekeringan sebesar Rp941.270.929 (53,77 persen) yang mengonfirmasi proposisi pertama penelitian ini. Nilai warisan terkuantifikasi sebesar Rp29.800.000/tahun (1,70 persen) yang

mengonfirmasi proposisi kedua bahwa kearifan lokal Suku Wotol memiliki nilai ekonomi yang nyata dan terukur. NET ini merupakan estimasi konservatif karena nilai pilihan dan nilai keberadaan belum diperhitungkan akibat keterbatasan data empiris yang dapat dikuantifikasi di lapangan.

Dominasi nilai guna tidak langsung sebesar 53,77 persen melampaui nilai guna langsung dari ketiga komponen DUV yang secara kumulatif hanya mencapai 44,53 persen. Temuan ini konsisten dengan studi valuasi sumber daya air di berbagai kawasan di Indonesia yang secara konsisten menempatkan fungsi regulasi ekosistem sebagai komponen terbesar dalam struktur TEV (Dewi *et al.*, 2024; Hutabarat *et al.*, 2025; Sulistyawan *et al.*, 2022). Hasil serupa ditemukan dalam studi valuasi jasa ekosistem mata air di Afrika Barat di mana fungsi regulasi hidrologi mendominasi nilai ekonomi total (Olusola *et al.*, 2025). Konsistensi temuan lintas konteks geografis ini menunjukkan bahwa fungsi ekologis sumber daya air secara umum bernilai lebih tinggi dari manfaat pemanfaatan langsung.

Tingginya IDV membuktikan bahwa Mata Air Nao berperan sebagai infrastruktur ekologis yang melindungi 1.078 KK dan 30 ha lahan pertanian dari kerugian ekonomi akibat kekeringan. Nilai perlindungan ini tidak tampak dalam transaksi pasar harian namun menjadi nyata ketika fungsi mata air terganggu. Nilai IDV sebesar Rp941.270.929/tahun dapat dipandang sebagai batas bawah nilai manfaat perlindungan karena RCM tidak memperhitungkan biaya sosial dari ketiadaan akses air. Pendekatan pengelolaan yang hanya mempertimbangkan nilai guna langsung berpotensi mengabaikan nilai strategis fungsi regulasi yang jauh lebih besar secara ekonomi.

Nilai warisan berbasis Barong Wae Teku memiliki tiga keistimewaan dibandingkan pendekatan WTP konvensional. Pertama, kontribusi ini bersifat aktual dan berulang setiap tahun sehingga bebas dari bias strategis yang lazim ditemukan dalam survei *contingent valuation*. Kedua, mekanisme ini berlangsung turun-temurun tanpa intervensi kebijakan formal sehingga mencerminkan preferensi komunitas yang stabil. Ketiga, ritual Barong Wae Teku berfungsi sebagai sistem tata kelola sumber daya air yang mengatur akses dan perlindungan Mata Air Nao secara kolektif (Niman *et al.*, 2023). Studi WTP untuk barang lingkungan dan kebijakan energi bersih menunjukkan bahwa kesediaan membayar masyarakat digerakkan oleh kesadaran lingkungan dan nilai sosial yang melekat dalam komunitas (Devianur *et al.*, 2025). Hal ini memperkuat argumen bahwa kontribusi ritual Barong Wae Teku merupakan ekspresi WTP yang valid dan terstruktur.

Studi tentang peran masyarakat adat dalam konservasi sumber daya alam menunjukkan bahwa norma lokal yang terstruktur lebih efektif menjaga keberlanjutan ekosistem dibanding regulasi formal yang tidak berakar dari nilai-nilai komunitas (Dawson *et al.*, 2021; Fidler *et al.*, 2024). Pola serupa ditemukan pada sistem agroforestri Mamar di Timor Barat, NTT, di mana nilai budaya dan norma sosial masyarakat adat memperkuat ketahanan konservasi ekosistem secara jangka panjang (Ngaji *et al.*, 2025). Perbandingan lintas wilayah menunjukkan pola yang konsisten di luar konteks Indonesia. Pengelolaan hutan komunitas di Himalaya Barat India membuktikan bahwa pengetahuan ekologis tradisional berkontribusi signifikan terhadap jasa ekosistem budaya melalui atribut sosial budaya masyarakat setempat (Bhatt *et al.*, 2024). Pola serupa juga dilaporkan pada masyarakat adat di kawasan konservasi lintas negara Greater Limpopo, Afrika Selatan dan Zimbabwe, ketika persepsi masyarakat terhadap jasa ekosistem budaya dan penyediaan terbukti berkaitan erat dengan indikator kesejahteraan mereka (Nyathi *et al.*, 2025). Fakta bahwa nilai budaya dapat dikuantifikasi secara ekonomi membuktikan bahwa kearifan lokal bukan sekadar warisan praktik budaya melainkan instrumen konservasi yang memiliki nilai ekonomi yang terukur (IPBES, 2022).

Sistem kontribusi ritual Barong Wae Teku memiliki efisiensi kelembagaan yang tinggi karena beroperasi tanpa biaya administrasi formal dan sudah terinternalisasi dalam norma sosial masyarakat. Mekanisme berbasis komunitas terbukti lebih adaptif dan responsif dibandingkan pendekatan regulasi *top-down* dalam pengelolaan sumber daya air yang kompleks (Gatto, 2022; Pahl-Wostl & Knieper, 2023). Suku Wotol yang menjaga Mata Air Nao selama berabad-abad merupakan bukti empiris efektivitas tata kelola berbasis kearifan lokal.

Kebertahanan ritual Barong Wae Teku selama berabad-abad dapat dijelaskan melalui tiga mekanisme sosial-ekologis yang saling memperkuat. Pertama, ritual berfungsi sebagai mekanisme sanksi sosial informal yang mempermahal biaya keluar dari sistem konservasi komunal. Anggota Suku Wotol yang tidak berpartisipasi menanggung stigma sosial sehingga tingkat partisipasi tetap tinggi tanpa paksaan institusi formal. Kedua, ritual memproduksi ulang pengetahuan ekologis tentang kondisi, fungsi, dan ancaman terhadap Mata Air Nao kepada setiap generasi baru melalui narasi ritual yang disampaikan tetua adat. Mekanisme transmisi pengetahuan ini menjadikan Barong Wae Teku sebagai sistem pemantauan ekologis berbasis komunitas yang beroperasi secara paralel dengan pengelolaan teknis. Ketiga, kontribusi finansial kolektif menciptakan kepentingan ekonomi bersama dalam menjaga Mata Air Nao sehingga setiap KK memiliki insentif material untuk melaporkan dan mencegah kerusakan sumber daya. Ketiga mekanisme ini menjelaskan mengapa kelembagaan adat mampu menjaga keberlanjutan Mata Air Nao secara efektif dalam jangka panjang tanpa bergantung pada anggaran pemerintah. Studi tentang tata kelola sumber daya alam berbasis masyarakat adat di Indonesia menunjukkan bahwa sistem kelembagaan yang mengintegrasikan sanksi sosial, transmisi pengetahuan, dan insentif ekonomi komunal menghasilkan *outcomes* konservasi yang lebih stabil dibanding pendekatan regulasi formal tunggal (Kaiser *et al.*, 2023).

Mata Air Nao menyediakan tiga kategori jasa ekosistem secara bersamaan yaitu jasa *provisioning* berupa air untuk konsumsi dan irigasi, jasa *regulating* berupa pengendalian kekeringan, dan jasa *cultural* yang melekat dalam ritual Barong Wae Teku. Integrasi ketiga jenis jasa ini menunjukkan bahwa NET bukan sekadar agregasi nilai finansial melainkan representasi dari sistem sosial-ekologis yang saling terhubung. Pendekatan valuasi yang mengabaikan dimensi budaya menghasilkan estimasi nilai yang bias ke arah nilai pasar dan memperlemah argumentasi ekonomi bagi perlindungan sumber daya alam (Gatto, 2022; IPBES, 2022; Martinez-Cruz *et al.*, 2024).

Kontribusi metodologis penelitian tidak terletak pada besaran nilai warisan sebesar 1,70 persen dari NET. Signifikansi penelitian ini terletak pada demonstrasi bahwa nilai budaya berbasis kearifan lokal dapat dikuantifikasi secara empiris dalam kerangka TEV melalui pendekatan *revealed preference*. Studi valuasi ekonomi yang menggunakan *contingent valuation* untuk mengukur nilai non-guna menghadapi risiko *hypothetical bias* karena responden tidak menanggung konsekuensi nyata dari pernyataan WTP mereka. Penelitian ini menunjukkan bahwa ritual adat yang melibatkan pengeluaran finansial aktual dan berulang dapat menjadi alternatif pengukuran nilai warisan yang lebih andal. Keunggulannya terletak pada basis perilaku nyata yang menghindari *hypothetical bias* dalam *contingent valuation*. Pendekatan ini membuka jalur metodologis baru untuk mengintegrasikan nilai budaya ke dalam analisis ekonomi sumber daya alam di wilayah dengan kearifan lokal yang kuat. Institusi adat di kawasan Indonesia Timur masih berperan secara aktif dalam pengambilan keputusan namun peneliti belum pernah mengukur nilai ekonominya secara sistematis dalam kerangka valuasi standar. Pengembangan metode valuasi yang sensitif terhadap konteks budaya lokal merupakan kebutuhan dalam literatur valuasi ekosistem di kawasan tropis yang masih didominasi oleh pendekatan berbasis pasar (Ihemezie *et al.*, 2023).

Temuan penelitian ini memberikan dua implikasi kebijakan yang konkret. Pertama, NET Mata Air Nao sebesar Rp1.750.614.183/tahun menjadi dasar penetapan nilai jasa ekosistem dalam skema *Payment for Ecosystem Services* (PES) yang melibatkan tiga pihak. PDAM Tirta Komodo dan pemerintah daerah Kabupaten Manggarai berperan sebagai *payer* karena keduanya memperoleh manfaat ekonomi langsung dari fungsi Mata Air Nao. Suku Wotol berperan sebagai *provider* jasa ekosistem karena selama berabad-abad menjalankan fungsi konservasi melalui ritual Barong Wae Teku tanpa kompensasi formal. Besaran insentif PES dapat ditetapkan proporsional terhadap nilai warisan Rp29.800.000/tahun sebagai titik awal negosiasi kelembagaan. Instrumen pembiayaan yang tersedia mencakup alokasi Badan Layanan Umum Daerah (BLUD) PDAM, dana desa, dan komponen APBD Kabupaten Manggarai pada pos perlindungan sumber daya air. Verifikasi konservasi tahunan dapat dilaksanakan bersamaan dengan pelaksanaan ritual Barong Wae Teku sebagai mekanisme pemantauan

berbasis komunitas yang sudah berjalan. Kedua, pemerintah daerah Kabupaten Manggarai perlu mengintegrasikan NET Mata Air Nao ke dalam penyusunan Rencana Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (RPDAS) sebagai bukti ekonomi nilai strategis mata air. Pengakuan formal terhadap peran Suku Wotol sebagai penjaga Mata Air Nao memperkuat legitimasi sistem konservasi berbasis komunitas yang selama ini beroperasi tanpa dukungan kebijakan formal. Program pengelolaan sumber daya alam yang mengintegrasikan mekanisme komunitas dengan dukungan kebijakan formal terbukti lebih efektif meningkatkan kesejahteraan ekonomi masyarakat desa dibanding program yang bekerja secara terpisah (Kaiser *et al.*, 2023; Pradina *et al.*, 2025).

SIMPULAN DAN SARAN

Pemanfaatan air Mata Air Nao didominasi oleh irigasi pertanian sebesar 89,79 persen dari total volume 795.900 m³/tahun. Pemanfaatan oleh pelanggan PDAM mencapai 10,22 persen dan penggunaan langsung rumah tangga sebesar 0,71 persen. NET Mata Air Nao mencapai Rp1.750.614.183/tahun. Nilai guna tidak langsung sebagai fungsi pengendali kekeringan menjadi komponen terbesar dengan kontribusi 53,77 persen sehingga proposisi pertama penelitian ini terkonfirmasi. Komponen lainnya terdiri dari irigasi pertanian 29,11 persen, pelanggan PDAM 14,78 persen, nilai warisan ritual Barong Wae Teku 1,70 persen, dan air baku rumah tangga 0,64 persen. Kontribusi aktual 298 KK Suku Wotol dalam ritual Barong Wae Teku berhasil dikuantifikasi sebagai *bequest value* sebesar Rp29.800.000/tahun melalui pendekatan *revealed preference*. Kearifan lokal Suku Wotol tidak hanya berfungsi sebagai praktik budaya. Sistem ini juga merepresentasikan mekanisme konservasi berbasis komunitas yang memiliki kontribusi ekonomi nyata dan terukur sehingga proposisi kedua penelitian ini juga terkonfirmasi.

Penelitian ini membatasi perhitungan NET pada tiga komponen manfaat sehingga *option value* dan *existence value* tidak dihitung. Estimasi NET yang dihasilkan berpotensi lebih rendah dari valuasi sesungguhnya Mata Air Nao. Pengukuran nilai warisan juga terbatas pada satu ritual adat sehingga belum mencerminkan seluruh ekspresi WTP masyarakat terhadap keberlanjutan mata air. Penelitian lanjut perlu mengintegrasikan komponen *option value* dan *existence value* menggunakan metode *contingent valuation* untuk menghasilkan estimasi NET yang lebih lengkap. Studi komparatif antar mata air di Kabupaten Manggarai juga diperlukan sebagai dasar penetapan skema retribusi air yang berkeadilan. Pengakuan formal dapat dilakukan melalui integrasi kelembagaan adat ke dalam skema perlindungan mata air dan perencanaan pengelolaan daerah aliran sungai.

REFERENSI

- Balasubramanian, M., & Sangha, K. K. (2023). Valuing ecosystem services applying indigenous perspectives from a global biodiversity hotspot, the Western Ghats, India. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11. <https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1026793>
- Bartkowski, B., & Massenberg, J. R. (2023). The economics of soils' contribution to human well-being. In M. J. Goss & M. B. T.-E. of S. in the E. (Second E. Oliver (Eds.), *Encyclopedia of Soils in the Environment, Second Edition* (pp. V3-547-V3-554). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822974-3.00052-5>
- Bhatt, H., Pant Jugran, H., & Pandey, R. (2024). Cultural ecosystem services nexus with Socio-Cultural attributes and traditional ecological knowledge for managing community forests of indian western Himalaya. *Ecological Indicators*, 166, 112379. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112379>
- Brander, L. M., de Groot, R., Schägner, J. P., Guisado-Goñi, V., van 't Hoff, V., Solomonides, S., McVittie, A., Eppink, F., Sposato, M., Do, L., Ghermandi, A., Sinclair, M., & Thomas, R. (2024). Economic values for ecosystem services: A global synthesis and way forward. *Ecosystem Services*, 66, 101606. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2024.101606>
- Dawson, N. M., Coolsaet, B., Sterling, E. J., Loveridge, R., Gross-Camp, N. D., Wongbusarakum, S., Sangha, K. K., Scherl, L. M., Phan, H. P., Zafra-Calvo, N., Lavey, W. G., Byakagaba, P., Idrobo, C. J., Chenet, A., Bennett, N. J., Mansourian, S., & Rosado-May, F. J. (2021). The role of indigenous peoples and local

- communities in effective and equitable conservation. *Ecology and Society*, 26(3), art19. <https://doi.org/10.5751/ES-12625-260319>
- Devianur, D., Hak, M. B., & Arimbawa, I. W. A. (2025). Factor influencing Gen Z's willingness to pay for EVs: Clean energy policies in Mataram City. *E-Jurnal Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana*, 161. <https://doi.org/10.24843/eeb.2025.v14.i02.p03>
- Dewi, K., Hardian, A. S., & Cahyono, S. A. (2024). Assessing the economic value of water environmental services in Mount Merbabu National Park. *Jurnal Sylva Lestari*, 12(2), 338–352. <https://doi.org/10.23960/jsl.v12i2.802>
- Dias, T. F., & Ghisi, E. (2024). Urban water consumption: A Systematic Literature Review. *Water (Switzerland)*, 16(6), 838. <https://doi.org/10.3390/w16060838>
- Fidler, R. Y., Mahajan, S. L., Ojwang, L., Obiene, S., Nicolas, T., Ahmadi, G. N., Slade, L., Obura, D. O., Beatty, H., Mohamed, J., Kawaka, J., & Harborne, A. R. (2024). Individual and community empowerment improve resource users' perceptions of community-based conservation effectiveness in Kenya and Tanzania. *PLOS ONE*, 19(4), e0301345. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0301345>
- Gatto, A. (2022). Polycentric and resilient perspectives for governing the commons: Strategic and law and economics insights for sustainable development. *Ambio*, 51(9), 1921–1932. <https://doi.org/10.1007/s13280-022-01719-x>
- Hutabarat, A., Lumbanbatu, S., Sigiro, Y., & Purba, B. (2025). Pentingnya valuasi ekonomi dalam pengelolaan sumber daya alam berkelanjutan. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 8(2), 4467–4473. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v8i2.44831>
- Ignatyeva, M., Yurak, V., & Dushin, A. (2022). Valuating natural resources and ecosystem services: Systematic review of methods in use. *Sustainability*, 14(3), 1901. <https://doi.org/10.3390/su14031901>
- Ihemezie, E. J., Albaladejo-García, J. A., Stringer, L. C., & Dallimer, M. (2023). Integrating biocultural conservation and sociocultural valuation in the management of sacred forests: What values are important to the public? *People and Nature*, 5(6), 2074–2092. <https://doi.org/10.1002/pan3.10542>
- IPBES. (2022). Methodological assessment report on the diverse values and valuation of nature. *Balvanera P., Pascual U., Christie M., Baptiste B., González-Jiménez D.(Eds.)*, 620. <https://doi.org/doi.org/10.5281/zenodo.6522522>
- Kaiser, J., Haase, D., & Krueger, T. (2023). Collective payments for ecosystem services: a counterpart of commodification and privatization trends in nature conservation? *Ecology and Society*, 28(1). <https://doi.org/10.5751/ES-13549-280113>
- Luo, W., Chen, M., Kang, Y., Li, W., Li, D., Cui, Y., Khan, S., & Luo, Y. (2022). Analysis of crop water requirements and irrigation demands for rice: Implications for increasing effective rainfall. *Agricultural Water Management*, 260, 107285. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107285>
- Martinez-Cruz, T. E., Adelman, L., Castañeda-Quintana, L., & Mejía-Montalvo, D. (2024). Water is more than a resource: Indigenous Peoples and the right to water. *Social Sciences & Humanities Open*, 10(3), 100978. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.100978>
- Marttunen, M., Mustajoki, J., Lehtoranta, V., & Saarikoski, H. (2022). Complementary use of the Ecosystem Service Concept and Multi-criteria Decision Analysis in Water Management. *Environmental Management*, 69(4), 719–734. <https://doi.org/10.1007/s00267-021-01501-x>
- Ncube, S., Beevers, L., & Momblanch, A. (2021). Towards intangible freshwater cultural ecosystem services: Informing Sustainable water resources management. *Water*, 13(4), 535. <https://doi.org/10.3390/w13040535>
- Ngaji, A. U. K., Benu, Y. E., & Wardhana, L. D. W. (2025). Socio-cultural factors in mamar management impacting ecosystem services. *Indonesian Journal of Geography*, 57(2), 200–208. <https://doi.org/10.22146/ijg.97437>
- Niman, E. M., Tapung, M. M., Ntelok, Z. R. E., & Darong, H. C. (2023). Kearifan lokal dan upaya pelestarian lingkungan air: Studi etnografi masyarakat adat Manggarai, Flores, Nusa Tenggara Timur. *Paradigma: Jurnal Kajian Budaya*, 13(1), 1–16. <https://doi.org/10.17510/paradigma.v13i1.1160>
- Nyathi, N. A., Musakwa, W., Azilagbetor, D. M., & Kuhn, N. J. (2025). Perceptions of cultural and provisioning ecosystem services and human wellbeing indicators amongst indigenous communities neighbouring the greater Limpopo Transfrontier Conservation Area. *Heliyon*, 11(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e41448>
- Olusola, J. A., Awotoye, O. O., & Jegede, M. (2025). Ecosystem services valuation of Ikogosi Warm Spring and Olumirin Waterfall forest: a comparative assessment. *Discover Forests*, 1(1), 39. <https://doi.org/10.1007/s44415-025-00041-0>
- Pahl-Wostl, C., & Knieper, C. (2023). Pathways towards improved water governance: The role of polycentric governance systems and vertical and horizontal coordination. *Environmental Science & Policy*, 144, 151–161. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2023.03.011>
- PDAM Tirta Komodo Ruteng. (2024). *Laporan Audit Kinerja PDAM Tirta Komodo. Ruteng*.
- Penga, M. U., Wardhana, L. D., & Ranta, F. (2025). Valuasi ekonomi Wisata Alam Taman Nasional Komodo Di Loh Liang Sebelum dan selama pandemi Covid-19. *Jurnal Hutan Lestari*, 13, 408–419. <https://doi.org/https://doi.org/10.26418/jhl.v13i4.72505>

- Pradina, A. R., Majid, M. N., & Sucipto, S. (2025). Pemanfaatan dana PNPM Mandiri untuk pemberdayaan ekonomi masyarakat desa Bulian Jaya Kecamatan Maro Sebo Ilir. *E-Jurnal Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana*, 1006. <https://doi.org/10.24843/eeb.2025.v14.i07.p07>
- Pratiwi, I. A. M., Yasa, I. M. P., Sugiri, I. K., Kawi, G. F. V., & Artika, R. T. (2025). Analisis produksi dan pendapatan petani arak pasca Pergub Bali tahun 2020. *E-Jurnal Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana*, 270. <https://doi.org/10.24843/eeb.2025.v14.i02.p11>
- Selivanov, E., & Hlaváčková, P. (2021). Methods for monetary valuation of ecosystem services: A scoping review. *Journal of Forest Science*, 67(11), 499–511. <https://doi.org/10.17221/96/2021-JFS>
- Sulistiyawan, B. S., Resosudarmo, B. P., Verburg, R. W., Verweij, P., Amalia, M., & Bockarjova, M. (2022). Economic valuation of water services related to protected forest management: a case of Bukit Batabuh in the RIMBA corridor, Central Sumatra, Indonesia. *Environment, Development and Sustainability*, 24(7), 9330–9354. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01826-x>
- World Health Organization. (2022). *Guidelines for drinking-water quality* (World Health Organization, Ed.). World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064>