

**DAMPAK PENGELOLAAN BANGUNAN AIR DAS WAE PESSY TERHADAP
KETERSEDIAAN AIR BERSIH MASYARAKAT
NEGERI HUKURILA, KOTA AMBON**

***THE IMPACT OF WAE PESSY WATERSHED WATER STRUCTURE
MANAGEMENT ON CLEAN WATER AVAILABILITY FOR
THE COMMUNITY OF HUKURILA VILLAGE, AMBON CITY***

Wahdania Ashari¹, Bokiraiya Latuamury^{2*}, Jan W. Hatulesila³

^{1,2,3}Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura. Ambon

Jalan. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka – Ambon, 97233. Indonesia

*Email Korespondensi: okky.environmentalscience@gmail.com

ABSTRAK

Ketersediaan air bersih merupakan isu mendasar bagi masyarakat pesisir di Hukurila, Leitimur Selatan, Kota Ambon, yang menghadapi ancaman degradasi ekologi. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas Bangunan Air DAS Wae Pessi melalui pendekatan sosial, teknis, dan ekologi. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus melalui observasi, telaah dokumen, dan wawancara mendalam terhadap 30 responden, serta analisis regresi deret waktu untuk data debit air periode 2010–2015. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Bangunan Air Wae Pessi secara signifikan meningkatkan manfaat ekonomi ($t\text{-ratio}=6,86$; $p=0,0088$) dan menurunkan insiden penyakit berbasis air ($t\text{-ratio}=-6,90$; $p=0,007$). Dampak positif yang dirasakan meliputi penurunan beban domestik perempuan/anak-anak, peningkatan kualitas komoditas, dan pemenuhan produksi rumah tangga, didukung oleh ketersediaan debit air yang memadai (variasi 1,2–4,1 m³/detik). Namun, distribusi air belum merata antara wilayah hulu (atas) dan hilir (bawah). Keberlanjutan sistem ini memerlukan integrasi teknologi modern dengan kearifan ekologi lokal.

Kata kunci: Pengelolaan air, Wae Pessi, ketersediaan air bersih, etnohidrologi, masyarakat pesisir.

ABSTRACT

Clean water availability is a fundamental issue for coastal communities in Hukurila, South Leitimur, Ambon City, which currently face ecological degradation. This study aims to analyze the effectiveness of the Wae Pessi Watershed Water Structure through social, technical, and ecological approaches. A qualitative descriptive method with a case study approach was employed, involving observations, document reviews, and in-depth interviews with 30 respondents. Additionally, time-series regression was used to analyze water discharge data from the 2010–2015 period. The results indicate that the Wae Pessi Water Structure significantly increased economic benefits ($t\text{-ratio}=6.86$; $p=0.0088$) and decreased water-borne diseases ($t\text{-ratio}=-6.90$; $p=0.007$). Perceived positive impacts include a reduced domestic burden on women and children, improved commodity quality, and supported household production, backed by adequate water discharge (ranging from 1.2–4.1 m³/second). However, water distribution remains unequal between the upstream and downstream areas. The sustainability of this system relies heavily on integrating modern technology with local ecological wisdom.

Keywords: Water management, Wae Pessi, Clean water availability, Ethnohydrology, Coastal communities.

PENDAHULUAN

Sumber daya air merupakan elemen penting dalam kehidupan manusia yang mendukung keberlanjutan kebutuhan domestik, pertanian, dan industri (Arsyad, 2010). Dalam sistem hidrologi, tata kelola bangunan air di dalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) memiliki peran strategis untuk menjaga stabilitas dan kualitas pasokan air bersih bagi masyarakat. DAS Wae Pessi di Kota Ambon

merupakan salah satu sistem hidrologi krusial yang berfungsi sebagai penyedia air bersih utama bagi masyarakat di Negeri Hukurila. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, kawasan ini menghadapi tantangan serius berupa penurunan debit air, pencemaran sumber air, dan kinerja infrastruktur yang kurang optimal akibat perubahan tata kelola lahan serta dampak nyata dari perubahan iklim global (Asdak, 2018).

Untuk mengatasi degradasi hidrologi tersebut, tren global menunjukkan bahwa pendekatan berbasis ekosistem dan integrasi teknologi cerdas menjadi strategi utama dalam meningkatkan keberlanjutan ketersediaan air (Biswas, 2008). Efisiensi pemantauan kualitas dan kuantitas air kini dapat ditingkatkan melalui teknologi sensor berbasis IoT untuk mendeteksi fluktuasi debit dan pencemaran secara *real-time* (Xu *et al.*, 2020), yang dikombinasikan dengan sistem informasi geografis (GIS) untuk pemetaan wilayah tangkapan air secara akurat (Zhao *et al.*, 2020). Selain itu, penerapan model ekohidrologi terbukti mampu mengintegrasikan konservasi ekosistem dengan manajemen air untuk meningkatkan ketersediaan air hingga 30% (Lee & Kim, 2019), salah satunya melalui metode pemulihan vegetasi guna mengoptimalkan kapasitas infiltrasi tanah (Sari *et al.*, 2023).

Di sisi lain, tekanan antropogenik seperti alih fungsi hutan menjadi kawasan permukiman berisiko menurunkan kapasitas infiltrasi air secara drastis hingga 40% (Singh *et al.*, 2021). Kondisi ini diperparah oleh fenomena perubahan iklim di wilayah pesisir, di mana peningkatan suhu global sebesar 1,5°C mengganggu pola curah hujan dan menurunkan ketersediaan air bersih secara signifikan (Brown *et al.*, 2022). Oleh karena itu, optimasi distribusi air kini mulai memanfaatkan model kecerdasan buatan (Ahmed *et al.*, 2021). Namun, pendekatan teknis tersebut tidak akan berjalan optimal tanpa adanya regulasi yang kuat (Widodo, 2022) serta keterlibatan aktif masyarakat. Partisipasi berbasis kearifan lokal terbukti mampu meningkatkan efisiensi program konservasi air hingga 25% (García *et al.*, 2018).

Urgensi penelitian di DAS Wae Pessy didorong oleh fakta lapangan bahwa infrastruktur bangunan air di Negeri Hukurila telah mengalami degradasi fisik akibat kurangnya pemeliharaan, ditambah masalah sedimentasi tinggi yang memperkecil kapasitas tampungan air (Kurniawan *et al.*, 2019). Konversi lahan yang tidak terkendali juga terus mengancam mutu dan volume air bersih yang dialirkan ke masyarakat. Meskipun banyak penelitian terdahulu telah membahas hidrologi umum, konservasi lahan, maupun pemodelan canggih, masih terdapat kesenjangan (*research gap*) yang nyata: sangat terbatas kajian yang secara spesifik menghubungkan antara kondisi fisik bangunan air, pola pengelolaannya, dan dampaknya terhadap aspek sosial-ekonomi serta ketersediaan air masyarakat di pulau kecil seperti Ambon.

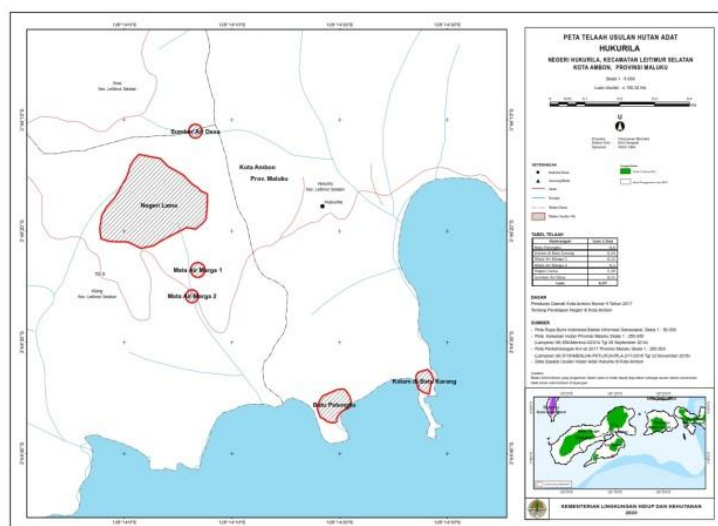
Melalui pendekatan yang menggabungkan aspek teknis hidrologi, sosial-budaya, dan ekologi hulu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut. Studi ini berupaya menganalisis

secara mendalam dampak pengelolaan bangunan air terhadap kondisi riil ketersediaan air bersih di Negeri Hukurila. Luaran dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi strategis berbasis data bagi pemerintah daerah dan masyarakat dalam merumuskan langkah mitigasi serta kebijakan tata kelola air yang berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama enam bulan di Negeri Hukurila, Kota Ambon, dengan fokus pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Wae Pessy. Wilayah ini dipilih karena peran hidrologisnya yang vital bagi masyarakat setempat, sekaligus rentan terhadap masalah pengelolaan air bersih.



Gambar 1. Peta Negeri Hukurila Kecamatan Leitimur Selatan Kota Ambon

Prosedur Penelitian

Studi ini menerapkan metode deskriptif analitis melalui pendekatan kombinasi (*mixed methods*), yang menggabungkan analisis kuantitatif hidrologi-spasial dan analisis kualitatif sosial untuk mendapatkan gambaran yang utuh. Data kuantitatif digunakan untuk mengukur variabel fisik lingkungan, sedangkan data kualitatif dipakai untuk mendalami perspektif sosial masyarakat dan para pemangku kepentingan.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan secara komprehensif melalui tiga teknik utama yang saling melengkapi. Survei lapangan dan observasi langsung diterapkan untuk memantau kondisi fisik bangunan air, jaringan distribusi air bersih, serta rona ekologi DAS Wae Pessy. Selanjutnya, wawancara mendalam dilakukan bersama masyarakat dan pihak terkait untuk menjaring data primer mengenai akses air, dampak fluktuasi debit, serta respons komunitas lokal. Informasi tersebut

diperkuat oleh data sekunder berupa rekaman parameter hidrologi dan peta perubahan penggunaan lahan dari instansi berwenang.

Analisis Data

Tahap analisis dilakukan secara terintegrasi berdasarkan rumpun data yang dikumpulkan. Untuk data spasial, analisis digunakan untuk melacak laju konversi tata guna lahan di sekitar kawasan DAS, sedangkan data kualitatif hasil wawancara dianalisis secara naratif guna memahami dampak sosial-ekonomi yang dirasakan warga.

Sementara itu, untuk pembuktian data kuantitatif kategorikal seperti variabel pengeluaran rumah tangga, insiden penyakit, dan produktivitas masyarakat digunakan uji statistik non-parametrik *Chi-square* (χ^2). Uji ini berfungsi menilai signifikansi perubahan kondisi sebelum dan sesudah adanya intervensi bangunan air DAS Wae Pessy, dengan formula matematika sebagai berikut:

$$X^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$$

di mana O (*observed*) mewakili frekuensi hasil pengamatan di lapangan, sedangkan E (*expected*) merupakan frekuensi yang diharapkan secara teoritis. Nilai X^2 hitung selanjutnya dibandingkan dengan nilai tabel *Chi-square* pada derajat kebebasan (*degree of freedom*) dengan rumus $(r-1) \times (c-1)$, di mana r adalah jumlah baris dan c adalah jumlah kolom.

Kriteria pengambilan keputusan didasarkan pada nilai probabilitas (p). Jika nilai $p < 0,05$, maka perbedaan kondisi sebelum dan sesudah pembangunan dinyatakan signifikan atau bukan terjadi karena kebetulan. Sebaliknya, jika $p > 0,05$, perubahan yang terjadi dianggap tidak signifikan. Hasil verifikasi kuantitatif ini kemudian disintesis dan diinterpretasikan secara hati-hati dengan mempertimbangkan konteks sosial-ekologis di Negeri Hukurila melalui konfirmasi data kualitatif lapangan agar menghasilkan rekomendasi kebijakan yang komprehensif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisiting Bangunan Air di DAS Wae Pessy

Bangunan air utama di DAS Wae Pessy yang dibangun oleh Balai Wilayah Sungai Maluku terdiri dari *intake*, jaringan pipa distribusi, dan *reservoir*. Infrastruktur vital ini dirancang untuk memanfaatkan debit sungai yang relatif stabil guna memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Negeri Hukurila. Meskipun masih berfungsi, hasil observasi menunjukkan adanya kerusakan fisik ringan hingga sedang, seperti keretakan dinding saluran, kebocoran di beberapa titik pipa distribusi, dan pertumbuhan lumut pada *reservoir*. Tantangan teknis utama berupa tingginya sedimentasi pada area *intake* akibat erosi dari daerah tangkapan air di hulu, yang menyebabkan penurunan kapasitas aliran masuk serta berkurangnya volume air yang dialirkan.

Visualisasi kerusakan tersebut diperkuat oleh dokumentasi *photo-voice* masyarakat yang memperlihatkan genangan sedimen di *intake*, pipa retak, dan *reservoir* berlumut. Data ini berfungsi sebagai alat dokumentasi sekaligus refleksi sosial-ekologis mengenai pentingnya pemeliharaan infrastruktur. Secara sosial, keberadaan bangunan air modern ini memberikan dampak positif signifikan, terutama dalam mengurangi beban fisik perempuan yang sebelumnya harus berjalan jauh untuk mengambil air bersih. Selain itu, intervensi teknis ini tidak menghapus praktik lokal; masyarakat Hukurila tetap mengintegrasikan sistem *sasi* air sebagai kontrol sosial adat untuk melegitimasi aturan akses dan menjaga keberlanjutan sumber air



Gambar 2. Bangunan Air DAS Wae Pessy Negeri Hukurila

Hasil observasi lapangan dan dokumentasi *photo-voice* (Gambar 2) merangkum pengelolaan bangunan air DAS Wae Pessy di Negeri Hukurila berdasarkan aspek bangunan *intake*, *reservoir*, jaringan pipa distribusi, sistem operasional, pemeliharaan, ekosistem hulu DAS, keterlibatan pemerintah, persepsi gender, nilai kultural, dan kepuasan masyarakat. Visualisasi ini menunjukkan keterkaitan erat antara kondisi ekologis, teknis, dan sosial dari hulu hingga infrastruktur bangunan.

Pada aspek fisik, bangunan *intake* menghadapi masalah sedimentasi serius berupa tumpukan pasir, batuan kecil, dan dedaunan yang menyumbat pintu air, sehingga menurunkan kapasitas pengambilan serta mengganggu aliran menuju *reservoir*. Sementara itu, jaringan distribusi pipa menjadi titik paling rentan karena mengalami kebocoran di beberapa titik yang hanya diperbaiki secara sederhana menggunakan kain atau karet. Kebocoran ini mengakibatkan kehilangan air sekaligus memicu ketidakadilan distribusi, di mana pasokan rumah tangga di wilayah bawah lebih diuntungkan dibandingkan wilayah atas. Kondisi ini menegaskan bahwa infrastruktur hanya dapat berfungsi optimal jika ditopang oleh keberlanjutan ekosistem hulu dan partisipasi aktif masyarakat dalam pemeliharaan. Analisis multidimensi ini menjadi dasar penting dalam merumuskan strategi perbaikan infrastruktur dan rehabilitasi ekosistem guna menjamin ketersediaan air bersih yang berkelanjutan.

Tabel 1. Hasil observasi Lapangan Terkait Kondisi Pengelolaan Bangunan Air DAS Wae Pessy di Negeri Hukurila

Aspek Pengamatan	Dokumentasi Photo-voice	Permasalahan Teknis	Respon Masyarakat
Bangunan Intake	Foto sedimentasi menumpuk di pintu air, aliran air terhambat oleh pasir dan daun-daun	Sedimentasi tinggi, mengurangi kapasitas masuk air; material kayu dan sampah sering menutup aliran	Warga bergotong royong membersihkan intake, dianggap sebagai kewajiban adat menjaga “air kehidupan”
Reservoir (Bak Penampung)	Foto dinding reservoir berlumut, sebagian retak, air terlihat keruh saat musim hujan	Kapasitas terbatas, terjadi kebocoran kecil, kualitas air menurun akibat masuknya partikel lumpur	Masyarakat menguras reservoir secara kolektif, tetapi menilai perlu bantuan teknis dari pemerintah
Jaringan Distribusi Pipa	Foto pipa retak di beberapa titik, diperbaiki dengan ikatan karet dan kain seadanya	Kebocoran menyebabkan kehilangan air $\pm 20\%$, distribusi tidak merata (wilayah atas sering kekurangan)	Warga di wilayah bawah cukup puas, warga di wilayah atas sering mengeluh; muncul ketegangan sosial kecil
Sistem Operasional	Foto warga bergantian membuka-tutup aliran pipa di pemukiman	Tidak ada kontrol debit formal, distribusi air tidak konsisten	Masyarakat membuat kesepakatan informal berbasis giliran; tetap mengacu pada norma adat dan musyawarah
Pemeliharaan	Foto gotong royong membersihkan saluran dengan alat sederhana	Pemeliharaan tidak rutin, lebih bersifat responsif saat ada kerusakan	Gotong royong dimaknai sebagai ritual sosial, mempererat solidaritas dan rasa memiliki terhadap bangunan air
Ekosistem Hulu DAS	Foto bukaan lahan di hulu, erosi terlihat jelas di lereng	Hilangnya vegetasi mempercepat sedimentasi ke intake	Sebagian warga menyadari pentingnya reboisasi; ada wacana menghidupkan kembali sasi di hulu
Keterlibatan Pemerintah	Foto papan proyek lama Balai Wilayah Sungai Maluku, tanpa tindak lanjut teknis	Bantuan pemerintah sporadis, tidak ada pendampingan berkelanjutan	Masyarakat berharap ada perawatan rutin dari pemerintah; sebagian kecewa karena merasa ditinggalkan
Persepsi Gender	Foto perempuan membawa jerigen kecil, kini lebih ringan dibanding sebelum ada bangunan	Perempuan sebelumnya harus berjalan jauh; kini akses lebih dekat, namun pasokan kadang tidak stabil	Perempuan merasa terbantu, tetapi menuntut keadilan distribusi agar semua rumah mendapat air cukup
Nilai Kultural	Foto ritual kecil sebelum gotong royong membersihkan intake	Tidak ada masalah teknis, tetapi makna spiritual kuat: air dianggap anugerah leluhur	Sasi air masih dipertahankan sebagai norma adat, melengkapi sistem teknis modern
Kepuasan Masyarakat	Foto antrian warga dengan jerigen saat debit turun	Kekurangan air saat kemarau; reservoir tidak mampu menampung cukup air	Sebagian besar merasa terbantu, tetapi menilai bangunan perlu diperkuat agar keberlanjutan lebih terjamin

Sistem operasional distribusi air yang bergantung pada gravitasi tanpa kontrol debit formal menimbulkan ketidakpastian pasokan. Masyarakat mengandalkan kesepakatan informal berbasis

Received: 12 Maret 2026; Revised: 20 Juni 2026; Accepted: 10 Juli 2026; Published: 16 Juli 2026

Vol. 3 No. 4. Juli 2026 | **MARSEGU: Jurnal Sains dan Teknologi**

372

giliran, sebagaimana terlihat dalam dokumentasi photo-voice tentang warga yang bergantian membuka-tutup pipa.

Aspek ekologi di hulu DAS memperlihatkan degradasi yang cukup signifikan. Foto-foto pembukaan lahan dan erosi di lereng hulu menunjukkan berkurangnya vegetasi pelindung. Dampak langsungnya adalah meningkatnya sedimentasi ke intake. Hal ini membuktikan keterkaitan erat antara kondisi hulu dengan kinerja bangunan air. Hal ini menunjukkan adanya pengurangan beban kerja domestik perempuan, meskipun masalah pasokan tidak merata masih menyisakan tantangan. Dari perspektif gender, bangunan ini memberi manfaat, tetapi belum menjamin keadilan distribusi air bagi seluruh rumah tangga.

Tabel 1 hasil observasi juga memperlihatkan bahwa kepuasan masyarakat bersifat relatif. Sebagian warga merasa terbantu karena akses lebih dekat, namun sebagian lain menilai manfaat bangunan ini tidak merata. Hal ini menandakan adanya kesenjangan spasial dalam distribusi air bersih. Perspektif etnohidrologi memperlihatkan bahwa ketidakadilan distribusi bukan hanya persoalan teknis, tetapi juga persoalan sosial yang berpotensi mengganggu harmoni komunitas. Kondisi ini cukup efektif menjaga ketertiban, tetapi tidak memadai untuk menghadapi tantangan teknis kompleks yang membutuhkan dukungan eksternal. Dengan demikian, hasil observasi lapangan dan photo-voice memperlihatkan adanya interaksi antara aspek teknis, sosial, ekologis, dan kultural. Permasalahan teknis seperti sedimentasi, kebocoran pipa, dan keterbatasan reservoir tidak dapat dipisahkan dari dinamika sosial-budaya, termasuk gotong royong, sasi air, serta partisipasi perempuan. Temuan ini mempertegas bahwa pengelolaan bangunan air di DAS Wae Pessy tidak dapat dilihat semata-mata dari perspektif teknis, melainkan harus dipahami sebagai sistem sosial-ekologis yang kompleks.

Sejarah dan Aspek Pengelolaan Bangunan DAS Waepessy

Pembangunan bangunan air di Daerah Aliran Sungai (DAS) Wae Pessy merupakan bagian dari program strategis Balai Wilayah Sungai Maluku (BWSM) dalam meningkatkan akses air bersih di wilayah pesisir dan pulau kecil, khususnya di Negeri Hukurila, Kecamatan Leitimur Selatan, Kota Ambon. Program ini diinisiasi sebagai respon terhadap potensi sumberdaya air yang relatif melimpah untuk dimanfaatkan secara teknis dan juga untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat dalam memperoleh air bersih, dimana sebelum adanya intervensi infrastruktur ini diharapkan memanfaatkan kualitas maupun kuantitas air di Negeri Hukurila.

Desain teknis bangunan air meliputi pembangunan bendung pengambilan (intake), jaringan pipa gravitasi, dan reservoir sebagai tempat penampungan sementara. Dengan sistem gravitasi, air dialirkan ke wilayah permukiman tanpa membutuhkan energi tambahan, sehingga operasionalnya lebih sesuai dengan kondisi masyarakat pedesaan.

Dalam praktiknya, masyarakat mengambil peran aktif melalui pembentukan kelompok pengelola air berbasis komunitas. Kelompok ini terbentuk secara informal, dengan tugas mengatur distribusi air, membersihkan intake, memperbaiki pipa bocor, serta mengoordinasikan kegiatan gotong royong. Dengan demikian, bangunan air Wae Pessy sejak awal melibatkan masyarakat dalam pengelolaan secara partisipatif. Mekanisme gotong royong yang dijalankan oleh masyarakat memiliki makna ganda. Meskipun peran masyarakat dominan, tidak dapat diabaikan bahwa kerusakan besar seperti pipa induk pecah atau retaknya reservoir hanya dapat ditangani melalui intervensi teknis pemerintah, baik Balai Wilayah Sungai Maluku maupun Pemerintah Kota Ambon. Dengan demikian, sistem pengelolaan yang terbentuk adalah hibrid: masyarakat menangani kebutuhan operasional harian, sementara pemerintah mendukung ketika terjadi permasalahan struktural.

Peran pemerintah negeri lebih bersifat administratif, yakni memfasilitasi koordinasi antarwarga, menyampaikan aspirasi kebutuhan perbaikan ke pemerintah daerah, serta mengatur aturan sederhana tentang giliran distribusi air. Namun, kelembagaan negeri belum mampu berfungsi penuh sebagai badan resmi pengelola air karena keterbatasan kapasitas teknis dan pendanaan.

Dalam perkembangannya, muncul usulan agar pengelolaan air dibentuk dalam bentuk lembaga resmi berbadan hukum. Usulan ini bertujuan agar pengelolaan lebih profesional, memiliki akses ke dana bantuan, dan dapat bermitra dengan pihak eksternal. Namun, hingga kini pengelolaan masih bersifat semi-formal, di mana peran adat, kelompok masyarakat, dan pemerintah negeri berjalan berdampingan tanpa struktur kelembagaan yang mapan. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa sejarah bangunan air Wae Pessy memperlihatkan pola transisi dari pengelolaan berbasis proyek pemerintah ke pengelolaan berbasis komunitas dengan dukungan kelembagaan adat.

Akses dan Distribusi Air Bersih

Analisis dari Tabel 2 menunjukkan bahwa distribusi air bersih di Negeri Hukurila adalah hasil interaksi kompleks antara faktor teknis, sosial, ekologis, dan kelembagaan. Kebocoran pipa, sedimentasi intake, dan kerusakan reservoir memperlihatkan aspek teknis; solidaritas gotong royong dan ketegangan antarwarga mencerminkan aspek sosial; degradasi hulu dan perubahan pola konsumsi menegaskan aspek ekologis; sedangkan ketiadaan kelembagaan formal menandai lemahnya aspek institusional. Interaksi antar-tema ini memperlihatkan bahwa distribusi air bersih bukan hanya soal ketersediaan fisik, tetapi juga keadilan akses. Ketika faktor teknis dan ekologis terganggu, distribusi menjadi tidak merata; ketika kelembagaan lemah, konflik sosial mudah muncul. Hal ini mengindikasikan bahwa keberlanjutan distribusi air sangat ditentukan oleh penguatan

keempat dimensi tersebut secara bersamaan. Dalam konteks sosial-ekologis, masyarakat Hukurila sebenarnya telah memiliki mekanisme adaptif berupa gotong royong dan sasi air.

Keberadaan akses air bersih yang belum merata memperlihatkan adanya kesenjangan spasial dalam pelayanan publik. Warga di bagian bawah jaringan menikmati aliran yang lebih stabil, sementara warga di bagian atas harus bergantung pada sumur dan air hujan. Hal ini menegaskan bahwa keberadaan infrastruktur saja tidak cukup tanpa manajemen distribusi yang adil.

Tabel 2. Matriks Analisis Tematik Pernyataan Masyarakat Terkait Pengelolaan Bangunan Air DAS Wae Pessy di Negeri Hukurila

Aspek	Pernyataan Masyarakat	Analisis Tematik
Teknis	- Pipa bocor sering diperbaiki dengan kain atau karet seadanya. - Reservoir retak dan berlumut, kualitas air keruh saat hujan. - Intake tertutup sedimentasi dan sampah organik. - Sistem aliran hanya mengandalkan gravitasi tanpa kontrol debit. - Kebocoran pipa besar tidak bisa diperbaiki secara lokal.	Infrastruktur masih berfungsi namun rawan kerusakan. Keterbatasan teknis dan minimnya dukungan perawatan mengurangi efektivitas distribusi air. Ketergantungan pada solusi darurat menandakan lemahnya sistem pemeliharaan jangka panjang.
Sosial	- Masyarakat bergotong royong membersihkan intake dan memperbaiki pipa. - Gotong royong dimaknai sebagai ritual sosial menjaga anugerah air. - Ada ketegangan sosial antara warga bawah (lebih mudah dapat air) dan warga atas (sering kekurangan). - Perempuan terbantu dengan jarak lebih dekat mengambil air, tetapi masih menghadapi masalah distribusi tidak merata. - Antrian jerigen panjang saat kemarau menimbulkan ketidaknyamanan.	Solidaritas sosial menjadi kunci keberlanjutan, namun distribusi tidak merata menimbulkan potensi konflik. Peran gender tampak signifikan: perempuan terbantu, tetapi keadilan akses masih perlu diperkuat.
Ekologis	- Degradasi hulu: pohon ditebang, erosi meningkat, pasir masuk ke intake. - Foto bukaan lahan di hulu menunjukkan gangguan ekosistem tangkapan air. - Debit sungai sangat menurun saat kemarau, reservoir cepat kosong. - Kebutuhan air meningkat seiring perubahan pola konsumsi rumah tangga.	Ekosistem hulu yang terdegradasi memperburuk kondisi teknis infrastruktur. Dinamika musim dan pola konsumsi memperbesar tekanan terhadap sumber air. Rehabilitasi hulu mutlak diperlukan untuk keberlanjutan.
Kelembagaan	- Kelompok masyarakat informal mengatur distribusi air. - Belum ada badan pengelola resmi dengan legitimasi hukum. - Kesepakatan adat (sasi, giliran air) jadi dasar pengaturan. - Pemerintah hanya terlibat sporadis, setelah pembangunan proyek jarang ada pendampingan. - Masyarakat sulit mendapat bantuan eksternal karena kelembagaan formal belum ada.	Kelembagaan adat masih kuat menjaga keteraturan, tetapi tidak memadai menghadapi tantangan teknis dan birokratis. Ketiadaan badan resmi menghambat akses bantuan dan dukungan berkelanjutan. Sinergi kelembagaan formal dan adat diperlukan.

Reservoir mengalami degradasi teknis berupa keretakan dinding, pertumbuhan lumut, dan tingginya kekeruhan akibat partikel lumpur dari *intake* saat musim hujan. Kondisi ini menurunkan

kualitas air sehingga warga tetap menggunakan air hujan atau sumur tradisional untuk konsumsi. Selain itu, sistem distribusi yang hanya mengandalkan gravitasi tanpa kontrol debit membatasi akses rumah tangga dan menyebabkan aliran air tidak merata.

Kondisi tersebut memicu dinamika sosial berupa gotong royong pembersihan *intake* dan perbaikan pipa, sekaligus menimbulkan ketegangan akibat rasa ketidakadilan dari warga bagian atas desa yang sering kekurangan air. Keterbatasan sistem ini terdokumentasi melalui *photo-voice* yang memperlihatkan antrean panjang warga. Dari dimensi gender, jaringan distribusi berhasil mengurangi beban fisik perempuan, namun kemacetan aliran kembali memberikan beban tambahan karena perempuan merupakan penanggung jawab utama penyediaan air domestik.

Masalah distribusi diperparah oleh hilangnya praktik adat *sasi*, degradasi vegetasi hulu yang mempercepat erosi serta sedimentasi *intake*, dan penurunan debit sungai saat kemarau yang mengosongkan reservoir. Di sisi lain, peningkatan standar hidup mengubah pola konsumsi masyarakat menjadi lebih banyak menggunakan air untuk sanitasi, sehingga tekanan terhadap kapasitas sistem semakin tinggi. Secara kelembagaan, pembagian air masih bergantung pada kelompok informal melalui musyawarah adat dan kesepakatan giliran air yang belum mampu menjamin pemerataan. Ketidakkonsistenan pasokan ini memaksa warga kembali mengonsumsi air sumur yang tidak terjamin kualitasnya, sehingga meningkatkan risiko penyakit berbasis air dan menghambat manfaat sosial-ekonomi yang lebih luas.

Oleh karena itu, penguatan sistem di Negeri Hukurila harus mencakup tiga aspek utama secara terpadu: perbaikan teknis infrastruktur, rehabilitasi ekologi wilayah hulu, serta penguatan kelembagaan formal dengan tetap melibatkan peran adat guna menjamin keadilan distribusi dan keberlanjutan pengelolaan air.

Dampak Sosial-Ekonomi Pengelolaan Bangunan DAS Waepessy

Tabel 3. memperlihatkan hasil uji Chi-square yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh pengelolaan bangunan air Wae Pessy terhadap pengeluaran rumah tangga di Negeri Hukurila. Hasil analisis menunjukkan nilai χ^2 sebesar 11,47 dengan derajat kebebasan (df) = 1 dan nilai p = 0,0007. Nilai p yang jauh lebih kecil dari 0,05 mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan antara kondisi sebelum dan sesudah adanya bangunan air. Temuan ini memperlihatkan bahwa keberadaan bangunan air memberikan dampak nyata terhadap penurunan beban ekonomi rumah tangga. Sebelum adanya bangunan air, lebih banyak rumah tangga yang termasuk dalam kategori pengeluaran tinggi (observed = 10; expected = 17), sedangkan setelah adanya bangunan, terjadi pergeseran signifikan ke kategori pengeluaran rendah (observed = 24; expected = 17). Hal ini menunjukkan keberhasilan intervensi infrastruktur dalam meringankan biaya air masyarakat.

Tabel 3. Hasil Uji Chi-square dampak sosial ekonomi pengelolaan bangunan air Wae Pessy terhadap pengeluaran rumah tangga untuk air bersih

Kategori	Observed	Expected
Sebelum – Pengeluaran Tinggi	10	17.0
Sebelum – Pengeluaran Rendah	20	13.0
Sesudah – Pengeluaran Tinggi	6	13.0
Sesudah – Pengeluaran Rendah	24	17.0

Sumber: Olah data primer, 2025

Sebelum adanya bangunan air, rumah tangga di Hukurila kerap mengeluarkan biaya tambahan untuk memperoleh air bersih, baik melalui pembelian dari sumber komersial maupun melalui transportasi untuk mengambil air dari sumber jauh. Hal ini menimbulkan tingginya beban finansial yang harus ditanggung, khususnya bagi rumah tangga berpendapatan rendah. Data dalam Tabel 3. menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara nilai observed dan expected pada kategori “Sebelum – Pengeluaran Tinggi” dan “Sesudah – Pengeluaran Rendah”.

Infrastruktur yang disediakan negara melalui Balai Wilayah Sungai Maluku memungkinkan masyarakat memperoleh air bersih dengan biaya yang jauh lebih terjangkau. Responden juga menyebutkan bahwa keberadaan bangunan air Wae Pessy mengurangi kebutuhan mereka untuk membeli air galon atau air tangki, terutama pada musim kemarau.

Hasil uji Chi-square ini juga mengindikasikan bahwa bangunan air berfungsi sebagai instrumen distribusi manfaat ekonomi secara merata. Walaupun distribusi fisik air masih menghadapi kendala teknis (misalnya perbedaan akses antara wilayah bawah dan atas), dampak finansial tetap dirasakan secara luas oleh masyarakat. Penurunan pengeluaran air rumah tangga juga berdampak pada peningkatan daya beli masyarakat. Dengan biaya air yang lebih rendah, rumah tangga dapat meningkatkan belanja untuk kebutuhan gizi, pakaian, maupun modal usaha kecil.

Namun, dengan adanya bangunan air, akses yang lebih mudah dan murah mampu menurunkan potensi tersebut. Meskipun demikian, sebagian kecil rumah tangga di wilayah atas Hukurila masih menyatakan bahwa mereka tetap mengeluarkan biaya tambahan karena distribusi tidak selalu lancar. Kondisi ini menegaskan bahwa meskipun hasil Chi-square memperlihatkan dampak signifikan secara agregat, masih terdapat variasi manfaat antarwilayah dalam desa.

Nilai Chi-square yang tinggi menunjukkan bahwa perubahan yang terjadi bukanlah hasil kebetulan, melainkan merupakan dampak nyata dari keberadaan bangunan air. Dengan kata lain,

intervensi pembangunan infrastruktur ini benar-benar memberikan perubahan struktural terhadap pengeluaran rumah tangga. Interpretasi hasil ini selaras dengan konsep etnohidrologi, di mana air dipahami bukan hanya sebagai sumber daya ekologis, tetapi juga sebagai modal sosial-ekonomi masyarakat. Keberadaan bangunan air memperlihatkan bagaimana intervensi teknis dapat berinteraksi dengan dinamika sosial-ekonomi lokal, menghasilkan dampak yang lebih luas dari sekadar penyediaan air.

Bangunan air berfungsi sebagai penyangga (buffer) yang mengurangi kerentanan masyarakat terhadap krisis air bersih. Dengan demikian, pembacaan hasil Tabel 3. menunjukkan bahwa pengelolaan bangunan air Wae Pessy telah membawa dampak positif yang signifikan bagi pengeluaran rumah tangga. Dampak ini tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga memiliki implikasi sosial-ekonomi yang lebih luas. Hasil uji Chi-square yang signifikan menjadi bukti ilmiah bahwa intervensi infrastruktur air bersih berperan penting dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat Negeri Hukurila.

Tabel 4. menunjukkan hasil uji Chi-square yang mengukur dampak pengelolaan bangunan air Wae Pessy terhadap kesehatan masyarakat. Hasil analisis menghasilkan nilai χ^2 sebesar 6,86 dengan derajat kebebasan (df) = 1 dan nilai p = 0,0088. Nilai p < 0,05 menandakan adanya hubungan yang signifikan antara keberadaan bangunan air dan penurunan insiden penyakit berbasis air di Negeri Hukurila. Data observed memperlihatkan bahwa sebelum adanya bangunan air, terdapat 18 rumah tangga yang mengalami insiden kesehatan tinggi, dibandingkan dengan nilai expected sebesar 12,5. Angka ini menunjukkan kondisi kesehatan yang lebih buruk dari perkiraan. Sebaliknya, jumlah rumah tangga dengan insiden rendah hanya 12, lebih sedikit dari nilai expected sebesar 17,5. Hal ini menggambarkan kondisi kerentanan kesehatan masyarakat sebelum adanya intervensi infrastruktur. Setelah adanya bangunan air, terjadi perubahan signifikan. Jumlah rumah tangga dengan insiden kesehatan tinggi menurun menjadi 7, jauh lebih rendah dari expected sebesar 12,5. Sebaliknya, rumah tangga dengan insiden rendah meningkat menjadi 23, melampaui expected sebesar 17,5. Pergeseran ini memperlihatkan dampak nyata pengelolaan air terhadap perbaikan kesehatan masyarakat. Hasil ini memperkuat argumen bahwa akses terhadap air bersih berkorelasi erat dengan penurunan penyakit berbasis air, seperti diare, penyakit kulit, dan infeksi saluran pencernaan.

Tabel 4. Hasil Uji Chi-square dampak pengelolaan bangunan air Wae Pessy terhadap kesehatan masyarakat di Negeri Hukurila

Kategori	Observed	Expected
Sebelum – Insiden Tinggi	18	12,5
Sebelum – Insiden Rendah	12	17,5
Sesudah – Insiden Tinggi	7	12,5
Sesudah – Insiden Rendah	23	17,5

Chi-square (χ^2) = 6,86, df = 1, p = 0,0088

Sumber: Olah data primer, 2025

Interpretasi hasil uji Chi-square ini juga menunjukkan bahwa keberadaan infrastruktur air bersih mampu mengurangi beban biaya kesehatan rumah tangga. Dengan menurunnya insiden penyakit, rumah tangga tidak lagi perlu mengeluarkan biaya tambahan untuk obat-obatan atau berobat ke puskesmas. Dampak ini melengkapi hasil Tabel 3, yang menunjukkan penurunan biaya air, sehingga secara simultan terjadi penghematan ekonomi dan perbaikan kesehatan. Masyarakat juga menilai bahwa kualitas hidup mereka meningkat karena kesehatan keluarga lebih terjamin. Dengan menurunnya angka kesakitan, produktivitas keluarga pun meningkat. Misalnya, anak-anak lebih jarang absen sekolah, sementara orang dewasa dapat bekerja dengan lebih stabil tanpa sering terganggu sakit.

Secara ekologis, perbaikan kesehatan ini berkaitan dengan berkurangnya paparan terhadap air kotor. Bangunan air Wae Pessy, meskipun masih menghadapi persoalan teknis seperti sedimentasi di intake, mampu menyediakan air yang secara umum memenuhi standar baku mutu. Partisipasi kolektif ini turut memperbaiki kualitas air yang sampai ke rumah tangga, sehingga berdampak langsung pada kesehatan. Dengan demikian, aspek teknis dan sosial saling melengkapi dalam menghasilkan dampak kesehatan yang positif.

Nilai Chi-square yang signifikan memperlihatkan bahwa perbaikan kesehatan ini bukanlah kebetulan, melainkan dampak nyata dari intervensi pengelolaan bangunan air. Dalam konteks penelitian kehutanan dan lingkungan, hal ini memperlihatkan keterkaitan erat antara manajemen sumber daya air dengan kesehatan masyarakat sebagai indikator kesejahteraan sosial-ekologis. Responden perempuan secara khusus menegaskan bahwa beban mereka berkurang tidak hanya dari sisi waktu, tetapi juga dari sisi kesehatan keluarga. Sebelum adanya bangunan air, mereka sering mengkhawatirkan air minum yang harus direbus lebih lama agar aman dikonsumsi. Kini, meskipun tetap merebus, mereka merasa lebih tenang karena sumber air sudah lebih bersih. Penurunan penyakit berbasis air juga memperkuat solidaritas sosial masyarakat. Warga menyebut bahwa kini mereka lebih jarang mendengar kabar tetangga yang anaknya jatuh sakit akibat air kotor. Hal ini menumbuhkan optimisme kolektif bahwa dengan menjaga bangunan air, kesehatan masyarakat akan tetap terjamin.

Dari perspektif pembangunan berkelanjutan, temuan ini penting karena memperlihatkan bahwa infrastruktur air tidak hanya berdampak pada ekonomi, tetapi juga pada dimensi kesehatan. Kedua aspek ini saling mendukung dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Penurunan insiden penyakit dapat dianggap sebagai indikator keberhasilan pengelolaan bangunan air Wae Pessy. Dengan demikian, hasil Tabel 4 menegaskan bahwa pengelolaan bangunan air Wae Pessy membawa dampak signifikan terhadap kesehatan masyarakat Negeri Hukurila. Perubahan dari insiden kesehatan tinggi ke rendah menunjukkan keberhasilan nyata dari intervensi infrastruktur berbasis air bersih.

Tabel 5 menunjukkan hasil uji Chi-square terkait pengaruh pengelolaan bangunan air Wae Pessy terhadap waktu produktif masyarakat Negeri Hukurila. Analisis ini menghasilkan nilai χ^2 sebesar 9,61 dengan derajat kebebasan (df) = 1 dan nilai p = 0,0019. Nilai p yang lebih kecil dari 0,05 mengindikasikan adanya perbedaan signifikan antara kondisi sebelum dan sesudah adanya bangunan air dalam hal pemanfaatan waktu produktif. Sebelum adanya bangunan air, jumlah rumah tangga yang termasuk dalam kategori “produktif rendah” mencapai 22, lebih tinggi dibandingkan expected sebesar 15,5. Hal ini memperlihatkan bahwa sebagian besar masyarakat kehilangan banyak waktu untuk aktivitas mengambil air, sehingga waktu produktif mereka terbatas. Pada saat yang sama, jumlah rumah tangga dengan “produktif tinggi” hanya 8, jauh di bawah expected sebesar 14,5. Angka ini menegaskan bahwa akses air yang sulit sebelum adanya bangunan air sangat membatasi ruang gerak masyarakat dalam mengalokasikan waktunya untuk kegiatan produktif seperti bertani, berdagang, atau aktivitas ekonomi rumah tangga lainnya. Setelah adanya bangunan air, situasi berubah signifikan. Jumlah rumah tangga dengan produktivitas rendah menurun menjadi 9, lebih kecil daripada expected 15,5. Sebaliknya, jumlah rumah tangga dengan produktivitas tinggi meningkat menjadi 21, jauh melebihi expected sebesar 14,5. Perubahan ini menunjukkan dampak positif nyata dari pengelolaan bangunan air terhadap efisiensi waktu masyarakat.

Tabel 5. Hasil Uji Chi-square dampak pengelolaan bangunan air Wae Pessy terhadap waktu produktif masyarakat di Negeri Hukurila

Kategori	Observed	Expected
Sebelum – Produktif Rendah	22	15.5
Sebelum – Produktif Tinggi	8	14.5
Sesudah – Produktif Rendah	9	15.5
Sesudah – Produktif Tinggi	21	14.5

Chi-square (χ^2) = 9,61, df = 1, p = 0,0019

Sumber: Olah data primer, 2025

Hasil ini menggambarkan bahwa akses air bersih yang lebih dekat dan lebih mudah mengurangi beban masyarakat, khususnya perempuan dan anak-anak, yang sebelumnya harus menempuh jarak cukup jauh untuk mengambil air. Dengan berkurangnya waktu untuk aktivitas tersebut, masyarakat dapat memanfaatkannya untuk kegiatan yang lebih produktif. Hal ini menegaskan adanya dimensi gender dalam dampak sosial-ekonomi pengelolaan air. Anak-anak, yang sebelumnya sering diminta membantu mengambil air, kini lebih banyak memiliki waktu untuk belajar atau bermain.

Peningkatan produktivitas ini berimplikasi pada perbaikan ekonomi rumah tangga. Sebagian responden mengaku bahwa dengan adanya waktu luang tambahan, mereka dapat mengembangkan usaha kecil, seperti menjual hasil kebun atau membuka warung sederhana. Hal ini memperlihatkan keterkaitan langsung antara efisiensi waktu dan peningkatan ekonomi lokal. Dari perspektif sosial,

peningkatan waktu produktif juga berkontribusi pada penguatan kohesi masyarakat. Dengan kebutuhan air yang lebih mudah terpenuhi, warga lebih jarang berselisih terkait distribusi air, sehingga energi sosial dapat dialihkan pada kegiatan kolektif seperti gotong royong dan kerja komunitas lainnya. Perubahan pola alokasi waktu ini juga memperlihatkan adanya peningkatan kualitas hidup.

Kondisi ini menunjukkan bahwa meski ada perbaikan signifikan, distribusi yang merata tetap menjadi tantangan. Dengan demikian, Tabel 5 menegaskan bahwa pengelolaan bangunan air Wae Pessy telah memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan waktu produktif masyarakat Negeri Hukurila. Penurunan jumlah rumah tangga dengan produktivitas rendah dan peningkatan jumlah rumah tangga dengan produktivitas tinggi membuktikan bahwa infrastruktur air berfungsi sebagai katalis sosial-ekonomi.

Fruktuasi Debid Aliran DAS Waepessy Periode 2010 - 2015

Tabel 6. memperlihatkan data fluktuasi debit aliran DAS Wae Pessy pada periode 2010–2015 berdasarkan catatan Balai Wilayah Sungai Maluku. Secara umum, debit air menunjukkan variasi tahunan yang cukup signifikan, mencerminkan dinamika hidrologi yang dipengaruhi oleh faktor iklim, kondisi vegetasi hulu, serta pemanfaatan lahan di sekitar daerah tangkapan air. Debit tertinggi tercatat pada tahun 2013 dengan nilai 2,1 m³/detik, sementara debit terendah terjadi pada tahun 2012 dengan nilai hanya 1,2 m³/detik.

Tabel 6. Fluktuasi Debit Aliran DAS Wae Pessy Periode 2010–2015

Tahun	Debit (m ³ /detik)
2010	1.8
2011	1.5
2012	1.2
2013	2.1
2014	1.6
2015	1.4

Sumber: Balai Wilayah Sungai, 2025.

Hasil analisis

Variasi Debit (Ekstrem): Debit tertinggi tercatat pada tahun 2013 dengan nilai 2,1 m³/detik, sementara debit terendah terjadi pada tahun 2012 dengan nilai hanya 1,2 m³/detik.

1. Pengaruh Ekologis dan Klimatologis: Fluktuasi debit sangat erat kaitannya dengan kondisi ekologis dan klimatologis.

- Tahun 2013 (Debit Tinggi): Tingginya debit diduga terkait dengan intensitas hujan yang lebih tinggi, yang memicu lonjakan aliran permukaan.
 - Tahun 2012 (Debit Rendah): Kondisi debit yang rendah kemungkinan besar dipengaruhi oleh periode kemarau panjang serta berkurangnya kapasitas resapan daerah hulu akibat degradasi vegetasi.
2. Tren Penurunan (2010-2011): Debit air relatif stabil pada kisaran 1,5–1,8 m³/detik pada tahun 2010 hingga 2011. Penurunan yang terindikasi pada tahun 2011 dapat dikaitkan dengan meningkatnya tekanan aktivitas manusia di wilayah hulu, seperti pembukaan lahan untuk perkebunan dan perladangan. Aktivitas tersebut mengurangi daya simpan air tanah, menyebabkan aliran sungai cenderung menurun pada musim kemarau.
 3. Dampak Jangka Panjang (2014-2015): Penurunan debit aliran ke level 1,6 m³/detik (2014) dan 1,4 m³/detik (2015) dipahami sebagai dampak jangka panjang dari degradasi lingkungan hulu, khususnya deforestasi dan sedimentasi di daerah tangkapan air. Hal ini menegaskan perlunya strategi pengelolaan yang berorientasi pada konservasi ekosistem hulu selain aspek teknis.

Perubahan debit yang cukup drastis antara tahun 2012 dan 2013 mengindikasikan adanya pengaruh curah hujan ekstrem yang memicu lonjakan aliran permukaan. Tingginya debit pada tahun 2013 diduga terkait dengan intensitas hujan yang lebih tinggi dibandingkan tahun sebelumnya. Sebaliknya, tahun 2012 menunjukkan kondisi debit yang rendah, yang kemungkinan besar dipengaruhi oleh periode kemarau panjang serta berkurangnya kapasitas resapan daerah hulu akibat degradasi vegetasi. Hal ini memperlihatkan bahwa fluktuasi debit sangat erat kaitannya dengan kondisi ekologis dan klimatologis. Pada tahun 2010 hingga 2011, debit air relatif stabil pada kisaran 1,5–1,8 m³/detik. Nilai tersebut menggambarkan kondisi hidrologis yang cukup seimbang, meskipun terdapat indikasi penurunan pada tahun 2011.

Selanjutnya, pada tahun 2014 dan 2015, debit aliran kembali menurun ke level 1,6 m³/detik dan 1,4 m³/detik. Penurunan debit ini dapat dipahami sebagai dampak jangka panjang dari degradasi lingkungan hulu, khususnya deforestasi dan sedimentasi di daerah tangkapan air. Meskipun kondisi iklim tetap menjadi faktor dominan, kondisi ekologis di sekitar DAS berperan penting dalam menentukan kestabilan aliran sungai. Hal ini menegaskan perlunya strategi pengelolaan yang tidak hanya berorientasi pada aspek teknis, tetapi juga pada konservasi ekosistem hulu.

Fluktuasi debit DAS Wae Pessy pada periode 2010–2015 bersifat dinamis dan mencerminkan keterkaitan antara faktor hidrometeorologi dan aktivitas antropogenik. Kecenderungan menurun pada tahun-tahun akhir periode menunjukkan adanya ancaman terhadap keberlanjutan sumber daya air apabila tidak dilakukan upaya rehabilitasi hutan dan penguatan kelembagaan pengelolaan air.

Oleh karena itu, data ini menjadi dasar penting bagi perencanaan strategis dalam menjaga kontinuitas ketersediaan air bersih bagi masyarakat Negeri Hukurila dan wilayah sekitarnya.

Hasil penelitian yang ditunjukkan melalui Tabel 3, 4, dan 5 memperlihatkan bahwa bangunan air DAS Wae Pessy memberikan dampak signifikan terhadap tiga dimensi utama kesejahteraan masyarakat, yakni ekonomi, kesehatan, dan produktivitas. Ketiga dimensi ini membentuk sistem sosial-ekologis yang saling terkait dalam kerangka pengelolaan air berbasis masyarakat. Namun, untuk memahami keterkaitan yang lebih luas, perlu pula ditinjau fluktuasi debit aliran DAS Wae Pessy pada periode 2010–2015 (Tabel 6), yang memperlihatkan kondisi hidrologis sebagai fondasi keberlanjutan sistem. Dengan mengintegrasikan hasil Chi-square dan dinamika debit, pembahasan ini menegaskan bahwa infrastruktur air tidak dapat dilepaskan dari kondisi ekologi hulu yang menopangnya.

Analisis regresi deret waktu terhadap data Balai Wilayah Sungai menunjukkan hasil perhitungan debit sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Perhitungan Debit Air (m³/detik)

Tahun	Debit (m ³ /detik)	Keterangan
2013	2,1	Tertinggi
2010	1,8	
2011	1,5	
2014	1,6	
2015	1,4	
2012	1,2	Terendah

Ekspor ke Spreadsheet

A. Analisis Hidrologis

Kondisi hidrologis Wae Pessy dicirikan oleh variabilitas debit ekstrem, dengan puncaknya mencapai 2,1 m³/detik pada tahun 2013 akibat curah hujan tinggi, dan titik terendah sebesar 1,2 m³/detik pada tahun 2012 yang dipicu kemarau panjang serta penurunan kapasitas resapan hulu. Meskipun sempat stabil pada kisaran 1,5–1,8 m³/detik (2010–2011), penurunan debit hingga 1,4 m³/detik pada tahun 2015 mengindikasikan dampak jangka panjang dari deforestasi dan sedimentasi di daerah tangkapan air. Fluktuasi drastis ini mengancam keberlanjutan pasokan air karena debit rendah menyusutkan suplai pada *intake* dan reservoir, sedangkan debit tinggi mempercepat erosi serta sedimentasi infrastruktur.

B. Dampak Bangunan Air Terhadap Kesejahteraan Masyarakat

Intervensi bangunan air memberikan dampak positif yang signifikan pada berbagai dimensi kesejahteraan komunitas:

- **Dimensi Ekonomi:** Hasil uji *Chi-square* (Tabel 5.3) menunjukkan perbedaan signifikan antara kondisi sebelum dan sesudah intervensi ($p=0,0007<0,05$). Infrastruktur air berhasil menekan beban ekonomi rumah tangga secara bermakna, ditandai dengan pergeseran mayoritas responden dari kategori pengeluaran tinggi ke pengeluaran rendah.
- **Kesehatan dan Produktivitas:** Akses air bersih secara signifikan menurunkan insiden penyakit berbasis air (*water-borne diseases*) dan meningkatkan waktu produktif masyarakat. Efisiensi alokasi waktu yang sebelumnya tersita untuk mengambil air kini dialihkan ke aktivitas produktif bernilai ekonomi, seperti perdagangan skala kecil dan pengelolaan hasil kebun.
- **Tantangan Tata Kelola:** Kendati ketersediaan debit secara umum memadai (1,2–2,1 m³/detik), ketidakmerataan distribusi antara wilayah atas dan bawah DAS tetap menjadi kendala utama. Masalah ini diperparah oleh kedangkalan teknis akibat sedimentasi *intake*, kebocoran pipa, serta belum optimalnya peran kelembagaan formal dalam pengelolaan air.

Analisis dimensi ekonomi menunjukkan pergeseran signifikan dari rumah tangga berpengeluaran tinggi ke pengeluaran rendah (Tabel 3), mengonfirmasi peran bangunan air dalam mengurangi beban finansial akibat pembelian air. Dari aspek kesehatan, terjadi penurunan tajam insiden penyakit tinggi (Tabel 4) karena peningkatan akses air higienis yang menekan patogen berbasis air (*water-borne diseases*). Selain itu, dimensi produktivitas mencatat pergeseran ke kategori tinggi (Tabel 5) akibat efisiensi alokasi waktu domestik, terutama bagi perempuan dan anak-anak. Namun, keberlanjutan dampak positif pada ketiga dimensi tersebut menghadapi tantangan hidrologis. Fluktuasi debit Wae Pessy periode 2010–2015 khususnya penurunan debit pada tahun 2012 (1,2 m³/detik) dan 2015 (1,4 m³/detik) serta peningkatan kekeruhan akibat sedimentasi saat musim hujan menjadi ancaman nyata. Hal ini menegaskan adanya hubungan sistemik di mana intervensi infrastruktur teknis wajib ditopang oleh strategi konservasi ekologi hulu dan manajemen sedimentasi pada *intake*.

Dalam konteks regional dan global, temuan di Hukurila memperlihatkan konsistensi dengan berbagai studi tata kelola air berbasis komunitas. Efektivitas praktik *sasi* dalam menjaga kuantitas air sejalan dengan riset Rahail (2018) di Maluku Tengah dan penggunaan larangan adat (*taboo*) di Papua (Tumu, 2019). Integrasi tradisi lokal dan sistem teknis ini mereplikasi pola tata kelola *Subak* di Bali (Lansing, 2006). Selain itu, mekanisme gotong royong dalam pemeliharaan *intake* di Hukurila tidak sekadar bernilai teknis, melainkan menjadi ritual sosial yang sarat makna kosmologis seperti yang diidentifikasi oleh Boelens dan Seemann (2014) di Nusa Tenggara Timur. Pada skala internasional, fleksibilitas masyarakat Hukurila dalam menyusun kesepakatan giliran air saat debit menyusut membuktikan bahwa sistem berbasis komunitas lebih adaptif terhadap dinamika lingkungan, senada dengan temuan Pandey et al. (2011) di Nepal. Terakhir, dampak positif reduksi

beban kerja domestik perempuan di Hukurila identik dengan implikasi sosio-ekonomi akses air bersih di Ethiopia (Tsfaye, 2017).

Pengelolaan air di Negeri Hukurila menunjukkan relevansi kuat dengan berbagai studi empiris, baik di tingkat nasional maupun global. Sintesis literatur menunjukkan bahwa integrasi kearifan lokal dan teknologi sederhana di Hukurila sejalan dengan praktik masyarakat Dayak di Kalimantan (Dharmawan, 2016). Penggunaan instrumen adat seperti *sasi* terbukti memperkuat ketahanan komunitas menghadapi kekeringan, serupa dengan temuan Fauziyah (2015) di Lombok. Dari aspek pengelolaan kolektif, sistem giliran air di Hukurila mencerminkan kontribusi partisipasi berbasis komunitas terhadap pemerataan distribusi di Jawa Tengah (Setyowati, 2018), meskipun masih diwarnai ketegangan spasial antara wilayah hulu dan hilir. Di sisi lain, masalah sedimentasi akibat pembukaan lahan di hulu *intake* Wae Pessy mengonfirmasi dampak degradasi DAS yang diidentifikasi oleh Sembiring (2019) di Sumatera Utara. Lemahnya kelembagaan formal di Hukurila juga menegaskan pentingnya sinergi dengan lembaga adat demi keberlanjutan tata kelola, sebagaimana ditekankan oleh Kusumawati (2020) di Sulawesi.

Secara global, keberhasilan pengelolaan air di Hukurila mendukung teori *common-pool resources* Ostrom (1990) mengenai pentingnya aturan lokal yang mengikat. Namun, tingginya ketergantungan pada mekanisme informal ini menjadi alarm kegagalan jangka panjang jika tidak didukung penguatan kelembagaan formal, sesuai peringatan Meinzen-Dick dan Nkonya (2005) di Asia Selatan. Keberhasilan Hukurila dalam memadukan infrastruktur modern dengan ritual gotong royong mereplikasi pola keberlanjutan berbasis kombinasi teknis-budaya di pesisir Vietnam (Fontenelle, 2015). Kendati demikian, asimetri distribusi yang memicu konflik sosial vertikal di Hukurila menegaskan pengaruh relasi kekuasaan dalam tata kelola air (Zwarteveen, 2008).

Menghadapi tantangan perubahan iklim, model tata kelola *hybrid* di Hukurila yang mengombinasikan teknologi adaptif dan kearifan lokal sejalan dengan rekomendasi Gupta et al. (2021) di India. Bedanya dengan sistem *Subak* di Bali yang memiliki regulasi formal yang kuat, Hukurila masih bertumpu pada konsensus informal sehingga mendesak adanya pelembagaan aturan untuk memitigasi konflik distribusi. Secara ekologis, urgensi rehabilitasi hulu Wae Pessy didukung oleh temuan riset di Sumatera Utara dan Sulawesi. Sebagai simpulan, pengelolaan air Wae Pessy di Negeri Hukurila merupakan manifestasi sistem sosial-ekologis berbasis komunitas yang sukses mengintegrasikan aspek teknis, sosial, ekologi, dan kelembagaan lokal. Replikasi model ini di pulau-pulau kecil lainnya memerlukan intervensi berupa penguatan lembaga formal, peningkatan kapasitas teknis, serta sinergi tripartit antara pemerintah, masyarakat, dan lembaga adat.

KESIMPULAN

Pengelolaan bangunan air DAS Wae Pessy di Negeri Hukurila telah memberikan dampak nyata terhadap ketersediaan air bersih karena infrastrukturnya berfungsi cukup baik meskipun masih menghadapi kendala teknis seperti sedimentasi dan kebocoran pipa, sehingga mampu mengurangi ketergantungan pada sumber air tradisional sekaligus memberikan dampak positif yang tercermin dalam tiga dimensi utama kesejahteraan berupa pergeseran signifikan pada pengeluaran rumah tangga, penurunan insiden penyakit berbasis air, serta peningkatan waktu produktif masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press.
- Asdak, C. 2018. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press.
- Biswas, A. K. 2008. *Integrated Water Resources Management: A Reassessment*. Water International, 33(3), 248-256.
- Boelens, R., & Seemann, M. 2014. Forced engagement: Water security and local rights formalization in Yanque, Colca Valley, Peru. *Human Organization*, 73(1), 1–12.
- Dharmawan, A. H. 2016. Local institutions and forest-water nexus among Dayak community in Kalimantan. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 22(2), 65–75.
- Fauziyah, E. 2015. Kearifan lokal masyarakat Lombok dalam pengelolaan mata air untuk ketahanan komunitas. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 12(3), 213–225.
- Fontenelle, J. P. 2015. The local governance of common-pool resources: Water management in rural Vietnam. *Water Policy*, 17(5), 829–844.
- Gupta, J., Termeer, C., Klostermann, J., Meijerink, S., van den Brink, M., Jong, P., Nooteboom, S., & Bergsma, E. 2021. The adaptive capacity of institutions in the face of climate change. *Environmental Science & Policy*, 13(2), 459–471.
- GWP. 2000. *Integrated Water Resources Management*. Global Water Partnership Technical Advisory Committee.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2019. *Climate Change and Water*. Cambridge University Press.
- Kusumawati, I. 2020. Community-based watershed governance in Sulawesi: Challenges of integrating customary and formal institutions. *Forest and Society*, 4(1), 56–72.
- Lansing, J. S. 2006. *Perfect order: Recognizing complexity in Bali's irrigation system*. Princeton University Press.
- Sembiring, R. 2019. Deforestasi dan degradasi hulu DAS: Implikasinya terhadap sedimentasi dan kualitas air di Sumatera Utara. *Jurnal Geografi Lingkungan Tropik*, 3(1), 45–59.

- Setyowati, E. 2018. Community participation in water management for sustainable irrigation: A case study in Central Java. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(2), 76–86.
- Tesfaye, H. 2017. Community-based water supply management in rural Ethiopia: Sustainability and health outcomes. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 7(1), 82–90.
- Tumu, J. 2019. Adat dan pengelolaan sumber air di komunitas lokal Papua. *Jurnal Antropologi Indonesia*, 40(1), 67–82.