
**Optimalisasi Penyediaan Air Minum Pedesaan Berkelanjutan
Menggunakan Interpretative Structure Modelling (ISM) di Kabupaten
Jember**

Rusdiana Setyaningtyas[✉] & Kris Hendrijanto²

¹Univeritas Muhammadiyah Jember

²Universitas Jember

ABSTRAK

Keberlanjutan penyediaan air minum pedesaan di Kabupaten Jember masih menjadi tantangan utama. Hal ini dikarenakan pada 2021, pencapaian Key Performance Indicator (KPI) 3 hanya 78,95%, masih di bawah target nasional 90%. Penelitian bertujuan untuk menentukan strategi optimal keberlanjutan penyediaan air minum pedesaan di Jember. Studi ini menerapkan pendekatan Interpretative Structural Modeling (ISM) dengan menganalisis keterkaitan faktor-faktor yang mempengaruhi keberlanjutan penyediaan air minum. Enam variabel utama yang paling berpengaruh adalah akses air minum aman, ketersediaan sumber air baku, standar kualitas, dukungan kelembagaan, cakupan layanan, dan partisipasi masyarakat dalam pembayaran tarif. Faktor pendukung meliputi penegakan regulasi, kecukupan pendanaan, inovasi teknologi, dan adaptasi terhadap perubahan iklim. Hasil penelitian merumuskan kerangka strategis yang memperkuat konsep 4K – kuantitas, kualitas, kontinuitas, dan keterjangkauan dalam pengelolaan air minum berkelanjutan. Diperlukan kolaborasi multi-pihak dan mekanisme pembiayaan inovatif untuk mengatasi hambatan sistemik serta mereplikasi strategi keberlanjutan di daerah pedesaan lain dengan tantangan serupa.

Kata kunci: Aksesibilitas layanan dasar, inovasi pembiayaan, kelembagaan lokal, partisipasi masyarakat, ketahanan infrastruktur air

**Optimization of Sustainable Rural Drinking Water Provision Using Interpretative
Structural Modeling (ISM) in Jember Regency**

ABSTRACT

The sustainability of rural water supply in Jember Regency is still a major challenge. This is because in 2021, the achievement of Key Performance Indicator (KPI) 3 was only 78.95%, still below the national target of 90%. The study aims to determine the optimal strategy for the sustainability of rural water supply in Jember. This study applied the Interpretative Structural Modeling (ISM) approach by analyzing the interrelationship of factors affecting the sustainability of water supply. The six most influential variables were access to safe drinking water, availability of raw water sources, quality standards, institutional support, service coverage, and community participation in tariff payment. Supporting factors include regulatory enforcement, adequate funding, technological innovation, and adaptation to climate change. The research results formulate a strategic framework that strengthens the 4K concept-quantity, quality, continuity, and affordability in sustainable water management. Multi-stakeholder collaboration and innovative financing mechanisms are needed to overcome systemic barriers and replicate sustainability strategies in other rural areas with similar challenges.

Keywords: Basic service accessibility, innovative financing, local institutional capacity, community participation, water infrastructure resilience

PENDAHULUAN

Akses terhadap air minum yang layak dan aman adalah isu krusial dalam pembangu-

[✉] Corresponding author
Address : Jember, Jawa Timur
Email : rusdiana@unmuhjember.ac.id

nan global, sebagaimana ditegaskan dalam Tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs) No. 6 tentang "*Clean Water and Sanitation*." Di Indonesia, upaya meningkatkan akses air minum layak telah dilakukan melalui berbagai program, termasuk Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (Pamsimas) (Kurniatin & Maksum, 2022). Namun demikian, keberlanjutan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) pedesaan masih menjadi tantangan utama, terutama di wilayah-wilayah pasca-Pamsimas. Solusi berkelanjutan, seperti keterlibatan masyarakat dalam pemeliharaan sistem (Praja et al., 2024; Yasmin et al., 2024) dan dukungan pemerintah terhadap perbaikan infrastruktur (Andriyanto et al., 2023), diperlukan untuk memastikan keberhasilan jangka panjang program penyediaan air minum seperti Pamsimas. Dengan mengatasi tantangan-tantangan ini, tujuan penyediaan air minum yang layak dan aman bagi seluruh masyarakat Indonesia dapat tercapai, sehingga berkontribusi terhadap kemajuan keseluruhan menuju SDGs (Herrera, 2019; Odagiri et al., 2020).

Penyediaan air minum yang berkualitas, kuantitas mencukupi, kontinuitas terjamin, dan terjangkau merupakan tantangan utama dalam pengelolaan air minum di pedesaan Indonesia. Sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3/PD.02/M/2016 tentang Pedoman Pelaksanaan Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM), pendekatan 4K (Kualitas, Kuantitas, Kontinuitas, Keterjangkauan) ini dirancang untuk memastikan akses air minum yang aman dan setara bagi semua, sebagai bagian dari target pembangunan berkelanjutan (SDGs: 6) yang harus dicapai pada tahun 2030. Kabupaten Jember, sebagai salah satu wilayah dengan karakteristik geografis dan sosial yang beragam, menghadapi berbagai kendala dalam memenuhi indikator 4K. Permasalahan kualitas air sering kali terkait dengan kontaminasi mikrobiologi

(Nurhayati et al., 2022; Setiawan et al., 2022), kuantitas yang tidak memadai selama musim kemarau (Novita et al., 2021), kontinuitas suplai yang terganggu oleh infrastruktur yang kurang memadai, serta keterjangkauan biaya yang menjadi hambatan masyarakat berpenghasilan rendah (Setyaningtyas, 2022).

Keberlanjutan pasokan air minum dapat dianalisis secara efektif melalui kriteria 4K, yang masing-masing kriterianya memainkan peran penting dalam memastikan sistem pasokan air yang tangguh dan memenuhi kebutuhan masyarakat. Kuantitas air dalam arti ketersediaan sumber daya air harus cukup untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Di daerah pedesaan, jumlah air yang disuplai sering berkorelasi dengan keterlibatan masyarakat dan kapasitas kelembagaan (Alvarez & Corrales, 2014). Kualitas air berperan sangat penting, karena secara langsung berdampak pada kesehatan masyarakat. Pemantauan dan pengelolaan kualitas air yang efektif dan partisipasi masyarakat dalam menjaga standar kualitas air telah terbukti meningkatkan hasil keberlanjutan (Alvarez & Corrales, 2014; Engelenburg et al., 2021). Kontinuitas pasokan sangat penting untuk kepercayaan pengguna dan keandalan sistem, yang harus tahan terhadap variabilitas iklim dan perubahan permintaan (Engelenburg et al., 2021), serta pemeliharaan rutin dan keterlibatan masyarakat adalah kunci untuk memastikan pengiriman layanan yang berkelanjutan (Bazaanah, 2019). Adapun keterjangkauan layanan air merupakan hambatan yang signifikan terjadi di banyak daerah. Hal ini dapat diatasi melalui struktur tarif yang adil, dan keterlibatan pemangku kepentingan dalam proses pengambilan keputusan dapat membantu menyeimbangkan keterjangkauan dengan tujuan keberlanjutan (Keulana, 2023). Kriteria 4K memberikan kerangka kerja yang kuat untuk menilai keberlanjutan, selain pertimbangan faktor sosial-politik, karena tata kelola dan dinamika masyarakat dapat secara signifikan mempengaruhi

efektivitas sistem pasokan air (Bazaanah, 2019).

Penelitian yang dilakukan oleh Setyaningtyas (2022) mengungkapkan, meskipun program Pamsimas berhasil meningkatkan akses air minum layak Kabupaten Jember sebesar 18,26% pada 2016-2021, tetapi banyak desa yang masih menghadapi masalah pemeliharaan dan pengelolaan infrastruktur air minum, yang menunjukkan bahwa keberlanjutan pengelolaan SPAM pedesaan belum optimal, dengan tingkat pemenuhan *Key Performance Indicator* (KPI) 3 mencapai 78,95%, masih di bawah target nasional sebesar 90%. Analisis SWOT yang dilakukan pada 19 desa pasca-Pamsimas mengidentifikasi pentingnya strategi berbasis kekuatan dan peluang (*Strength-Opportunities/SO*) untuk mengatasi kendala internal dan eksternal dalam rangka menjamin keberlanjutan pengelolaan SPAM. Meskipun demikian, strategi tersebut masih bersifat umum dan belum mampu memetakan hubungan antara faktor-faktor yang mempengaruhi keberlanjutan secara mendalam dan komprehensif.

Sebagai upaya dalam mengatasi keterbatasan tersebut, diperlukan kajian yang lebih menyeluruh menggunakan metode yang mampu memetakan kompleksitas hubungan antar faktor, seperti *Interpretative Structural Modeling* (ISM). Metode ISM telah terbukti efektif dalam menganalisis keberlanjutan pengelolaan air bersih di pedesaan. ISM dapat digunakan untuk memetakan kompleksitas dan interdependensi dalam pengelolaan sumber daya air (Kumar & Goel, 2022). Keunggulan ini menjadikan ISM sebagai alat analisis yang berharga dalam upaya strategis mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan terkait air bersih (Mercado et al., 2023). ISM tidak hanya membantu dalam memahami dinamika sistem, tetapi juga dalam mengidentifikasi solusi jangka panjang yang dapat meningkatkan akses dan kualitas air bersih bagi masyarakat (Kheradmand et al., 2020).

Di Kabupaten Jember, penelitian

yang menggunakan metode ISM dalam konteks keberlanjutan pengelolaan SPAM masih belum banyak ditemukan. Sebagian besar penelitian terkait keberlanjutan SPAM di Kabupaten Jember lebih berfokus pada analisis SWOT, studi kelembagaan, atau evaluasi operasional tanpa menggunakan ISM sebagai pendekatan analisis. Selain Setyaningtyas (2022), penelitian Krisdhianto dan Sembiring (2016) juga menggunakan analisis SWOT untuk menentukan strategi keberlanjutan sistem penyediaan air bersih di Kecamatan Ledokombo, dan menemukan bahwa analisis yang mendalam terhadap faktor-faktor keberlanjutan serta implementasi strategi yang tepat dapat meningkatkan kinerja dan keberlanjutan sistem penyediaan air bersih di daerah tersebut (Krisdhianto & Sembiring, 2016). Oleh karena itu, diperlukan strategi keberlanjutan yang terintegrasi, menggunakan pendekatan seperti ISM untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan faktor-faktor kunci yang mempengaruhi SPAM pedesaan. Sehingga penelitian ini menawarkan kebaruan dalam mengoptimalkan strategi keberlanjutan pengelolaan SPAM pedesaan dengan mengintegrasikan dimensi lingkungan, teknis, kelembagaan dan sosial berbasis ISM, serta eksplorasi lebih mendalam terhadap hubungan hierarkis antar variabel sesuai kriteria 4K.

Tujuan penelitian ini adalah mengoptimalkan strategi keberlanjutan yang efektif, terukur dan komprehensif dalam penyediaan air minum pedesaan di Kabupaten Jember melalui pendekatan ISM untuk mengidentifikasi dan menganalisis hubungan hierarkis antar variabel dan menentukan prioritas langkah strategis yang diperlukan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-kualitatif dengan metode *Interpretative Structural Modeling* (ISM) yang dikembangkan oleh Saxena et al. (1992). ISM adalah metode analisis kelompok yang membangun model

struktural untuk memahami sistem kompleks. Teknik ini mengidentifikasi elemen-elemen sistem, memetakan hubungan antar elemen dalam grafik, dan menyusun hierarki untuk menunjukkan keterkaitan. Dalam implementasinya, setiap elemen dijabarkan menjadi beberapa sub-elemen untuk analisis yang lebih mendalam (Surya et al., 2018). Elemen-elemen sistem yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada hasil analisis SWOT penelitian sebelumnya, yang dipadukan dengan penilaian para ahli dan pengelola SPAM melalui kuesioner untuk mengidentifikasi hubungan hierarkis antar elemen strategi keberlanjutan.

Data primer dalam penelitian ini adalah penilaian ahli dan pengelola SPAM yang dikumpulkan melalui kuesioner berbasis elemen SWOT, sedang data sekunder diperoleh dari hasil analisis SWOT penelitian sebelumnya, serta data laporan dan referensi lain yang relevan.

Instrumen kuesioner disusun berdasarkan hasil analisis SWOT sebelumnya yang diidentifikasi ulang, diklasifikasikan menjadi elemen-elemen kunci berbasis kriteria 4K, dan digunakan sebagai bahan utama dalam kuesioner. Kemudian responden memberikan penilaian terhadap hubungan antar elemen SWOT menggunakan skala Likert (1-5) untuk menggambarkan intensitas hubungan. Responden juga diminta saran tambahan untuk klasifikasi elemen atau koreksi pada elemen yang dianggap tidak relevan.

Tahapan analisis diawali dengan penyusunan *Structural Self-Interaction Matrix* (SSIM), yang menggambarkan hubungan antar elemen strategi berdasarkan hasil penilaian para ahli dan pengelola SPAM. Dalam penyusunan SSIM, digunakan metode VAXO untuk mengklasifikasikan hubungan antar elemen menjadi empat kategori: *V* (*leads to*), *A* (*is influenced by*), *X* (*both influence each other*), dan *O* (*no relation*). Klasifikasi ini diperoleh dari analisis kualitatif berbasis wawancara mendalam yang memastikan bahwa hubungan yang diidentifikasi

relevan dan dipertanggungjawabkan. SSIM ini kemudian diolah menggunakan aplikasi Exsimpro untuk menghasilkan *Reachability Matrix* (RM).

Pada tahap RM ini, Exsimpro secara otomatis mengonversi SSIM ke dalam format matriks biner menggunakan aturan: nilai *V* diterjemahkan menjadi $M_{ij}=1$ dan $M_{ji}=0$; nilai *A* menjadi $M_{ij}=0$ dan $M_{ji}=1$; nilai *X* menjadi $M_{ij}=1$ dan $M_{ji}=1$; serta nilai *O* menjadi $M_{ij}=0$ dan $M_{ji}=0$. Setelah itu, Exsimpro menerapkan aturan *transitivity* untuk memastikan konsistensi hubungan antar elemen. Transitivitas ini memeriksa jika elemen *i* mempengaruhi elemen *j* dan elemen *j* mempengaruhi elemen *k*, maka hubungan tidak langsung antara elemen *i* dan *k* ditambahkan secara otomatis.

Proses selanjutnya adalah analisis *Final Matrix*, yang memuat hasil utama yaitu *Driver Power* (DP), menunjukkan kekuatan pengaruh suatu elemen terhadap elemen lainnya. Kekuatan pengaruh antar elemen dihitung berdasarkan jumlah hubungan yang dimulai oleh elemen tersebut, serta *Dependence* (D) mengukur sejauh mana elemen tersebut dipengaruhi oleh elemen lainnya, yang dihitung dari jumlah hubungan yang diterima oleh elemen tersebut.

Tahap akhir analisis ISM adalah pembuatan grafik *mapping* elemen dan penyusunan struktur hierarki dari setiap elemen yang dikaji berdasarkan nilai DP dan D. Grafik *mapping* elemen dikelompokkan dalam 4 (empat) kuadran matriks MICMAC (*Matrice d'Impacts Croisés Multiplication Appliquée à un Classement*), yaitu kuadran 1: *Autonomous Elements* (elemen dengan DP dan D rendah), kuadran 2: *Dependent Elements* (elemen dengan D tinggi tetapi DP rendah), kuadran 3: *Linkage Elements* (elemen dengan DP dan D tinggi) menunjukkan hubungan dinamis, dan kuadran 4: *Independent Elements* (elemen dengan DP tinggi tetapi D rendah). Gambar 1 menampilkan contoh grafik *mapping* elemen dan struktur hierarki ISM. Dalam struktur hierarki yang dihasilkan, variabel

Tabel 1
Kriteria 4K berdasarkan Sub-Elemen Keberlanjutan SPAM

No.	Sub-Elemen Keberlanjutan SPAM	Kriteria 4K	No.	Sub-Elemen Keberlanjutan SPAM	Kriteria 4K
1	Akses air minum layak	K1	8	Pengembangan teknologi pengolahan air bersih	K2
2	Akses air minum aman	K2	9	Pengelolaan infrastruktur	K1, K2, K3
3	Penguatan Kapasitas Kelembagaan	K3	10	Peningkatan kualitas air bersih	K2
4	Pendanaan cukup	K2, K3, K4	11	Dukungan pemerintah dan swasta	K1, K3, K4
5	Ketersediaan sumber air baku	K1, K3	12	Potensi peningkatan cakupan layanan	K1, K4
6	Peran kemitraan dari masyarakat dan badan usaha	K3, K4	13	Perubahan iklim	K1
7	Penerapan Peraturan	K2, K4	14	Penentuan tarif dan partisipasi masyarakat membayar iuran	K3, K4

Sumber: Data Sekunder Diolah, 2025

Keterangan: K1 = Kuantitas, K2 = Kualitas, K3 = Kontinuitas, K4 = Keterjangkauan

Tabel 2
Hasil Scoring Sub-Elemen ISM

No.	Sub-Elemen ISM	Nilai	Score
E1	Akses air minum layak	5	0,091
E2	Akses air minum aman	3	0,055
E3	Penguatan Kapasitas Kelembagaan	4	0,073
E4	Pendanaan cukup	3	0,055
E5	Ketersediaan sumber air baku	5	0,091
E6	Peran kemitraan dari masyarakat dan badan usaha	2	0,036
E7	Penerapan Peraturan	4	0,073
E8	Pengembangan teknologi pengolahan air bersih	4	0,073
E9	Pengelolaan infrastruktur	4	0,073
E10	Peningkatan kualitas air bersih	4	0,073
E11	Dukungan pemerintah dan swasta	5	0,091
E12	Potensi peningkatan cakupan layanan	4	0,073
E13	Perubahan iklim	3	0,055
E14	Penentuan tarif dan partisipasi masyarakat	5	0,091

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

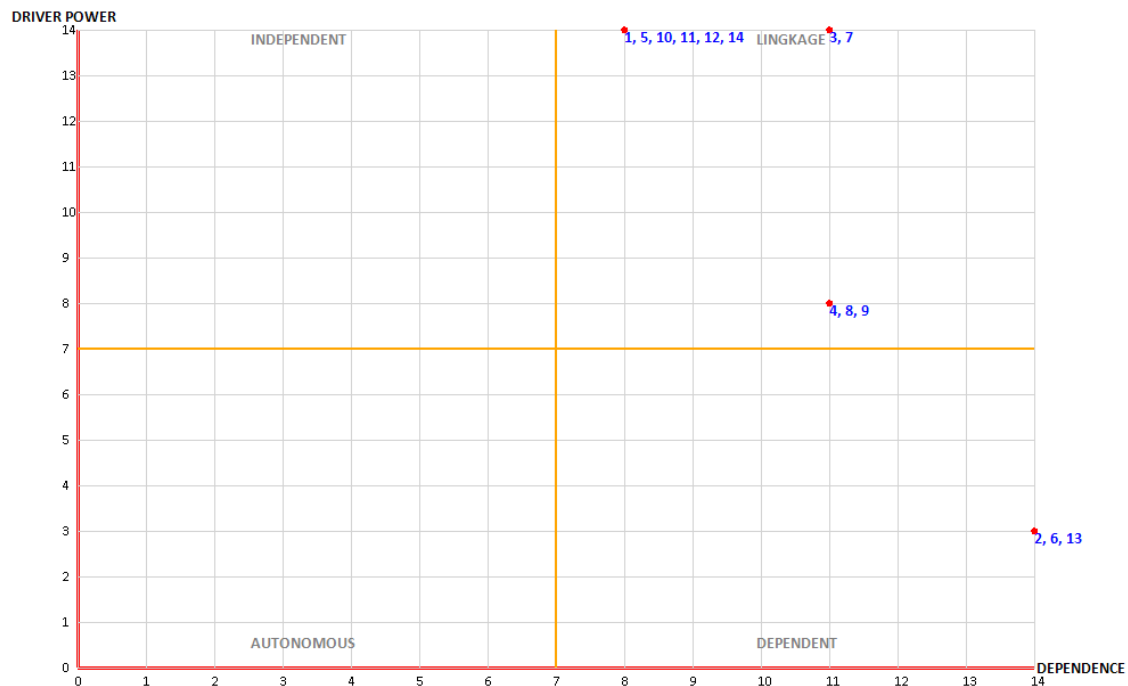
Keterangan: 1=sangat tidak penting; 2=tidak penting; 3=cukup penting; 4=penting; 5=sangat penting

kunci yang menjadi prioritas strategi terletak pada level paling bawah (*driving level*) hierarki, karena variabel-variabel ini memiliki *driver power* yang tinggi dan *dependence* yang rendah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis SWOT dalam penelitian Setyaningtyas (2022) dihasilkan strategi SO untuk keberlanjutan SPAM pedesaan di Kabupaten Jember, yang kemudian diidentifikasi sebagai variabel-variabel kunci yang akan digunakan dalam mengoptimalkan strategi keberlanjutan SPAM menggunakan

analisis ISM (Tabel L.1). Variabel-variabel ini selanjutnya diklasifikasikan kedalam sub-elemen keberlanjutan SPAM berdasarkan kriteria 4K, melalui penilaian ahli/pakar dan hasil studi terdahulu yang relevan. Tabel 1 menampilkan 14 (empat belas) sub-elemen keberlanjutan SPAM dan kriteria 4K dari setiap sub-elemen tersebut. Selanjutnya, dilakukan *scoring* terhadap hasil kuesioner untuk penilaian setiap sub-elemen oleh ahli dan pengelola SPAM dengan hasil seperti dalam Tabel 2. Hasil yang ditampilkan ini adalah *agregat* hasil simulasi aplikasi Exsimpro dari input penilaian seluruh responden. Tabel 2,



Sumber: Data Primer Diolah, (2025)

Gambar 1
Grafik Mapping Elemen Keberlanjutan SPAM Pedesaan Jember

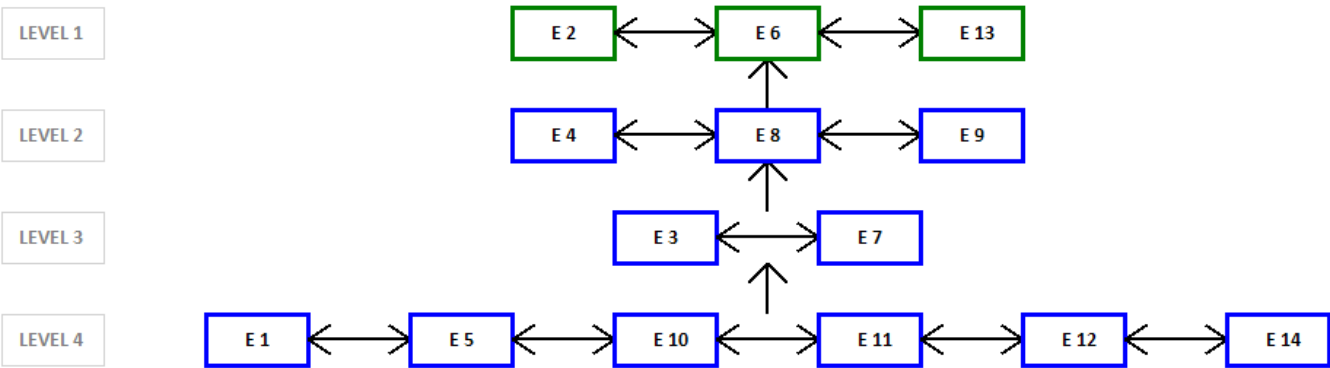
Tabel L.2, Tabel L.3, Gambar 1, dan Gambar 2 menampilkan hasil analisis ISM menggunakan Exsimpro.

Variabel-variabel pendukung yang terdistribusi pada level 3, level 2, dan level 1, masing-masing berkontribusi terhadap keberlanjutan SPAM. Level 3 mencakup penguatan kapasitas kelembagaan (E3) dan penerapan peraturan (E7), yang berfungsi sebagai mekanisme pelengkap dalam memastikan stabilitas dan kepatuhan operasional. Pada level 2, pendanaan yang cukup (E4), pengembangan teknologi pengolahan air bersih (E8), dan pengelolaan infrastruktur (E9) memainkan peran penting dalam mendukung aspek teknis dan finansial. Sementara itu, variabel pada level 1 terdiri dari akses air minum aman (E2), peran kemitraan masyarakat dan badan usaha (E6), serta perubahan iklim (E13) yang berperan sebagai faktor eksternal yang dapat mempengaruhi keberhasilan strategi secara tidak langsung.

Tingkat *Inconsistency Index* hasil revisi matriks RM sebesar 6,63% menunjukkan bahwa hubungan antar variabel telah terpetakan secara konsisten, dengan nilai di bawah ambang batas

maksimum 10% (Ágoston & Csató, 2022). Hasil ini mengindikasikan bahwa struktur hierarki yang dihasilkan dari analisis ISM ini dapat dipercaya sebagai kerangka kerja strategis untuk mengoptimalkan strategi penyediaan air minum pedesaan. Temuan ini memperkuat pentingnya pengelolaan yang terintegrasi, dengan fokus pada variabel kunci di level paling bawah sebagai prioritas, sambil memastikan dukungan berkelanjutan dari variabel-variabel di level yang lebih tinggi. Kerangka ini tidak hanya memberikan pemahaman yang sistematis terhadap dinamika pengelolaan air minum, tetapi juga menawarkan panduan praktis bagi pengambil kebijakan dan pelaku lapangan dalam merancang strategi berbasis bukti.

Berdasarkan hasil analisis ISM dan kondisi eksisting di Kabupaten Jember, strategi keberlanjutan penyediaan air minum pedesaan harus difokuskan pada penguatan variabel-variabel kunci yang teridentifikasi di level 4. Kondisi eksisting tahun 2021 yang menunjukkan tingkat pemenuhan KPI 3 di Kabupaten Jember masih 78,95% (target nasional 90%), mengindikasikan belum optimalnya pengelolaan air bersih pedesaan. Hal ini



Sumber: Data Primer Diolah, (2025)

Gambar 2
Struktur Hierarki Elemen Keberlanjutan SPAM Pedesaan Jember

Tabel 3
Klasifikasi Variabel Hasil Analisis ISM Berdasarkan Kriteria 4K

Kriteria 4K	Variabel Kunci (Level 4)	Variabel Pendukung	
Kuantitas (K1)	Akses air minum layak (E1)	Pengelolaan infrastruktur (E9)	Level 2
	Ketersediaan sumber air baku (E 5)	Mitigasi dan adaptasi perubahan iklim (E13)	Level 1
	Dukungan pemerintah dan swasta (E11)		
	Potensi peningkatan cakupan layanan (E12)		
Kualitas (K2)	Peningkatan kualitas air bersih (E10)	Pendanaan cukup (E4)	Level 2
		Penerapan Peraturan (E7)	Level 2
		Pengembangan teknologi pengolahan air bersih (E8)	Level 2
		Pengelolaan infrastruktur (E9)	Level 2
		Akses air minum aman (E2)	Level 1
		Mitigasi dan adaptasi perubahan iklim (E13)	Level 1
		Peran kemitraan dari masyarakat dan bada n usaha (E6)	Level 1
Kontinuitas (K3)	Ketersediaan sumber air baku (E5) Dukungan pemerintah dan swasta (E11)	Pendanaan cukup (E4)	Level 2
		Peran kemitraan dari masyarakat dan badan usaha (E6)	Level 1
		Pengelolaan infrastruktur (E9)	Level 2
Keterjangkauan (K4)	Penentuan tarif dan partisipasi masyarakat membayar iuran (E14)	Penguatan kapasitas kelembagaan (E3)	Level 3
		Penerapan Peraturan (E7)	Level3

Sumber: Data Primer Diolah, (2025)

berdampak pada tidak terpenuhinya syarat 4K – kuantitas, kualitas, kontinuitas, dan keterjangkauan—yang merupakan indikator utama keberlanjutan penyediaan air minum. Klasifikasi variable hasil analisis ISM yang terintegrasi dengan kriteria 4K ditampilkan

kan dalam Tabel 3.

Untuk memenuhi kriteria kuantitas (K1) dan kontinuitas (K3), ketersediaan sumber air baku (E5) dan peningkatan cakupan layanan (E12) harus menjadi prioritas utama dalam strategi pengelolaan. Dukungan pemerintah dan

swasta (E11) diperlukan untuk memastikan pendanaan yang cukup (E4) serta pengembangan infrastruktur (E9) yang dapat menjamin pasokan air secara konsisten. Selanjutnya, peningkatan kualitas air bersih (E10) dapat dicapai melalui pengembangan teknologi pengolahan (E8) dan pengelolaan infrastruktur yang lebih baik (E9) serta dukungan dana yang cukup (E4) dan penegakan peraturan (E7), sehingga memenuhi syarat kualitas (K2) yang sesuai dengan standar nasional untuk memenuhi akses air minum aman dan berkelanjutan.

Aspek keterjangkauan (K4) juga menjadi perhatian utama, di mana penentuan tarif yang adil serta peningkatan partisipasi masyarakat dalam pembayaran iuran (E14) dapat menciptakan model pembiayaan berkelanjutan. Dalam hal ini, penguatan kapasitas kelembagaan (E3) dan penerapan peraturan (E7) di level 3 menjadi pendukung penting untuk memastikan tata kelola yang efisien dan transparan.

Selain itu, variabel di level 1, seperti akses air minum aman (E2), peran kemitraan masyarakat dan badan usaha (E6), serta dampak perubahan iklim (E13), perlu diintegrasikan sebagai elemen yang mendukung adaptasi terhadap tantangan eksternal. Kemitraan dengan badan usaha (seperti perbankan) dalam upaya penambahan modal usaha untuk peningkatan produksi air minum dan cakupan layanan, serta edukasi masyarakat dapat meningkatkan kesadaran sekaligus memperkuat kemampuan adaptasi terhadap perubahan iklim yang berpengaruh pada kuantitas dan kualitas sumber air baku.

Dengan strategi yang didasarkan pada hasil ISM dan kerangka 4K, penyediaan air minum pedesaan di Kabupaten Jember dapat dioptimalkan untuk mencapai keberlanjutan. Pendekatan ini tidak hanya relevan untuk meningkatkan kinerja lokal, tetapi juga memberikan model yang dapat diterapkan di wilayah lain dengan kondisi serupa, mendukung tujuan nasional

dalam penyediaan layanan air bersih yang berkelanjutan dan inklusif.

SIMPULAN

Penelitian ini menegaskan bahwa keberlanjutan penyediaan air minum pedesaan di Kabupaten Jember dapat ditingkatkan melalui optimalisasi strategi berbasis *Interpretative Structural Modeling (ISM)*, dengan berfokus pada variabel kunci yang berkontribusi terhadap pemenuhan konsep 4K – kuantitas, kualitas, kontinuitas, dan keterjangkauan. Variabel utama yang teridentifikasi mencakup akses air minum layak, ketersediaan sumber air baku, peningkatan kualitas, dukungan kelembagaan, cakupan layanan, serta partisipasi masyarakat dalam pembayaran tarif, sementara faktor pendukung seperti regulasi, pembiayaan, inovasi teknologi, dan adaptasi terhadap perubahan iklim memainkan peran strategis dalam memastikan implementasi yang efektif. Dengan pencapaian KPI 3 hanya 78,95% pada 2021, diperlukan intervensi yang lebih terarah dan kolaboratif untuk meningkatkan efektivitas kebijakan dan keterlibatan multi-stakeholder dalam penyediaan air minum berkelanjutan. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan penguatan sinergi antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta dalam mengatasi tantangan multidimensional, mempercepat kebijakan berbasis data, meningkatkan alokasi anggaran, serta mendorong adopsi teknologi inovatif yang sesuai dengan kebutuhan lokal. Selain itu, pemberdayaan masyarakat melalui pendidikan, pelatihan, dan partisipasi aktif dalam pengelolaan air minum harus menjadi prioritas untuk menciptakan rasa kepemilikan yang lebih kuat, sementara penelitian lanjutan dapat mengeksplorasi integrasi ISM dengan pendekatan kuantitatif, seperti pemodelan dinamis atau analisis risiko, guna menghasilkan solusi yang lebih adaptif terhadap tantangan perubahan iklim dan dinamika sosial-ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ágoston, K. C., & Csató, L. (2022). Inconsistency Thresholds for Incomplete Pairwise Comparison Matrices. *Omega*, 108(April), 102576. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2021.102576>
- Alvarez, L., & Corrales, M. E. (2014). Factors Impacting Sustainability in Rural Drinking-water: An Integrated Approach in Paraguay. *37th WEDC International Conference, 2014*, 1-6. <https://knowledge.lboro.ac.uk/resources/conference/37/Alvarez-1873.pdf>
- Andriyanto, N., Suheri, A., & Soesanta, P. E. (2023). Analysis of Factors Leveraging Sustainability of Community-Based Drinking Water Supply (Case Study of Drinking Water Supply for The Pamsimas Program, Kapongan Sub-District, Situbondo Regency). *Journal of Development Research*, 7(2), Process. <https://doi.org/10.28926/jdr.v7i2.340>
- Bazaanah, P. (2019). Sustainability of Rural Communities Drinking Water Systems and Local Development Projects in the Bole, West and Central Gonja Districts of the Savannah Region, Ghana. *Review of Social Sciences*, 04, 16 - 36. <https://doi.org/10.18533/rss.v4i1.140>
- Engelenburg, J. van, Slobbe, E. van, Teuling, A. J., Uijlenhoet, R., & Hellegers, P. (2021). Sustainability characteristics of drinking water supply in the Netherlands. *Drinking Water Engineering and Science*, 14(1), 1-43. <https://doi.org/10.5194/dwes-14-1-2021>
- Herrera, V. (2019). Reconciling Global Aspirations and Local Realities: Challenges Facing the Sustainable Development Goals for Water and Sanitation. *World Development*, 118 (June), 106 - 117. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.02.009>
- Keulana, T. R. M. (2023). Penerapan Metode Hierarchy Analytical Process dalam Keputusan Pengembangan Sistem Air Minum di Kecamatan Patumbak Kabupaten Delhi Serdang. *Syntax Idea*, 5(3), 262 - 277. <https://doi.org/10.46799/syntax-idea.v5i3.2143>
- Kheradmand, Y., Honarbakhsh, A., Movahedifar, S. M., & Afshari, A. R. (2020). Development of a Risk Management Model for Using Interpretive Structural Modeling. *International Journal of Nonlinear Analysis and Applications*, 11 (Special Issue), 31-52. <https://doi.org/10.22075/ijnaa.2020.4486>
- Krisdhianto, A., & Sembiring, A. (2016). Evaluasi Keberlanjutan Sistem Penyediaan Air Bersih Perdesaan di Kecamatan Ledokombo, Kabupaten Jember. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 22(1), 21-30.
- Kumar, R., & Goel, P. (2022). Exploring the Domain of Interpretive Structural Modelling (ISM) for Sustainable Future Panorama: A Bibliometric and Content Analysis. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 29(5), 2781-2810. <https://doi.org/10.1007/s11831-021-09675-7>
- Kurniatin, P. R. E., & Maksum, I. R. (2022). Journal of Governance and Public Policy Sustainable Strategy for Community-Based Drinking Water Supply (PAMSIMAS) Post Program In Rural Indonesia. *Journal of Governance and Public Policy*, 9, 211-224. <https://doi.org/10.18196/jgpp.v9i3.14629>
- Mercado, J. M., Kawamura, A., & Medina, R. (2023). An Expanded Interpretive Structural Modeling Analysis of the Barriers to Integrated Flood Risk Management Adaptation in Metro Manila. *Water (Switzerland)*, 15(6), 10-29. <https://doi.org/10.3390/w15061029>
- Novita, E., Wahyuningsih, S., Murtado, K. A., & Pradana, H. A. (2021). Estimasi Perubahan Kualitas Air Sungai Bedadung Berdasarkan Status Mutu Air. *Dampak: Jurnal Teknik Lingkungan*

- Universitas Andalas*, 18(2), 51–62. <https://doi.org/10.25077/dampak.18.2.51-62.2021>
- Nurhayati, L., Utami, W. S., Jauhani, M. A., Armiyanti, Y., & Hermansyah, B. (2022). Physical Water Quality Contaminated by Soil-Transmitted Helminths in Summersari District, Jember Regency. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 14(4), 282–288. <https://doi.org/10.20473/jkl.v14i4.2022.282-288>
- Odagiri, M., Cronin, A. A., Thomas, A., Kurniawan, M. A., Zainal, M., Setiabudi, W., Gnilo, M. E., Badloe, C., Virgiyanti, T. D., Nurali, I. A., Wahanudin, L., Mardikanto, A., & Pronyk, P. (2020). Achieving the Sustainable Development Goals for Water and Sanitation in Indonesia – Results from a Five-year (2013–2017) Large-scale Effectiveness Evaluation. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 230 (September), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113584>
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2016). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3/PD.02/M/2016 Tentang Pedoman Pelaksanaan Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM)*.
- Praja, T. T., Wardani, D. W. S. R., Iryani, D. A., Wahono, E. P., Setiajaya, A., & Zulaicha, A. S. (2024). Evaluation of Community Participation in Community-Based Drinking Water and Sanitation Programs. *Jurnal Kesehatan Lingkungan: Jurnal Dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 21(1), 71–80. <https://doi.org/10.31964/jkl.v21i1.721>
- Saxena, J. P., Sushil, & Vrat, P. (1992). Hierarchy and Classification of Program Plan Elements Using Interpretive Structural Modeling: A Case Study of Energy Conservation in the Indian Cement Industry. *Systems Practice*, 5(6), 651–670. <https://doi.org/10.1007/BF01083616>
- Setiawan, D., Utami, W. S., Indreswari, L., Armiyanti, Y., & Hermansyah, B. (2022). Physical Water Quality and Intestinal Protozoa Contamination on Household Water in Ajung District, Jember Regency. *Jember Medical Journal*, 1(1), 17–28. <https://doi.org/10.19184/jmj.v1i1.155>
- Setyaningtyas, R. (2022). Strategi Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum yang Berkelanjutan di Perdesaan. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 28(1), 24–41. <https://doi.org/10.5614/j.tl.2023.28.1.3>
- Surya, R. A., Yanuar, M., Purwanto, J., Sapei, A. (2018). Analisis Kelembagaan Pengelolaan Air Baku Berkelanjutan dengan Metode Interpretative Structural Modelling (ISM) di Kabupaten Konawe Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ecogreen*, 4(2), 99–109. <https://ojs.uho.ac.id/index.php/green/article/view/4799>
- Yasmin, R., Afzal, A., Ullah, S., & Javed, M. (2024). Determinants of Community Participation in Sustainable Management of Rural Water Supply System: Evidence from District Lahore, Pakistan. *Qlantic Journal of Social Sciences and Humanities*, 5(2), 86–94. <https://doi.org/10.55737/qjss.h.379139395>

Tabel L.1
Identifikasi Variabel ISM

No.	Strategi SO (Strenght - Opportunities)	Identifikasi Variabel ISM
1	Memaksimalkan potensi yang ada baik sarana prasarana maupun sumber air untuk meningkatkan akses air minum melalui perluasan cakupan layanan dan pengembangan jaringan perpipaan dengan memanfaatkan program pemerintah baik pusat maupun daerah	Akses air minum layak dengan perluasan cakupan layanan
2	Meningkatkan kinerja KP-SPAMS sesuai dengan Rencana Jangka Panjang dan Prosedur Operasi Standar (SOP) yang mengacu pada Perda dengan mengoptimalkan koordinasi teknis dengan pemda.	Mengoptimalkan kerjasama dengan pemda
3	Meningkatkan koordinasi dengan Dinas PMD untuk melakukan pembinaan dan mendorong KP-SPAMS menjadi bagian dari usaha BUMDes	Peningkatan kapasitas kelembagaan
4	Meningkatkan koordinasi dan kerjasama dengan Pemdes dan Pemda dalam upaya mengakses dana APBDes, APBD dan DAK Air Minum untuk kegiatan pengembangan sarana prasarana dan jaringan perpipaan air minum	Pendanaan untuk pengembangan infrastruktur
5	Memperbaiki tarif air minum sesuai hitung tarif dan kesepakatan yang di kuatkan dengan Perdes maupun Perda	Tarif air minum
6	Meningkatkan kerjasama dengan perbankan dalam upaya penambahan modal usaha KP-SPAMS	Kerjasama dengan pihak swasta
7	Meningkatkan konservasi wilayah sumber mata air dan sungai melalui upaya perlindungan daerah tangkapan air (PDTA) dengan melibatkan peran pihak swasta dan Perguruan Tinggi melalui kegiatan penelitian dan pemberdayaan masyarakat	Ketersediaan sumber air baku melalui konservasi dan upaya PDTA
8	Meningkatkan komitmen Pemdes dalam pendanaan pengembangan jaringan perpipaan air minum melalui APBDes	Pendanaan untuk pengembangan jaringan perpipaan
9	Mengembangkan pola pembiayaan melalui CSR dan Bank UMKM untuk pengembangan jaringan perpipaan dan SR dalam rangka meningkatkan jumlah pelanggan	Peningkatan jumlah pelanggan
10	SPAM desa menjadi bagian dari usaha BUMDes dengan KP-SPAMS sebagai penanggungjawab pengelolaannya	Kelembagaan dikelola KP-SPAMS
11	Mendorong penelitian pengembangan teknologi penyediaan dan pengolahan air minum dari berbagai macam sumber air baku yang ada dengan melibatkan lembaga penelitian, Perguruan Tinggi dan pihak swasta	Pengembangan teknologi penyediaan dan pengolahan air minum
12	Menerapkan teknologi tepat guna pada daerah dengan keterbatasan kualitas air baku dan sumber energi	Penerapan teknologi tepat guna untuk peningkatan kualitas air baku
13	Melengkapi produk perundangan dalam penyelenggaraan pengembangan SPAM perdesaan yang meliputi Perdes, Perbup dan Perda tentang tarif air minum, perlindungan daerah tangkapan air (PDTA), rencana pengamanan air minum (RPAM) dan pengembangan sarana prasarana SPAM	Kelengkapan produk peraturan tentang tariff air minum, PDTA RPAM dan pengembangan infrastruktur SPAM

Sumber: Setyaningtyas, (2022) dan Data Primer Diolah, (2025)

Tabel L.2
Matriks SSIM metode VAXO

No.	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14
E1		V	X	V	X	V	V	V	V	V	X	X	V	X
E2			A	A	A	X	A	A	A	A	A	A	X	A
E3				V	X	V	X	V	V	X	X	X	V	X
E4					A	V	X	X	X	A	A	A	V	A
E5						V	V	V	V	V	X	X	V	X
E6							A	A	A	A	A	A	X	A
E7								X	X	A	A	A	V	A
E8									X	A	A	A	V	A
E9										A	A	A	V	A
E10											X	A	V	A
E11												X	V	X
E12													V	X
E13														A
E14														

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Tabel L.3
Reachability Matrix

No.	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14
E1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
E3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E4	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0
E5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E6	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
E7	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0
E8	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0
E9	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0
E10	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0
E11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E13	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
E14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Tabel L.4
Final Matrix ISM

No.	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	DP	R
E1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	1
E2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	4
E3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	2
E4	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	8	3
E5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	1
E6	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	4
E7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	2
E8	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	8	3
E9	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	8	3
E10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	1
E11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	1
E12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	1
E13	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	4
E14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	1
D	8	14	11	11	8	14	11	11	11	8	8	8	14	8		
L	4	1	3	2	4	1	3	2	2	4	4	4	1	4		

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Keterangan: DP=driver power; R=rangking; D=dependent; L=level/hierarki