

Seminar Nasional Rekatek

Evaluasi Kinerja Operasional dan Model Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum Berkelanjutan di Kabupaten Maluku Tengah

Vita Sari Latuconsina^{1*}, Melly Lukman², Ari Kusuma³

¹ Mahasiswa Program Magister Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Jl. Opu Daeng
Risadju No.65, 90113

^{2 & 3} Dosen, Program Magister Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Jl. Opu Daeng
Risadju No.65, 90113

korespondensi@email.com

Abstract: *Community-based Drinking Water Supply Systems (SPAM) in archipelagic regions frequently face operational constraints and sustainability threats. This study aims to evaluate the operational performance of SPAM using Earned Value Management (EVM), identify factors influencing its functionality through multiple linear regression analysis, and formulate a sustainable management strategy in Central Maluku Regency. This quantitative study involved 15 SPAM sample units for EVM evaluation and 150 questionnaire respondents. EVM analysis revealed that overall operational performance was inefficient ($CPI=0.60$) and lagging ($SPI=0.53$), with 20% of units non-functional (stagnant) and 40% operating under critical conditions. Regression analysis proved that Technical, Financial, Institutional, Environmental, and Social aspects simultaneously had a significant effect on SPAM functionality ($R^2=0.738$; $F=84.725$; $p<0.05$). Partially, Technical aspects emerged as the most dominant predictor ($\beta=0.312$), followed by Financial ($\beta=0.278$), Institutional ($\beta=0.245$), Environmental ($\beta=0.185$), and Social aspects ($\beta=0.132$). Intervention strategies prioritize hydraulic audits, Full Cost Recovery (FCR) tariff adjustments, and the implementation of Collaborative Hybrid Management integrating the Archipelagic SPAM UPTD, BUMDes, and traditional institutions (Saniri Negeri) through local wisdom (Sasi Air). This model is expected to ensure sustainable clean water supply in archipelagic areas.*

Keywords: *EVM, SPAM, Regression, Central Maluku.*

Abstrak: Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) berbasis masyarakat di wilayah kepulauan sering menghadapi kendala operasional dan ancaman keberlanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja operasional SPAM menggunakan *Earned Value Management* (EVM), mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi keberfungsian melalui analisis regresi linier berganda, serta merumuskan strategi pengelolaan yang berkelanjutan di Kabupaten Maluku Tengah. Penelitian kuantitatif ini melibatkan 15 unit sampel SPAM untuk evaluasi EVM dan 150 responden kuesioner. Hasil analisis EVM menunjukkan kinerja operasional SPAM secara keseluruhan berada pada kondisi inefisien ($CPI = 0,60$) dan terlambat ($SPI = 0,53$), dengan 20% unit mangkrak dan 40% berkinerja kritis. Uji regresi membuktikan bahwa Aspek Teknis, Keuangan, Kelembagaan, Lingkungan, dan Sosial secara simultan berpengaruh signifikan terhadap keberfungsian SPAM ($R^2 = 0,738$; $F = 84,725$; $p < 0,05$). Secara parsial, Aspek Teknis menjadi prediktor paling dominan ($\beta = 0,312$), diikuti Keuangan ($\beta = 0,278$), Kelembagaan ($\beta = 0,245$), Lingkungan ($\beta = 0,185$), dan Sosial ($\beta = 0,132$). Strategi perbaikan diprioritaskan pada audit hidrolik, penyesuaian tarif berbasis *Full Cost Recovery* (FCR), serta penerapan *Collaborative Hybrid Management* yang menyinergikan UPTD SPAM Kepulauan, BUMDes, dan kelembagaan adat (*Saniri Negeri*) melalui kearifan lokal *Sasi Air*. Model ini diharapkan dapat menjamin keberlanjutan pasokan air bersih di kawasan kepulauan.

Kata Kunci: *EVM, SPAM, Regresi, Maluku Tengah.*

1. Pendahuluan

Manajemen Rekayasa Konstruksi (MRK) atau Construction Engineering and Management adalah disiplin ilmu terapan yang mengintegrasikan prinsip-prinsip keteknikan (engineering principles), manajemen operasional, dan analisis ekonomi untuk mengelola siklus hidup proyek konstruksi—mulai dari tahap gagasan (conception), perancangan (design), pengadaan (procurement), pelaksanaan (construction), hingga masa operasi dan pemeliharaan (operation and maintenance). Pada pembangunan infrastruktur SPAM, MRK berperan penting untuk memastikan bahwa jaringan air baku, instalasi pengolahan, reservoir, dan pipa distribusi dibangun tepat waktu, sesuai anggaran, mematuhi spesifikasi teknis, serta aman secara lingkungan dan keselamatan kerja.

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) merupakan sekumpulan sarana dan prasarana fisik maupun non-fisik yang terintegrasi untuk mengelola, mengolah, dan mendistribusikan air bersih atau air minum kepada masyarakat penerima manfaat. Penyelenggaraan SPAM bertujuan untuk menjamin hak dasar masyarakat atas pemenuhan air minum yang berkualitas, aman, terjangkau, dan berkelanjutan. Proyek SPAM memiliki kompleksitas risiko fisik dan geografis yang tinggi, terutama jika dibangun di wilayah kepulauan atau pantai (seperti Kabupaten Maluku Tengah). Secara regulatif di Indonesia, penyelenggaraan SPAM diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 121 Tahun 2015 tentang Pengusahaan Sumber Daya Air dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) No. 27/PRT/M/2016 tentang Penyelenggaraan SPAM

Akses terhadap air bersih merupakan salah satu hak asasi manusia yang menjadi prioritas utama dalam tujuan pembangunan berkelanjutan (Sustainable Development Goals / SDGs 2030 target 6.1). Di Indonesia, pemerintah daerah berupaya memperluas cakupan layanan air bersih melalui pembangunan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM), baik skala perpipaan PDAM maupun berbasis masyarakat (KPSPAM/PAMSIMAS). Namun, tantangan besar muncul pada tahap Operasional dan Pemeliharaan (Operations & Maintenance / O&M), terutama di wilayah kepulauan dan terpencil (*archipelagic regions*).

Kabupaten Maluku Tengah merupakan salah satu wilayah kepulauan di Provinsi Maluku yang memiliki kompleksitas geografis tinggi. Topografi yang terpisah oleh perairan, keterbatasan jaringan listrik darat, tingginya tingkat salinitas air laut, serta kerentanan abrasi pesisir menjadi faktor eksternal yang menekan kinerja SPAM. Data empiris menunjukkan bahwa meskipun secara kuantitas fisik prasarana SPAM telah terbangun di berbagai desa/negeri, angka kegagalan fungsi pasca-konstruksi tergolong tinggi. Banyak infrastruktur air minum yang mengalami penurunan debit pengaliran, kerusakan jaringan pipa, hingga mengalami kegagalan total (mangkrak) dalam beberapa tahun pertama beroperasi.

Permasalahan utama ketidakberfungsian SPAM di wilayah kepulauan umumnya bersifat multidimensi. Selain kendala teknis-engineering, faktor tata kelola keuangan yang belum menerapkan tarif berkeadilan berbasis *Full Cost Recovery* (FCR), kapasitas pengelola lokal yang belum tersertifikasi, penurunan kualitas lingkungan kawasan tangkapan air (*catchment area*), serta potensi konflik sosial terkait kepemilikan lahan sumber air baku menjadi pemicu akumulatif.

Selama ini, evaluasi ketersediaan air bersih di tingkat daerah cenderung berfokus pada statistik input-output fisik, tanpa mengukur efisiensi pemanfaatan anggaran operasional dan pencapaian target keterlayanan harian secara kuantitatif. Oleh karena itu, pendekatan *Earned Value Management* (EVM)—yang umumnya digunakan dalam proyek konstruksi—dapat disesuaikan (adapted) untuk mengevaluasi efisiensi operasional dan biaya pada tahap O&M SPAM. Kombinasi EVM dengan Analisis Regresi Linier Berganda memungkinkan ditemukannya akar masalah (*root cause*) dan hirarki faktor dominan pemicu kegagalan fungsi.

Penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya diantaranya Yuliansyah, dkk (2024) meneliti tentang Penerapan indikator CPI dan SPI dalam menilai efisiensi biaya operasional jaringan perpipaan air minum pedesaan. Kadir, dkk (2024) meneliti tentang Evaluasi efisiensi

biaya dan jadwal operasional SPAM berbasis masyarakat di kawasan kepulauan Maluku. Handayani, dkk (2024) meneliti tentang Integrasi analisis Earned Value Management (EVM) dan kerangka kerja risiko pada proyek infrastruktur air baku di kawasan pesisir. Latuconsina, dkk (2024) meneliti tentang Revitalisasi kearifan lokal "Sasi Air" dalam mendukung keberlanjutan sumber daya air baku di Pulau Haruku. Moriarty, dkk (2024) meneliti tentang *Sustainable rural water service delivery: Assessing life-cycle costs and service levels in small island developing states*. Nusa, dkk (2025). Analisis regresi multivariat terhadap faktor-faktor penentu keberfungsian SPAM berbasis masyarakat di Maluku Tengah. Raharjo, dkk (2024) meneliti tentang Model keberlanjutan penyediaan air bersih pedesaan melalui pendekatan *Collaborative Governance*.

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja operasional dan efisiensi biaya serta menganalisis dan menguji pengaruh Aspek Teknis, Keuangan, Kelembagaan, Lingkungan, dan Sosial dan merumuskan strategi intervensi dan model pengelolaan SPAM berkelanjutan.

2. Metodologi Penelitian

2.2 Populasi, Sampel, dan Teknik Sampling

Penelitian ini menggunakan dua tingkat unit analisis:

1. Unit Analisis Sistem/Fisik ($n = 15$ unit SPAM): Sampel SPAM dipilih menggunakan teknik *Purposive Sampling* berdasarkan keterwakilan wilayah (daratan utama vs. pulau kecil) dan variasi sumber energi pemompaan (gravitasi, pompa listrik PLN, dan pompa diesel).
2. Unit Analisis Responden ($N = 150$ **responden**): Terdiri dari pengelola KPSPAM/BUMDes, tokoh masyarakat, dan pelanggan air bersih. Sampel responden diambil menggunakan teknik *Proportional Stratified Random Sampling*.

2.3 Instrumen dan Pengumpulan Data

Data sekunder meliputi logbook pengaliran air harian, catatan kas pengeluaran operasional (AC), dan dokumen perencanaan anggaran (PV). Data primer diperoleh melalui kuesioner terstruktur dengan skala Likert 1–5 untuk mengukur variabel independen:

- Aspek Teknis (X_1)
- Aspek Keuangan (X_2)
- Aspek Kelembagaan (X_3)
- Aspek Lingkungan (X_4)
- Aspek Sosial (X_5)
- Variable Dependen: Tingkat Keberfungsian SPAM (Y).

2.4 Teknik Analisis Data

1. Evaluasi Kinerja Operasional dengan EVM

Metode EVM disesuaikan untuk periode O&M selama 12 bulan (1 tahun anggaran):

- *Planned Value (PV)*: Total anggaran operasional dan pemeliharaan yang direncanakan selama 12 bulan.
- *Earned Value (EV)*: Persentase realisasi volume air yang berhasil dialirkan dikalikan dengan *PV*.
- *Actual Cost (AC)*: Total pengeluaran kas aktual yang dikeluarkan untuk operasional.

Indikator efisiensi dihitung dengan rumus:

$$\text{Cost Performance Index (CPI)} = \frac{EV}{AC} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Schedule Performance Index (SPI)} = \frac{EV}{PV} \dots\dots\dots (2)$$

2. Uji Asumsi Klasik dan Regresi Linier Berganda

Sebelum uji hipotesis, instrumen diuji menggunakan Pearson Correlation ($r > 0,361$) dan Cronbach's Alpha ($\alpha > 0,600$). Data diuji menggunakan syarat Uji Normalitas (Kolmogorov-Smirnov), Multikolinearitas ($VIF < 10$), Heteroskedastisitas (Glejser $p > 0,05$), dan Autokorelasi (Durbin-Watson). Persamaan regresi dirumuskan sebagai:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \epsilon \dots\dots\dots (3)$$

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Pengujian Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Uji coba instrumen dilakukan kepada 30 responden di luar sampel utama. Hasil uji validitas menunjukkan seluruh butir pertanyaan memiliki nilai $r_{hitung} > 0,361$ ($r_{tabel}; n = 30, \alpha = 0,05$) dengan $p < 0,05$. Hasil uji reliabilitas menghasilkan nilai *Cronbach's Alpha* berkisar antara 0,772 hingga 0,835 ($> 0,600$), sehingga seluruh instrumen dinyatakan **valid dan reliabel**.

3.2 Hasil Evaluasi Kinerja Operasional SPAM Berdasarkan EVM (RM 1)

Berdasarkan pengolahan data keuangan O&M dan volume pengaliran air harian pada 15 unit sampel SPAM selama periode 12 bulan, diperoleh rekapitulasi nilai *PV, EV, AC, CPI*, dan *SPI* sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Perhitungan EVM 15 Unit SPAM Sampel

Kode SPAM	Lokasi Wilayah	Planned Value (PV) (Rp)	Earned Value (EV) (Rp)	Actual Cost (AC) (Rp)	CPI	SPI	Status Keberfungsian
SPAM-01	Amahai (Seram)	120.000.000	114.000.000	108.000.000	1,06	0,95	Berfungsi Baik (Optimal)
SPAM-02	Kota Masohi	240.000.000	228.000.000	235.000.000	0,97	0,95	Berfungsi Baik
SPAM-03	Seram Utara 1	90.000.000	81.000.000	85.000.000	0,95	0,90	Berfungsi Baik
SPAM-04	Seram Utara 2	85.000.000	51.000.000	72.000.000	0,71	0,60	Berfungsi Sebagian (Kritis)
SPAM-05	Seram Utara 3	75.000.000	37.500.000	60.000.000	0,63	0,50	Berfungsi Sebagian (Kritis)
SPAM-06	P. Saparua 1	110.000.000	99.000.000	102.000.000	0,97	0,90	Berfungsi Baik
SPAM-07	P. Saparua 2	95.000.000	47.500.000	79.000.000	0,60	0,50	Berfungsi Sebagian (Kritis)
SPAM-08	P. Haruku 1	80.000.000	72.000.000	75.000.000	0,96	0,90	Berfungsi Baik
SPAM-09	P. Haruku 2	70.000.000	21.000.000	48.000.000	0,44	0,30	Berfungsi Sebagian (Kritis)
SPAM-10	P. Nusalaut	65.000.000	13.000.000	38.000.000	0,34	0,20	Berfungsi Sebagian (Kritis)
SPAM-11	Kep. Banda 1	130.000.000	123.500.000	125.000.000	0,99	0,95	Berfungsi Baik
SPAM-12	Kep. Banda 2	100.000.000	30.000.000	65.000.000	0,46	0,30	Berfungsi Sebagian (Kritis)
SPAM-13	Amahai Pesisir	85.000.000	0	25.000.000	0,00	0,00	Mangkrak / Tidak Berfungsi
SPAM-14	Seram Utara Pesisir	95.000.000	0	32.000.000	0,00	0,00	Mangkrak / Tidak Berfungsi
SPAM-15	P. Haruku Pesisir	60.000.000	0	18.000.000	0,00	0,00	Mangkrak / Tidak Berfungsi
RERATA	MALUKU TENGAH	100.000.000	61.166.667	64.466.667	0,60	0,53	Inefisien / Kinerja Rendah

Berdasarkan sebaran nilai *CPI* dan *SPI*, kinerja 15 unit sampel SPAM dikelompokkan ke dalam empat kuadran kondisi operasional:

- Kuadran I ($CPI \geq 0,9; SPI \geq 0,9$): 1 unit (6,7%) – SPAM-01 (Optimal).
- Kuadran II ($CPI < 0,9; SPI \geq 0,9$): 5 unit (33,3%) – Berfungsi baik namun terjadi pemborosan biaya pompa.
- Kuadran III ($CPI < 0,9; 0 < SPI < 0,9$): 6 unit (40,0%) – Kinerja kritis (berfungsi sebagian/bergilir).
- Kuadran IV ($CPI = 0,0; SPI = 0,0$): 3 unit (20,0%) – Kegagalan fungsi total (mangkrak).

Rata-rata *CPI* = 0,60 mengindikasikan terjadinya pembengkakan biaya operasional sebesar 40%, sedangkan rata-rata *SPI* = 0,53 menunjukkan bahwa target keterlayanan air bersih harian yang sampai ke rumah warga hanya terealisasi sebesar 53%.

3.3 Hasil Analisis Regresi Linier Berganda

Pengujian regresi linier berganda dilakukan pada 150 responden kuesioner. Seluruh syarat uji asumsi klasik telah terpenuhi (data berdistribusi normal, $VIF < 2,10$, tidak terjadi heteroskedastisitas, dan DW berada pada daerah penerimaan).

Tabel 2. Hasil Uji Regresi Linier Berganda (Uji t dan Koefisien Regresi)

Variabel	Unstandardized Coefficients (β)	Std. Error	Standardized Coefficients (Beta)	t-hitung	Sig.	Keterangan
(Constant)	1,248	0,385	-	3,242	0,001	Signifikan
Aspek Teknis (X_1)	0,285	0,062	0,312	4,597	0,000	Signifikan (Prediktor Utama)
Aspek Keuangan (X_2)	0,242	0,058	0,278	4,172	0,000	Signifikan
Aspek Kelembagaan (X_3)	0,215	0,055	0,245	3,909	0,000	Signifikan
Aspek Lingkungan (X_4)	0,168	0,051	0,185	3,294	0,001	Signifikan
Aspek Sosial (X_5)	0,112	0,048	0,132	2,333	0,021	Signifikan

Variabel Dependen (Y): Keberfungsian SPAM; $t_{tabel}(\alpha = 0,05; df = 144) = 1,977$

Tabel 3. Hasil Uji Simultan (Uji F) dan Koefisien Determinasi (R^2)

Statistik Model	Nilai	Keterangan
R (Koefisien Korelasi)	0,864	Hubungan Sangat Kuat
Adjusted R^2	0,738	73,8% Variasi Y Dijelaskan Variabel X
F_{hitung}	84,725	Sig. = 0,000 ($p < 0,05$) → Simultan Signifikan
$F_{tabel}(\alpha = 0,05; df1 = 5, df2 = 144)$	2,277	$F_{hitung} > F_{tabel}$

Berdasarkan Tabel 2, persamaan regresi linier berganda dirumuskan sebagai:

$$Y = 1,248 + 0,285X_1 + 0,242X_2 + 0,215X_3 + 0,168X_4 + 0,112X_5 \dots\dots\dots (4)$$

Uji F membuktikan bahwa kelima variabel berpengaruh signifikan secara simultan ($F_{hitung} = 84,725 > F_{tabel} = 2,277; p < 0,05$) dengan daya jelasi model (Adjusted R^2) sebesar 73,8%.

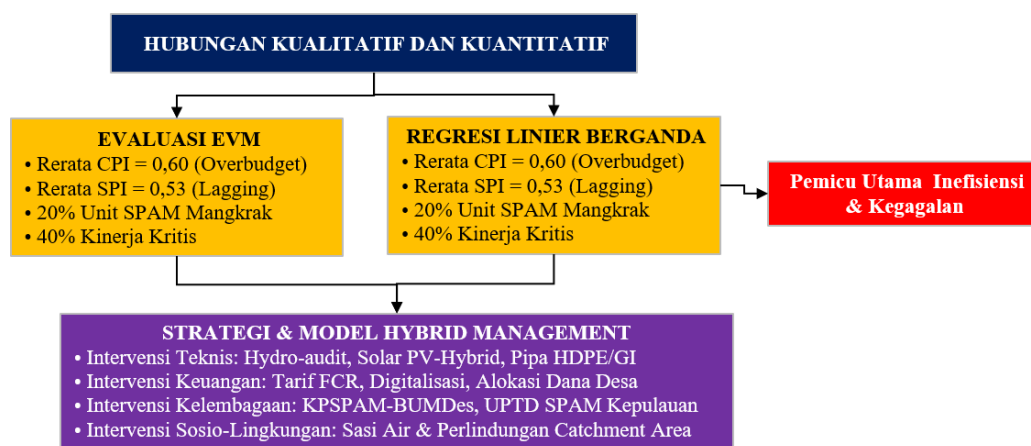
Uji t membuktikan bahwa seluruh variabel berpengaruh positif dan signifikan secara parsial ($t_{hitung} > 1,977; p < 0,05$). Berdasarkan nilai *Standardized Beta*, hirarki determinasi faktor dari yang paling dominan adalah:

Aspek Teknis (Beta = 0,312): Faktor kunci penentu kualitas pipa, presisi DED, dan keandalan sistem pemompaan.

- 1) Aspek Keuangan (Beta = 0,278): Ketersediaan dana cadangan O&M dan penerapan tarif FCR.
- 2) Aspek Kelembagaan (Beta = 0,245): Keaktifan KPSPAM/BUMDes dan keberadaan SOP.
- 3) Aspek Lingkungan (Beta = 0,185): Kestabilan debit air baku dan perlindungan *catchment area*.
- 4) Aspek Sosial (Beta = 0,132): Partisipasi warga dan kepatuhan membayar iuran.

3.4 Pembahasan Sintesis Hasil

Integrasi hasil EVM dan analisis regresi memberikan gambaran komprehensif mengenai penyebab utama kegagalan fungsi SPAM di wilayah kepulauan:



Gambar 1. Hubungan Kualitatif dan Kuantitatif

1. Rentan Kerusakan Teknis dan Inefisiensi Energi: SPAM pada Kuadran IV (mangkrak) dipicu oleh perencanaan DED awal yang tidak akurat terhadap abrasi laut dan kualitas tegangan listrik lokal. Tingginya angka kebocoran pipa ($NRW > 40\%$) menyebabkan membengkaknya biaya pemeliharaan (*AC*) tanpa menghasilkan pendapatan (*EV*).
2. Krisis Keuangan dan Kegagalan Tarif FCR: Pengelola desa umumnya menetapkan tarif flat yang terlampau murah tanpa memperhitungkan biaya penyusutan aset. Ketika terjadi kerusakan mesin/pompa, pengelola tidak memiliki dana cadangan (*reserve fund*), yang memicu berhentinya pengaliran air secara permanen.
3. Model Usulan: *Collaborative Hybrid Management*: Guna memutus pola kegagalan ini, dirumuskan model tata kelola kemitraan tiga pilar (*Tripartite Governance*):
 - UPTD SPAM Kepulauan (Pemkab): Bertanggung jawab atas regulasi, audit hidrolis, dan perbaikan prasarana berat.
 - Unit BUMDes / KPSPAM: Bertanggung jawab atas operasional harian, pencatatan meteran air, dan penagihan iuran FCR.

- o Kelembagaan Adat (*Saniri Negeri*): Melindungi kawasan tangkapan air baku melalui hukum adat Sasi Air dan menyelesaikan sengketa lahan lokal.

Tabel 4. Matriks Strategi Intervensi Pengelolaan SPAM Berkelanjutan

Aspek	Temuan Kunci	Rekomendasi Strategi Intervensi	Prioritas	Penanggung Jawab
Teknis (X_1)	Kebocoran pipa tinggi; kerusakan pompa akibat daya listrik.	Audit hidrolik, penggantian pipa HDPE/GI tahan abrasi, dan pasang daya <i>Solar PV-Hybrid</i> .	Prioritas I	Dinas PUPR & BWS Maluku
Keuangan (X_2)	Tarif di bawah FCR; tidak ada dana cadangan O&M.	Penyesuaian tarif berjenjang FCR, digitalisasi pencatatan meter, dan konsinyasi Dana Desa.	Prioritas I	Dinas PMD & BUMDes
Kelembagaan (X_3)	KPSPAM tidak aktif; tidak ada SOP O&M.	Legalitas KPSPAM menjadi unit BUMDes, pelatihan operator, dan pembentukan UPTD SPAM.	Prioritas II	Bagian Hukum & BPPW Maluku
Lingkungan (X_4)	Debit air menyusut saat kemarau; sengketa <i>intake</i> .	Penetapan kawasan lindung <i>catchment area</i> dan penanaman vegetasi penyerap air.	Prioritas III	Dinas Lingkungan Hidup
Sosial (X_5)	Kesadaran iuran rendah; konflik kepemilikan lahan.	Penerapan hukum adat Sasi Air dan edukasi nilai ekonomi air kepada warga.	Prioritas III	<i>Saniri Negeri</i> & Tokoh Adat

4. Kesimpulan

- 1) Kinerja operasional SPAM di Kabupaten Maluku Tengah tergolong inefisien dan berkinerja rendah, ditunjukkan oleh rata-rata $CPI = 0,60$ dan $SPI = 0,53$. Sebanyak 20% unit SPAM mengalami kegagalan fungsi total (mangkrak), 40% berkinerja kritis, 33,3% inefisien, dan hanya 6,7% yang beroperasi optimal.
- 2) Kelima variabel berpengaruh signifikan secara simultan terhadap keberfungsian SPAM ($F = 84,725$; $p < 0,05$; $R^2 = 0,738$). Aspek Teknis merupakan prediktor paling dominan ($\beta = 0,312$), diikuti Keuangan ($\beta = 0,278$), Kelembagaan ($\beta = 0,245$), Lingkungan ($\beta = 0,185$), dan Sosial ($\beta = 0,132$).
- 3) Strategi keberlanjutan dirumuskan melalui Model *Collaborative Hybrid Management* yang menyinergikan UPTD SPAM Kepulauan (perbaikan berat & audit), BUMDes (operasional & tarif FCR), dan Kelembagaan Adat *Saniri Negeri* (perlindungan air baku berbasis *Sasi Air*).

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Pemerintah Kabupaten Maluku Tengah, Dinas PUPR, para pengelola KPSPAM/BUMDes, serta seluruh masyarakat responden yang telah memberikan izin dan bantuan selama proses pengumpulan data lapangan.

Daftar Pustaka

- Badan Peningkatan Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum. (2025). *Laporan kinerja BUMD air minum dan evaluasi keberlanjutan KPSPAM nasional*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Handayani, S., & Pratama, A. R. (2024). Integrasi analisis Earned Value Management (EVM) dan kerangka kerja risiko pada proyek infrastruktur air baku di kawasan pesisir. *Jurnal Manajemen Aset Dan Infrastruktur*, 6(1), 15–28. <https://doi.org/10.22146/jmai.v6i1.89201>

- Kadir, A., Latuconsina, M., & Wattimena, J. (2024). Evaluasi efisiensi biaya dan jadwal operasional SPAM berbasis masyarakat di kawasan kepulauan Maluku. *Jurnal Teknik Sipil Dan Infrastruktur*, 14(1), 45–58. <https://doi.org/10.31963/jtsi.v14i1.4212>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2024). *Pedoman teknis penyelenggaraan sistem penyediaan air minum pedesaan dan daerah terpencil*. Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Latuconsina, Z., Salampessy, R., & Pattinama, M. J. (2024). Revitalisasi kearifan lokal "Sasi Air" dalam mendukung keberlanjutan sumber daya air baku di Pulau Haruku. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 12(1), 67–82. <https://doi.org/10.14710/jwl.12.1.67-82>
- Moriarty, P., & Fonseca, C. (2024). *Sustainable rural water service delivery: Assessing life-cycle costs and service levels in small island developing states*. IRC International Water and Sanitation Centre. <https://doi.org/10.3390/water16040520>
- Nusa, I. M., & Raharjo, S. (2025). Analisis regresi multivariat terhadap faktor-faktor penentu keberfungsian SPAM berbasis masyarakat di Maluku Tengah. *Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Kota*, 21(1), 45–59. <https://doi.org/10.14710/pwk.v21i1.48201>
- Pemerintah Kabupaten Maluku Tengah. (2024). *Rencana strategis Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Maluku Tengah 2024–2029*. Dinas PUPR Kabupaten Maluku Tengah.
- Project Management Institute. (2024). *Earned value management: A practice guide* (3rd ed.). Project Management Institute, Inc.
- Pusat Air Tanah dan Air Baku. (2025). *Standard operating procedure (SOP) operasional dan pemeliharaan prasarana air baku pulau-pulau kecil*. Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian PUPR.
- Raharjo, S., Wibowo, A., & Kusuma, D. (2024). Model keberlanjutan penyediaan air bersih pedesaan melalui pendekatan Collaborative Governance. *Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 35(1), 22–38. <https://doi.org/10.5614/jpwk.2024.35.1.2>
- Sugiyono. (2024). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D* (Edisi Revisi Terbaru). Alfabeta.
- World Bank. (2025). *Archipelagic water security: Sustainable finance and management models for island communities*. World Bank Group. <https://doi.org/10.1596/41205>
- Yuliansyah, Y., Arifin, M., & Utama, B. (2024). Penerapan indikator CPI dan SPI dalam menilai efisiensi biaya operasional jaringan perpipaan air minum pedesaan. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Lingkungan*, 8(3), 201–214. <https://doi.org/10.25077/jrs.v8i3.4021>
- Zulkarnein, F., & Hidayat, T. (2025). Evaluasi struktur tarif Full Cost Recovery (FCR) terhadap kinerja keuangan BUMDes pengelola air bersih di wilayah pesisir. *Jurnal Ekonomi Dan Tata Kelola Infrastruktur*, 4(1), 30–43.