
**Keberlanjutan Pengelolaan Penyediaan Air Minum Perdesaan Dan
Implikasinya Terhadap Ketahanan Lingkungan Wilayah
(Studi di Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali)**

I Gusti Ngurah Kerta Arsana

Environmental Engineering Study Program, Faculty of Engineering,
Udayana University, Badung Regency
email: kerta.arsana@unud.ac.id

Mawiti Infantri Yekti

Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Yogyakarta State University
email: mawiti91@gmail.com

Sagung Putri Chandra Astiti

Environmental Engineering Study Program, Faculty of Engineering,
Udayana University, Badung Regency
email: sagung.chandra@unud.ac.id

ABSTRACT

Rural drinking water management in Buleleng Regency was served by rural drinking water supply (PAM Des) and community-based drinking water supply (Pamsimas). Providing sustainable rural drinking water was the most basic need through the implementation of Tri Hita Karana. Tri Hita Karana (THK) as a sustainability concept greatly determined the success of regional environmental resilience. This research aimed to analyzed strategies for increasing the implementation of Tri Hita Karana in sustainability in the management of PAM Des.

Analysis of the sustainability index for PAM Des management used the Multi Dimensional Scaling (MDS) method. Multi Dimensional Scaling also analyzed lever factors that were sensitive to sustainability.

The results of the analysis showed that the sustainability index value for the ecological dimension was 70.11%, the economic dimension was 46.00%, the socio-cultural dimension was 50.65%, the technological dimension was 46.89% and the institutional dimension was 49.74%. The sustainability index value for the ecological and socio-cultural dimensions with a value above 50% was quite sustainable. The sustainability index value of the economic, technological and institutional dimensions of the less sustainable category. The leverage factors obtained from the analysis of 5 (five) dimensions of sustainability were 19 factors. The strategy to increased the implementation of Tri Hita Karana in the ecological and socio-cultural dimensions was the implementation of mutual exchange between PAM Des managers and land owners of springs, implementation of magpag toya upakara, tumpek wariga, community participation in PAM Des, use of water according to needs, adjustment of the level of community water needs and community concern for PAM Des infrastructure. In the economic, technological and institutional dimensions, this must be done by improving, improving the PAM Des infrastructure and also regulations that strengthened the management of PAM Des. The strategy to increased the implementation of Tri Hita Karana had had a positive impact on environmental resilience in the management of rural drinking water supplies in Buleleng Regency, Bali.

Keywords: Tri Hita Karana; Continuity; Rural Drinking Water, Regional Environmental Resilience.

ABSTRAK

Pengelolaan air minum perdesaan di Kabupaten Buleleng dilayani oleh penyediaan air minum perdesaan (PAM Des) dan penyediaan air minum berbasis masyarakat (Pamsimas). Penyediaan air minum perdesaan berkelanjutan merupakan kebutuhan yang paling mendasar melalui implementasi *Tri Hita Karana*. *Tri Hita Karana* (THK) sebagai konsep keberlanjutan sangat menentukan keberhasilan ketahanan lingkungan wilayah. Penelitian ini bertujuan menganalisis strategi peningkatan implementasi *Tri Hita Karana* dalam keberlanjutan pada pengelolaan PAM Des.

Analisis keberlanjutan pengelolaan PAM Des menggunakan metode *Multi Dimensional Scalling* (MDS). Metode ini juga menganalisis faktor pengungkit yang sensitif terhadap keberlanjutan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai indeks keberlanjutan dimensi ekologi 70.11%, dimensi ekonomi 46.00 %, dimensi sosial budaya 50.65%, dimensi teknologi 46.89% dan dimensi kelembagaan 49.74%. Nilai indeks keberlanjutan dimensi ekologi dan sosial budaya dengan nilai di atas 50 % termasuk cukup berkelanjutan. Nilai indeks keberlanjutan dimensi ekonomi, teknologi dan kelembagaan kategori kurang berkelanjutan. Faktor pengungkit yang diperoleh dari hasil analisis pada 5 (lima) dimensi keberlanjutan sebanyak 19 faktor. Strategi peningkatan implementasi *Tri Hita Karana* pada dimensi ekologi dan sosial budaya dilakukan pelaksanaan imbal antara pengelola PAM Des dengan pemilik lahan sumber mata air, pelaksanaan *upakara magpag toya, tumpek wariga*, partisipasi masyarakat terhadap PAM Des, penggunaan air sesuai kebutuhan, penyesuaian tingkat kebutuhan air masyarakat dan kepedulian masyarakat terhadap prasarana PAM Des. Pada dimensi ekonomi, teknologi dan kelembagaan harus dilakukan dengan penyempurnaan, peningkatan infrastruktur PAM Des dan juga peraturan yang memperkuat pengelolaan PAM Des. Strategi peningkatan implementasi *Tri Hita Karana* sangat berdampak baik terhadap ketahanan lingkungan dalam pengelolaan penyediaan air minum perdesaan di Kabupaten Buleleng Bali.

Kata Kunci: *Tri Hita Karana; Keberlanjutan; Air Minum Perdesaan, Ketahanan Lingkungan Wilayah.*

PENGANTAR

Undang-Undang Republik Indonesia No. 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air mengamanatkan pengelolaan sumber daya air dilakukan berdasarkan asas: kemanfaatan umum, keterjangkauan, keadilan, keseimbangan, kemandirian, kearifan lokal, wawasan lingkungan, kelestarian, keberlanjutan, keterpaduan dan keserasian, transparansi dan akuntabilitas. Pada undang-undang sumber daya air ini ditekankan juga pengelolaan sumber daya air melalui pendekatan partisipatif.

Pembangunan infrastruktur sistem penyediaan air minum berbasis masyarakat di Indonesia sudah dilaksanakan oleh pemerintah pusat maupun daerah untuk memenuhi kebutuhan dasar masyarakat. Menurut Masduqi, dkk (2008), bahwa pembangunan sektor air bersih di perdesaan dimaksudkan untuk membantu masyarakat perdesaan yang belum mempunyai akses terhadap air bersih yang aman dan layak, khususnya masyarakat

misikin. Sarana air bersih yang telah dibangun, selanjutnya dikelola oleh masyarakat dengan membentuk lembaga yang disebut HIPPAM (Himpunan Penduduk Pemakai Air Minum). Keterbatasan kemampuan pengelola HIPPAM, baik secara teknis maupun manajerial, diduga akan mempengaruhi keandalan sistem penyediaan air bersih di perdesaan. Keandalan pelayanan diindikasikan dengan kuantitas, kualitas, dan kontinuitas air yang diterima oleh masyarakat pelanggan air (Swastomo dan Iskandar, 2020).

Penyediaan air minum perdesaan di Provinsi Bali dikenal dengan PAM Des saat ini tetap dipertahankan untuk memenuhi pelayanan air minum perdesaan yang tidak bisa dijangkau oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) di tingkat kecamatan. Pengelolaan PAM Des dilakukan secara swadaya oleh masyarakat. Pembangunan penyediaan air minum berbasis masyarakat (Pamsimas) dikembangkan oleh pemerintah pusat maupun daerah untuk meningkatkan

cakupan pelayanan air minum perdesaan (Alfiah, dkk, 2017; Swastomo dan Iskandar, 2021; Taufiq dan Ashad, 2022).

Menurut laporan Balai Prasarana Permukiman Wilayah Bali (2020), pelayanan penyediaan air minum perdesaan di Kabupaten Buleleng dilayani oleh PAM Des dan Pamsimas. PAM Des yang dikelola oleh masyarakat secara swadaya memberikan andil yang cukup besar bagi pemenuhan air minum Kabupaten Buleleng. Pelayanan air minum Kabupaten Buleleng yang dilakukan oleh PDAM maupun PAM Des harus berjalan sinergi untuk mencapai target sasaran SDGs. PAM Des di Kabupaten Buleleng sampai dengan tahun 2020, berjumlah 37 unit yang tersebar di 5 kecamatan, yaitu di Kecamatan Banjar 1 unit PAM Des, Kecamatan Buleleng terdapat 15 unit, Kecamatan Gerokgak 4 unit PAM Des, Kecamatan Sawan 7 unit dan Kecamatan Sukasade terdapat 10 unit PAM Des.

Masyarakat perdesaan dengan budaya agraris sangat terkait dengan kearifan lokal dalam menjaga kelestarian lingkungan dan sumber daya air. *Tri Hita Karana* sebagai konsep keberlanjutan (Hutasoit dan Wau, 2017) dan penerapan *Tri Hita Karana* untuk keberlanjutan pada sistem subak (Windia, dkk, 2005b; Astiti, dkk, 2015; Norken, Suputra, dan Arsana, 2019). Kearifan lokal *Tri Hita Karana* (THK) sebagai konsep keberlanjutan diterapkan juga dalam pengelolaan sistem penyediaan air minum melalui pendekatan partisipatif. Nilai yang ada dalam *Tri Hita Karana* diimplementasikan dalam pengelolaan air minum perdesaan untuk keberlanjutan (Arsana, dkk, 2022).

Kearifan lokal dalam menjaga kelestarian lingkungan dan sumber air merupakan upaya mendukung ketahanan lingkungan

wilayah dalam keberlanjutan pengelolaan air minum. Permasalahan menurunnya tingkat keanekaragaman hayati dan rusaknya fungsi ekosistem (Mubarok, Mediani, dan Hafidz, 2019) menyebabkan sejumlah masalah yang serius dan ancaman pada kehidupan manusia. Faktanya sejumlah aktivitas manusia memberikan tekanan terhadap lingkungan, sehingga berpotensi terjadinya degradasi lingkungan dan rusaknya fungsi ekosistem, baik di daratan, laut yang berakibat pada kerugian yang sangat besar dalam kehidupan. Upaya menjaga ketahanan lingkungan melalui penelitian yang dilakukan (Khairina, Purnomo, dan Malawani, 2020), Pemerintah Kabupaten Bantul telah menerapkan konsep pembangunan berkelanjutan dalam pengelola keanekaragaman hayati dan fungsi ekosistemnya.

Peningkatan implementasi *Tri Hita Karana* pada PAM Des sangat diperlukan dalam keberlanjutan pengelolaan. Menurut penelitian yang dilakukan Arsana, dkk, (2022) tentang status keberlanjutan pengelolaan air baku berbasis kearifan lokal pada penyediaan air minum perdesaan di Provinsi Bali menunjukkan nilai indeks keberlanjutan pada dimensi ekologi 63,52%, dimensi ekonomi 51,82%, dimensi sosial budaya 55,59%, dimensi teknologi 49,30% dan dimensi kelembagaan 51,20%. Pada penelitian ini, nilai indeks keberlanjutan tersebut sangat diperlukan strategi peningkatan implementasi *Tri Hita Karana* dalam pengelolaan penyediaan air minum perdesaan di Kabupaten Buleleng. Dimensi indeks keberlanjutan dianalisis dengan metode *Multi Dimensional Scaling* (MDS) dan output berupa *leverage factor* yang dijadikan pedoman dalam menentukan strategi peningkatan implementasi *Tri Hita Karana* pada pengelolaan penyediaan air minum

perdesaan berkelanjutan dan implementasi terhadap ketahanan lingkungan wilayah di Kabupaten Buleleng.

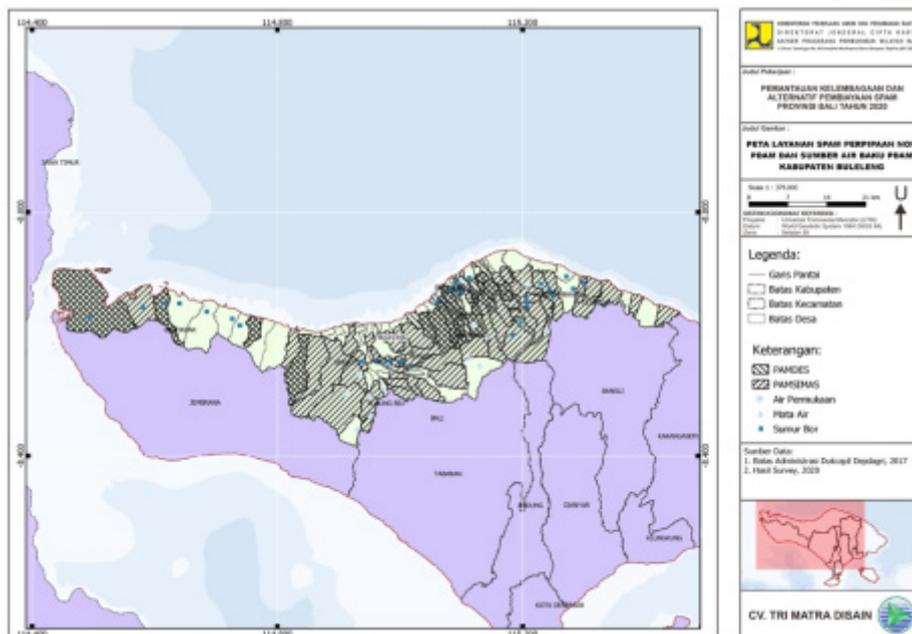
Penyediaan air minum desa (PAM Des) Kabupaten Buleleng memiliki peran yang sangat penting dalam penyediaan air bersih di tingkat desa yang tidak dijangkau oleh PDAM Kabupaten Buleleng, yaitu untuk penyediaan air bersih dalam skala kecil yang dikelola oleh lembaga desa. PAM Des di Kabupaten Buleleng berkumulah 37 unit yang tersebar di 5 kecamatan, yaitu di Kecamatan Banjar 1 unit PAM Des, Kecamatan Buleleng terdapat 15 unit, Kecamatan Gerokgak 4 unit PAM Des, Kecamatan Sawan 7 unit dan Kecamatan Sukasada terdapat 10 unit PAM Des. Pembinaan teknis PAM Des berada di bawah Dinas Pekerjaan Umum (Cipta Karya) Kabupaten Buleleng (Lihat Gambar 1).

Pengumpulan data melalui kuesioner dilakukan di daerah pelayanan air minum perdesaan di Kabupaten Buleleng. Kriteria

sampel sumber data yang diambil dalam penelitian ini adalah orang-orang yang mempunyai pemahaman tentang pelayanan dan penyediaan air minum perdesaan, sehingga sampel sumber data yang sesuai dan berbasis pakar. Pakar atau keahlian menurut Hora (2009) yang digunakan dalam penelitian ini adalah (1). Pakar atau keahlian berdasarkan keilmuan, (2). Pakar atau keahlian berdasarkan kedudukan, dan (3). Pakar atau keahlian berdasarkan kekhususan.

Pengisian kuesioner strategi peningkatan implementasi *Tri Hita Karana* pada keberlanjutan pengelolaan penyediaan air minum perdesaan berdasarkan penilaian pakar (Skjong dan Wentworth, 2001; Hora, 2009). Pengisian kuesioner strategi peningkatan implementasi *Tri Hita Karana* pada pengelolaan penyediaan air minum perdesaan melibatkan kepakaran atau keahlian yang terkait pengelolaan air minum pada PamDes, yakni Balai Wilayah Sungai Bali-

Gambar 1
Lokasi Studi



Sumber : Balai Prasarana Permukiman Wilayah Bali, 2020.

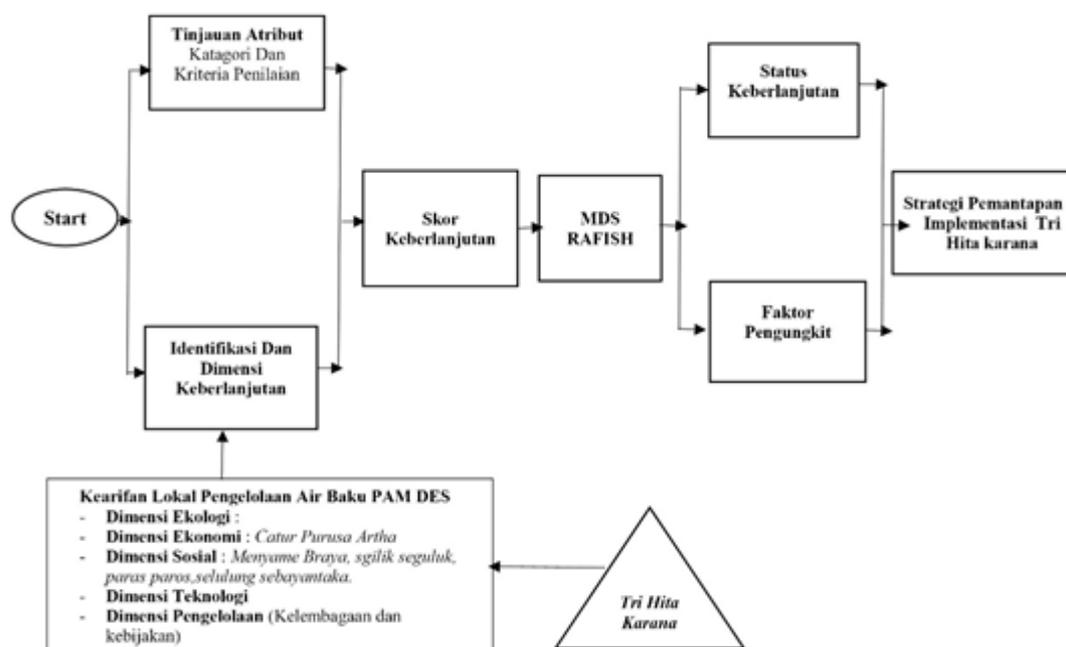
Penida, Balai Prasarana Permukiman Wilayah Bali, Bappeda Provinsi, Bappeda Kabupaten Buleleng, Dinas PUPR Provinsi, Dinas PUPR Kabupaten Buleleng, koordinator PAMDes/Pamsimas Kabupaten Buleleng. Pengumpulan data juga dilakukan melalui interview, observasi dan dokumentasi.

Analisis pendekatan metode campuran (Brannen, 2017; Creswell dan Creswell, 2017) yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain metode campuran sekuensial eksplorasi (*exploratory sequential mixed methods*). Pendekatan sekuensial mulai dengan tahap kualitatif pertama diikuti oleh tahap kuantitatif dan memiliki pendekatan sekuensial eksplorasi. Metode campuran sekuensial eksplorasi adalah desain di mana peneliti pertama kali memulai dengan mengeksplorasi dengan data dan analisis kualitatif dan kemudian menggunakan temuan dalam tahap kuantitatif kedua.

Metode analisis yang digunakan, yaitu (1). *Software* pengembangan metode *Rap-Fish* melalui metode *multi dimensional scaling* (MDS) untuk menilai indeks dan status keberlanjutan pengelolaan air baku di daerah tangkapan sumber mata air, (2). Analisis *leverage* untuk mengetahui atribut-atribut sensitif yang berpengaruh terhadap indeks keberlanjutan di masing-masing dimensi, (3). Analisis Monte Carlo digunakan untuk menduga pengaruh galat pada selang kepercayaan 95%.

Menurut Yusuf (2021) aplikasi MDS-Rapfish secara prinsip dapat digunakan sebagai *software* analisis yang dapat diaplikasikan pada berbagai bidang sehingga dikenal MDS-Rapfish modifikasi. Lebih jauh dinyatakan bahwa perkiraan skor untuk setiap atribut diberikan pada skala dari yang terburuk hingga yang terbaik dan teknik rapfish (Pitcher, dkk, 2013; Chaliluddin, dkk, 2023).

Gambar 2
Diagram Alur Analisis



Sumber : Olahan Peneliti, 2023.

Dimensi keberlanjutan pengelolaan pada sistem penyediaan air minum perdesaan, yakni ekonomi, ekologi, sosial budaya, teknologi, kelembagaan (kebijakan dan kelembagaan). Untuk dimensi keberlanjutan pengelolaan penyediaan air minum lebih banyak menggali nilai-nilai kearifan lokal masyarakat perdesaan. Nilai yang ada dalam *Tri Hita Karana* diimplementasikan dalam pengelolaan penyediaan air minum perdesaan untuk mencapai keberlanjutan (Arsana, dkk, 2022).

Analisis MDS digunakan untuk mengetahui strategi keberlanjutan Pengelolaan Air Baku Pada Sistem Penyediaan Air Minum Perdesaan dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu (1). Tahap penentuan atribut penilaian status keberlanjutan untuk masing-masing dimensi ekologi, ekonomi, sosial budaya, teknnologi dan kelembagaan; (2). Tahap penilaian atribut dalam skala ordinal atau sesuai dengan karakter atribut yang mengacu pada literatur atau kriteria keberlanjutan untuk setiap dimensi; (3). Tahap penyusunan indeks dan status keberlanjutan (didukung dengan uji normalisasi kelayakan model, analisis *leverage*, dan simulasi Monte Carlo); (4). Hasil analisis MDS akan diperoleh, yaitu status atau indeks masing-masing dimensi, dan atribut sensitif atau atribut berpengaruh berdasarkan *Root Mean Square (RMS)*; (5). Diagram alur analisis pada penelitian ini tersaji pada Gambar 2.

PEMBAHASAN

Penyediaan Air Minum Perdesaan Berbasis Kearifan Lokal

Pembangunan infrastruktur sistem penyediaan air minum berbasis masyarakat di Indonesia sudah dilaksanakan oleh pemerintah pusat maupun daerah untuk memenuhi

kebutuhan dasar masyarakat. Menurut Masduqi, dkk, (2008), bahwa pembangunan sektor air bersih di perdesaan dimaksudkan untuk membantu masyarakat perdesaan yang belum mempunyai akses terhadap air bersih yang aman dan layak, khususnya masyarakat miskin.

Sistem penyediaan air bersih perdesaan berbasis masyarakat (Kasus, dkk, 2008) menyebutkan bahwa pembangunan sektor air bersih di perdesaan dapat membantu masyarakat perdesaan yang belum mempunyai akses terhadap air bersih yang aman dan layak, khususnya masyarakat miskin. Penelitian program penyediaan air minum dan sanitasi berbasis masyarakat (Pamsimas) sudah banyak dilakukan dan bermanfaat dalam pelayanan air minum perdesaan (Kasus, dkk, 2008).

Kearifan lokal *Tri Hita Karana* (Hutasoit and Wau, 2017) terdapat nilai-nilai yang patut dijalankan untuk mencapai *sustainability*. Jika dunia usaha menerapkan *Triple Bottom Line* untuk mencapai *sustainability*, masyarakat Bali membuktikan *Tri Hita Karana* telah menjaga Bali tetap berkelanjutan sampai kini. Perbedaan keduanya adalah pada konsep laba (*profit*) dan ke-Tuhan-an (*parahyangan*).

Penelitian yang dilakukan Arsana, dkk, (2022) tentang status keberlanjutan pengelolaan air baku berbasis kearifan lokal pada penyediaan air minum perdesaan di Provinsi Bali menunjukkan nilai indeks keberlanjutan pada dimensi ekologi 63,52%, dimensi ekonomi 51,82%, dimensi sosial budaya 55,59%, dimensi teknologi 49,30% dan dimensi kelembagaan 51,20%. Pada penelitian ini, nilai indeks keberlanjutan tersebut sangat diperlukan strategi peningkatan implementasi *Tri Hita Karana* dalam pengelolaan penyediaan air minum perdesaan. Melalui penelitian “ Keberlanjutan Pengelolaan Penyediaan

Air Minum Perdesaan Dan Implikasinya Terhadap Ketahanan Lingkungan Wilayah” akan dihasilkan strategi peningkatan indeks keberlanjutan yang lebih spesifik di tingkat wilayah Kabupaten Buleleng.

Sistem Penyediaan Air Minum Kabupaten Buleleng

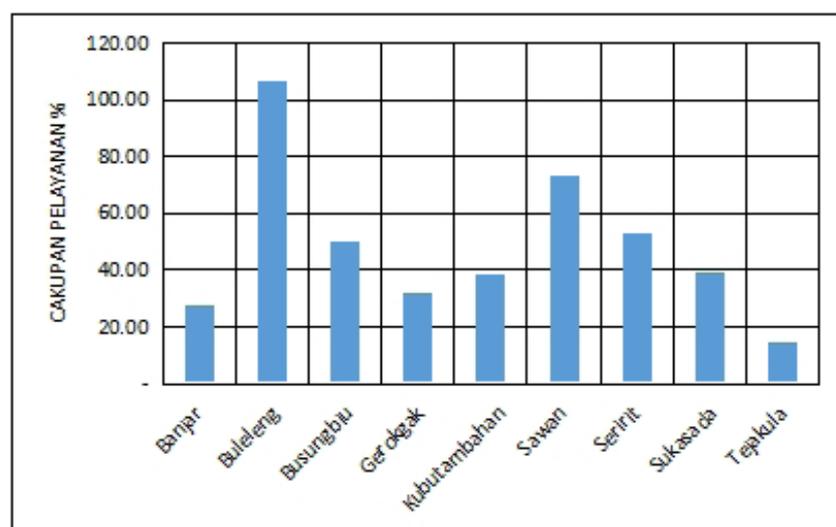
Penyediaan air bersih di Kabupaten Buleleng dikelola oleh PDAM dan untuk penyediaan air bersih dalam skala kecil sebagian dikelola oleh PAM Des. Penduduk desa atau lembaga desa mengelola untuk memenuhi kebutuhan air minum secara swadaya. PDAM Kabupaten Buleleng yang meliputi daerah pelayanan daerah perkotaan dan beberapa unit atau cabang PDAM, yaitu Kubutambahan, Celukan Bawang, Seririt, Sambirenteng, Gerokgak, Busungbiu, Pancasari, dan Lovina. Sedangkan pelayanan air minum yang tidak dijangkau PDAM, penyediaannya dilakukan oleh PAM Des secara swadaya.

PAM Des di Kabupaten Buleleng bersifat swakelola dengan menggunakan sistem

organisasi yang sederhana. Sumber air yang digunakan dalam sistem penyediaan air minum perdesaan tersebut lebih banyak menggunakan sumber air yang ada di wilayah desa setempat atau dari luar wilayah desa yang bersangkutan. Untuk pembiayaan pembuatan jaringan pipanya ada yang bersumber dari swadaya masyarakat desa selaku pengguna air, dan ada pula yang mengajukan usulan dana ke Pemerintah Daerah Kabupaten Buleleng atau Pemerintah Provinsi Bali. Untuk biaya pengelolaannya ditanggung oleh masyarakat pengguna air atau melalui bantuan pemerintah. Pembentukan pengelola PAM Des maupun Pamsimas di Kabupaten Buleleng baru sebagian yang dilengkapi dengan peraturan desa.

Pelayanan sistem penyediaan air minum (SPAM) Kabupaten Buleleng yang dilakukan oleh PDAM dan PAM Des dengan jumlah penduduk terlayani sebesar 25.530 SR dari total penduduk 55.620 KK. Cakupan pelayanan air minum di Kabupaten Buleleng sebesar 57,17 %. Kontribusi pelayanan air

Gambar 3
Cakupan Pelayanan Air Minum Kabupaten Buleleng



Sumber: Hasil Analisis, 2023

minum PDAM sebesar 69,61 % dan PAM Des sebesar 30,39 %, tersaji pada Gambar 3.

Dimensi Keberlanjutan Berbasis Tri Hita Karana

Pengelolaan air baku berkelanjutan pada penyediaan air minum perdesaan menganalisis 5 (lima) dimensi keberlanjutan, yakni ekologi, ekonomi, sosial budaya, teknologi, dan kelembagaan. Penentuan atribut dari masing-masing dimensi digali berdasarkan nilai kearifan lokal masyarakat perdesaan pada pengelolaan air minum perdesaan.

Kearifan lokal *Tri Hita Karana* (THK) sebagai konsep keberlanjutan diterapkan dalam pengelolaan sistem penyediaan air minum melalui pendekatan partisipatif. Nilai yang ada dalam *Tri Hita Karana* diimplementasikan dalam pengelolaan air minum perdesaan untuk keberlanjutan. Sedangkan dimensi teknologi dan pengelolaan disesuaikan dengan kebutuhan pengelolaan air minum yang partisipatif. Implementasi *Tri Hita Karana* Dalam Dimensi Keberlanjutan Pengelolaan Penyediaan Air Minum Perdesaan (Arsana, dkk, 2022) tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1

Implementasi Tri Hita Karana Dalam Dimensi Keberlanjutan Pengelolaan Penyediaan Air Minum Perdesaan

Dimensi	Yang Berlandaskan <i>Tri Hita Karana</i>	Pelaksanaan <i>Tri Hita Karana</i>
1. Ekologi	1.1 Parahyangan	<ul style="list-style-type: none"> – Sumber MA sebagai Kawasan suci/Perlindungan Sumber. – Pelaksanaan <i>Upakara Magpag Toya</i> oleh Masyarakat. – Pelaksanaan upacara <i>Tumpek Wariga</i>. – Peraturan Pemanfaatan lahan di sekitar sumber mata air.
	1.2 Pawongan	<ul style="list-style-type: none"> – Ada Imbal dari Pengelola PAM Des dengan pemilik lahan Sumber Mata Air (Keberlanjutan PAM Des).
	1.3 Palemahan	<ul style="list-style-type: none"> – Perlindungan daerah tangkapan air di dekat sumber mata air oleh masyarakat. – Pelestarian lingkungan dan Sumber Air (area suci dan Pura beji).
2. Ekonomi	2.1 Parahyangan	<ul style="list-style-type: none"> – Regulasi/Peraturan/awig-awig pengelolaan PAM Des. – Aktivitas operasi dan pengelolaan PAM Des sesuai kesepakatan.
	2.2 Pawongan	<ul style="list-style-type: none"> – Pemberian penghargaan pada perorangan maupun kelompok untuk keberlanjutan PAM Des. – Pelayanan air minum pada fasilitas sosial. – Pengaduan masyarakat terhadap pelayanan air minum PAM Des. – Memberikan manfaat ekonomi masyarakat Desa. – Kepuasan pelanggan terhadap pelayanan air minum PAM Des.
	2.3 Palemahan	<ul style="list-style-type: none"> – Kesesuaian harga air dengan biaya operasi dan pemeliharaan oleh PAM Des. – Keuntungan finansial untuk keberlangsungan Pengelolaan PAM Des (bisa untuk pengembangan PAM Des).
3. Sosial-Budaya	3.1 Parahyangan	<ul style="list-style-type: none"> – Tingkat Kebutuhan Air minum rumah tangga. – Penggunaan Air sesuai kebutuhan (hemat air).
	3.2 Pawongan	<ul style="list-style-type: none"> – Partisipasi Masyarakat terhadap keberadaan PAM Des (<i>menyame braya sagilik saguluk, ,paras paros, selung sebayantaka</i>) dalam pemeliharaan SPAM Des. – Pertemuan (sangkep) anggota pelanggan dan pengelola PAM Des. – Kontribusi dari pengelola PAM Des terhadap Desa Adat yang melindungi sumber mata air. – Kepedulian masyarakat terhadap Pengelolaan Air Minum Desa.
	3.3 Palemahan	<ul style="list-style-type: none"> – Pemahaman menjaga lingkungan dekat sumber Air dan menjaga lahan subak.
4. Teknologi	4.1 Parahyangan	<ul style="list-style-type: none"> – Aman untuk diminum (Kulitas Air Minum). – Cukup memenuhi kebutuhan RT (kuantitas Air Minum). – Aliran air minum yang digunakan PAM Des tetap sepanjang musim (Kontinuitas Air Minum). – Ketercukupan penggunaan air minum (Volume reservoir).

Teknologi		<ul style="list-style-type: none"> - Keadalanan jaringan pipa (Tingkat Kebocoran Jaringan Pipa) - Air minum bisa langsung diterima pada sambungan rumah - Semua masyarakat desa terlayani air minum (Cakupan Pelayanan) - Bisa dipenuhi permintaan pelanggan baru (Penambahan SR)
	4.2 Pawongan	<ul style="list-style-type: none"> - Sumberdaya PAM Des sesuai dengan kompetensi yang diperlukan - Jaringan yang aman terhadap kerusakan local
	4.3 Palemahan	<ul style="list-style-type: none"> - Keamanan sumber air dan jaringan pipa dari vandalisme
5. Kelembagaan (Kelembagaan dan kebijakan)	5.1 Parahyangan	<ul style="list-style-type: none"> - Peraturan AD/RT PAM Des - Awig- awig PAM Des ditingkat Desa Adat - Perbup tentang Penyediaan Air Minum Perdesaan
	5.2 Pawongan	<ul style="list-style-type: none"> - Ketersediaan sarana dan teknologi PAM Des - Pelayanan Pengelolaan (Kinerja Pengelola) - Laporan pertanggung jawaban PAM Des (transparansi pengelolaan)
	5.3 Palemahan	<ul style="list-style-type: none"> - Pengelolaan Daerah Tangkapan Air Pada sumber Mata Air berbasis masyarakat dan memperhatikan keberadaan subak.

Sumber: Arsana, dkk, 2022.

Status Keberlanjutan

Indeks keberlanjutan diperoleh dari nilai ordinasi yang merupakan penggambaran koefisien atau indeks keberlanjutan setiap dimensi. Hasil analisis menggunakan Rap analysis menunjukkan bahwa nilai indeks keberlanjutan dimensi ekologi 70.11 %, dimensi ekonomi 46.00 %, dimensi sosial budaya 50.65 %, dimensi teknologi 46.89 % dan dimensi kelembagaan 49.74 %. Nilai indeks keberlanjutan dimensi ekologi dan sosial budaya dengan nilai di atas 50 % termasuk cukup berkelanjutan. Nilai indeks keberlanjutan dimensi ekonomi, teknologi dan kelembagaan pada pengelolaan penyediaan air minum perdesaan kurang berkelanjutan. Nilai indeks keberlanjutan dimensi ekologi dan sosial budaya tetap dipertahankan dan ditingkatkan melalui strategi implementasi *Tri Hita Karana*. Peningkatan strategi implementasi *Tri Hita Karana* pada dimensi ekonomi, teknologi dan kelembagaan harus dilakukan untuk keberlanjutan pengelolaan PAM Des.

Nilai stress untuk merupakan ukuran ketidakcocokan atau ketidaksesuaian (*a lack of fit measure*) antara model dengan data sesungguhnya. Semakin kecil nilai stress menunjukkan bahwa hubungan monoton

yang terbentuk antara ketidaksesuaian dengan disparitas semakin baik dan kriteria peta konfigurasi yang terbentuk semakin sempurna. Semakin mendekati nol, maka output yang dihasilkan semakin mirip dengan keadaan sebenarnya. Nilai stress yang dapat ditolerir adalah kurang dari 20%.

Nilai *squared correlation* (R^2) dikenal dengan istilah koefisien determinasi merupakan kuadrat dari koefisien korelasi yang menunjukkan proporsi varian dari optimasi penskalaan data yang disumbangkan oleh prosedur penskalaan multidimensional dan merupakan ukuran kecocokan atau ketepatan (*goodness of fit*). Nilai *squared correlation* (R^2) untuk mengetahui kedekatan antara data dengan *perceptual map* apakah data terpetakan dengan baik atau tidak. Nilai $R^2 > 80\%$ menunjukkan bahwa model pendugaan indeks keberlanjutan baik dan memadai digunakan (Lihat Tabel 2).

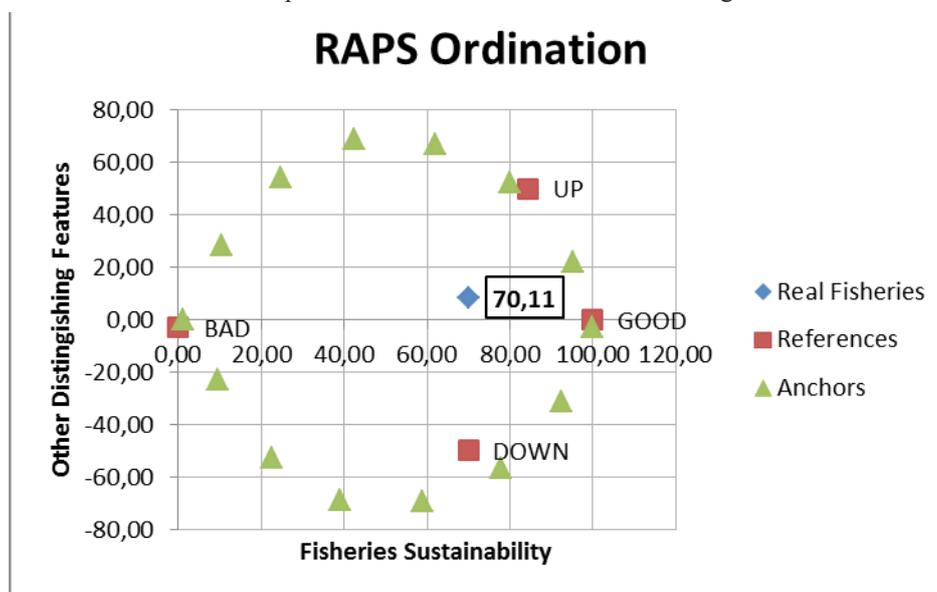
Hasil analisis data menggunakan Rap analysis menunjukkan bahwa nilai indeks keberlanjutan pada dimensi ekologi sebesar 70.11% berarti cukup berkelanjutan (indeks terletak antara 50% - 75%). Nilai indeks keberlanjutan dimensi ekologi menunjukkan implementasi *Tri Hita Karana* pada pengelolaan

Tabel 2
Sustainable Values, Stress Values Dan R2 Values

No	Dimensi keberlanjutan (Sustainable dimension)	Nilai Keberlanjutan (Sustainable values)	Nilai Tekanan (Stress values)	Nilai Koefisien Determinasi (R2 values)
1	Ekologi	70.11	0.16	0.87
2	Ekonomi	46.00	0.15	0.95
3	Sosial	50.65	0.17	0.94
4	Teknologi	46.89	0.15	0.95
5	Kelembagaan	49.74	0.16	0.94

Sumber: Olahan Peneliti, Hasil Analisis, 2023.

Gambar 4
Deskripsi Indeks Ordinasi Pada Dimensi Ekologi.



Sumber: Hasil Keberlanjutan Ekologi, Olahan Peneliti, 2023.

air baku pada penyediaan air minum perdesaan di Kabupaten Buleleng cukup baik. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan ekologi wilayah untuk mendukung aktivitas di wilayah tersebut cukup berkelanjutan. Gambar 4 menunjukkan Output indeks ordinasi dari aplikasi Raps dengan *software Rapfish*.

Leverage of Attributes, merupakan gambaran atribut pengungkit. Atribut pengungkit merupakan atribut yang keberadaannya berpengaruh sensitif terhadap perubahan indeks keberlanjutan, semakin besar nilai *root mean square* (RMS), maka semakin besar peranan atribut terhadap sensitivitas keberlanjutan.

Penentuan atribut pengungkit utama adalah didasarkan pada nilai koefisien RMS setiap atribut. Nilai *root mean square* (RMS) adalah akar dari nilai rata-rata dari suatu fungsi dikuadratkan. Untuk menentukan atribut pengungkit utama pada analisis ini dilakukan dengan pendekatan hukum Pareto optimum. Hukum Pareto menyebutkan bahwa sesuatu atau sebuah sistem selalu memiliki persentase terkecil (20%) yang bernilai atau memiliki dampak terbesar (80%). Dengan kata lain terdapat 20 % penyebab utama yang dapat mempengaruhi 80% dampak yang terjadi. Secara lebih rinci dapat diikuti uraian berikut.

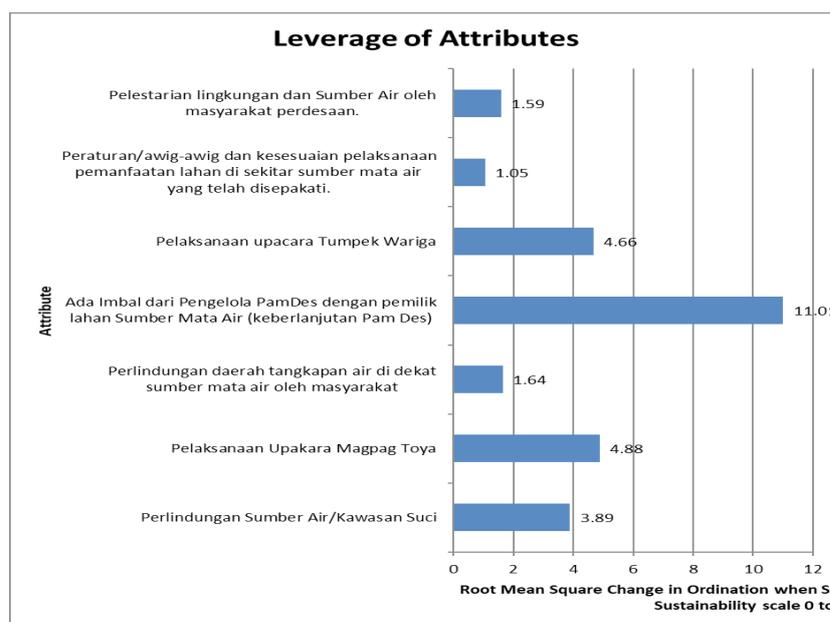
Pertama, dimensi ekologi. Berdasarkan analisis *leverage* terhadap atribut ekologi, diperoleh tiga atribut yang dinilai sensitif terhadap tingkat keberlanjutan dari dimensi ekologi, yaitu ada imbal dari pengelola PAM Des dengan pemilik lahan sumber mata air, pelaksanaan *upakara magpag toya* oleh masyarakat, upacara *tumpek wariga* (Lihat Gambar 5).

Secara lebih rinci terkait dengan tiga atribut tersebut dapat diikuti sebagai berikut yaitu (1). Ada imbal dari pengelola PAM Des dengan pemilik lahan Sumber Mata Air. Sumber mata air yang dimanfaatkan oleh pengelola PAM Des berada di desa lain dan lokasi area sumber mata air berada di tanah milik orang lain. Pemanfaatan sumber mata air dan lokasi penempatan bronkaptering harus mendapatkan izin dari pemilik tanah dengan membuat kesepakatan dan memenuhi kewajiban sehingga pemanfaatan sumber mata air bisa digunakan untuk jangka panjang dan berkelanjutan; (2). Pelaksanaan *upakara*

magpag toya oleh masyarakat *Magpag toya* merupakan bentuk ungkapan syukur kepada penguasa air (Tuhan). Ritual ini juga bermakna memohon ijin agar diberikan air yang melimpah untuk kesuburan tanaman pertanian. Pelaksanaan *upakara magpag toya* dilakukan setiap enam bulan oleh Desa Adat yang mengelola air minum perdesaan; (3). Upacara *tumpek wariga*. *Tumpek wariga* atau *tumpek bubuh* dirayakan setiap 6 (enam) bulan sekali di hari *Saniscara* (Sabtu) *Kliwon, wuku Wariga*, tepat 25 hari sebelum Hari Raya Galungan. Pemujaan pada *tumpek wariga* adalah persembahan kepada manifestasi Tuhan sebagai *Dewa Sangkara* penguasa tumbuh-tumbuhan. Upacara *tumpek wariga* adalah jenis upacara yang dilaksanakan untuk memohon keselamatan terhadap lingkungan hidup khususnya tumbuh-tumbuhan.

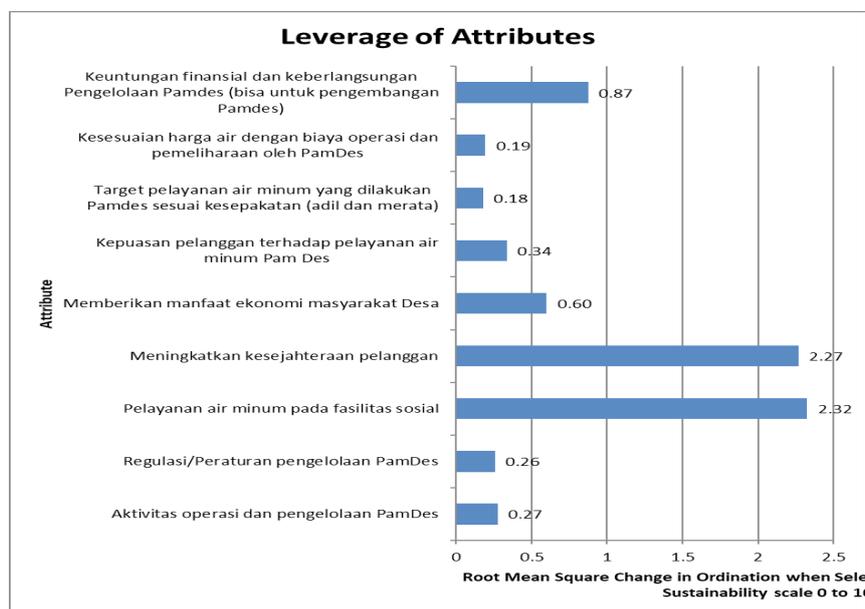
Kedua, dimensi ekonomi. Berdasarkan analisis *leverage* terhadap atribut ekonomi diperoleh tiga atribut yang dinilai sensitif terhadap tingkat keberlanjutan dari dimensi

Gambar 5
Atribut Sensitif Keberlanjutan Dimensi Ekologi



Sumber: Olahan Peneliti, 2023

Gambar 6
Atribut Sensitif Keberlanjutan Dimensi Ekonomi



Sumber: Olahan Peneliti 2023

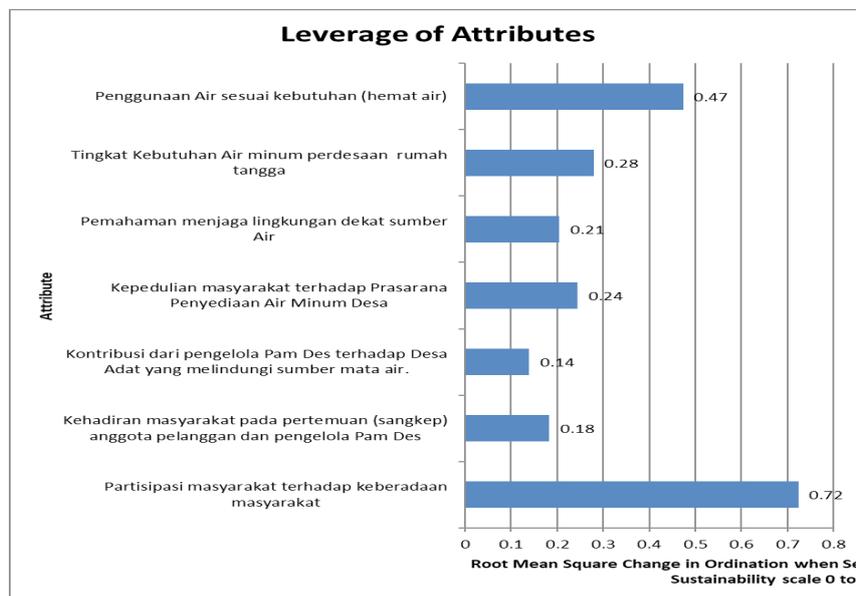
ekonomi yaitu pelayanan air minum pada fasilitas sosial, meningkatkan kesejahteraan pelanggan dan keuntungan finansial dan keberlangsungan PAM Des. Perubahan terhadap ketiga *leverage factor* ini akan mudah berpengaruh terhadap kenaikan atau penurunan terhadap nilai indeks keberlanjutan dimensi ekonomi (Lihat Gambar 6).

Secara lebih rinci terkait dengan tiga atribut tersebut dapat diikuti sebagai berikut : (1). Pelayanan air minum pada fasilitas sosial. Pelayanan air minum perdesaan pada fasilitas sosial kondisi saat ini belum merata dilakukan oleh pengelola PAM Des. Pelayanan air minum pada fasilitas sosial sangat penting untuk memberikan pelayanan yang maksimum. Fasilitas pelayanan air minum harus dijaga bersama antara pengguna dengan pengelola untuk menghindari adanya kebocoran air; (2). Meningkatkan kesejahteraan pelanggan. Perkembangan masyarakat perdesaan dengan segala aktivitas harus diantisipasi kebutuhan air minum oleh pengelola PAM

Des. Infrastruktur PAM Des yang dibangun di Kabupaten Buleleng yang lebih dari 20 tahun dalam kondisi terbatas produksi air bakunya. Kondisi PAM Des seperti ini harus mengevaluasi kapasitas unit PAM Des sehingga bisa direncanakan pengembangan penyediaan air minum; (3). Keuntungan finansial dan keberlangsungan PAM Des. Harga air yang diberlakukan oleh pengelola PAM Des saat ini lebih banyak bernilai sosial sehingga hanya mampu untuk pengoperasian dan perbaikan skala kecil. Peninjauan harga air perlu dilakukan pengelola PAM Des dengan pelanggan dengan kesepakatan bersama. Pengelola PAM Des saat ini belum mampu mengembangkan jaringan pada unit-unit penyediaan air minum.

Ketiga, dimensi sosial budaya. Berdasarkan analisis *leverage* terhadap atribut sosial diperoleh empat atribut yang dinilai sensitif terhadap tingkat keberlanjutan dari dimensi ekonomi yaitu partisipasi masyarakat terhadap PAM Des, penggunaan air sesuai

Gambar 7
Atribut Sensitif Keberlanjutan Dimensi Sosial Budaya



Sumber: Olahan Peneliti, 2023.

kebutuhan, tingkat kebutuhan air minum perdesaan, dan kepedulian masyarakat terhadap prasarana PAM Des. Perubahan terhadap keempat *leverage factor* ini akan mudah berpengaruh terhadap kenaikan atau penurunan terhadap nilai indeks keberlanjutan dimensi sosial (Lihat Gambar 7).

Secara lebih rinci terkait dengan empat atribut tersebut dapat diikuti sebagai berikut. (1). Partisipasi masyarakat terhadap PAM Des. Partisipasi masyarakat terhadap keberadaan infrastruktur PAM Des sangat perlu dibina dan ditingkatkan. Partisipasi masyarakat perdesaan sangat diperlukan saat ada perbaikan jaringan transmisi dan distribusi karena dapat menekan biaya pemeliharaan; (2). Penggunaan air sesuai kebutuhan. Penggunaan air minum perdesaan saat ini lebih banyak untuk kebutuhan domestik dan perlu diantisipasi kebutuhan non domestik sesuai perkembangan masyarakat. Dengan pemasangan watermeter masyarakat akan mengontrol kebutuhan air; (3). Tingkat kebutuhan air minum perdesaan. Pihak pengelola PAM Des sudah

memasang watermeter di setiap sambungan rumah dan pembayaran air minum sudah sesuai kebutuhan. Pemasangan watermeter sangat penting sebagai alat kontrol bagi pelanggan dan pengelola; (4). Kepedulian masyarakat terhadap prasarana PAM Des. Kesepakatan bersama masyarakat dengan perangkat adat untuk memelihara infrastruktur PAM Des sangat membantu operasi dan pemeliharaan yang dilakukan pengelola PAM Des. Orang yang duduk dalam pengelola PAM Des merupakan bagian dari masyarakat adat sehingga akan lebih mudah untuk mengkoordinasikan.

Keempat, dimensi teknologi. Berdasarkan analisis *leverage* terhadap atribut teknologi melalui pendekatan hukum Pareto optimum diperoleh enam atribut yang dinilai sensitif terhadap tingkat keberlanjutan dari dimensi teknologi, yaitu jaringan yang aman terhadap kerusakan lokal, ketercukupan penggunaan air minum, cukup memenuhi kebutuhan RT, semua masyarakat desa terlayani air minum, bisa dipenuhi pelanggan baru, serta

keamanan sumber air dan jaringan pipa dari vandalisme. Perubahan terhadap keenam *leverage factor* ini akan mudah berpengaruh terhadap kenaikan atau penurunan terhadap nilai indeks keberlanjutan dimensi teknologi.

Secara lebih rinci terkait dengan enam atribut tersebut dapat diikuti sebagai berikut.

(1). Jaringan yang aman terhadap kerusakan lokal. Pipa jaringan transmisi dan distribusi utama pada penyediaan air minum perdesaan lebih banyak melewati tanah warga yang berada di desa lain. Untuk keamanan jaringan pipa tersebut harus dibuatkan kesepakatan dengan pemilik lahan yang diketahui pemerintah desa dan adat setempat. Keamanan jaringan pipa pada unit transmisi dan distribusi sangat penting untuk pelayanan air minum masyarakat; (2). Ketercukupan penggunaan air minum. Masyarakat perdesaan yang merupakan pelayanan PAM Des sudah dipenuhi kebutuhan domestiknya dan perlu dievaluasi perkembangan masyarakat terhadap kebutuhan non domestik. Wilayah perdesaan sekarang sudah terdapat berbagai aktivitas untuk mendukung perekonomiannya seperti berkembangnya usaha rumah tangga, peternakan skala sedang yang tentu memerlukan pemenuhan kebutuhan air bersih yang cukup; (3). Cukup memenuhi kebutuhan RT. Infrastruktur PAM Des yang dibangun melalui program Pamsimas sudah dapat memenuhi kebutuhan rumah tangga. Kondisi PAM Des yang terbangun lebih dari 20 tahun bisa memenuhi kebutuhan RT dan pada saat jam puncak dilakukan pengaliran bergilir dan kapasitas PAM Des ini perlu dilakukan evaluasi secara menyeluruh sehingga bisa dipenuhi aspek kualitas, kuantitas dan kontinuitas; (4). Semua masyarakat desa terlayani air minum. PAM Des saat ini sudah bisa memenuhi daerah pelayanan dan untuk kapasitas unit PAM Des

yang terbatas pemenuhan air minum dilakukan secara bergilir. Penyebaran penduduk perdesaan yang tidak merata, biasanya yang menjadi kendala permukiman yang berada di tempat yang tinggi (pegunungan) pengelola PAM Des belum bisa memenuhi pelayanan air minum; (5). Bisa dipenuhi pelanggan baru. Pemenuhan air minum sangat tergantung dari kapasitas produksi yang dikelola PAM Des. Infrastruktur PAM Des yang dibangun melalui program Pamsimas yang sesuai dengan standar teknisnya cukup mampu memenuhi pelanggan baru. PAM Des dengan kapasitas terbatas belum bisa memenuhi pelanggan baru; (6). Keamanan sumber air dan jaringan pipa dari vandalisme. Jalur pipa transmisi dan distribusi utama yang melewati lahan warga di desa lain perlu mendapatkan persetujuan bersama antara pemilik lahan dengan pengelola PAM Des. Pengawasan pada jalur pipa ini sangat penting dilakukan untuk menghindari kerusakan dan kerugian.

Kelima, dimensi kelembagaan. Berdasarkan analisis *leverage* terhadap atribut pengelolaan melalui pendekatan hukum Pareto optimum diperoleh tiga atribut yang dinilai sensitif terhadap tingkat keberlanjutan dari dimensi pengelolaan, yaitu *awig-awig* PAM Des di tingkat adat dan desa, ketersediaan sarana teknologi, dan peraturan bupati tentang PAM Des.

Secara lebih rinci terkait dengan tiga atribut tersebut dapat diikuti sebagai berikut. (1). *Awig-awig* PAM Des di tingkat adat dan desa. *Awig-awig* PAM Des adalah peraturan yang dibuat oleh krama Desa Adat yang mengatur pengelolaan PAM Des berbasis *Tri Hita Karana*. *Awig-awig* PAM Des saat ini belum semua memiliki dan dengan *awig-awig* ini pihak pengelola lebih mudah mengatur karena sudah melalui kesepakatan bersama

krama Desa Adat; (2). Ketersediaan sarana teknologi. Infrastruktur PAM Des yang terbangun lebih dari 20 tahun sarana yang ada sangat terbatas. PAM Des yang terbangun harus disesuaikan dengan standar teknis yang berlaku sehingga bisa terpenuhi aspek teknis; (3). Peraturan bupati tentang PAM Des. Peraturan bupati tentang sistem penyediaan air minum di Kabupaten Buleleng sudah ada. Peraturan sistem penyediaan air minum meliputi pengelolaan PDAM dan non PDAM. Pengelola non PDAM meliputi pengelolaan air minum perdesaan baik itu PAM Des maupun Pamsimas. Dengan peraturan penyediaan air minum di tingkat kabupaten sehingga peraturan ini yang digunakan sebagai payung hukum dalam membuat peraturan di tingkat desa. Dengan peraturan yang sudah ada pengelolaan PAM Des bisa dalam bentuk badan hukum seperti BUMDES.

Faktor pengungkit merupakan *output software rapfish* yang menunjukkan variabel yang menjadi pengungkit keberlanjutan. Perubahan faktor pengungkit dapat mempengaruhi secara sensitif terhadap peningkatan indeks tingkat keberlanjutan dari masing-masing dimensi keberlanjutan. Faktor pengungkit yang diperoleh dari hasil analisis sebanyak 19 faktor yang berasal dari dimensi ekologi 3 faktor, dimensi ekonomi 3 faktor, dimensi sosial budaya 4 faktor, dimensi teknologi 6 faktor dan dimensi kelembagaan 3 faktor.

Strategi Peningkatan Implementasi *Tri Hita Karana*

Faktor pengungkit dari masing-masing dimensi keberlanjutan dilakukan upaya penyempurnaan, peningkatan dan atau mempertahankan kestabilannya guna meningkatkan keberlanjutan pengelolaan PAM Des. Strategi peningkatan keberlanjutan

pengelolaan penyediaan air minum perdesaan di masing-masing dimensi keberlanjutan sebagai berikut.

Pertama, dimensi Ekologi. (1). Ada imbal dari pengelola PAM Des dengan pemilik lahan sumber mata air. Area sekitar sumber mata air dan penempatan *bronkaptering* merupakan lahan perorangan dan harus mendapatkan ijin atau kesepakatan. Untuk keberlanjutan pengelolaan air baku PAM Des dan untuk mendapatkan ijin pemanfaatan sumber mata air, pengelola PAM Des harus melakukan kesepakatan berupa imbal dari pengelola PAM Des dengan pemilik lahan. Pemberian imbal ini yang digunakan Desa Adat atau pengelola PAM Des biasanya berupa beras. (2). Pelaksanaan *upakara magpag toya* oleh masyarakat. *Mapag toya* merupakan ritual yang bermakna memohon ijin agar diberikan air yang melimpah untuk kesuburan tanaman pertanian. Pelaksanaan upacara *magpag toya* dilakukan setiap enam bulan oleh Desa Adat atau pengelola penyediaan air minum perdesaan. Pelaksanaan upacara *magpag toya* merupakan salah konsep menyeimbangkan *parahyangan-pawongan-palemahan (Tri Hita Karana)* dan sangat mendukung keberlanjutan pengelolaan PAM Des. (3). Pelaksanaan upacara *tumpek wariga*. Upacara *tumpek wariga* dilaksanakan untuk memohon keselamatan terhadap lingkungan hidup khususnya tumbuh-tumbuhan. Pelaksanaan upacara *tumpek wariga* atau *tumpek uduh* oleh masyarakat perdesaan merupakan persembahan kepada manifestasi Tuhan sebagai *Dewa Sangkara* penguasa tumbuh-tumbuhan. Pelaksanaan upacara *tumpek wariga* ini lebih menyadarkan masyarakat untuk melestarikan lingkungan sehingga keberadaan sumber air bisa digunakan secara berkelanjutan.

Kedua, dimensi Ekonomi. (1). Pelayanan air minum pada fasilitas sosial. Pelayanan air minum PAM Des tidak hanya melayani rumah tangga juga bisa melayani fasilitas sosial seperti sekolah, balai banjar dan tempat ibadah. Pelayanan air minum pada fasilitas sosial harus pemberlakuan sama dengan rumah tangga yang dilengkapi watermeter dan yang membedakan di harga tarif. Peningkatan air minum pada fasilitas sosial akan mendukung keberlanjutan pengelolaan PAM Des. (2). Meningkatkan kesejahteraan pelanggan. Pemanfaatan air minum perdesaan tidak hanya fokus untuk pemanfaatan air minum domestik dan kebutuhan non domestik. Aktivitas masyarakat perdesaan sekarang sudah berkembang dan membutuhkan air yang signifikan. Kebutuhan air minum untuk non domestik tidak saja mendukung kegiatan industri rumah tangga juga mulai dimanfaatkan untuk peternakan. Untuk mengantisipasi kebutuhan air minum pada PAM Des, pihak pengelola harus mengantisipasi perkembangan yang terjadi yaitu dengan mengevaluasi kebutuhan air pelanggan dengan potensi air baku yang dimiliki. (3). Keuntungan finansial dan keberlangsungan PAM Des. Pengelolaan air minum perdesaan dilakukan secara swadaya oleh masyarakat. Pada PAM Des, penduduk desa atau lembaga desa mengelola untuk memenuhi kebutuhan air minum secara swadaya. Dari hasil yang diperoleh PAM Des dari penarikan rekening air hanya mampu untuk melaksanakan perawatan kecil yang dilakukan secara rutin. Untuk meningkatkan keuntungan finansial dan keberlangsungan PAM Des harus dilakukan penyesuaian tarif air minum melalui kesepakatan pengelola PAM Des dengan pelanggan.

Ketiga, dimensi Sosial Budaya. (1). Partisipasi masyarakat terhadap PAM Des.

Partisipasi masyarakat terhadap PAM Des dengan sosial budaya *menyame braya, sagilik saguluk paras paros, selung sebayantaka* sangat membantu dalam pengelolaan PAM Des terutama dalam perbaikan jaringan pipa distribusi utama terutama memerlukan tenaga banyak. Jalur pipa transmisi biasanya sebagian besar berada di tebing dan saat musim hujan sering longsor. Perbaikan dan pemeliharaan pipa transmisi pada jalur ini dilakukan secara gotong royong oleh masyarakat untuk meringankan biaya operasi dan pemeliharaan. Peningkatan partisipasi masyarakat terhadap PAM Des sangat diperlukan untuk keberlanjutannya. (2). Penggunaan air sesuai kebutuhan. Kebutuhan air minum untuk masyarakat desa yang dilayani PAM Des masih banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan domestik, sedangkan desa yang mengalami perkembangan dan aktivitas masyarakat meningkat akan memerlukan kebutuhan air yang meningkat pula. Untuk keberlanjutan, pihak pengelola PAM Des mensosialisasikan hemat air dan penggunaan air sesuai kebutuhan. (3). Tingkat kebutuhan air minum perdesaan. Kebutuhan air minum untuk keperluan rumah tangga (domestik) maupun non domestik disesuaikan dengan aktivitas masyarakat. Pada sarana PAM Des yang ada saat ini sudah dilengkapi dengan watermeter di masing-masing rumah tangga. Pihak pengelola PAM Des memberlakukan tarif air minum sama karena kebutuhan pada umumnya untuk domestik dan perkembangan saat ini harus ada penyesuaian tarif. Untuk mengontrol tingkat kebutuhan air masyarakat perdesaan perlu dilakukan pemberlakuan tarif air minum berdasarkan *range volume* pemakaian air minum. (4). Kepedulian masyarakat terhadap prasarana PAM Des. Peningkatan kepedulian masyarakat terhadap

prasarana PAM Des dengan ikut menjaga dan memelihara prasarana sangat membantu dalam meringankan pengelolaan PAM Des. Sarana dan prasarana yang sudah terbangun perlu ditingkatkan pemeliharaan untuk mempertahankan kapasitas produksi air minum.

Keempat, dimensi teknologi. (1). Jaringan yang aman terhadap kerusakan lokal. Jaringan pipa PAM Des yang meliputi jaringan transmisi, distribusi utama dan bagian harus aman dari kerusakan lokal. Jalur jaringan pipa transmisi eksisting lebih banyak melewati tebing sungai, lahan pribadi harus aman terhadap kerusakan dan ini perlu sosialisasi terhadap masyarakat tentang pentingnya menjaga keamanan jaringan pipa air karena PAM Des merupakan infrastruktur sangat vital untuk memenuhi kebutuhan dasar hidup masyarakat. (2). Ketercukupan penggunaan air minum. Kapasitas sistem PAM Des yang terbangun di atas 10 tahun sebagian terdapat beberapa permasalahan di unit air baku di antaranya pemanfaatan sumber air baku yang terbatas (1-5) liter/detik, kapasitas sistem unit transmisi yang tidak sesuai dengan kebutuhan air minum saat ini, kapasitas reservoir distribusi tidak mampu melayani kebutuhan air minum pada jam puncak. Pengelola PAM Des meminta bimbingan teknis kepada dinas pekerjaan umum kabupaten untuk mengevaluasi potensi dengan kebutuhan air berdasarkan pertumbuhan pelanggan saat ini maupun ke depan. (3). Cukup memenuhi kebutuhan RT. Kebutuhan air minum masyarakat perdesaan saat ini yang memanfaatkan PAM Des sudah terpenuhi kebutuhan domestiknya. Untuk bisa terpenuhi aspek kualitas, kuantitas dan kontinuitas, pengelola PAM Des harus melakukan evaluasi kemampuan kapasitas produksi air baku

terhadap perkembangan pelanggan. Hal ini sangat penting dilakukan karena sebagian besar PAM Des yang terbangun sudah di atas 20 tahun. (4). Semua masyarakat desa terlayani air minum. Sebagian besar PAM Des yang terbangun, volume reservoir belum mampu memenuhi kebutuhan air pada saat jam puncak. Jalur pipa transmisi PAM Des terdapat pengambilan air untuk memenuhi pelanggan sehingga pengisian air menuju reservoir terganggu. Upaya peningkatan kapasitas sumber air baku dan bimbingan teknis sistem penyediaan air minum perlu dilakukan untuk keberlanjutan pengelolaan PAM Des. Bimbingan teknis untuk PAM Des dilakukan oleh Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Kabupaten Buleleng. (5). Bisa dipenuhi pelanggan baru. Penyediaan air minum perdesaan melalui program Pamsimas yang dibangun relatif baru masih bisa dikembangkan untuk memenuhi pelanggan baru. Sedangkan kondisi PAM Des memiliki kapasitas produksi air yang sangat terbatas dan sangat susah memenuhi air minum sesuai standar. Peningkatan kapasitas sistem PAM Des sangat diperlukan untuk keberlanjutan teknologi. Peningkatannya kapasitas sistem penyediaan air minum yang meliputi unit air baku, unit produksi, unit distribusi dan pelayanan. (6). Keamanan sumber air dan jaringan pipa dari vandalisme. Jaringan infrastruktur PAM Des harus dijamin keamanan secara bersama dengan pendekatan partisipatif. Untuk mendukung keamanan dari kerusakan perlu ada peraturan mengenai sanksi apabila ada yang merusak jaringan PAM Des. Keamanan infrastruktur PAM Des harus dijamin sehingga keberlanjutan teknologi dapat tercapai.

Kelima, dimensi kelembagaan. (1). *Awig-awig* PAM Des di tingkat adat dan desa.

Pengelolaan air minum perdesaan berpedoman *Tri Hita Karana* sangat diperlukan dalam keberlanjutan PAM Des. *Awig-awig* mengenai PAM Des di tingkat Desa Adat sangat diperlukan untuk keberlanjutan pengelolaan karena saat ini tidak semua PAM Des memiliki *awig-awig*. Pengelolaan penyediaan air minum dengan dasar keharmonian dan kebersamaan yang berlandaskan konsep *Tri Hita Karana* dan dengan dasar itu keberlanjutan pengelolaan PAM Des bisa dicapai. (2). Ketersediaan sarana teknologi. PAM Des yang direncanakan harus memenuhi kriteria teknis aspek kualitas, kuantitas dan kontinuitas. Infrastruktur PAM Des yang terbangun saat ini dengan teknologi sederhana dan tidak bisa maksimal memberikan pelayanan kepada masyarakat. Peningkatan teknologi dan pengelolaan sangat mendesak diperlukan seiring dengan kemajuan teknologi yang berkembang saat ini. (3). Perbup tentang PAM Des. Peraturan daerah berupa peraturan bupati tentang sistem penyediaan air minum di Kabupaten Buleleng sudah ada. Pada peraturan bupati sudah mengatur pengelolaan yang dilakukan PDAM dan non PDAM. Peraturan ini perlu disosialisasikan kepada pengelola PAM Des karena dengan peraturan ini bisa memperkuat pengelolaan PAM Des.

SIMPULAN

Berdasar penjelasan tersebut di atas dapat ditarik simpulan sebagai berikut.

Pertama, kearifan lokal *Tri Hita Karana* (THK) sebagai konsep keberlanjutan diterapkan dalam pengelolaan sistem penyediaan air minum melalui pendekatan partisipatif. Nilai yang ada dalam *Tri Hita Karana* diimplementasikan dalam pengelolaan air minum perdesaan untuk keberlanjutan. Hasil analisis menggunakan

Rap analysis menunjukkan bahwa nilai indeks keberlanjutan dimensi ekologi 70.11 %, dimensi ekonomi 46.00 %, dimensi sosial budaya 50.65 %, dimensi teknologi 46.89 % dan dimensi kelembagaan 49.74 %. Nilai indeks keberlanjutan dimensi ekologi dan sosial budaya dengan nilai di atas 50 % termasuk cukup berlanjut. Nilai indeks keberlanjutan dimensi ekonomi, teknologi dan kelembagaan pada pengelolaan penyediaan air minum perdesaan kurang berkelanjutan.

Kedua, faktor pengungkit yang diperoleh dari hasil analisis sebanyak 19 faktor yang berasal dari dimensi ekologi 3 faktor, dimensi ekonomi 3 faktor, dimensi sosial budaya 4 faktor, dimensi teknologi 6 faktor, dan dimensi kelembagaan 3 faktor. Faktor pengungkit yang dihasilkan ini sangat sensitif terhadap keberlanjutan pengelolaan PAM Des dan sangat diperlukan strategi implementasi *Tri Hita Karana* untuk mempertahankan dan meningkatkan ketahanan lingkungan wilayah. Strategi peningkatan keberlanjutan dimensi ekologi dan sosial budaya dilakukan pelaksanaan imbal antara pengelola PAM Des dengan pemilik lahan sumber mata air, pelaksanaan *upakara magpag toya, tumpek wariga*, partisipasi masyarakat terhadap PAM Des, penggunaan air sesuai kebutuhan, penyesuaian tingkat kebutuhan air masyarakat dan kepedulian masyarakat terhadap prasarana PAM Des. Peningkatan strategi implementasi *Tri Hita Karana* pada dimensi ekonomi, teknologi dan kelembagaan harus dilakukan dengan penyempurnaan, peningkatan infrastruktur PAM Des dan juga peraturan yang memperkuat pengelolaan PAM Des. Strategi peningkatan implementasi *Tri Hita Karana* sangat berdampak baik terhadap ketahanan lingkungan wilayah dalam pengelolaan lingkungan wilayah.

Ketiga, pengelola penyediaan air minum yang dilakukan PDAM di Provinsi Bali harus mengimplementasikan *Tri Hita Karana*. Untuk itu harus ada penelitian lanjutan yang menggabungkan implementasi *Tri Hita Karana* dengan indikator PUPR untuk menentukan kesehatan PDAM. PDAM yang ada di Provinsi Bali harus menjaga keharmonisan *parahyangan*, *pawongan* dan palemahan sesuai konsep dasar *Tri Hita Karana*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiah, R., I.R.D. Ari, dan S. Hariyani, 2017, 'Pengelolaan infrastruktur air bersih berkelanjutan berbasis masyarakat (studi kasus: Modal sosial dalam pengelolaan sumber air di hutan bambu desa Sumbermujur, Lumajang)', *Rekayasa sipil*, Vol. 11, No. 3, hh. 194–202.
- Arsana, I. G. N. K., dkk, 2022, 'Status of Raw Water Management Sustainability Based on Local Wisdom on Rural Water Supply in Bali, Indonesia', *Civil Engineering and Architecture*, Vol. 10, No. 7, hh. 3118–3134. doi: 10.13189/cea.2022.100725.
- Astiti, S., dkk, 2015, 'Penerapan Tri Hita Karana untuk Keberlanjutan Sistem Subak yang Menjadi Warisan Budaya Dunia: Kasus Subak Wangaya Betan, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan', *Jurnal Manajemen Agribisnis*, Vol. 3, No. 1, h. 26290.
- Balai Prasarana Pemukiman Wilayah Bali, 2020, *Pemantauan Kelembagaan dan Alternatif Pembiayaan SPAM Provinsi Bali*. Denpasar.
- Brannen, J., 2017, *Mixing methods: Qualitative and quantitative research*. Routledge.
- Chaliluddin, M. A., dkk, 2023, 'Rapfish: A Rapid Appraisal Technique to Evaluate the Sustainability Status of Pelagic Fisheries in North Aceh Waters', *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, Vol. 9, No. 7, hh. 5603–5609.
- Creswell, J. W. dan J.D. Creswell, (2017) *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Hora, S. C., 2009, 'Expert judgment in risk analysis'.
- Hutasoit, H. dan R. Wau, 2017, 'Menuju Sustainability dengan Tri Hita Karana (Sebuah Studi Interpretif Pada Masyarakat Bali)', *Business Management Journal*, Vol. 13, No.).
- Arsana, I. G. N. K., I.G.B.S. Dharma, M.I. Yekti, dan N.K.A. Dwijendra, 2022, Implementation of Tri Hita Karana in Sustainable Management of Rural Drinking Water Supply System in Bali Province. *5th International Conference on Applied Sciences, Engineering, Technology and Management (ICASET M -2022)*.
- Kasus, S., dkk, 2008, 'Sistem Penyediaan Air Bersih Perdesaan Berbasis Masyarakat', *Seminar Nasional Pascasarjana VIII – ITS*.
- Khairina, E., E.P. Purnomo, A.D. Malawani, 2020, 'Sustainable Development Goals: Kebijakan Berwawasan Lingkungan Guna Menjaga Ketahanan Lingkungan Di Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta', *Jurnal Ketahanan Nasional*, Vol. 26, No. 2, hh. 155–181.
- Masduqi, A., N. Endah, E.S. Soedjono, 2008, 'Sistem Penyediaan Air Bersih Perdesaan Berbasis Masyarakat : Studi Kasus HIPPAM di DAS Brantas Bagian Hilir', *Seminar Nasional Pascasarjana VIII – ITS, Surabaya*.

- Mubarok, N. A., A. Mediani, I.Y.N. Hafidz, 2019, 'Perancangan Ruang Publik "Onespot Minimum Space" Berbasis Pengembangan Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang Berkelanjutan di Universitas Muhammadiyah Surakarta', in *Prosiding University Research Colloquium*, hh. 23–26.
- Norken, I. N., I.K. Suputra, I.G.N.K. Arsana, 2019, 'Implementasi Tri Hita Karana Pada Subak Pulagan Sebagai Warisan Budaya Dunia Di Kecamatan Tampaksiring, Kabupaten Gianyar'.
- Pitcher, T. J., dkk, 2013, '*Improvements to Rappfish: a rapid evaluation technique for fisheries integrating ecological and human dimensions*'. Wiley Online Library.
- Skjong, R. dan B.H. Wentworth, 2001, 'Expert judgment and risk perception', in *The Eleventh International Offshore and Polar Engineering Conference*. International Society of Offshore and Polar Engineers.
- Swastomo, A. S., D.A. Iskandar, 2020, 'Keberlanjutan Sistem Penyediaan Air Minum Pedesaan Berbasis Masyarakat', *Jurnal Litbang Sukowati : Media Penelitian dan Pengembangan*. doi: 10.32630/sukowati.v4i2.131.
- Swastomo, A. S., dan D.A. Iskandar, 2021, 'Keberlanjutan Sistem Penyediaan Air Minum Pedesaan Berbasis Masyarakat', *Jurnal Litbang Sukowati: Media Penelitian Dan Pengembangan*, Vol. 4, No. 2, hh.. 14–27.
- Taufiq, M., dan H. Ashad, 2022, 'Evaluasi Partisipasi Badan Pengelola Sistem Penyediaan Air Minum (BPSPAM) terhadap Peningkatan Pelayanan Air Bersih di Kabupaten Wajo', *Jurnal Konstruksi: Teknik, Infrastruktur dan Sains*, Vol. 1, No. 3, hh. 13–21.
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 17 Tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air
- Windia, W., dkk, 2005a, 'Sistem Irigasi Subak Dengan Landasan Tri Hita Karana (THK) Sebagai Teknologi Sepadan Dalam Pertanian Beririgasi', *SOCA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, Vol. 5, No. 3, h. 43939.
- Windia, W., dkk, 2005b, 'Transformasi sistem irigasi subak yang berlandaskan konsep TRI Hita Karana', *SOCA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, Vol. 5, No. 2, h. 43924.
- Yusuf, M., 2021, *MDS-RAPS Teknik Analisis Keberlanjutan*. Makasar: TOHAR MEDIA.