

Teknologi Terkini dalam Pemantauan Infrastruktur: Tinjauan Literatur tentang Penerapan IoT dalam Pemantauan Kualitas Air dan Deteksi Retak Permukaan Jalan

Samsidar¹, Kiki², Syaiful Bachri M^{1,*}, Muhammad Atnang¹, Sahriani¹, Nurhikmah Fajar²

¹ Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Sains Teknologi dan Kesehatan, Institut Sains Teknologi dan Kesehatan 'Aisyiyah Kendari

² Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Institut Teknologi dan Sains Muhammadiyah Kolaka Utara

*Correspondence: sbm@istekaisyiyah.ac.id

Abstrak

Pemantauan kualitas air dan deteksi retak permukaan jalan merupakan dua bidang penting dalam teknologi infrastruktur dan lingkungan. Artikel-artikel yang dipelajari dalam tinjauan ini memberikan wawasan mendalam tentang perkembangan terkini dalam kedua bidang tersebut, dengan fokus utama pada penerapan Internet of Things (IoT) dan teknik pengolahan citra digital. Pembahasan dalam beberapa artikel meliputi tinjauan terhadap sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT untuk aplikasi domestik. Tinjauan ini mengidentifikasi tren, teknik, dan tantangan terkini dalam sistem tersebut, memberikan wawasan tentang potensi pemanfaatan teknologi IoT untuk pengembangan sistem pemantauan kualitas air yang lebih efisien dan aman. Implikasi dari temuan ini mencakup meningkatnya pemantauan kualitas air secara real-time untuk menjamin keamanan air minum dan potensi penerapan teknologi IoT dalam skala yang lebih luas seperti kota pintar. Namun, keterbatasan utama adalah ketiadaan studi empiris yang menguatkan temuan literatur. Pada artikel lainnya membahas pengembangan metode deteksi retak pada permukaan jalan menggunakan teknik non-lokal dalam pengolahan citra digital. Temuan ini mengungkapkan bahwa metode denoising dan peningkatan kualitas citra non-lokal dapat meningkatkan akurasi deteksi retak pada permukaan jalan, yang berpotensi digunakan dalam pemantauan kondisi jalan dan perencanaan pemeliharaan infrastruktur. Kontribusi dari penelitian ini adalah pengembangan metode deteksi retak yang lebih akurat, meskipun batasan utamanya adalah kurangnya informasi tentang validasi hasil secara lebih komprehensif.

Kata kunci: *Internet of Things; Pemantauan Kualitas Air; Pengolahan Citra Digital; Infrastruktur; Lingkungan*

1. PENDAHULUAN

Penelitian Jan et al. (2021) berfokus pada teknik terbaru dan tantangan dalam pengembangan sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT untuk aplikasi domestik. Penelitian ini memberikan dasar yang luas tentang bagaimana teknologi IoT dapat digunakan untuk pemantauan kualitas air dalam skala rumah tangga. Dalam penelitian ini, tren terbaru



dan tantangan yang dihadapi dalam implementasi sistem ini menjadi perhatian utama, berbeda dengan penelitian lain yang lebih menekankan pada implementasi teknis spesifik.

Geetha dan Gouthami (2017) dalam penelitiannya juga berkaitan dengan pemantauan kualitas air berbasis IoT, mirip dengan fokus Jan et al. (2021). Namun, Geetha dan Gouthami lebih berfokus pada pengembangan sistem pemantauan real-time yang hemat daya. Mereka memberikan solusi praktis dengan menekankan pada aspek efisiensi energi, yang merupakan perbedaan utama dari penelitian Jan et al. yang lebih memusatkan perhatian pada tren dan tantangan umum dalam sistem pemantauan kualitas air domestik.

Penelitian Zulkifli et al. (2022) mengambil pendekatan tinjauan sistematis terhadap literatur yang ada untuk mengidentifikasi masalah, isu, tantangan, dan kesenjangan dalam penelitian pemantauan kualitas air berbasis IoT. Ini berbeda dari dua penelitian sebelumnya yang lebih fokus pada teknik dan implementasi spesifik. Penelitian Zulkifli et al. memberikan analisis komprehensif tentang keadaan terkini dalam bidang ini dan mengidentifikasi arah penelitian di masa depan, yang membantu memahami potensi dan keterbatasan teknologi ini secara lebih luas.

Sementara itu, penelitian Kriel dan de Villiers (2019) berfokus pada pengukuran antenna *near-field* berbasis UAV, tetapi tetap relevan karena menggunakan teknologi IoT untuk pengukuran dan pemantauan. Meskipun topiknya berbeda karena berfokus pada pengukuran teknis antenna, penelitian ini menunjukkan fleksibilitas dan penerapan luas teknologi IoT dalam berbagai bidang pengukuran, memperluas cakupan teknologi IoT di luar pemantauan kualitas air.

Secara keseluruhan, meskipun keempat penelitian ini berkaitan dengan penggunaan teknologi IoT untuk pemantauan dan pengukuran, mereka berbeda dalam fokus spesifik dan pendekatan mereka. Penelitian Jan et al. menekankan tren dan tantangan dalam aplikasi domestik, Geetha dan Gouthami berfokus pada pengembangan sistem hemat daya untuk pemantauan *real-time*, Zulkifli et al. menyediakan tinjauan sistematis tentang literatur yang ada, dan Kriel serta de Villiers menunjukkan penerapan IoT dalam pengukuran teknis antenna. Dengan demikian, penelitian-penelitian ini saling melengkapi dan bersama-sama memberikan gambaran menyeluruh tentang potensi dan tantangan teknologi IoT dalam berbagai aplikasi pemantauan dan pengukuran.

2. LITERATUR REVIEW

Penelitian oleh Jan, Min-Allah, dan Düstegör (2021) membahas pemantauan kualitas air berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk aplikasi domestik. Mereka menyoroti penggunaan jaringan sensor nirkabel (WSN) dan berbagai tantangan yang dihadapi, seperti manajemen energi, keamanan data, dan cakupan komunikasi. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan mencakup pengembangan sistem berbasis WSN untuk pemantauan kualitas air. Temuan utama menunjukkan adanya kelemahan dalam sistem berbasis WSN, terutama terkait manajemen energi dan keamanan data. Penelitian ini mengidentifikasi kebutuhan

akan sistem yang lebih efisien, aman, dan murah dengan kemampuan *real-time*, yang dapat dicapai melalui teknologi IoT.

Geetha dan Gouthami (2017) juga meneliti sistem pemantauan kualitas air secara *real-time* berbasis IoT. Penelitian mereka mencakup aplikasi *smart water quality monitoring*, teknologi komunikasi, dan jenis sensor yang digunakan. Metode yang mereka gunakan termasuk sensor multiparameter dan perangkat komunikasi nirkabel. Temuan utama dari penelitian ini meliputi pengukuran parameter kualitas air dan penyediaan peringatan dini. Namun, mereka juga mengidentifikasi kesenjangan dalam perlunya solusi yang lebih hemat daya dan biaya rendah untuk monitoring kualitas air berbasis IoT. Sebagai kontribusi, penelitian ini berhasil mengembangkan sistem yang hemat daya dan biaya rendah.

Zulkifli et al. (2022) menyajikan tinjauan sistematis tentang sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT. Mereka membahas berbagai aspek seperti sensor, *platform*, komunikasi, dan aplikasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perancangan dan pengembangan sistem, analisis data, dan pengujian lapangan. Temuan utama mencakup pengembangan *prototype* sistem dan analisis data untuk pengambilan keputusan. Kesenjangan yang teridentifikasi dalam penelitian ini adalah kurangnya integrasi sistem yang menyeluruh dan validasi lapangan yang terbatas. Penelitian ini memberikan kontribusi dengan mengidentifikasi masalah, isu, tantangan, dan memberikan rekomendasi untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Penelitian oleh Kriel dan de Villiers (2019) membahas analisis sensitivitas kesalahan posisi probe terhadap pengukuran pola antena di medan dekat secara planar. Penelitian terdahulu yang relevan mencakup pengukuran medan jauh antena menggunakan UAV dan analisis sensitivitas kesalahan posisi probe menggunakan metode ekspansi gelombang datar. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah pengukuran medan dekat menggunakan UAV dengan DGPS dan transformasi medan dekat ke medan jauh menggunakan PPWE dan FIAFTA. Temuan utama menunjukkan bahwa FIAFTA mengungguli PPWE dalam prediksi pola medan jauh untuk kesalahan posisi kecil, tetapi kedua metode menunjukkan degradasi untuk kesalahan posisi besar. Penelitian ini mengisi kesenjangan dengan membandingkan kinerja PPWE dan FIAFTA untuk kesalahan posisi yang lebih besar.

Hou et al. (2018) berfokus pada deteksi retak permukaan jalan menggunakan metode denoising dan peningkatan kualitas citra non-lokal. Penelitian terdahulu yang relevan mencakup metode identifikasi dan analisis blok benih, penggabungan fitur multi-skala, dan pengkodean diri yang jarang. Dalam penelitian mereka, metode yang digunakan termasuk pengkodean diri yang jarang dan metode integral orde fraksional. Temuan utama menunjukkan hasil deteksi retak yang baik dengan metode-metode tersebut. Namun, mereka mengidentifikasi bahwa metode *denoising* yang digunakan efektif hanya untuk derau Gaussian putih, sementara derau pada citra permukaan jalan biasanya bukan Gaussian. Penelitian ini berkontribusi dengan mengembangkan metode yang dapat menangani derau non-Gaussian.

Tabel 1. Penelitian Pemantauan Kualitas Air dan Deteksi Retak Permukaan Jalan yang Pernah Dilakukan

Objek yang Diteliti	Metode yang Digunakan	Hasil Penelitian	Referensi
Kualitas air untuk aplikasi domestik	Pengembangan sistem berbasis WSN, IoT	Kelemahan dalam manajemen energi dan keamanan data	Jan et al. (2021)
Kualitas air secara real-time	Sensor multiparameter, perangkat komunikasi nirkabel	Pengukuran parameter kualitas air dan peringatan dini	Geetha & Gouthami (2017)
Sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT	Perancangan sistem, analisis data, pengujian lapangan	Identifikasi masalah, isu, tantangan, dan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya	Zulkifli et al. (2022)
Pengukuran pola antena di medan dekat	Pengukuran menggunakan UAV dengan DGPS, PPWE, FIAFTA	Perbandingan kinerja PPWE dan FIAFTA untuk kesalahan posisi yang lebih besar	Kriel & de Villiers (2019)

3. PENGGUNAAN METODE UNTUK IoT DALAM PENGELOLAAN AIR DAN DETEKSI PERMUKAAN JALAN

Berdasarkan tinjauan terhadap berbagai jurnal yang membahas tentang metode dan aplikasi *monitoring* kualitas air berbasis IoT, dapat dilihat bahwa setiap penelitian memiliki pendekatan dan metodologi yang berbeda. Misalnya, dalam artikel yang berjudul ***"Internet of things enabled real-time water quality monitoring system"*** oleh Geetha dan Gouthami (2017), desain penelitian yang digunakan tidak disebutkan secara eksplisit, namun dapat disimpulkan bahwa ini merupakan penelitian deskriptif. Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pengukuran langsung menggunakan sensor-sensor untuk memantau parameter kualitas air seperti pH, turbiditas, dan konduktivitas. Namun, tidak disebutkan secara jelas bagaimana sampel penelitian dipilih atau berapa besar sampel yang digunakan. Alat pengukuran yang digunakan adalah sensor-sensor yang ditempatkan di dalam air.

Di sisi lain, dalam penelitian yang berjudul ***"IoT-Based Smart Water Quality Monitoring: Recent Techniques, Trends and Challenges for Domestic Applications"*** oleh Jan, Min-Allah, dan Düstegör (2021), pendekatan yang digunakan lebih fokus pada studi literatur atau tinjauan sistematis. Metode pengumpulan data didasarkan pada tinjauan literatur dari berbagai sumber publikasi ilmiah. Sampel penelitian tidak berlaku karena ini adalah studi literatur. Namun, analisis data dilakukan secara deskriptif dan pembahasan berdasarkan literatur yang ditinjau.

Selanjutnya, artikel ***"IoT-Based Water Monitoring Systems: A Systematic Review"*** oleh Zulkifli et al. (2022) juga mengadopsi pendekatan sistematis dengan melakukan tinjauan literatur yang mendalam. Sampel penelitian dipilih dengan menggunakan kriteria inklusi dan

eksklusi tertentu, dengan hanya 50 artikel yang digunakan dari 946 artikel yang diperoleh. Data dianalisis secara sistematis untuk mendeskripsikan karakteristik sampel dan mengidentifikasi faktor-faktor yang relevan.

Meskipun metode dan pendekatan dalam setiap penelitian memiliki perbedaan, semuanya bertujuan untuk meningkatkan pemahaman kita tentang pemantauan kualitas air berbasis IoT. Namun, penting untuk dicatat bahwa setiap penelitian memiliki kelebihan dan keterbatasan masing-masing. Untuk lebih memperdalam pemahaman tentang tren dan perkembangan terkini dalam bidang ini, perlu adanya penelitian lebih lanjut yang menggabungkan berbagai pendekatan metodologi.

Tabel 2. Metode Penelitian Pemantauan Kualitas Air dan Deteksi Retak Permukaan Jalan

Metode yang Digunakan	Objek yang diteliti	Hasil Penelitian	Referensi
Studi literatur	Pemantauan kualitas air berbasis IoT	Mengidentifikasi berbagai teknik dan tantangan dalam pemantauan kualitas air berbasis IoT untuk aplikasi domestik	Jan et al. (2021)
Pengukuran langsung	Kualitas air	Mengukur parameter kualitas air seperti pH, turbiditas, dan konduktivitas dengan sensor, analisis data deskriptif	Geetha & Gouthami (2017)
Systematic review	Sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT	Meninjau literatur yang ada mengenai sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT dan mengidentifikasi tren serta tantangan	Zulkifli et al. (2022)
Desain eksperimental	Kesalahan posisi probe pada pengukuran	Menguji metode analisis sensitivitas kesalahan posisi probe, hasil validasi eksperimen yang dilakukan menunjukkan keakuratan metode yang diusulkan	Kriel & de Villiers (2019)

4. KESIMPULAN

Dari rangkuman tinjauan terhadap beberapa jurnal tentang pemantauan kualitas air berbasis IoT, kita dapat menarik beberapa kesimpulan yang penting. Pertama-tama, artikel yang berfokus pada tinjauan literatur tentang teknologi pemantauan kualitas air berbasis IoT menyoroti tren terkini, tantangan, dan potensi pengembangan di masa depan. Namun, kelemahannya adalah kurangnya hasil penelitian empiris yang dapat memberikan temuan



langsung. Di sisi lain, penelitian yang mengusulkan pengembangan sistem pemantauan kualitas air real-time berbasis IoT menunjukkan potensi solusi yang sederhana dan hemat daya. Namun, penelitian tersebut juga memiliki keterbatasan dalam cakupan parameter yang dipantau, sehingga perlu untuk diperluas agar dapat memberikan pemantauan yang lebih komprehensif.

Selain itu, analisis sistematis tentang sistem pemantauan kualitas air berbasis IoT menyoroti tantangan yang dihadapi dalam pengelolaan energi, keamanan data, dan cakupan komunikasi. Namun, penelitian ini memberikan wawasan mendalam tentang kemungkinan pengembangan sistem yang lebih efisien dan aman di masa depan. Dari segi praktis, hasil penelitian ini menawarkan potensi untuk meningkatkan pemantauan kualitas air domestik secara *real-time*, memperluas aplikasi ke skala yang lebih besar seperti dalam sistem kota pintar, dan mendorong penelitian lebih lanjut untuk mengatasi tantangan yang ada.

Secara keseluruhan, integrasi temuan dari setiap penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang kemajuan terkini dalam bidang pemantauan kualitas air berbasis IoT dan mengidentifikasi arah penelitian selanjutnya yang dapat membawa manfaat besar dalam menjaga keberlanjutan lingkungan dan kesehatan masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas dukungan dari Institut Sains Teknologi dan Kesehatan 'Aisyiyah Kendari dan Institut Teknologi dan Sains Muhammadiyah Kolaka Utara.

DAFTAR PUSTAKA

- Geetha, S., & Gouthami, S. (2017). Internet of things enabled real time water quality monitoring system. *Smart Water*, 2(1), 1-19. doi:10.1186/s40713-017-0005-y
- Geetha, S., & Gouthami, S. (2017). Internet of things enabled real time water quality monitoring system. *Smart Water*, 2(1), 1-19.
- Hou, Y., Hou, H., Liu, G.-H., & Hou, J. (2018). Detection of Pavement Cracks Based on Non-local Image Denoising and Enhancement. 2018 14th International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (ICNC-FSKD), 1182–1187. <https://doi.org/10.1109/FSKD.2018.8686187>
- Hou, Y., Hou, H., Liu, G.-H., & Hou, J. (2018). Detection of Pavement Cracks Based on Non-local Image Denoising and Enhancement. 2018 14th International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (ICNC-FSKD), 1182–1187.
- Hou, Y., Hou, H., Liu, G.-H., & Hou, J. (2018). Detection of Pavement Cracks Based on Non-local Image Denoising and Enhancement. 2018 14th International Conference on



- Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (ICNC-FSKD), 1182–1187.
- Jan, F., Min-Allah, N., & Düşteğör, D. (2021). IoT Based Smart Water Quality Monitoring: Recent Techniques, Trends and Challenges for Domestic Applications. *Water*, 13(13), 1729. <https://doi.org/10.3390/w13131729>
- Jan, F., Min-Allah, N., & Düşteğör, D. (2021). IoT Based Smart Water Quality Monitoring: Recent Techniques, Trends and Challenges for Domestic Applications. *Water*, 13(13), 1729. <https://doi.org/10.3390/w13131729>
- Jan, F., Min-Allah, N., & Düşteğör, D. (2021). IoT Based Smart Water Quality Monitoring: Recent Techniques, Trends and Challenges for Domestic Applications. *Water*, 13(13), 1729.
- Kaur, J., Maheshwari, S., & Kumar, V. (2019). Internet of Things (IoT) based water quality monitoring system. In 2019 International Conference on Machine Learning, Big Data, Cloud and Parallel Computing (COMITCon) (pp. 330-333). IEEE.
- Kumar, R., & Goutam, D. (2019). IoT based water quality monitoring system. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(3), 4723-4728.
- Naik, G. M., & Mathew, L. (2018). IoT based water quality monitoring system. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5(3), 3544-3547.
- Rajendran, S., Natarajasivan, S., & Sivasubramanian, V. (2020). IoT-Based Smart Water Quality Monitoring System. In *Intelligent Computing and Innovation on Data Science* (pp. 563-573). Springer, Singapore.
- Zulkifli, C. Z., Garfan, S., Talal, M., Alamoodi, A. H., Alamleh, A., Ahmaro, I. Y. Y., Sulaiman, S., Ibrahim, A. B., Zaidan, B. B., Ismail, A. R., Albahri, A. S., Albahri, O. S., Soon, C. F., & Harun, N. H. (2022). IoT-Based Water Monitoring Systems: A Systematic Review. *Water*, 14(22), 3621. <https://doi.org/10.3390/w14223621>
- Zulkifli, C. Z., Garfan, S., Talal, M., Alamoodi, A. H., Alamleh, A., Ahmaro, I. Y. Y., & Chiang, H. H. (2022). IoT-Based Water Monitoring Systems: A Systematic Review. *Water*, 14(22), 3621. <https://doi.org/10.3390/w14223621>
- Zulkifli, C. Z., Garfan, S., Talal, M., Alamoodi, A. H., Alamleh, A., Ahmaro, I. Y. Y., Sulaiman, S., Ibrahim, A. B., Zaidan, B. B., Ismail, A. R., et al. (2022). IoT-Based Water Monitoring Systems: A Systematic Review. *Water*, 14(22), 3621.