

Penerapan Konsep Proses Hijau *Demineralization Water* dengan *Electronic DI-Water Monitoring System (E-DIWMS)* berbasis *IoT Technology* pada Industri Manufaktur

Application of Green Process Concept of Demineralisation Water with Electronic DI-Water Monitoring System (E-DIWMS) based on IoT Technology in the Manufacturing Industry

Adi Rusdi Widya¹, Supriyati²

^{1,2}Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa

¹adirusdiw@pelitabangsa.ac.id, ²supriyati@pelitabangsa.ac.id

Abstract

The use of raw water and industrial waste treatment is one of the concerns for companies in carrying out sustainable development, running an environmentally friendly production process requires the right strategy and action so that the costs allocated are in line with the needs and plans that have been made, the problem that occurs at this time is the company's cost burden in providing raw water as a waste treatment process material, watering plants, cleaning production equipment, moulds, machinery, and other equipment, The use of raw water must be controlled so that its use is following the needs, The purpose of this research is expected to assist companies in utilizing processed water from the demineralization process (DI-Water) to be reused as raw water for these processes, The method used is to create an electronic DI-Water monitoring system (E-DIWMS), collect literature studies, search for references, design systems and determine the components to be used, create hardware, create programs and test system designs. The conclusion of the research results can be used as a company strategy to save the use of raw water, reduce the cost of its use, and making the concept of green processes in carrying out sustainable development.

Keywords: Raw Water, Green Process, DI-Water, E-DIWMS

Abstrak

Penggunaan Air Baku dan Pengolahan limbah industri menjadi salah satu perhatian bagi perusahaan dalam melakukan pembangunan berkelanjutan, menjalankan proses produksi ramah lingkungan memerlukan strategi dan tindakan yang tepat agar biaya yang di alokasikan sesuai dengan kebutuhan dan rencana yang sudah dibuat, masalah yang terjadi saat ini adanya beban biaya perusahaan dalam menyediakan air baku sebagai bahan proses pengolahan limbah, penyiraman tanaman, kebersihan alat produksi, cetakan, mesin dan peralatan lainnya, penggunaan air baku tersebut harus di kendalikan agar pemakaiannya sesuai dengan kebutuhan, Tujuan penelitian ini diharapkan membantu perusahaan dalam memanfaatkan air hasil olahan dari proses *demineralization* (DI-Water) untuk digunakan kembali sebagai air baku proses-proses tersebut, Metode yang digunakan membuat sistem *electronic DI-Water monitoring system* (E-DIWMS), mengumpulkan studi literatur, mencari referensi, merancang sistem dan menentukan komponen yang akan digunakan, membuat perangkat keras, membuat program dan melakukan pengujian perancangan sistem. kesimpulan hasil penelitian dapat digunakan sebagai strategi perusahaan dalam penghematan penggunaan air baku, pengurangan biaya pemakaiannya dan membuat konsep proses hijau dalam melakukan pembangunan yang berkelanjutan.

Kata kunci : Raw Water, Green Process, E-DIWMS

Pendahuluan

Penggunaan Air Baku dan Pengolahan limbah industri menjadi salah satu perhatian bagi perusahaan dalam melakukan pembangunan berkelanjutan, menjalankan proses produksi ramah lingkungan memerlukan strategi dan tindakan yang tepat agar biaya yang di alokasikan sesuai dengan kebutuhan dan rencana yang sudah dibuat, masalah yang terjadi saat ini adanya beban biaya perusahaan dalam menyediakan air baku

sebagai bahan proses pengolahan limbah, penyiraman tanaman, kebersihan alat produksi, cetakan, mesin dan peralatan lainnya, penggunaan air baku tersebut harus di kendalikan agar pemakaiannya sesuai dengan kebutuhan, Pada dasarnya inovasi hijau dibagi menjadi dua bagian, yaitu inovasi produk ramah lingkungan dan inovasi proses ramah lingkungan. Inovasi produk ramah lingkungan merupakan upaya perusahaan untuk menghasilkan produk baru yang ramah lingkungan dan berkaitan dengan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, dan Recycle*). Sedangkan inovasi proses ramah lingkungan merupakan kegiatan operasional suatu perusahaan yang dalam melaksanakan proses produksinya memperhatikan beberapa aspek, seperti penghematan energi, penghematan proses, penghematan sumber daya, dan dampaknya terhadap ekologi. proses. Inovasi teknologi hijau dimulai dari dimensi ganda teknologi dan ekologi, dan atribut hijau dari suatu teknologi dinilai dari dampaknya terhadap lingkungan ekologi [1]. Inovasi teknologi hijau perusahaan adalah proses penerapan ide inovasi hijau pada inovasi produk dan proses inovasi sesuai dengan perkembangan peradaban ekologi, dan prosesnya diakhiri dengan peluncuran produk atau layanan ramah lingkungan [2]. Inovasi proses ramah lingkungan terjadi sebagai strategi pengelolaan lingkungan yang proaktif, khususnya pada proses produksi perusahaan [3].

Saat ini, teknologi telah memungkinkan pengelolaan kualitas air dengan lebih efektif. Salah satu cara untuk mencapai hal tersebut adalah dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT). IoT memungkinkan perangkat terhubung ke Internet dan mengirimkan data secara *real time*, memfasilitasi pengambilan keputusan data yang akurat dan tepat waktu [4]. Parameter seperti suhu, pH, dan total padatan terlarut (TDS) merupakan indikator penting kualitas air yang memengaruhi berbagai aspek, mulai dari kesehatan organisme akuatik hingga keandalan proses industri [5] [6] [7]

Latar Belakang

Identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui terjadinya ketidaksesuaian dan ketidaknormalan hasil olahan air buangan DI-Water yang melebihi ambang batas standar yang sudah ditetapkan, dapat ditemukan penyebab utama proses *monitoring DI-Water* kurang efektif sebagai berikut :belum ada *device* lain untuk *real time monitoring*, rekaman laporan pH dan EC masih menggunakan *pH recorder manual*, terjadinya pemborosan pemakaian air baku.

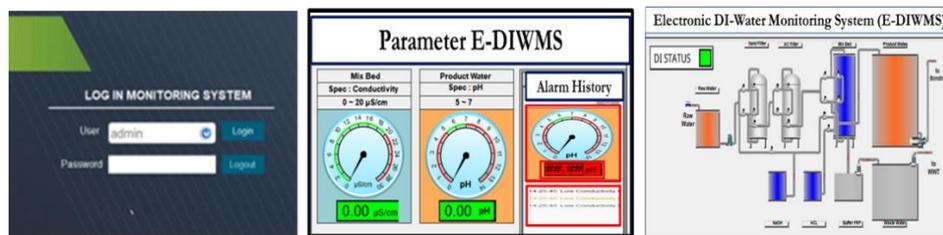
Tinjauan Literatur

Saat ini, teknologi telah memungkinkan kita untuk mengontrol kualitas air secara lebih efektif. Salah satu cara untuk mencapai hal ini adalah dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT). IoT memungkinkan perangkat untuk terhubung ke Internet dan mengirimkan data secara *real-time*, memfasilitasi pengambilan keputusan berdasarkan data yang akurat dan tepat waktu [8] [9]. IoT dengan Blynx juga membuktikan bahwa teknologi IoT dapat menampilkan parameter pengukuran secara akurat [10]. Parameter seperti suhu, pH, dan total padatan terlarut (TDS) merupakan indikator penting kualitas air yang memengaruhi berbagai aspek, mulai dari kesehatan organisme akuatik hingga keandalan proses industri [11] [12], Dengan kemajuan komputasi yang terjangkau, layanan *cloud*, dan teknologi big data, analitik, dan teknologi seluler, perangkat fisik kecil yang membentuk jaringan dapat mengumpulkan dan bertukar data tanpa campur tangan manusia [13], Implementasi sistem untuk memantau parameter lingkungan menggunakan IoT telah diuji coba untuk memverifikasi parameter udara dan cuaca. Sistem ini memberikan solusi konsumsi energi yang rendah untuk pembentukan sistem cuaca stasiun [14].

Penelitian yang dilakukan untuk membuat pengolahan limbah lebih efektif dan lebih murah dengan memanfaatkan IOT untuk mengurangi konsumsi daya dan memberikan air hasil yang lebih berkualitas dan dapat digunakan untuk penggunaan selanjutnya, Hasil akhir dari penelitian adalah membuat sebuah alat yang dapat memberikan informasi kualitas air hasil pengolahan limbah melalui *Sewage Treatment Plant* (STP) berbasis IoT sehingga kebutuhan operator untuk melakukan monitoring tidak diperlukan lagi, para

pengguna mendapatkan data informasi yang benar dan dapat menyimpan data rekaman proses sebelumnya. [15], Penggunaan shield Wi-Fi untuk komunikasi secara nirkabel diterapkan sebagai sistem perangkat untuk membangun sebuah jaringan kecil sensor nirkabel. Penghematan energi sangat signifikan dengan menggunakan sistem ini. Sistem pusat dilengkapi dengan modul pemrograman berbasis computer dapat digunakan dengan sebagian besar perangkat seluler Android populer yang terhubung langsung ke meningkatkan kenyamanan dan ketepatan waktu sistem secara keseluruhan. Penelitian ini menjelaskan solusi cerdas untuk mengontrol kualitas air melalui pH-nya, sehingga untuk mengolah air limbah kota dan penggunaannya kembali dalam tujuan pertanian dan berkebun. Hasil Penelitian ini adalah Perancangan dan pengembangan alat monitoring dengan biaya rendah menggunakan sistem elektronik dan aplikasinya dengan kualitas yang terjaga (monitoring dan mengontrol) untuk kualitas air dalam standar yang ditentukan. [16]

Dari beberapa referensi penelitian tersebut, maka penelitian yang akan dikembangkan adalah penggunaan *IoT* dengan menghubungkan *PLC*, *Sensor pH*, *eC meter*, *HMI* dan *cMT-HDMI* untuk membuat perancangan sistem monitoring secara *real time* dan *online* dan berbiaya murah, sehingga tujuan perancangan yang akan penulis lakukan dengan tema “Penerapan Konsep Proses Hijau Demineralization Water dengan Electronic DI-Water Monitoring System (E-DIWMS) berbasis *IoT* Technology pada Industri Manufaktur” dapat diaplikasikan dengan tujuan membantu pihak *user* untuk dapat mencegah ketidaknormalan proses DI-Water dan meningkatkan efektifitas *user* dalam menjalankan proses monitoring dan meningkatkan kinerja proses DI-Water secara *realtime* dan *online*, Konsep Rancangan *User Interface* dari E-DIWMS dapat dilihat seperti Gambar 1 berikut :



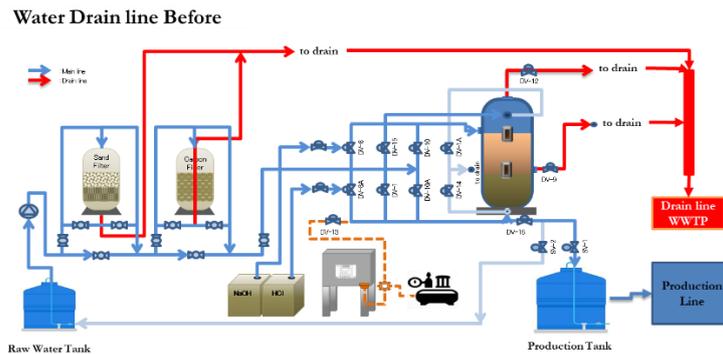
Gambar 1. Konsep *User Interface* E-DIWMS

Alasan Penelitian

Pengembangan alat monitoring berbasis *IoT* diperlukan untuk mendukung kinerja suatu perusahaan dalam menjalankan target organisasi, dukungan dan kerjasama antara industri dan akademi diperlukan untuk saling mendukung antara keduanya, sehingga terjalin kerja sama yang mewujudkan inovasi yang berkelanjutan, penelitian ini berdasarkan kasus yang dihadapi oleh sebuah industri manufaktur pemasok salah satu parts industri otomotif. Tujuan dari penelitian ini adalah membantu mempercepat informasi kondisi Peralatan dan Proses DI-Water secara *real-time* dan akurat. Pemanfaatan komputer dan aplikasi yang dapat mendukung pekerjaan memberikan nilai lebih dalam mendukung proses monitoring ketidaknormalan proses. Implementasi Sistem Monitoring DI-WATER (E-DIWMS) diperlukan untuk menghilangkan informasi yang salah, memanipulasi data dari hasil rekaman proses.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini diharapkan membantu perusahaan dalam memanfaatkan air hasil olahan dari proses *demineralization* (DI-Water) untuk digunakan kembali sebagai air baku untuk pembersihan mesin dan alat-alat perlengkapan produksi, penyiraman tanaman dan lainnya, mengurangi beban kerja dari WWTP dalam pengolahan air DI-water dengan memisahkannya kedalam tangki khusus untuk dilakukan *treatment* sebagai air baku kembali, konsep pengontrolan dibantu dengan sistem monitoring berdasarkan elektronik sehingga dapat terkendali dan *realtime*. Penjelasan tujuan dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai flow proses pengolahan sebelum dilakukan perbaikan.

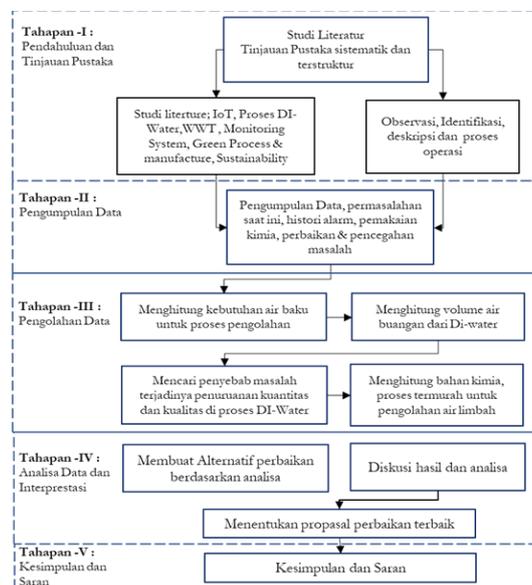


Gambar 2. Flow Proses *DI-Water* sebelum Perbaikan

Penelitian tersebut bertujuan untuk mengolah informasi secara *real-time* dan akurat. Penelitian ini membangun Sistem *Monitoring* yang dirancang dengan *electronic DI-water monitoring system* (E-DIWMS) secara nirkabel dengan perangkat keras dan lunak yang terjangkau., penambahan konsep *monitoing system* untuk membantu mempercepat jalannya informasi mengenai kondisi mesin dan proses *DI-water* secara *real time*. Penggunaan komputer dan aplikasi yang dapat menunjang pekerjaan memberikan nilai lebih dalam menunjang proses tersebut. Penerapan sistem *monitoring* secara *Electronic DI water* adalah diperlukan untuk menghilangkan proses informasi yang salah, manipulasi data dari pengguna mesin dan pencegahan dini saat proses *DI-Water* digunakan. Adapun Penelitian ini bertujuan untuk memberikan proses informasi secara *realtime* saat proses *DI water* beroperasi. membangun perancangan *electronic DI-water Monitoring System* (E-DIWMS) secara *wireless* dengan *hardware & software* yang terjangkau, memberikan informasi hasil proses *DI-water* secara akurat dan menyimpannya dalam *database* yang aman dan terkendali.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan membuat sistem *electronic DI-Water monitoring system* (E-DIWMS), mengumpulkan studi literatur, mencari referensi, merancang sistem dan menentukan komponen yang akan digunakan, membuat perangkat keras, membuat program dan melakukan pengujian perancangan sistem. kesimpulan hasil penelitian dapat digunakan sebagai strategi perusahaan dalam penghematan penggunaan air baku, pengurangan biaya pemakaiannya dan membuat konsep proses hijau dalam melakukan pembangunan yang berkelanjutan. Penjelasan alur penelitian dapat di lihat pada Gambar 3 alur proses penelitian sebagai berikut:



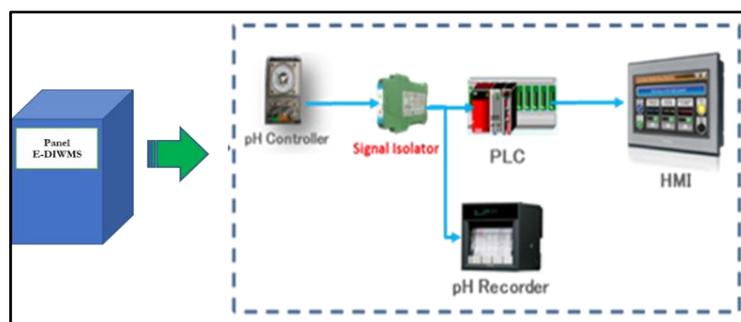
Gambar 3. Kerangka Penelitian

Penjelasan Diagram Kerangka Kerja Penelitian:

Studi Literatur dengan mencari dan membaca beberapa literatur, dan jurnal tentang Proses dan Produk Hijau, dan Teknologi IoT dalam proses pengolahan limbah cair, Observasi/pengamatan di area pengolahan air limbah dan DI-Water, Pengumpulan data-data yang dibutuhkan untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi proses dan kualitas air limbah olahan. Membuat usulan alternatif perbaikan berdasarkan hasil analisis, Pembahasan Hasil dan Analisis, Memilih Usulan Perbaikan Terbaik, Perbaikan Terbaik Semua tahapan dilakukan berdasarkan data dan hasil uji coba rancangan E-DIWMS yang akan dibuat dan dikembangkan, setiap kegiatan dilakukan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.

Rancangan Konsep Model E-DIWMS

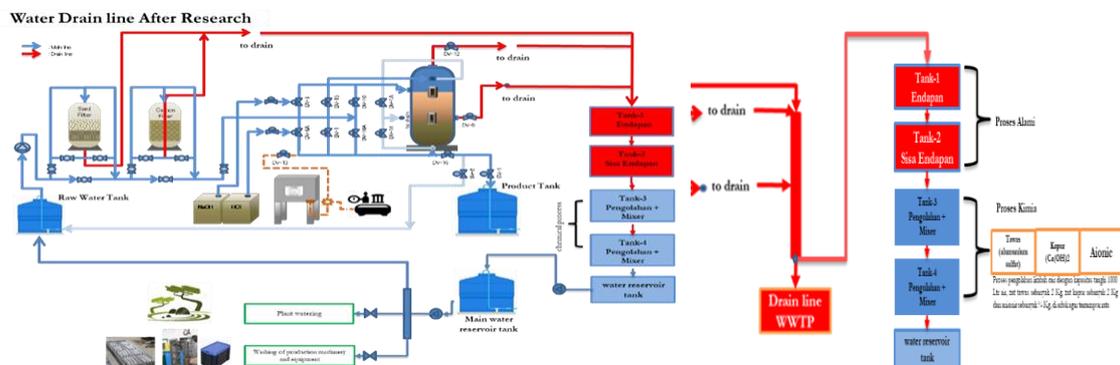
Pada Gambar 4 dapat dijelaskan bahwa hasil rekaman dari pH controller akan di kirimkan datanya ke PLC melalui *signal isolator* dan ke *pH recorder*, dan nantinya di tampilkan dengan menggunakan HMI panel untuk memudahkan *monitoring* status mesin secara *realtime* dan *online*, berikut ini merupakan rancangan sistem yang akan dibangun seperti yang terlihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Rancangan sistem E-DIWMS

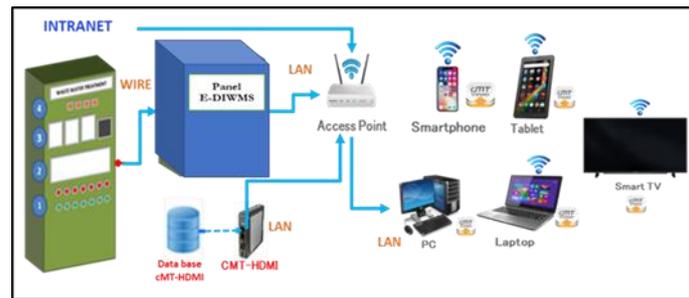
Hasil dan Pembahasan

Air buangan (*drain water*) dari Proses DI-Water di olah kembali sebagai air baku (*raw water*) melalui sistem endapan, pengolahan, pencampuran kimia, pengadukan dan penyimpanan secara alami, Gambar 5 penjelasan dari hasil konsep proses hijau : memanfaatkan air olahan dari air buangan (*water drain DI-Water*) untuk pembersihan mesin dan alat-alat perlengkapan produksi, penyiraman tanaman dan lainnya.



Gambar 5. Pengolahan Air Buangan untuk diolah Air Baku

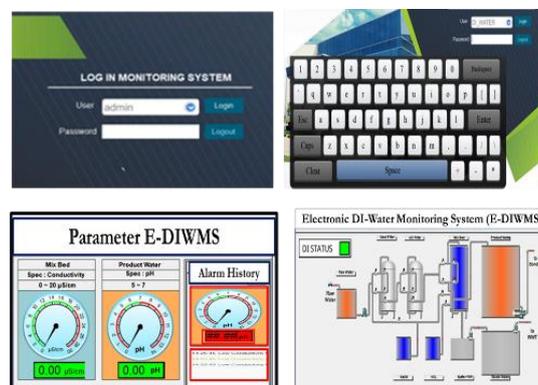
Pada Gambar 6 dapat dijelaskan bahwa c-MT-HDMI akan dipasang pada kontrol Panel DI-Water. Kemudian Panel Control DIWMS akan mengirim status ke panel PLC, dan status tersebut akan diteruskan menuju ke *database* pada PLC melalui perantara access point. Setelah itu data yang ada di PLC dan *Touch Screen Panel* akan diolah menjadi data visual E-DIWMS oleh developer dan Kemudian dapat di monitoring dalam berbagai platform seperti Smartphone, Tablet, PC, Notebook dan Smart TV.



Gambar 6. Konfigurasi kontrol Panel DI-WMS

Implementasi Aplikasi Electronic DI-Water Monitoring System (E-DIWMS)

Untuk memudahkan dalam proses monitoring kerja DI-Water, implementasi aplikasi E-DIWMS menggunakan jaringan *Local Area Network* (LAN) dengan menggunakan *access point*. Pada Gambar 7 merupakan halaman login E-DIWMS yang di akses dengan pilihan sebagai *User* (untuk *monitoring*), *operator* (untuk input parameter) dan sebagai admin untuk merubah setting parameter dan pengambilan data yang diperlukan, untuk dapat masuk ke tampilan E-DIWMS terlebih dahulu melakukan login dengan username : user dan password : xxxxx .



Gambar 7. Halaman login E-DIWMS user interface

Hasil Pengembangan E-DIWMS

Hasil Pengembangan E-DIWMS pada Gambar 8, dapat diaplikasikan ke *Smart device* untuk monitoring proses kerja DI-Water untuk pengolahan air buangan (drain water) menjadi air baku kembali sebagai mendukung proses hijau memproses air secara daur ulang (re-use) menjadi air baku yang layak digunakan untuk proses lainnya, sistem monitoring dapat menggunakan Smartphone, PC, Notebook dan Smart Monitor (TV) secara real time & on-line.



Gambar 8. Halaman login E-DIWMS user interface

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa penerapan E-DIWMS (*Electronic DI Water Monitoring System*) dapat mempercepat perolehan informasi status proses pengolahan air buangan (drain water) dari proses DI-Water, proses pengolahan air buangan dilakukan secara online tanpa harus melakukan inspeksi dan pengecekan secara langsung ke area pengolahan air buangan, pemantauan dapat dilakukan setiap saat sehingga sistem pemantauan DI-WMS dapat mendukung peningkatan efisiensi dan kinerja operator dalam mewujudkan konsep proses hijau dalam pengolahan air drain menjadi air baku untuk di gunakan oleh proses lainnya sehingga dapat meningkatkan produktivitas, kualitas dan penghematan biaya operasional.

Ucapan Terima Kasih

Kepada Rekan Sejawat di perusahaan pembuat komponen parts otomotif, penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dan fasilitasnya sehingga beberapa ide perancangan dapat diaplikasikan untuk membuat kemudahan dalam proses *Electronic DI-Water Monitoring System* (E-DIWMS) dan kemajuan perkembangan ilmu pengetahuan dengan aplikasi di dunia industri dapat terus terjalin sehingga manfaatnya dapat dirasakan bersama oleh kedua belah pihak.

Daftar Rujukan

- [1] W. Wang, et.all. "Evolution and equilibrium of a green technological innovation system," *J.Clean. Prod.*, pp. 270-278, 2021.
- [2] Ma, et.all. "Top management team faultlines, green technology innovation and firm financial performance," *Environ. Management*, p. 285, 2021.
- [3] Xie, "Green process innovation, green product innovation, and corporate financial performance: a content analysis method," *Bus. Res.*, vol. 101, no. 11, p. 697–706, 2019.
- [4] Nurelmadina, et.al "A systematic review on cognitive radio in low power wide area network for industrial IoT applications Sustainability," *IoT applications Sustainability*, vol. 1, no. 13, p. 338, 2021.
- [5] Ustaoglu, et. al. "Assessment of stream quality and health risk in a subtropical Turkey river system : A combined approach using statistical analysis and water quality index," *Ecological indicators*, p. 113, 2020.
- [6] Sharma, "Analysis of water pollution using different physicochemical parameters: A study of Yamuna River," *Frontiers in Environmental science*, vol. 8, 2020.
- [7] D. Chebet, "The assessment of water quality in river Molo water basin, Kenya," *Applied Water Science*, vol. 10, pp. 1-10, 2020.
- [8] A. K. Ayvaz, "Predictive maintenance system for production lines in manufacturing: A machine learning approach using IoT data in real-time," *Expert Systems with Applications*, vol. 173, no. 11, p. 173, 2021.
- [9] A. R. W. a. H. A. Syaputra, "Pengembangan Aplikasi Machine Monitoring System (MMS) Berbasis Teknologi IoT Wemos D1 dan Raspberry-Pi," *Sistem Informatika dan Keamanan Siber*, 2018.
- [10] I. & P. J. Amri, "A Simple of IoT Based Social Contact Tracking for Infectious Patient using Ultrasonic Sensor," *JOP (Journal Online of Physics)*, vol. 7, no. 2, pp. 19-23, 2022.
- [11] F. T. Y. & T. B. Ustaoglu, "Assessment of stream quality and health risk in a subtropical Turkey river system: A combined approach using statistical analysis and water quality index," *Ecological indicators*, vol. , p. 113, 2020.
- [12] Ghahramani, "IoT-Based Route Recommendation for an Intelligent Waste Management System.," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 9, no. 14, p. 11883–11892., 2020.
- [13] Gerodimos, "IoT: Communication protocols and security threats," *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, vol. 3, no. 12, pp. 1-13, 2023.

- [14] J.Mabrouki, "IoT-based data logger for weather monitoring using arduino-based wireless sensor networks with remote graphical application and alert," *Big Data Mining and Analytics*, vol. 1, no. 4, p. 25–32., 2021.
- [15] S. U. Koripella Rishitha, "IoT based Automation in Domestic Sewage Treatment Plant to Optimize Water Quality and Power Consumption," *Proceedings of the Third International Conference on Computing Methodologies and Communication* , 2019.
- [16] A.S. Narendra Khatri, "An IoT-Based Innovative Real-Time pH Monitoring and Control of Municipal Wastewater for Agriculture and Gardenings," *Proceedings of Fi*, 2018.