

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI 5G UNTUK OTOMATISASI SMART WATER MANAGEMENT MENUJU IKN NUSANTARA 2045

Yosefine Lestari¹, Ribka Winaningtyas Indarto, Didit Gunawan Prasetyo Jati³

^{1,2,3}Program Studi Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta
Jln Babarsari 43 Yogyakarta

¹ agatayosefine@gmail.com, ² ribkawinaningtyasindarto@gmail.com, ³ didit.gunawan@uajy.ac.id

Abstrak: Artikel ini membahas implementasi teknologi 5G untuk otomatisasi manajemen air pintar (*Smart Water Management*) dalam rangka mencapai visi Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara 2045. Teknologi 5G menawarkan kecepatan tinggi, latensi rendah, dan konektivitas yang lebih luas, memungkinkan penerapan sistem manajemen air yang lebih efisien dan responsif. Artikel ini mengkaji berbagai aplikasi 5G dalam manajemen air, termasuk pemantauan kualitas air real-time, pengelolaan distribusi air otomatis, dan deteksi kebocoran dengan sensor cerdas. Melalui studi kasus dan analisis data, artikel ini menunjukkan bagaimana teknologi 5G dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi pemborosan air, dan mendukung keberlanjutan sumber daya air. Selain itu, artikel ini juga menyoroti tantangan dan peluang dalam penerapan teknologi ini, serta pentingnya kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat untuk mewujudkan smart water management di IKN Nusantara. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pengembangan infrastruktur air yang cerdas dan berkelanjutan, serta mendukung pencapaian target pembangunan IKN Nusantara 2045.

Kata Kunci: Teknologi 5G, otomatisasi, *smart water management*, keberlanjutan

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Indonesia berada pada peringkat 140 dari 193 negara dalam indeks ketersediaan dan kualitas air minum, sehingga terbilang masih kurang (WaterAid, 2023). Berdasarkan data dari *World Health Organization* (World Health Organization, 2020) pada tahun 2020, hanya 83% rumah tangga di Indonesia yang dapat mengakses air minum yang aman. Konsep *Smart Water Management* merupakan konsep yang turut berkontribusi dalam Pembangunan Ibu Kota Negara Nusantara dalam penyediaan air bersih yang layak dan berkelanjutan, mendukung Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) 2025 dan berkontribusi dalam mendukung poin untuk mencapai tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs) 2030 yaitu poin 3 kehidupan sehat dan sejahtera, poin 6 air bersih dan sanitasi layak, poin 8 pekerjaan layak dan pertumbuhan ekonomi, poin 9 industri, inovasi, dan infrastruktur, poin 10 berkurangnya kesenjangan, poin 11 kota dan pemukiman yang berkelanjutan, poin 12 konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab, poin 13 penanganan perubahan iklim, poin 15 ekosistem daratan, poin 17 kemitraan untuk mencapai tujuan, dan mendukung rencana nasional.

Berkembangnya implementasi teknologi *Smart Water Management* (SWM) menawarkan

solusi inovatif pada peningkatan efisiensi dan keberlanjutan dalam penyediaan air. Di Indonesia sendiri, sudah ada Perusahaan Air Minum Seluruh Indonesia (PERPAMSI) yang menerapkan digitalisasi dengan teknologi 5G. Dengan demikian implementasi teknologi 5G di IKN Nusantara sangat diperlukan sebagai wujud *Smart Water Management* yaitu otomatisasi penyediaan air baku di IKN Nusantara selain mendukung program nasional maupun internasional juga membantu dalam pemantauan kualitas air secara efektif guna meningkatkan efisiensi operasional, mendukung upaya mencapai target akses air bersih yang lebih merata dan berkelanjutan di IKN Nusantara karena adanya kehandalan sistem penyediaan air yang *smart* dan *sustainable*.

Rumusan Masalah

Konsep *Smart Water Management* (SWM) merupakan konsep yang belum banyak diterapkan pada penyediaan air bersih di Indonesia. Penerapan konsep ini menjadi tantangan besar dalam perubahan kebiasaan dari konvensional menuju digital dengan bantuan teknologi. Implementasi kriteria pengembangan penyediaan *Smart Water Management* juga bersifat opsional dan belum diwajibkan walaupun sudah ada regulasi yang mendukung terkait pengembangannya. Akibat kurangnya kesadaran akan pentingnya penerapan *Smart Water Management* ini berdampak pada alokasi

penyediaan sumber daya air di Indonesia. Tuntutan akan *Sustainable Smart Water Management* digencarkan guna menjaga alam, kelestarian lingkungan, dan generasi mendatang. Sehingga, melalui karya tulis ilmiah ini kami ingin menganalisis terkait implementasi teknologi 5G dalam mendukung penyediaan air bersih di Indonesia yang ramah lingkungan dan mampu berdampak positif terutama untuk pengelolaan infrastruktur air bersih.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan menganalisis:

1. Manfaat penerapan *Smart Water Management* pada sumber air di IKN.
2. Inovasi teknologi untuk mendukung *Smart Water Management* di IKN.
3. Dampak yang dihasilkan dari penerapan teknologi inovasi yang akan diterapkan.

Manfaat Penelitian

1. Menciptakan pengelolaan penyediaan air bersih berkelanjutan (*Sustainable Smart Water Management*) sehingga dapat mendukung SDGs 2030.
2. Memudahkan penyediaan air bersih, pemantauan kualitas air bersih, dan informasi konsumsi air bersih.
3. Melakukan penghematan konsumsi air dengan penerapan teknologi.
4. Menjamin pengelolaan dan penyediaan air bersih di IKN Nusantara.

2. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan karya tulis ilmiah ini yaitu studi literatur dikombinasikan dengan metode deskriptif dengan cara mengumpulkan data dan informasi mengenai kondisi bendungan saat ini kemudian melihat Rencana Jangka Menengah dan Rencana Jangka Panjang Indonesia, Rencana Induk IKN Nusantara serta Peta Jalan Indonesia SDGs 2030, lalu mencoba membuat layout dan gambaran penerapan teknologi yang digunakan dengan mengambil contoh penerapan pada lokasi serta menganalisis dampak penerapan yang ditimbulkan akibat adanya teknologi tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

Bendungan adalah semua jenis konstruksi penahan buatan guna menampung air baik secara alamiah maupun buatan. Bendungan terdiri dari bangunan pelengkap dan peralatan yang secara fungsional menjadi satu kesatuan pada bendungan dalam mendukung pada upaya menahan dan penampungan air. Bendungan dimanfaatkan sebagai pendukung irigasi, pengendali banjir, penyediaan air baku, dan pembangkit listrik tenaga air. Bendungan merupakan bangunan melintang berupa campuran beton, urugan tanah, urugan batu serta pasangan batu yang dibangun guna menahan dan menampung air, serta dapat digunakan untuk menahan dan menampung limbah tambang (*tailing*) atau lumpur sehingga terbentuklah suatu waduk. Waduk merupakan wadah buatan yang terbentuk akibat dibangunnya bendungan (Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, 2015). Selain berfungsi sebagai penahan dan penampung air, bendungan memiliki dua fungsi strategis sebagai *single purpose reservoir* pada industri dan *multi purpose reservoir* sebagai pengembangan sumber daya air melalui bendungan.

Smart Water Management adalah konsep sistem pengelolaan air yang cerdas dan modern dengan menggunakan teknologi berbasis internet yang dapat menampilkan data-data secara *realtime* dengan bandungan *Internet of Things* (IoT) serta sensor yang dipasang sesuai kebutuhan sehingga sensor akan mengirimkan data ke server pada *command room* (Hankuk Consultant, 2017).

Sustainable Smart Water Management

Menurut Widodo (Widodo et al., 2019) Bendungan adalah bangunan air yang dibangun secara melintang sungai, sedemikian rupa supaya permukaan air sungai di sekitar meningkat hingga batas ketinggian tertentu, sehingga air sungai dapat dialirkan melalui pintu aliran ke saluran-saluran pembagi hingga ke lahan pertanian. Peran bendungan dalam penyediaan air bersih untuk menunjang pembangunan Ibu Kota Negara perlu memperhatikan konsep keberlanjutan yaitu *Sustainable Smart Water Management*. Konsep *Smart Water Management* telah direkomendasikan oleh Menteri PUPR Basuki Hadimuljono pada Kongres Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia (HATHI) ke XIII tahun 2020 (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2020). *Smart Water Management* digambarkan dengan proses

penyediaan air bersih pada bendungan dengan menggunakan teknik penginderaan cerdas guna meningkatkan kinerja di tiap-tiap bendungan.

Penerapan *Smart Water Management* sangat diperlukan karena meningkatnya kebutuhan akan air bersih seiring dengan Pembangunan IKN Nusantara. Bagi bendungan, “*Smart*” berarti menjadi lebih kompetitif dalam hal berinovasi untuk meningkatkan kecerdasan guna menyusun strategi dalam persaingan internasional (Douaioui et al., 2018). *Smart Water Management* meningkatkan kecerdasan bendungan melalui teknologi yang mempermudah pengolahan data, peningkatan efisiensi, dan efektivitas pengelolaan penyediaan air bersih.

Skema Penerapan Teknologi

Beberapa teknologi utama yang terlibat diantaranya adalah Sensor Pipa Cerdas, *Smart Water*, *Artificial Intelligence*, *Internet of Things* dan lain sebagainya yang merupakan beberapa aspek pendukung sehingga sebuah bendungan dapat melakukan kegiatan lebih dari biasanya. Pengadaan jaringan 5G akan mengadopsi banyak *Internet of Things*.

Sensor Pipa Cerdas

Sensor cerdas berfungsi untuk merekam data lingkungan fisik, kemudian mengubah data menjadi sinyal listrik untuk dipantau dan dikontrol debit aliran air, tekanan air, dan mendeteksi kebocoran yang terjadi pada pipa secara *real-time* (PDAM PINTAR, 2023).

Smart Water Metering

Smart Water Metering adalah sistem pengukuran air yang akurat dan *real-time*. Berbeda dengan meteran air tradisional, *smart water metering* menggunakan teknologi nirkabel guna otomatisasi pengiriman data ke server pusat yang kemudian data dianalisis untuk mengetahui kebocoran dan konservasi air terutama pada pengambilan keputusan terhadap pengelolaan sumber daya air (Smart Water Magazine, 2024).

Artificial Intelligence Meningkatkan Penyediaan Air Bersih

Artificial Intelligence dalam upaya meningkatkan penyediaan air bersih berfungsi sebagai pengambilan keputusan yang optimal dengan memanfaatkan data dan informasi yang ada sehingga pengguna dapat meningkatkan, mengoptimalkan, dan menghemat biaya

operasional serta meminimalisir dampak sosial dan lingkungan (Asian Development Bank, 2020).

Konektivitas *Internet of Things* dalam Penyediaan Air Bersih

Teknologi *Internet of Things* digunakan dalam *Smart Water Management* untuk memantau tekanan air secara *real-time* pada pipa dan tangka. Kebutuhan akan *Geographic Information System (GIS)* dan *Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)* pada konsep ini sebagai analisis informasi lokasi geografis dan mengelola informasi serta mengoperasikan sistem secara jarak jauh sehingga membantu dalam pengawasan, kontrol, dan manajemen data (disrupt-X, 2023).

Teknologi 5G

Sistem jaringan 5G berfungsi sebagai penghubung sensor dan perangkat monitor pada sumber daya air. Integrasi data kualitas air dan parameter air lainnya dikumpulkan secara *real-time* dengan adanya penerapan teknologi kecerdasan buatan yang membutuhkan pemanfaatan jaringan 5G terutama dalam penyediaan air bersih (Subinarto, 2021).

Bendungan Sepaku Semoi

Bendungan Sepaku Semoi merupakan infrastruktur dasar strategis yang harus dibangun paling awal dalam pembangunan IKN Nusantara, Kalimantan Timur guna memenuhi ketersediaan air dalam membangun suatu daerah (IKN Nusantara, 2022). Lokasi bendungan ini berada di Desa Tengin Baru, Kecamatan Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur.



Gambar 1. Peta Lokasi Bendungan Sepaku Semoi (Google Earth, 2024)

Berdasarkan data dari Ibu Kota Negara Nusantara (IKN Nusantara, 2022), Bendungan Sepaku Semoi memiliki fasilitas dan peralatan yang ditunjukkan pada Tabel berikut.

Bendungan	
Panjang	450 m
Tinggi	25 m
Luas	899 ha
Kapasitas Tampung	10,6 juta m ³
Luas Genangan	334 ha
Tipe Bendungan	Urugan Tanah Homogen
Intake	
Kapasitas	3000 l/dt
Penyediaan Air Baku	
Kapasitas	2500 l/dt
Pereduksi Banjir	
Kapasitas	55 %
Instalasi Pengolahan Air Baku	
Kapasitas	5000 l/dt
Peralatan	
Kolam Bertensi	4 unit

Tabel 1. Fasilitas dan Peralatan Bendungan Semoi Sepaku (IKN Nusantara, 2022)

Bendungan Sepaku Semoi dipilih sebagai lokasi penelitian didasarkan pada pertimbangan bahwa bendungan ini merupakan salah satu infrastruktur yang sedang dibangun untuk mendukung kawasan baru pada IKN Nusantara. Bendungan Sepaku Semoi juga merupakan upaya pemerintah dalam mendukung kebutuhan air baku dan fungsi pengendali banjir di Kawasan IKN Nusantara serta di Kota Balikpapan. Bendungan ini juga direncanakan akan memiliki produktivitas dalam penyediaan air baku dan air bersih dengan volume yang terus meningkat dan sebagai infrastruktur pendukung IKN Nusantara maka perencanaan fasilitas yang ada di Bendungan Sepaku Semoi dipastikan akan lebih besar guna mendukung produktivitas penyediaan air baku dan sebagai pengendali banjir. Sehingga dengan dipilihnya Bendungan Sepaku Semoi sebagai lokasi penelitian, diharapkan bersama dengan adanya penerapan teknologi 5G dapat membantu dalam pengoptimalan kinerja produktivitas dalam penyediaan air baku.

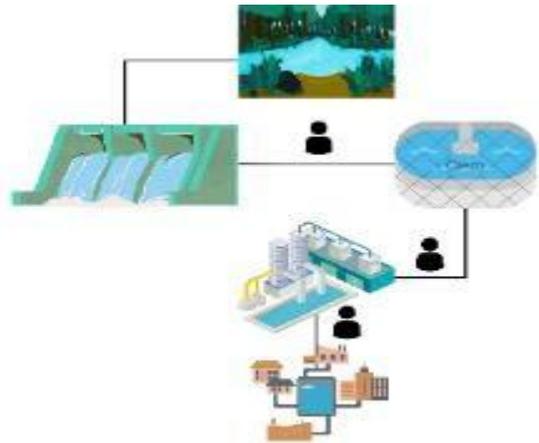
Analisis Implementasi Inovasi

Menurut penulis, terdapat dua skenario dalam penerapan *Smart Water Management* yang dapat diterapkan dengan teknologi 5G di Ibu Kota Nusantara.

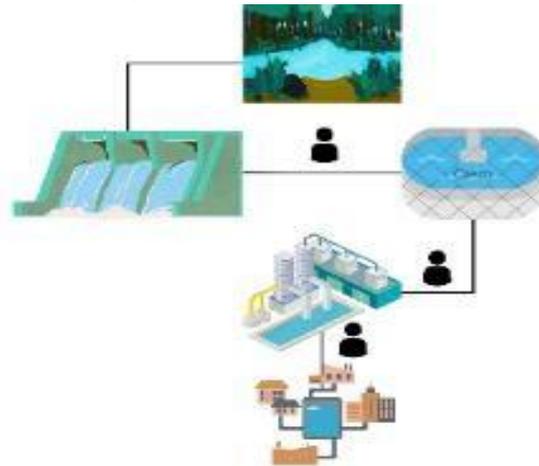
1. Kendali jarak jauh penampungan air

Air yang berasal dari Sungai Sepaku, kemudian dialirkan menuju Bendungan Sepaku yang berpusat sebagai *intake* pada proses penampungan air. Air yang dialirkan secara manual akan langsung masuk ke dalam bak tanpa diketahui

berapa debit aliran yang melewati pipa. Bendungan kemudian akan memproses air menuju ke bak pra-sedimentasi yang selanjutnya akan diolah untuk menjadi air bersih dengan menggunakan tambahan zat kimia, pada proses ini harus dilakukan pengawasan dan pengontrolan dalam proses filtrasi air baku menjadi air bersih yang layak digunakan.



Gambar 2. Penampungan Air tanpa 5G (Bima Sakti Alterra, 2023)



Gambar 3. Penampungan Air Menggunakan 5G (Bima Sakti Alterra, 2023)

Dengan adanya penampungan air yang semula manual, maka adanya konsep ini menggunakan kamera dan *Programmable Logic Control (PLC)* yang akan mengatur proses dalam penampungan dan penjernihan air dengan mengoperasikan alat secara akurat dari pusat kontrol yang akan dilakukan juga pemantauan melalui video. Saat bekerja di lapangan, pemantau dapat memantau dan mengelola *intake building* dengan kapasitas 3000 liter/detik. Dengan konsep ini, secara signifikan akan menurunkan biaya tenaga kerja dan meningkatkan keamanan dalam operasional.

Rekaman video pengawasan penampungan air

harus diunggah dengan resolusi gambar *Ultra-High-Definition* (UHD) 2160p membutuhkan *bandwidth* sekitar 20 Mbps. Selain itu, koneksi dari PLC *intake building* dengan pusat kendali memerlukan kecepatan dalam transfer jaringan dengan nilai 50 – 100 milidetik sehingga transfer data yang dilakukan akan memberikan hasil yang cepat, tepat, dan ringkas. Pada situasi di Ibu Kota Negara saat ini sedang direncanakan penyediaan air bersih dalam mendukung optimalisasi pembangunan Ibu Kota Negara. Maka, teknologi 5G yang dapat menghasilkan *bandwidth* tinggi yang sesuai serta mendukung kecepatan dalam mentransfer data dalam pengunggahan video dan komunikasi PLC jarak jauh. Teknologi ini juga memangkas tenaga kerja yang awalnya harus melakukan pemantauan secara manual, menjadi dapat dilakukan secara pemantauan jarak jauh.

2. Kendali jarak jauh *water management*

Air yang telah masuk ke dalam *intake building* selanjutnya akan dialirkan menggunakan pipa yang telah dikontrol dan dioperasikan secara jarak jauh. Guna mendukung pengoperasian dan pemantauan di area kerja, maka diperlukan jaringan nirkabel yang mampu mendukung kinerja alat. Pipa yang mengalir air, memerlukan sensor dan *bandwidth* tinggi yang diperkirakan mencapai 200 Mbps.



Gambar 4. *What Is Smart Water Management?* (Asian Development Bank, 2023)

Pada pipa yang mengalirkan sumber air menuju bak *intake* terdapat sensor yang akan mendeteksi berapa debit aliran air yang masuk melalui pipa yang dimana PLC disini berperan sebagai sistem yang mengatur pada proses penjernihan air dengan adanya perangkat keras dan lunak yang terdiri dari program – program sistem kontrol serta hasil dari program sistem yang memberikan komponen input bahkan *output* yang berinteraksi langsung dengan bahan – bahan yang digunakan dalam proses penjernihan air. Pengawas dalam proses penjernihan air ini tidak perlu

memantau secara langsung di lapangan, pemantauan dapat dilakukan melalui layar yang telah terhubung dengan pipa – pipa yang memiliki sensor, sehingga ketika air mengalami pengolahan hingga pendistribusian dapat dilakukan secara otomatis dengan kendali jarak jauh yang akan dialirkan melalui pipa bersensor dengan bantuan teknologi 5G.



Gambar 5. Pengoperasian Kendali Jarak Jauh *Water Management* (Tribun Batam, 2021)

IKN Nusantara yang akan memiliki sumber air baku dari Bendungan Sepaku Semoi, maka keadaan kualitas air yang ada di bendungan tersebut dapat dikendalikan dari jarak jauh. Pada bendungan akan diberikan alat sensor yaitu *Smart Water Meter* guna mengetahui dan mendeteksi kapasitas air yang berada di bendungan, selanjutnya dari *Smart Water Meter* akan mengirimkan data ke pusat kontrol untuk diteliti terkait kualitas air yang ada. Dengan demikian, 5G akan menyediakan kebutuhan yang sesuai dalam mengendalikan alat ini dari pusat kontrol.



Gambar 6. Layout Penerapan Teknologi 5G di Bendungan Sepaku Semoi

Perkembangan teknologi 5G yang sangat pesat sehingga mampu membantu dan meningkatkan penyediaan air bersih di IKN Nusantara. Inovasi dengan penggunaan teknologi 5G pada IKN Nusantara dapat dilihat pada lokasi yang tertera di Gambar 2.6 pada pusat kontrol. Pusat kontrol digunakan sebagai tempat untuk mengawasi segala aktivitas dalam proses penyediaan air bersih yang ada di IKN Nusantara tepatnya pada

Bendungan Sepaku Semoi. Air yang telah mengalami proses penjernihan kemudian akan melewati pipa menuju proses pra-sedimentasi kemudian dengan menggunakan zat koagulan yang terdiri dari tawas, PAC (*Poly Aluminium Chloride*), dan kaporit air akan dijernihkan. Air yang telah diberikan zat koagulan, selanjutnya akan mengalami proses *clarifier*, dimana proses ini menggabungkan proses kimia (koagulasi dan flokulasi) beserta dengan sedimentasi. Air hasil proses *clarifier*, akan disaring dengan bak pasir. Bak pasir kemudian mengalirkan air menuju bak penampung. Bak penampung berfungsi sebagai tempat hasil akhir dari proses penjernihan air, di bak ini juga akan ditambahkan klorin sebagai disinfektan air. Air dalam bak penampungan pada akhirnya akan dialirkan menggunakan pipa yang memiliki kemampuan untuk mengukur air yang akan didistribusikan untuk penyediaan air bersih. Berdasarkan analisis, proses otomatisasi dengan memanfaatkan teknologi 5G terdapat beberapa dampak yang diakibatkan dan dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2. Dampak Implementasi Teknologi 5G

No.	Dampak Positif	Dampak Negatif	Dampak Terhadap Lingkungan Sekitar
1	Meningkatkan produktivitas pada layanan penyediaan air bersih di IKN Nusantara.	Mengurangi lapangan pekerjaan karena adanya pergantian oleh sistem secara digital.	Menjadikan manajemen penyediaan air bersih pada IKN Nusantara menjadi lebih baik.
2	Meningkatkan otomatisasi pada pelayanan dan meningkatkan kualitas air bersih di IKN Nusantara.	Membutuhkan biaya besar untuk mewujudkan teknologi 5G.	Menerapkan sistem pengendalian, pengawasan, dan pengoperasian dengan dinamis dan presisi.
3	Menghadirkan lingkungan kerja yang aman akibat adanya pemanfaatan teknologi 5G secara jarak jauh.	Memerlukan perangkat yang memadai guna mendukung teknologi 5G.	Meningkatkan kualitas air bersih dalam upaya pembangunan berkelanjutan.
4	Memiliki kecepatan yang tinggi sehingga dapat mendukung upaya penyediaan air bersih di IKN Nusantara.	Kebutuhan lahan guna pembangunan pemancar jaringan 5G.	Mendorong peningkatan kualitas dan kuantitas air bersih dalam mendukung pembangunan infrastruktur yang maju.
5	Mengembangkan infrastruktur bangunan air di Indonesia khususnya di bidang penyediaan air bersih yang berkualitas.	Munculnya radiasi elektromagnetik efek dari gelombang dan frekuensi yang tinggi.	Meningkatkan kinerja dan permintaan pasar dalam memenuhi kebutuhan air bersih.

3. Penutup

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penjelasan di atas, maka kesimpulan yang dapat penulis ambil yaitu :

1. Penggunaan teknologi 5G dalam pembangunan infrastruktur air dan penyediaan air bersih meningkatkan efisiensi dan kinerja alat, pemantauan, pengawasan, dan kontrol yang lebih baik.
2. Implementasi dari adanya penggunaan teknologi 5G di Indonesia terutama di IKN Nusantara bisa diterapkan dalam dua skenario yang terdiri dari kendali jarak jauh penampungan air dan kendali jarak jauh smart water management.
3. Penerapan teknologi 5G di IKN Nusantara berpotensi meningkatkan efisiensi penyediaan air bersih dengan pembangunan infrastruktur, mendukung keberlanjutan lingkungan, dan mencapai SDGs 2030.

Saran

Saran yang dapat diberikan oleh penulis antara lain :

1. Pemerintah Indonesia menekankan pentingnya perkembangan teknologi dalam memajukan sektor infrastruktur di bidang penyediaan air bersih di seluruh kawasan Indonesia, terutama seiring dengan berkembangnya IKN Nusantara.
2. Perlu adanya regulasi yang jelas serta urgensi dalam penerapan Smart Water Management agar semua kawasan di Indonesia bisa menerapkan sistem ini.
3. Adanya kontribusi dalam upaya meningkatkan perangkat dan ekosistem yang mendukung penerapan teknologi 5G pada sistem penyediaan air bersih yang layak dan berkualitas dalam pembangunan IKN Nusantara yang berkelanjutan.
4. Adanya dukungan dari masyarakat dalam rangka pemanfaatan teknologi 5G untuk mendukung pengembangan penyediaan air pada IKN Nusantara.

DAFTAR PUSTAKA

- Asian Development Bank. (2020, June). Using Artificial Intelligence for Smart Water Management Systems. Asian Development Bank. <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/614891/artificial-intelligence-smart-water-management-systems.pdf>
- Asian Development Bank. (2023). What Is Smart Water Management? <https://development.asia/explainer/what-smart-water-management>
- Bima Sakti Alterra. (2023). Smart Water Grid Management. <https://www.youtube.com/watch?v=zKDDT8gXPt0disrupt-X>.
- XPt0disrupt-X. (2023). Smart Water Pressure Monitoring. <https://disrupt-x.io/ignite-shield/water-monitoring/smart-water-pressure-monitoring/#remote-ue-item-1>
- Douaioui, K., Fri, M., Mabrouki, C., & Semma, E. A. (2018). Smart port: Design and perspectives. Proceedings - GOL 2018: 4th IEEE International Conference on Logistics Operations Management, August 2020, 1-6. <https://doi.org/10.1109/GOL.2018.8378099>
- Google Earth. (2024). Google Earth. <https://earth.google.com/web/@-0.90918269,116.84123277,14.5916805a,1986.08051604d,35y,0h,0t,0r/data=OgMKATA>
- Hankuk Consultant. (2017). SWM Case Study Pre-FS for Denpasar City. <https://events.development.asia/system/files/materials/2017/05/201705-smart-water-management-denpasar-city-indonesia.pdf>
- IKN Nusantara. (2022). Bendungan Sepaku di Ibu Kota Baru Ditarget Rampung Desember 2023. CNN Indonesia. <https://www.ikn.go.id/bendungan-sepaku-di-ibu-kota-baru-ditarget-rampung-desember-2023>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2020). Menteri Basuki : Indonesia Harus Terapkan Smart Water Management. <https://pu.go.id/berita/menteri-basuki-indonesia-harus-terapkan-smart-water-management>
- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. (2015). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 27/PRT/M/2015 Tentang Bendungan. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. <https://jdih.pu.go.id/internal/assets/plugins/pdfjs/web/viewer.html?file=https://jdih.pu.go.id/internal/assets/assets/produk/PermenPUPR/2015/05/PermenPUPR27-2015.pdf>
- PDAM PINTAR. (2023). IoT untuk PDAM: Solusi Cerdas untuk Menjamin Ketersediaan Air Bersih. <https://pdampintar.id/blog/lainnya/iot-untuk-pdam-solusi-cerdas-untuk-menjamin-ketersediaan-air-bersih/>
- Smart Water Magazine. (2024). What is Smart Water Metering? <https://smartwatermagazine.com/q-a/what-smart-water-metering>
- Subinarto, D. (2021). Teknologi 5G, Kontribusi untuk Lingkungan dan Dampak Kesehatan yang Harus Diperhatikan. MONGABAYIN-DONESIA. <https://www.mongabay.co.id/2021/03/09/teknologi-5g-kontribusi-untuk-lingkungan-dan-dampak-kesehatan-yang-harus-diperhatikan/>
- Tribun Batam. (2021). Teknologi ATB Kantongi Hak Paten, Apa Keunggulannya? [TribunBatam.Id. https://batam.tribunnews.com/2020/02/19/teknologi-atb-kantongi-hak-paten-apa-keunggulannya](https://batam.tribunnews.com/2020/02/19/teknologi-atb-kantongi-hak-paten-apa-keunggulannya)
- WaterAid. (2023). Bersiap Meningkatkan Akses Air Bersih. INDONESIA.GO.ID. [https://indonesia.go.id/kategori/editorial/7544/bersiap-meningkatkan-akses-air-bersih?lang=1#:~:text=Indonesia berada di peringkat 140 dari 193 negara,populasi memiliki akses ke air bersih dan layak](https://indonesia.go.id/kategori/editorial/7544/bersiap-meningkatkan-akses-air-bersih?lang=1#:~:text=Indonesia%20berada%20di%20peringkat%20140%20dari%20193%20negara,populasi%20memiliki%20akses%20ke%20air%20bersih%20dan%20layak)
- Widodo, S., Umar, Z., & Warman, H. (2019). Perencanaan Bendung Irigasi Sungai Pinang Kelurahan Bungus Timur Kecamatan Bungus Teluk Kabung. <https://ejournal.bunghatta.ac.id/index.php/JFTSP/article/view/15398>
- World Health Organization. (2020). World Health Organization. WHO. <https://www.who.int/>