

Evaluasi Perangkat Pengukuran Baku Mutu Air Rumah Tangga Berbasis Iot Untuk Menunjang Implementasi Smart City

Ananda Viga Lestari
Fakultas Teknik Telekomunikasi dan
Elektro
Telkom University Kampus
Purwokerto
Purwokerto, Indonesia
anandavigalestari@student.telkomunive
rsity.ac.id

Mas Aly Afandi
Fakultas Teknik Telekomunikasi dan
Elektro
Telkom University Kampus
Purwokerto
Purwokerto, Indonesia
alyafandi@telkomuniversity.ac.id

Indah Permatasari
Fakultas Teknik Telekomunikasi dan
Elektro
Telkom University Kampus
Purwokerto
Purwokerto, Indonesia
indahpermata@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Sebuah kota dapat disebut 'pintar' ketika investasi dalam modal manusia, sosial dan infrastruktur komunikasi tradisional dan modern mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan dan kualitas hidup yang tinggi, dengan pengelolaan sumber daya alam yang bijaksana melalui tata kelola partisipatif. Salah satu parameter yang berdampak untuk peningkatan kualitas hidup masyarakat adalah kualitas air. Air memiliki standar baku mutu yang ditetapkan oleh PERMENKES no. 32 Tahun 2017. Meskipun jumlah air di bumi selalu tetap, namun kualitas air mengalami perubahan seiring dengan pertumbuhan jumlah populasi manusia dan aktivitas yang mengiringinya. Dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat membawa kita ke era yang lebih maju. Pada skripsi ini dirancang alat untuk memudahkan masyarakat dalam memonitoring kualitas air bersih menggunakan sensor *turbidity*, sensor suhu, sensor TDS dan ESP32 sebagai pengendali utamanya. Sensor *turbidity* sebagai pendeteksi tingkat kekeruhan pada air, sensor suhu sebagai pengukur suhu, sensor *total dissolved solids* sebagai pendeteksi partikel zat padat yang terlarut pada air ataupun cairan.

Kata kunci— ESP32; *total dissolved solids*; sensor TDS; sensor *turbidity*, sensor suhu

I. PENDAHULUAN

Salah satu komponen pada konsep *smart city* yaitu *smart environment* yang berfokus pada pengelolaan lingkungan yang berbasis Ilmu Teknologi, pengelolaan sumber daya alam berbasis teknologi, dan pengembangan sumber energi terbarukan [1]. Sebuah kota dapat disebut 'pintar' ketika investasi dalam modal manusia, sosial dan infrastruktur komunikasi tradisional dan modern mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan dan kualitas hidup yang tinggi, dengan pengelolaan sumber daya alam yang bijaksana melalui tata kelola partisipatif [2]. Salah satu parameter yang berdampak untuk peningkatan kualitas hidup

masyarakat adalah kualitas air. Meskipun jumlah air di bumi selalu tetap, namun kualitas air mengalami perubahan seiring dengan pertumbuhan jumlah populasi manusia dan aktivitas yang mengiringinya [3]. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Untuk Keperluan Kesehatan Air Lingkungan Dalam Higiene Sanitasi. Peraturan ini menetapkan bahwa parameter kualitas air harus memenuhi baku mutu fisik, kimia, dan biologi tertentu yang terdiri dari parameter wajib dan parameter tambahan. Sesuai dengan peraturan ini, air terkait higiene-sanitasi didefinisikan sebagai air yang digunakan untuk menjaga kebersihan diri seperti mandi, menggosok gigi, mencuci tangan, membersihkan peralatan makan, dan mencuci pakaian [4].

Kegiatan pembuangan limbah cair di tempat terbuka dapat mengkontaminasi air tanah dan permukaan sehingga terjadi penurunan kualitas air. Akibat terkontaminasinya air tanah maka kualitas air tidak sesuai dengan standar baku mutu. Menurut *world health organization* (WHO), sekitar 2 miliar orang mengonsumsi air yang telah tercemar tinja. Beberapa penyakit yang dapat ditimbulkan akibat mengonsumsi air dengan kualitas buruk di antaranya adalah diare, disentri, kolera, dan lain-lain [5].

Akibat penurunan kualitas air tanah, menyebabkan banyak masyarakat yang beralih menggunakan air PDAM untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Meskipun demikian perusahaan daerah air minum (PDAM) belum mampu melayani kebutuhan air bersih untuk seluruh masyarakat, masih banyak dijumpai fakta di lapangan bahwa kadar air yang disalurkan PDAM mengalami pencemaran baik bersifat kimiawi, bakteriologis maupun fisiologis [6]. Air akan dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi, sehingga memberikan warna atau rupa yang berlumpur dan kotor [7].

Kepala Balai Konservasi Air Tanah Kementerian ESDM mengatakan, secara umum kualitas air tanah di CAT

Jakarta dalam kondisi tidak baik. Di bawah baku mutu yang disyaratkan. Jika dilihat sebarannya, di wilayah utara, barat dan timur Jakarta mengandung NaCl (garam). Kualitas air tanah yang buruk ini belum menjadi perhatian masyarakat dan pemerintah setempat [8].

Berdasarkan pada permasalahan yang ada dan pentingnya parameter-parameter pada kualitas air bersih, maka akan dilakukan pengembangan alat ukur kualitas air dengan parameter kualitas air berupa tingkat kekeruhan, suhu dan *total dissolved solid* (TDS). Dengan adanya pengukuran parameter tersebut diharapkan dapat memudahkan masyarakat mengetahui secara langsung kondisi air yang digunakan.

II. KAJIAN TEORI

A. Smart City

Smart city bukanlah sebuah benda atau teknologi, melainkan sebuah proses yang menggabungkan berbagai elemen menjadi satu dengan cara yang kreatif. Tujuan dari pembangunan *smart city* yaitu peningkatan kualitas hidup melalui peningkatan pelayanan yang lebih efisien, yang mana didalamnya akan ada interaksi atau keterlibatan secara aktif aktor pemerintah dengan masyarakat, baik dalam hal pemantauan maupun penyampaian aspirasi terkait penyelenggaraan kebutuhan atau sarana prasarana (infrastruktur) sesuai kebutuhan publik [16].

B. Internet of Things

Internet of things atau yang dikenal dengan IoT terdiri dari dua kata yaitu "internet" dan "things". Internet memiliki arti jaringan di seluruh dunia dari sistem komputer yang saling terkait menggunakan standar protokol internet (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) yang dapat menghubungkan jutaan orang diseluruh dunia. Tiap orang dengan implant kardiak, hewan ternak dengan biochip atau peralatan yang dilengkapi sensor dikenal sebagai "things" pada IoT. Pada IoT, "things" dapat berupa RFID (*Radio Frequency Identification*), sensor, *actuator*, *handphone* atau hal sejenisnya yang dapat membentuk suatu skema sehingga dapat berinteraksi satu dengan yang lainnya untuk mencapai suatu tujuan tertentu [18].

C. PERMENKES No. 32 Tahun 2017

Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan parameter yang harus diperiksa secara berkala sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan, sedangkan parameter tambahan hanya diwajibkan untuk diperiksa jika kondisi geohidrologi mengindikasikan adanya potensi pencemaran berkaitan dengan parameter tambahan. Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum [4].

D. ESP32

ESP32 adalah salah satu mikrokontroler yang dikembangkan oleh *Espressif Systems*, dan merupakan penerus dari ESP8266, dikenal dengan kemampuannya dalam menghubungkan perangkat ke jaringan Wi-Fi dan Bluetooth. ESP 32 sangat populer terutama dalam pengembangan sistem Internet of Things (IoT). CPU: Dual-core atau single-core Tensilica Xtensa LX6 (tergantung varian), Kecepatan Clock: Hingga 240 MHz, Floating Point Unit (FPU): Mendukung operasi floating point SRAM: 520 KB. ESP32 dilengkapi dengan 2 channel DAC yang dapat mengubah sinyal digital menjadi sinyal analog. Keuntungan dari ESP 32 yaitu bentuknya yang kecil dan harganya yang relatif murah daripada modul WiFi lainnya [30].

E. Sensor Total Dissolved Solid (TDS)

Sensor TDS merupakan sensor pendeteksi partikel zat padat yang terlarut pada air ataupun cairan, partikel zat padat itu adalah senyawa organik dan non-organik. Semakin tinggi nilai dari TDS maka air tersebut semakin keruh, jika nilai TDS semakin rendah maka air tersebut semakin jernih [31]. Muatan yang terdapat pada TDS yang dikatakan berbahaya adalah pestisida dimana ia bisa muncul dari aliran suatu permukaan. Air yang ada pasti mengandung partikel yang terlarut dimana tidak dapat dilihat secara kasat mata oleh mata manusia.

F. Sensor Suhu (DS18B20)

Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor yang berfungsi sebagai pengubah besaran suhu menjadi besaran tegangan listrik. Penggunaan sensor suhu DS18B20 merupakan sensor untuk memonitor suhu suatu kondisi mesin atau peralatan yang suhunya dapat berubah-ubah [36]. Karakteristik sensor suhu DS18B20 adalah sensor dapat dikalibrasi langsung ke derajat Celcius, skala linier +10 mV / °C, dengan ketelitian 0,5 °C dengan suhu (25 °C) atau suhu kamar, rentang suhu dari -55-150 °C .

G. Modul ADC ADS1115

Modul ADC ADS1115 adalah modul yang berfungsi sebagai *Analog Digital Converter* (ADC) dengan komunikasi I2C yang beresolusi hingga 16-bit dan memiliki 4 channel. Modul ini dapat diatur besar nilai penguatannya dengan tujuan untuk memperoleh hasil pembacaan data dengan resolusi terbaik.

H. Android

Android adalah sistem operasi berbasis kernel Linux yang dirancang terutama untuk perangkat mobile, seperti smartphone dan tablet. Dikembangkan oleh Android Inc. yang kemudian diakuisisi oleh Google pada tahun 2005. Sistem operasi Android tersebut secara resmi dirilis pada tahun 2007, bersamaan dengan didirikannya sebuah Perusahaan *Open Handset Alliance*, konsorsium dari beberapa perusahaan-perusahaan perangkat keras, perangkat lunak, serta telekomunikasi yang memiliki tujuan untuk memajukan standar terbuka dari perangkat seluler. Android

terus berkembang dengan nama-nama kode berdasarkan makanan penutup (*cupcake, donut, pie*) sebelum berganti ke sistem numerik seperti Android 10, 11 [40].

I. Android Studio

Android studio adalah *Integrated Development Environment* (IDE) resmi untuk pengembangan aplikasi Android, yang diumumkan ada tanggal 16 Mei 2013 di konferensi Google I/O. IDE ini di kembangkan berdasarkan platform IntelliJ IDEA dari *JetBrains* dan menggantikan *Eclipse* sebagai IDE utama untuk pengembangan aplikasi Android [41]. Android studio menyediakan berbagai alat dan fitur yang dirancang untuk meningkatkan produktivitas pengembang dalam membangun aplikasi untuk perangkat Android.

J. Google Firebase

Firebase merupakan penyedia layanan *realtime database* dan *back-end* sebagai layanan. *Realtime database* adalah salah satu fasilitas yang menyimpan data ke *database* dan mengambil data. *Firebase* membuat sejumlah produk untuk pengembangan aplikasi *mobile* ataupun *web*, yang memungkinkan pengembang membuat API untuk disinkronisasikan dengan *client* yang berbeda-beda dan disimpan pada *cloud*-nya. *Firebase* memiliki banyak *library* yang memungkinkan untuk mengintegrasikan layanan ini dengan *android, iOS, javascript, java* dan *objective-c*. *Firebase* memiliki beberapa fitur yaitu *authentication, database, storage, hosting*, pemberitahuan dan lain-lain [42].

J. Arduino IDE

Arduino IDE (*integrated development environment*) adalah *software* yang digunakan untuk memprogram di arduino, dengan kata lain Arduino IDE sebagai media untuk memprogram *board* arduino. Arduino IDE bisa di *download* secara gratis di *website* resmi Arduino IDE. Kode program yang digunakan pada arduino disebut dengan istilah arduino "*sketch*" atau disebut juga *source code* arduino, dengan ekstensi *file source code .ino* [44].

K. Akurasi dan Presisi

Akurasi secara umum didefinisikan sebagai ketepatan yang berhubungan dengan kedekatan antara rata-rata satu atau lebih hasil ukuran dengan nilai *reference* atau lebih mudahnya akurasi adalah tingkat kedekatan pengukuran terhadap nilai yang sesungguhnya. Sedangkan presisi adalah derajat kedekatan hasil ukur pada pengulangan pengukuran variabel yang sama dalam kondisi yang tidak berubah atau tidak jauh berbeda. Presisi baik jika hasil pengukuran pertama, kedua, dan seterusnya hampir sama atau berdekatan [45].

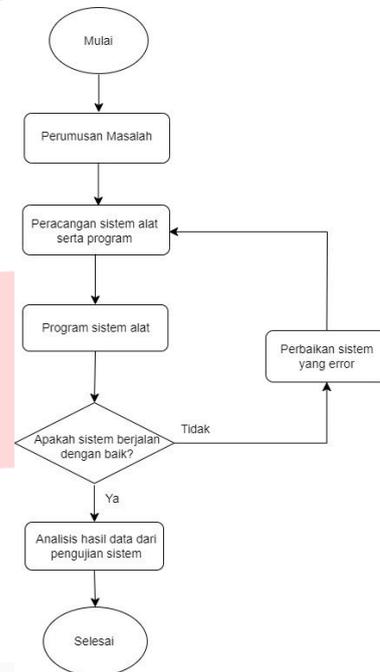
$$Akurasi = 100\% - \%Error$$

$$\%Error = \left| \frac{Nilai Sesungguhnya - Nilai Terukur}{Nilai Sesungguhnya} \right| \times 100$$

III. METODE

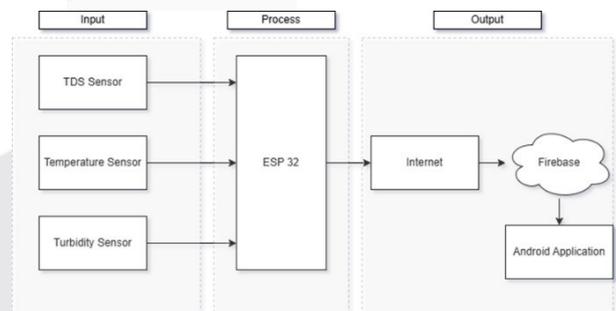
A. Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, tujuan adanya alur penelitian ini untuk menyelesaikan masalah yang ada secara terstruktur. Berikut *flowchart* untuk alur penelitian.

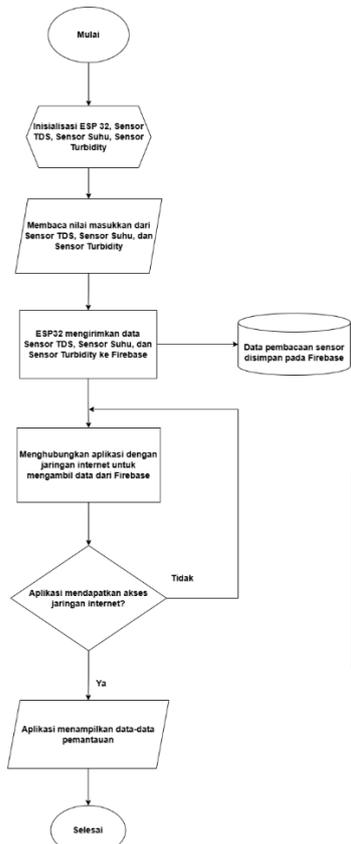


B. Perancangan Sistem

Perancangan alat pengevaluasi perangkat pengukuran baku mutu air rumah tangga berbasis IoT untuk menunjang implementasi *smart city* terdiri dari tiga bagian yaitu *input, process* dan *output*. Diagram blok sistem pada perancangan sistem.



Flowchart dari sistem penelitian yaitu dengan memulai, membuat inisialisasi variabel, untuk membaca nilai masukkan dari sensor-sensor yang digunakan pada penelitian



C. Persamaan

Akurasi secara umum didefinisikan sebagai ketepatan yang berhubungan dengan kedekatan antara rata-rata satu atau lebih hasil ukuran dengan nilai *reference* atau lebih mudahnya akurasi adalah tingkat kedekatan pengukuran terhadap nilai yang sesungguhnya. Sedangkan presisi adalah derajat kedekatan hasil ukur pada pengulangan pengukuran variabel yang sama dalam kondisi yang tidak berubah atau tidak jauh berbeda.

$$Akurasi = 100\% - \%Error$$

$$\%Error = \left| \frac{Nilai Sesungguhnya - Nilai Terukur}{Nilai Sesungguhnya} \right| \times 100 \quad (1)$$

Bias (*error*) adalah perbedaan antara nilai referensi dengan rata-rata pengamatan pengukuran pada karakteristik dan part yang sama. Bias yang sangat tinggi kemungkinan disebabkan oleh alat ukur yang perlu dikalibrasi, penggunaan alat ukur, perlengkapan alat ukur atau fixture, kesalahan pemilihan aplikasi dan alat ukur, dan perbedaan metode pengukuran.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian yang dilakukan bertujuan sebagai indikator keberhasilan alat yang sudah dirancang apakah sesuai dengan perancangan yang diinginkan dan *output* sesuai dengan harapan. Pengujian dilakukan pada setiap sensor yang menjadi *input* yaitu sensor TDS, sensor turbidity dan sensor suhu sehingga dapat mengetahui apakah sensor ini bekerja dengan baik atau terjadi *error*. Perancangan sistem dapat berjalan dengan baik ketika semua komponen terintegrasi dan dapat saling terhubung satu dengan yang lain.

A. Pengujian Sensor TDS

Pengujian sensor dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran sensor agar dapat mengetahui akurasi yang dimiliki sensor. Pengukuran ini menggunakan cairan kalibrasi TDS dimana cairan ini sudah memiliki nilai TDS tetap dan akan digunakan sebagai acuan dalam proses kalibrasi sensor terkalibrasi 1382 PPM.



GAMBAR 4.1

TABEL 4.1

No. Pengujian	Sampel Uji TDS = 1382 ppm	
	Hasil Uji (ppm)	Error (%)
1	1384	0,14
2	1385	0,21
3	1385	0,21
4	1385	0,21
5	1388	0,4
Rata-rata Error		0,234

Berdasarkan data pengujian sensor TDS pada Tabel 4.1 pengujian sensor TDS didapatkan hasil pengujian dengan persentase rata-rata error 0,234% dari 5 pengujian yang telah dilakukan.

B. Pengujian Sensor Turbidity

Pengujian sensor turbidity bertujuan untuk membandingkan hasil pengukuran sensor agar dapat mengetahui seberapa akurat sensor turbidity. Pengukuran ini menggunakan cairan kalibrasi turbidity dimana cairan ini sudah memiliki nilai turbidity tetap dengan kadar 25 NTU.



GAMBAR 4.2

TABEL 4.2

Berdasarkan data pengujian sensor turbidity pada Tabel 4.2 pengujian sensor turbidity didapatkan hasil pengujian dengan persentase rata-rata *error* 0,082% dari 5 pengujian yang telah dilakukan.

C. Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu dilakukan untuk memastikan hasil pengukuran dari sensor suhu sudah akurat. Pengujian sensor suhu dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran suhu dengan alat ukur digital (*thermometer*).



GAMBAR 4.3

TABEL 4.3

No. Pengujian	Termometer Deg C	Hasil Uji Deg C	Error %
1	29,90	30,00	0,33
2	29,80	29,80	0
3	30,70	30,70	0
4	30,76	30,80	0,12
5	30,80	30,80	0
Rata-rata <i>Error</i>			0,09

Berdasarkan data pengujian sensor suhu pada Tabel 4.3 pengujian sensor suhu dan perbandingan dengan alat *thermometer* digital didapatkan hasil pengujian dengan persentase rata-rata *error* 0,09% dari 5 pengujian yang telah dilakukan.

D. Aplikasi Android

Aplikasi Android direalisasikan menggunakan *software* Android Studio. Aplikasi "*Aquasense*" dibuat untuk media akses yang mempermudah Masyarakat untuk melihat data-data hasil pembacaan sensor untuk mengetahui apakah air PDAM yang dipakai sudah masuk ke dalam standar PERMENKES No. 32 tentang baku mutu air. Sistem mikrokontroler membaca data-data sensor lalu mengirimkan ke *firebase* lalu disimpan di *firebase* dan ditampilkan pada aplikasi Android Studio. Gambar 4.4 dapat ditampilkan tampilan dari *splash activity*.



GAMBAR 4.4

Selanjutnya aplikasi akan menuju pada *main screen* seperti terlihat pada Gambar 4.5



GAMBAR 4.5

Gambar 4.5 menampilkan *main screen* atau layar utama yang biasanya menjadi pusat aktivitas pengguna setelah aplikasi dibuka. Konten utama yang ditawarkan aplikasi terdapat di *main screen* yang merupakan halaman yang dapat menampilkan data-data pembacaan sensor.

E. Pengujian Sistem Keseluruhan

Dalam pengujian 10 sample air PDAM bertujuan untuk menganalisa apakah 10 sample air PDAM tersebut masih masuk dalam parameter PERMENKES No.32 tentang baku mutu air.



GAMBAR 4.6

- [2] hmad, A. (2018). Pengembangan Internet Of Things pada Smart City. *Jurnal Sistem Cerdas*, 1(1), 41-49.
- [3] Rohmawati, Y. dan Kustoimoj, K.

TABEL 4.6

No. Pengujian	Hasil Uji					
	Suhu Deg C	Hasil	TDS (ppm)	Hasil	Turbidity (NTU)	Hasil
1	29,12	Baik	974,48	Baik	19,49	Baik
2	29,14	Baik	980,76	Baik	19,86	Baik
3	29,17	Baik	975,81	Baik	21,19	Baik
4	29,15	Baik	980,70	Baik	19,45	Baik
5	29,15	Baik	975,31	Baik	21,10	Baik
6	29,13	Baik	974,45	Baik	19,19	Baik
7	29,14	Baik	981,99	Baik	20,27	Baik
8	29,29	Baik	980,70	Baik	20,17	Baik
9	29,15	Baik	976,45	Baik	20,13	Baik
10	29,31	Baik	975,41	Baik	19,59	Baik

Berdasarkan parameter fisik dalam standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air untuk keperluan hygiene sanitasi kada maksimum untuk kekeruhan atau turbidity yaitu 25 NTU, kadar maksimum untuk *total dissolved solids* atau TDS yaitu 1000 (ppm) dan kadar maksimum untuk suhu yaitu suhu udara ± 3 Deg C. Pada data Tabel 5. hasil pengujian sample 1 sampai dengan 10 terlihat bahwa tiga parameter seperti Suhu, TDS dan turbidity masih dalam batas kadar maksimum PERMENKES No. 32.

V. KESIMPULAN

Untuk memastikan bahwa air yang digunakan dalam rumah tangga sesuai dengan parameter baku mutu berdasarkan PERMENKES No. 32 Tahun 2017, perlu dilakukan pemantauan kualitas air secara berkala parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi. Hasil yang ditampilkan berisi data-data peimantauan dari peimbacaan seinsoir, seipeirti nilai TDS deingan satuan ppm, nilai suhu deingan satuan deirajat ceilcius, dan nilai turbidity deingan satuan NTU. Data-data pembacaan sensor juga dapat terlihat pada aplikasi Android untuk memudahkan masyarakat memantau air PDAM yang mereka pakai untuk kebutuhan sehari-hari.

VI. REFERENSI

- [1] Febrianto, R., Jayadi, A., Rahmanto, Y., & Styawati, S. (2022). Perancangan Smart Trash Menuju Smart City Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, 3(1), 25-34.
- (2020) "Analisis Kualitas Air pada Reservoir PDAM Kota Semarang Menggunakan Uji Parameter Fisika, Kimia, dan Mikrobiologi, serta Dikombinasikan dengan Analisis

- Kemometri,” *Walisongo Journal of Chemistry*, 3(2), hal. 100–107.
- [4] Peraturan Menteri Kesehatan Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua Dan Pemandian Umum. Jakarta.
- [5] World Health Organization. (2022, March 21). Drinking water. Who.int. World Health Organization: WHO. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/drinking-water>
- [6] Kautsar, Muhammad, et al. "Sistem Monitoring Digital Penggunaan Dan Kualitas Kekeuhan Air PDAM Berbasis Mikrokontroler ATMega328 Menggunakan Sensor Aliran Air Dan Sensor Fotodiode." *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 3, no. 1, 30 Jan. 2015, pp. 79-86.
- [7] Widiyari, C., & Zulkarnain, L. A. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM Berbasis IoT. *Jurnal Komputer Terapan*, 7(2), 153-162.
- [8] Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan Badan Geologi. *Harian Kompas*, 7 Januari 2016. Diterima dari <https://nationalgeographic.co.id/berita/2016/01/kualitas-air-tanah-jakarta-sudah-kritis>
- [9] Rikanto, T., & Witanti, A. (2021). Sistem Monitoring Kualitas Kekeuhan Air Berbasis Internet Of Thing. *Jurnal Fasilkom*, 11(2), 87-90.
- [10] Yasa, K. D., Janardana, I. N., & Budiastira, I. N. (2020). Rancang Bangun Sistem Monitoring Nilai Ph Dan Kadar Kekeuhan Air Pada Kolam Ternak Kodok Lembu Berbasis IoT. *Spectrum*.
- [11] Hendrawati, T. D., Maulana, N., & Al Tahtawi, A. R. (2019). Sistem pemantauan kualitas air sungai di kawasan industri berbasis WSN dan IoT. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 4(2), 283-292.
- [12] Wiraguna, I. P. A. A., Setiawan, I. N., & Amrita, A. A. N. (2022). Implementasi Sistem Pemantauan Kualitas Air Dengan Iot Di Plant Factory Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Udayana. *Jurnal Spektrum Vol*, 9(2).
- [13] Dewantoro, W., & Ulum, M. B. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Hias Air Tawar Berbasis Iot (Internet of Things). *Jurnal Komputasi*, 9(2).
- [14] Akbar, S. A., Kalbuadi, D. B., & Yudhana, A. (2019). Online Monitoring Kualitas Air Waduk Berbasis Thingspeak. Yogyakarta: Program Studi Teknik Elektro, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta Kampus IV, Jl. Ringroad Selatan, Kragilan, Tamanan, Banguntapan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55191.
- [15] Koromari, B. I., & David, F. (2023). Perancangan Dan Implementasi Sistem Pakan Otomatis Dan Monitoring Tds Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis Iot. *IT-Explore: Jurnal Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 2(2), 154-164.
- [16] ahyudi, A. A., Widowati, Y. R., & Nugroho, A. A. (2022). Strategi Implementasi Smart City Kota Bandung. *Jurnal Good Governance*.
- [17] Dewi, M. A. A., Hidayanto, A. N., Purwandari, B., Kosandi, M., & Budi, N. F. A. (2018). Smart city readiness model based on technology-organization-environment (TOE) framework and its effect on adoption decision. *Twenty-Second Pacific Asia Conference on Information Systems*, Japan.
- [18] Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A Survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805.
- [19] Mondal, D. (2019). *The Internet of Thing (IOT) and Industrial Automation: a Future Perspective Particle Swarm Optimization Matlab Code View project Power System and PID Controller Parameters via SCA Algorithm View Project the Internet of Thing (IOT) and Industrial Automatio. World Journal of Modelling and Simulation*, 15(2), 140–149.
- [20] Alladi, T., Chamola, V., Parizi, R., & Choi, K. (2019). Blockchain Applications for Industry 4.0 and Industrial IoT: A Review. *IEEE Access*, 7, 176935–176951.
- [21] Ray, P. P. (2018). A survey on Internet of Things architectures. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 30(3), 291–319.
- [22] Yang, C., Shen, W., & Wang, X. (2016). Applications of Internet of Things in Manufacturing. *Proceedings of the 2016 IEEE 20th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, CSCWD 2016*, 670–675.
- [23] Jia, X., Feng, Q., Fan, T., & Lei, Q. (2012). RFID Technology and Its Applications in Internet of Things (IoT). 1282–1285.
- [24] Sugiharto, S., Jati, A. N., & Ruriawan, M. F. (2019). Implementasi Sistem Docking Untuk Smartphone Sebagai Perangkat Pendukung Sistem Keamanan Ruang Berbasis Iot. *eProceedings of Engineering*, 6(2).
- [25] Rayes, A., & Salam, S. (2019). Internet of Things From Hype to Reality. In *Internet of Things From Hype to Reality*. Springer International Publishing.
- [26] Stergiou, C., Psannis, K. E., Kim, B. G., & Gupta, B. (2018). Secure Integration of IoT and Cloud Computing. *Future Generation Computer Systems*, 78, 964–975.
- [27] Badan Standardisasi Nasional. 2005. Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 06-6989 tentang “Air dan Air Limbah Bagian 25 : Cara Uji Kekeuhan dengan Nefelometer”
- [28] Kurikulum Ps Ikm Study Guide. 2017. Analisis Kualitas Lingkungan. Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana.
- [29] Djana, M. (2023). Analisis Kualitas Air Dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Di Kecamatan

- Natar Hajimena Lampung Selatan. *Jurnal Redoks*, 8(1), 81-87.
- [30] Jannah, A., & Tanjung, M. A. P. (2024). IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING KOS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR PIR MOTION HUMAN DETECTION. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(6), 11880-11887.
- [31] A. D. Pangestu, F. Ardianto, and B. Alfaresi, "Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266," *J. Ampere*, vol. 4, no. 1, p. 187, 2019, doi: 10.31851/ampere.v4i1.2745
- [32] Fasya, Z., Ramadhan, G., & Taufiq, T. (2023). Monitoring Kualitas Air Pertanian dengan Konsep Internet of Things. *Jurnal Sains dan Teknologi* 4.0, 1(1), 61-66.
- [33] Chuzaini, F., & Dzulkifli, D. (2022). IoT Monitoring Kualitas Air dengan Menggunakan Sensor Suhu, pH, dan Total Dissolved Solids (TDS). *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, 11(3), 46-56.
- [34] Hamrul, H., & Mansyur, M. F. (2021). Prototype Sistem Monitoring Kekeruhan Sumber Mata Air Berbasis Internet of Things. *Journal of Applied Computer Science and Technology*, 2(2), 66-72.
- [35] Rahman, A., & Salim, A. N. (2022). Sistem Kendali pH dan Kekeruhan Air pada Aquascape menggunakan Wemos D1 Mini Esp8266 berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 8(1), 22-30.
- [36] Huda, M. B. R., & Kurniawan, W. D. (2022). Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor DS18B20 Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Rekayasa Me s i n* , 7(02), 18-23.
- [37] Akbar, A. (2017). Pengontrol Suhu Air Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Arduino Uno. Pengontrol Suhu Air Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Arduino Uno, 4-16
- [38] Yusuf, M. (2022). Perancangan Rangkaian Catu Daya Ganda 60 Volt Dc Sebagai Sumber Daya Amplifier Audio Mobil Sistem Output Capacitor Less (Doctoral dissertation, Fakultas Sain dan Teknologi).
- [39] Mendrofa, A. K., Naiborhu, A. A., & Amelia, A. (2023). Rancang Bangun Sistem Keamanan Pada Sepeda Motor Menggunakan Fingerprint Berbasis Internet Of Things (IoT). *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP)*, 4(1), 522-532.
- [40] Alfarisi, S. (2019). Aplikasi Media Pengenalan Jenis Kamera dan Lensa Berbasis Android. *Jurnal Sisfotek Global*, 9(1).
- [41] Developers (2024). Mengenal Android Studio di terima dari <https://developer.android.com/studio/intro?hl=id>
- [42] Sonita, A., & Fardianitama, R. F. (2018). Aplikasi E-Order Menggunakan Firebase dan Algoritme Knuth Morris Pratt Berbasis Android. *Pseudocode*, 5(2), 38-45.
- [43] Andrean, K., Armanto, H., & Pickerling, P. (2020). Sistem Tempat Parkir Terintegrasi yang Dilengkapi dengan Aplikasi Mobile dan Mikrokontroler. *Journal of Information System, Graphics, Hospitality and Technology*, 2(01), 22-29.
- [44] Djuandi, F. (2011). Pengenalan arduino. E-boiok. www. tobuku, 24.
- [45] Resmiati, R., & Putra, M. E. (2021). Akurasi dan presisi alat ukur tinggi badan digital untuk penilaian status gizi. *Jurnal Endurance*, 6(3), 616-621.