

# Sistem Monitoring Online Jaringan Sensor Nirkabel: Survei Kualitas Air dan Udara di Daerah Karawang

Joni Welman Simatupang<sup>1\*</sup>, Siti Hamidah<sup>2</sup>, Bonifasius Raditya<sup>3</sup>, Fauzi Hadinegara<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, President University, Cikarang – 17530,  
Jawa Barat, Indonesia

\*Koresponden email: joniwsmt@president.ac.id

Diterima: 18 April 2022

Disetujui: 25 April 2022

## Abstract

The existence of industrial development in Karawang regency, can have a very important impact on the surrounding life, namely good or bad impacts. The good impacts include the creation of many jobs, while the bad impacts include pollution of the surrounding environment such as contamination of water and air quality. Therefore, an accurate, reliable, and real-time water and air quality monitoring system is needed. This can be realized by using wireless sensor network technology online. In fact, there was already 1 location (Base Karawang) for air monitoring, while for water monitoring, there were 3 locations: Qua Warungbambu 1, Qua Anggadhit, and Qua Kiarapayung. After the authors conducted research by looking for information related to WSN for monitoring water and air conditions in Karawang, followed by a direct survey, it was found that there was already a real-time and centralized monitoring of water and air quality which could be accessed through the *Sensync* environmental monitoring platform. Monitoring results data in 4 locations show that air still in a good condition and water quality is light polluted, but no harmful effects for human. With easy access to the air and water conditions in Karawang city, which the data is automatically updated every 10 minutes, making the water and air quality will be more easily to know for everyone.

**Keywords:** *online monitoring system, wireless sensor network, water quality, air quality, Karawang*

## Abstrak

Perkembangan industri di Kabupaten Karawang memberikan dampak penting bagi kehidupan sekitar, yang baik atau buruk. Dampak baik seperti terciptanya lapangan kerja, sedangkan dampak buruk seperti pencemarnya lingkungan hidup seperti menurunnya kualitas air dan udara. Oleh sebab itu diperlukan sistem pemantauan kualitas air dan udara yang akurat, reliabel, dan *real-time*. Hal ini bisa terwujud dengan menggunakan teknologi jaringan sensor nirkabel secara *online*. Pada faktanya, sudah ada Stasiun Base Karawang untuk memantau kondisi kualitas udara, sedangkan untuk memantau kualitas air, ada 3 lokasi yakni Stasiun Qua Warungbambu 1, Qua Anggadhit, dan Qua Kiarapayung. Berdasarkan hal tersebut, penelitian bersifat deskriptif-analitik ini untuk memotret kondisi riil yang menggambarkan profil kualitas udara dan air di Kabupaten Karawang. Setelah melakukan survei literatur, penulis melakukan survei lapangan untuk mendapatkan informasi langsung dan terpusat secara *real-time* yang dapat diakses melalui *platform* pemantauan lingkungan *Sensync*. Data pemantauan di 4 lokasi menunjukkan bahwa kualitas udara baik dan kualitas air dalam keadaan cemar ringan, namun tidak berdampak negatif bagi kehidupan manusia. Mudah-mudahan mengakses data kualitas air dan udara di Kota Karawang yang datanya otomatis termutakhirkan setiap 10 menit, hal tersebut menjadikan data kualitas air dan udara semakin mudah diketahui oleh siapapun.

**Kata Kunci:** *sistem pemantauan daring, jaringan sensor nirkabel, kualitas air, kualitas udara, Karawang*

## 1. Pendahuluan

Indonesia menjadi salah satu negara yang kini menjadikan sektor industri sebagai penghasil utama kemajuan perekonomian negara. Perkembangan perindustrian di Indonesia masa sekarang, sudah semakin maju setelah mengalami penurunan pada masa penjajahan Belanda karena adanya sistem kerja paksa (*rodi*) yang sangat merugikan pihak Indonesia. Setelah kemerdekaan dan sebelum terjadinya krisis ekonomi 1997/1998, Indonesia sempat mendapat julukan Macan Asia Tenggara, karena mengalami perkembangan ekonomi signifikan di bidang industri, yang menjadikan Indonesia sebagai negara dengan sektor industri menjanjikan di Asia Tenggara [1]. Dan salah satu wilayah yang menyumbang pendapatan industri Indonesia adalah Kabupaten Karawang, Jawa Barat. Dengan mempunyai luas lahan industri mencapai 13.756.358 hektar dan masih terus berkembang, menjadikan Karawang yang sebelumnya merupakan salah satu daerah dengan luas pertanian terbesar di Daerah Tingkat I Provinsi Jawa Barat, sekarang sebagai salah

satu wilayah perindustrian terluas di Indonesia. Jumlah pabrik yang beroperasi mencapai 1.762 sampai Tahun 2018 menurut data Disnakertrans Karawang [2].

Adanya perkembangan industri di Karawang, memberikan dampak baik dan buruk bagi penduduk di sekitar kawasan industri. Salah satu contoh dari dampak baiknya adalah bertambahnya lapangan pekerjaan bagi penduduk di sekitar kawasan industri, sedangkan dampak buruknya adalah tercemarnya lingkungan hidup sekitar. Tercemarnya lingkungan hidup sekitar seperti menurunnya kualitas air dan kualitas udara perlu mendapat perhatian yang serius oleh pemerintah daerah (Pemda) setempat. Sepanjang Tahun 2019, tercatat beberapa kasus pencemaran lingkungan yang telah terjadi di Karawang. Seperti dilansir dari sumber majalah elektronik *detik.com* pada 31/12/2019, menurut Wawan Setiawan, yang bertindak sebagai Kepala di Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) Karawang, selama Tahun 2019, pihaknya telah menerima 36 laporan kasus pencemaran lingkungan [3]. Oleh karena itu, beberapa usaha telah dilakukan Pemda Karawang untuk memperbaiki kondisi tersebut. Misalnya melalui koordinasi dengan pemerintah pusat untuk pengelolaan lingkungan hidup.

Sebagai suatu usaha perbaikan dan pencegahan dini terhadap kondisi tersebut, salah satu hal yang dapat dilakukan adalah percepatan tindakan dalam mengatasi dampak negatif dari adanya kegiatan perindustrian yang dapat mengakibatkan tercemarnya kualitas air dan udara. Kegiatan percepatan tersebut dapat dilakukan dengan pemantauan kondisi lingkungan menggunakan teknologi *Wireless Sensor Network*, WSN [4, 5]. Teknologi WSN adalah teknologi untuk mendistribusikan data yang dipantau secara terpusat. Teknologi ini dapat mempermudah kegiatan pemantauan kondisi lingkungan di beberapa titik dengan hanya dikontrol dari satu titik terpusat, sehingga dapat mengumpulkan data lebih cepat dan tepat secara rutin. Dengan dipercepatnya proses pemantauan data maka dapat mempercepat pula proses tindak lanjut untuk menangani pencemaran yang terjadi di titik tertentu. Saat ini, terdapat 500 titik pemantauan kualitas udara yang masih manual yang tersebar di seluruh kabupaten/kota di Indonesia. Namun baru ada 26 stasiun pemantauan *real-time* yang masih difokuskan pada daerah terdampak kebakaran lahan dan hutan serta daerah perkotaan yang terpapar pencemaran dari kendaraan bermotor dan industri. Di tahun 2024, ditargetkan menjadi 165 stasiun. Sedangkan untuk data pemantauan kualitas air di Indonesia, sudah ada 560 titik pemantauan manual dan 41 stasiun pemantauan *real-time*. Di tahun 2024, ditargetkan mencapai 822 stasiun (secara total manual dan *real-time*) [6].

Berdasarkan UU No. 32 Pasal 62 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pemerintah pusat dan pemerintah daerah (Pemda) bertanggung jawab dalam penyampaian informasi mengenai status lingkungan hidup kepada masyarakat. Oleh karena itu, pemerintah pusat dan daerah memiliki kewajiban untuk mengembangkan sistem informasi lingkungan hidup dalam mendukung pelaksanaan dan pengembangan kebijakan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup yang juga menjadi bagian dari tujuan pengembangan berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals (SDGs)* [7]. Dalam hal ini, termasuk status kualitas udara dan air. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) sangat terbuka membantu Pemda menyelesaikan persoalan di daerah, dengan kolaborasi pemanfaatan pembangunan infrastruktur pemantauan pemulihan lingkungan hidup secara daring (*online*) dan terintegrasi, sehingga memudahkan Pemda dalam mengambil kebijakan yang baik bagi masyarakat. Infrastruktur yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia ini dapat memantau kualitas air dan udara secara *real-time*.

Media ini dapat berperan sebagai sarana monitoring dan evaluasi (*monev*) karena data yang diintegrasikan cukup banyak dan sebagian data sudah bersifat *real-time*. Selaras dengan hal di atas, DLHK Karawang menggunakan aplikasi *Sensync* teknologi, sebuah *platform* manajemen kualitas lingkungan dan energi yang bersifat sistem terintegrasi online berbasis teknologi sensor. Untuk pengukuran kualitas udara, *Sensync* menggunakan mekanisme SPKU (Sistem Pemantauan Kualitas Udara) atau AQMS (*Air Quality Monitoring System*), sedangkan untuk pengukuran kualitas air menggunakan mekanisme ONLIMO (*Online monitoring* kualitas air sungai secara kontinu dan *real-time*) atau SPARING (sistem pemantauan kualitas air limbah secara terus menerus dan dalam jaringan) [8].

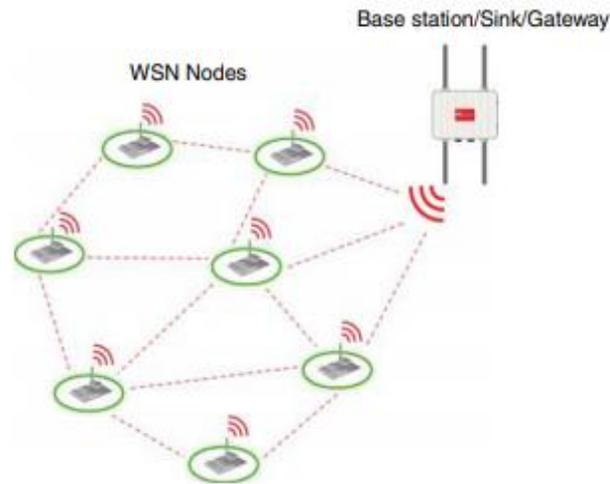
Berdasarkan latar belakang di atas, maka ditetapkan dua rumusan masalah yang akan dibahas: (1) Bagaimana hasil monitoring kualitas udara dan air berbasis WSN di Karawang? (2) Apa saja kendala dan tantangan yang dihadapi saat ini? Dengan demikian maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai salah satu pembelajaran terkait aplikasi WSN di bidang lingkungan hidup dan untuk mengetahui bagaimana kualitas air dan udara di Kabupaten/Kota Karawang.

## 2. Studi Pustaka

### a. Jaringan Sensor Nirkabel (WSN)

Sensor merupakan era abad 21. Aplikasinya sangat luas, meliputi sektor/bidang keamanan [9, 10], medis dan kesehatan [11], tanggap bencana [12], *social platform* [13, 14], energi terbarukan [15, 16], industri manufaktur [17], dan kualitas lingkungan [18, 19] yang bersifat nirkabel dan berbasis IoT (Internet of Things). Jaringan sensor nirkabel (WSN) merupakan salah satu teknologi nirkabel yang digabungkan

dengan teknologi sensor untuk melakukan pemantauan menggunakan sekumpulan node parameter ukur (dalam hal ini adalah suatu kondisi fisik lingkungan), dan mengirimkan data-data tersebut pada node sentral seperti terlihat pada **Gambar 1**. Jaringan sensor nirkabel, WSN sekarang sudah banyak diaplikasikan di berbagai bidang, antara lain di bidang industri, kesehatan, keamanan, lingkungan, dll. WSN sangat bermanfaat untuk berbagai bidang, karena data yang disajikan dapat diakses secara *real-time* dan dapat diakses di manapun *user* terkoneksi dengan internet.



**Gambar 1.** Skema umum WSN (Jaringan sensor nirkabel)  
Sumber: [20]

### ***Sistem Pemantauan Onlimo***

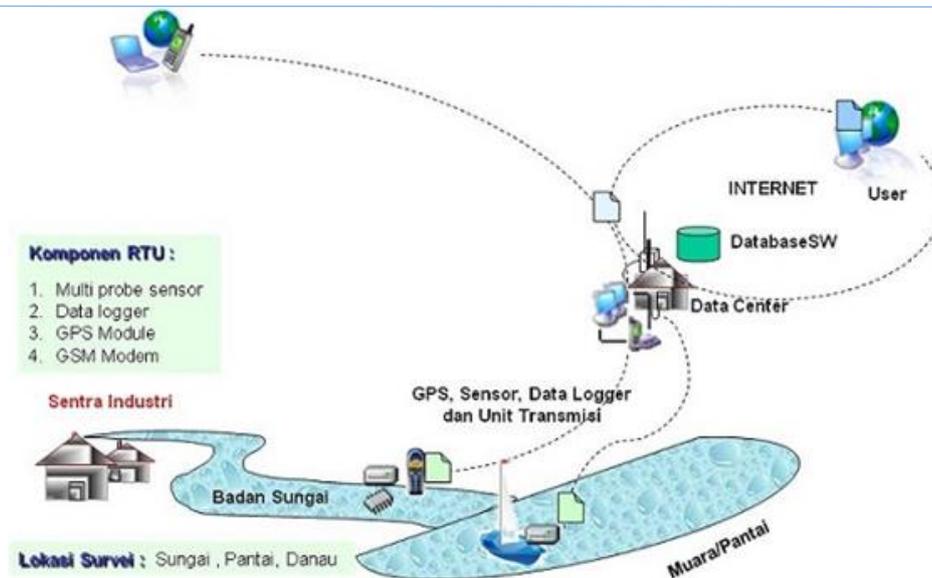
Onlimo (*Online Monitoring*) adalah sistem pemantauan kualitas air yang dikembangkan oleh suatu lembaga pemerintahan non-kementerian Indonesia yang berada di bawah koordinasi Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional Republik Indonesia, yaitu Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, BPPT [21]. Dengan menggunakan unit sensor yang terintegrasi dengan unit *data logger*, unit transmisi data atau media komunikasi data, dan sistem database untuk pengelolaan data pemantauan, Onlimo dapat diterapkan untuk pemantauan kualitas air di sungai, di perairan laut atau untuk memantau air limbah di suatu kawasan industri secara online dan *real-time*. Sistem Onlimo memiliki dua jenis produk, yaitu sistem yang tidak bergerak (*fixed*) dan sistem yang bergerak (*mobile*). Perbedaan antara keduanya adalah pada *fixed Onlimo*, lokasi koordinat stasiun pemantauan tidak berubah dan di dalam sistem database Onlimo dikelola secara manual melalui tabel data stasiun pantau, sedangkan pada sistem *mobile Onlimo* koordinat lokasi pemantauan berubah-ubah sesuai lokasi yang dipantau.

Tetapi baik *Onlimo fixed* maupun *mobile* keduanya sama sama dibangun oleh 2 sistem yang mendukung terlaksananya pemantauan secara online dan *real-time*, yaitu *Sistem Remote Terminal Unit (RTU)/data logger* dan Pusat Data & *Software Monitoring*. Adapun untuk kebutuhan energi listrik atau *power supply*, *fixed onlimo* menggunakan tenaga matahari yang akan mengisi baterai atau aki kering melalui regulator yang ada di dalam *data logger*. *Mobile onlimo* menggunakan baterai yang perlu diisi secara manual menggunakan listrik PLN atau *portable genset* melalui alat *charger* yang telah disediakan sebelum melakukan survei. Sistem skematik pemantauan kualitas air pada Onlimo ditunjukkan pada **Gambar 2**.

### ***SPARING/WQMS***

Sparing diatur langsung dengan menggunakan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI yang menjelaskan tentang kewajiban penanggung jawab usaha dan/atau kegiatan memberikan informasi terkait dengan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup secara benar, akurat dan terbuka. Serta menaati ketentuan baku mutu lingkungan. Bahwa untuk memperoleh informasi yang terkait dengan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup secara benar, akurat, dan terbuka, perlu dilakukan pemantauan kualitas air limbah secara terus menerus & dalam jaringan (Pasal 68 UU No. 32 Tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup).

Dalam PERMEN P.80/MENLHK/SETJEN/KUM.1/10/2019 pasal 2 ayat 1 dan 2 disebutkan bahwa penanggung jawab usaha dan/atau kegiatan dalam melakukan pemantauan kualitas air limbah dan pelaporan pelaksanaan pemantauan kualitas air limbah wajib memasang dan mengoperasikan Sparing.



**Gambar 2.** Skematik sistem pemantauan kualitas air Onlimo  
Sumber: [22]

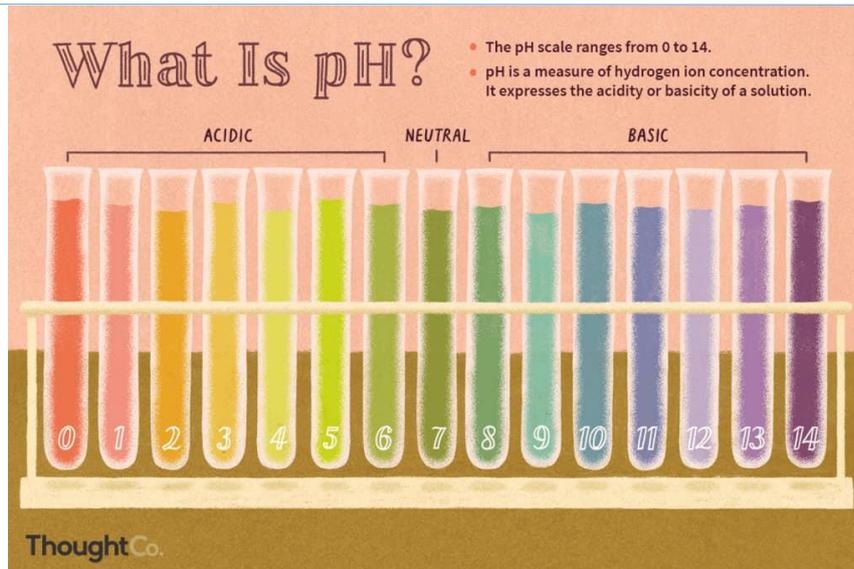
Usaha dan/atau kegiatan yang diwajibkan memasang dan mengoperasikan SPARING/AQMS meliputi: industri rayon, eksplorasi dan produksi minyak dan gas, industri pulp dan/atau kertas, pertambangan emas dan tembaga, industri petrokimia hulu, pertambangan batu bara, industri petrokimia dasar, industri tekstil, Industri minyak sawit, pertambangan nikel, pengelolaan minyak bumi, dan kawasan industri. Mekanisme kerja SPARING berdasarkan PERMEN P.80/MENLHK/SETJEN/KUM.1/10/2019 pasal 3 ayat 2, yaitu:

1. Pengambilan sampel kualitas air limbah dengan menggunakan teknologi *multi-probe sensor* yang dapat dicelupkan secara langsung ke dalam air limbah pada titik pemantauan.
2. Komunikasi data dan teknologi jaringan menggunakan teknologi komunikasi bergerak (*Global System Mobile/GSM*) atau *Internet* sebagai media komunikasi antara pusat data & *Remote Terminal Unit (RTU)* di lokasi pemantauan.
3. Sistem informasi dan teknologi pengelolaan data dengan menggunakan aplikasi berlisensi berbasis *windows* atau *open-source software*.

### b. Derajat Keasaman (pH) Air

Setiap molekul air mengandung satu atom oksigen (O) dan dua atom hidrogen (H<sub>2</sub>) yang memiliki ikatan kovalen sehingga menghasilkan senyawa kimia air (H<sub>2</sub>O). Air memiliki massa molar 18,02 g/mol, titik didih 100°C, dan titik lebur 0°C. Adanya perubahan nilai tingkatan pH, warna, rasa, bau, adanya endapan dan mikroorganisme di tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah yang diakibatkan oleh kegiatan manusia bisa jadi menjadi indikator pencemaran air. Air dianggap tercemar ketika adanya kontaminan antropogenik sehingga tidak dapat mendukung kehidupan manusia (dalam hal minum, air untuk mencuci, dan kakus).

Pengukuran pH (*power of Hydrogen*) merupakan kegiatan pengukuran besaran atau derajat keasaman/kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan, yang menghasilkan karakteristik asam dan basa seperti pada **Tabel 1**. Skala pH terdiri dari angka 1 hingga 14, seperti ditunjukkan pada **Gambar 3 dan 4**. Dalam pengukuran pH, diperlukan suatu alat atau sensor yang dapat mendeteksi suatu besaran, sehingga nilai suatu besaran dapat dinyatakan dalam satuan angka sederhana [23].

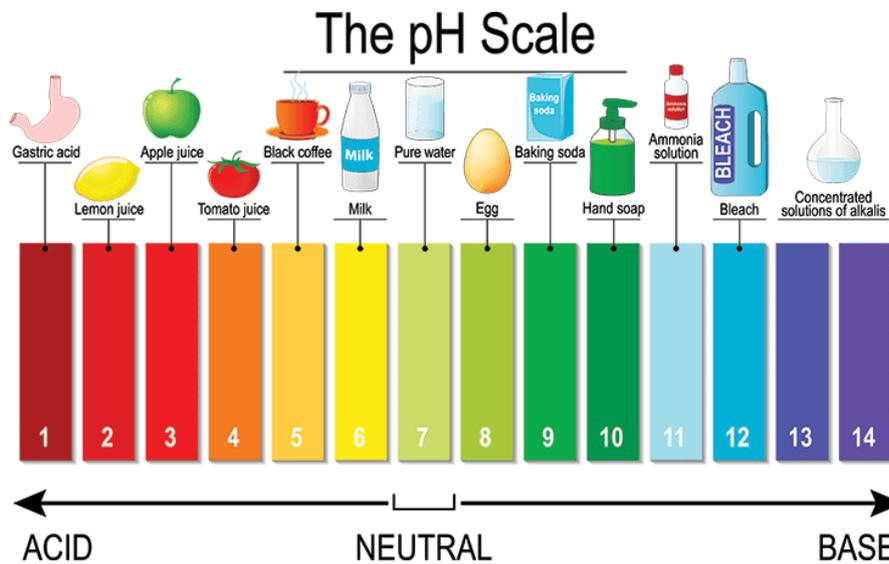


Gambar 3. Pengertian dan istilah “pH”, yaitu singkatan dari “pangkat Hidrogen.”  
Sumber: [23]

Tabel 1. Karakteristik Asam dan Basa

No	Asam	Basa
1.	Bersifat (terasa) asam	Terasa pahit & licin
2.	Bersifat korosif (sebagian besar reaksi dengan logam menghasilkan molekul H <sub>2</sub> )	Bersifat kaustik (senyawa kimia yang merusak kulit seperti soda api)
3.	Bersifat transformatif (mengubah warna zat lain)	Bersifat transformatif (dapat mengubah warna zat lain)
4.	Penghasil ion H <sup>+</sup> dalam air	Penghasil ion OH <sup>-</sup> dalam air

Sumber: [24].



Gambar 4. Contoh-contoh bahan dengan pH yang berbeda  
Sumber: [23]

Standar pH air yang baik untuk digunakan dan dikonsumsi bagi manusia menurut Peraturan Menteri Kesehatan (PERMENKES) adalah seperti tertera pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Standar pH air

Nilai pH	Standar Air
6,5 – 8,5	Air minum
6,5 – 9,0	Air bersih

Sumber: [25]

### C. Masalah Pencemaran Udara

Udara didefinisikan sebagai campuran gas yang memenuhi permukaan bumi. Tiga unsur utamanya adalah aerosol, uap air, dan udara kering. Udara kering mengandung 78% nitrogen, 20,95% oksigen, 0,93% argon, 0,04% karbon dioksida, dan  $\pm 0,08\%$  gas-gas lain yang terdiri dari helium, hidrogen, metana, neon, kripton, ozon, radon, dan xenon [26].

Pencemaran udara disebabkan oleh satu atau lebih substansi biologi, fisik, atau kimia di atmosfer bumi dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, dan mengganggu keindahan dan kenyamanan, bahkan merusak properti. Pencemaran udara dapat ditimbulkan oleh sumber-sumber alami maupun non alami, seperti oleh aktivitas manusia. Secara umum, menurut pengamat bahwa terdapat dua faktor penyebab pencemaran udara, yakni: 1. Faktor internal dan 2. Faktor eksternal. Faktor internal terjadi pencemaran udara yaitu abu yang dihasilkan oleh kondisi alam, seperti abu yang bisa disebabkan oleh letusan gunung vulkanik. Sedangkan faktor eksternal adalah debu hasil pembakaran fosil, debu industri, dan zat kimia yang disemprotkan ke udara bebas.

PM<sub>2,5</sub> dan PM<sub>10</sub> adalah partikel berukuran kecil (sekitar 2.5 mikron dan 10 mikron atau lebih kecil dari itu) yang berada di udara dan berbahaya bagi kesehatan jantung dan pernafasan kita. Menurut WHO (Organisasi Kesehatan Dunia), ambang batas aman paparan PM 2,5 dalam durasi waktu 24 jam adalah 25 mikrogram/m<sup>3</sup>. Sedangkan paparan PM<sub>10</sub> adalah 50 mikrogram/m<sup>3</sup> [27].

Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) adalah indeks kualitas udara yang memberikan informasi tentang kualitas udara dan bagaimana dampaknya terhadap kesehatan jika terhirup/menghirup udara tersebut selama beberapa lama (menit/jam) dalam sehari. *Air Quality Monitoring System* (AQMS) adalah sistem pemantauan kualitas udara ambien secara otomatis, kontinu (24 jam), dan *real-time data*. AQMS dikembangkan oleh kementerian lingkungan hidup dan kehutanan Republik Indonesia di berbagai kota/wilayah di Indonesia. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP 45/MENLH/1997 tentang ISPU, bahwa untuk memberikan kemudahan dari keseragaman informasi kualitas udara ambien kepada masyarakat (sebagai haknya) di lokasi dan waktu tertentu serta sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan upaya-upaya pengendalian pencemaran udara perlu disusun ISPU. Melalui AQMS, masyarakat dapat mengetahui indeks standar pencemar udara (ISPU) di wilayahnya, dalam kondisi baik, sedang, tidak sehat, dan sangat tidak sehat ISPU sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 3** ditetapkan berdasarkan 5 pencemar utama, yaitu Karbon monoksida (CO), Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), Nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), Ozon permukaan (O<sub>3</sub>), dan Partikulat atmosfer/*particulate matter* (PM<sub>10</sub>).

**Tabel 3.** Indeks Standar Pencemar Udara berdasarkan 5 Pencemar Utama

Kategori	Rentang	Carbon Monoksida (CO)	Nitrogen (NO <sub>2</sub> )	Ozon (O <sub>3</sub> )	Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )	Partikulat
Baik	0 - 50	Tidak ada efek	Sedikit berbau	Luka pada beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan SO <sub>2</sub> (selama 4 jam)	Luka pada beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan O <sub>3</sub> (selama 4 jam)	Tidak ada efek
Sedang	51 - 100	Perubahan kimia darah tapi tidak terdeteksi	Berbau	Luka pada beberapa spesies tumbuhan	Luka pada beberapa spesies tumbuhan	Terjadi penurunan pada jarak pandang

Kategori	Rentang	Carbon Monoksida (CO)	Nitrogen (NO <sub>2</sub> )	Ozon (O <sub>3</sub> )	Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )	Partikulat
Tidak Sehat	101 - 199	Peningkatan pada kardiovaskular pada perokok yang sakit jantung	Bau dan kehilangan warna, Peningkatan reaktivitas pembuluh tenggorokan pada penderita asma	Penurunan kemampuan pada atlet yang berlatih keras	Bau, meningkatnya kerusakan tanaman	Jarak pandang turun dan terjadi pengotoran debu dimanamana
Sangat Tidak Sehat	200 - 299	Meningkatnya kardiovaskular pada orang bukan perokok yang berpenyakit jantung, dan akan tampak beberapa kelemahan yang terlihat secara nyata	Meningkatnya sensitivitas pasien yang berpenyakit asma dan bronchitis	Olah raga ringan mengakibatkan pengaruh pernafasan pada pasien yang berpenyakit paru-paru kronis	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpenyakit asma dan bronchitis	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpenyakit asma dan bronchitis
Berbahaya	≥ 300	Tingkat yang berbahaya bagi semua populasi yang terpapar				

Sumber: [28, 29]

### 3. Metode Penelitian

Pengumpulan data dan survei lapangan yang berhubungan dengan perkembangan teknologi berbasis jaringan sensor nirkabel yang berada di beberapa kawasan industri Karawang dilakukan selama 1 bulan, terhitung mulai pertengahan Juni sampai dengan pertengahan Juli 2020. Tiga prosedur yang dijalankan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### a. Studi Literatur

Kegiatan studi literatur yang dilakukan adalah pengumpulan data atau artikel-artikel yang dapat membantu dan terkait dengan pemantauan kualitas air dan udara yang pernah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya.

#### b. Survei Lapangan

Peneliti menggunakan metode survei lapangan atau pengamatan secara langsung, dengan mengumpulkan data berupa gambar dan tabel dari beberapa stasiun tentang pemantauan kualitas air dan udara di Kabupaten Karawang. Selain itu, kami juga mencari tahu apakah terdapat dampak negatif yang dirasakan masyarakat akibat dari pencemaran air dan udara.

#### c. Penulisan Artikel

Setelah semua data yang diperlukan telah terkumpul, tahap selanjutnya adalah proses merangkum semua data tersebut menjadi artikel laporan hasil penelitian dan kemudian membuat analisis dan kesimpulan.

### 4. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan (observasi), peneliti menemukan bahwa sistem pemantauan kualitas air dan udara telah diterapkan oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) Kabupaten/Kota Karawang. Sistem pemantauan kualitas air dan udara melalui *web Sensync* menggunakan beberapa *node sensor* yang sesuai dengan parameter yang akan dideteksi. Seperti pada **Gambar 5**, lokasi *node sensor* dipasang ditempat yang berbeda. *Node sensor* untuk kualitas udara (warna hijau) diletakkan di tengah kota Karawang, sedangkan *node sensor* untuk kualitas air (warna abu-abu) diletakkan di sepanjang jalur aliran Sungai Citarum (*Citarum River*).



**Gambar 5.** Lokasi *node sensors* di Karawang  
Sumber: [30]

**A. Survei Kualitas Udara**

Berikut adalah hasil pengamatan yang dilakukan pada salah satu waktu yakni Minggu, 19 Juli 2020 di stasiun pemantauan kualitas udara Base Karawang. Lokasi stasiun tersebut terletak di Jalan Tuparev No. 334 Blok B-C, Cinango, Nagasari, Kec. Karawang Barat, Kabupaten Karawang, Jawa Barat seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 6**. Sedangkan data-data hasil pemantauan kondisi kualitas air yang diperoleh disajikan dalam **Tabel 4**.



**Gambar 6.** Lokasi pemantauan kualitas udara Stasiun Base Karawang  
Sumber: [30]

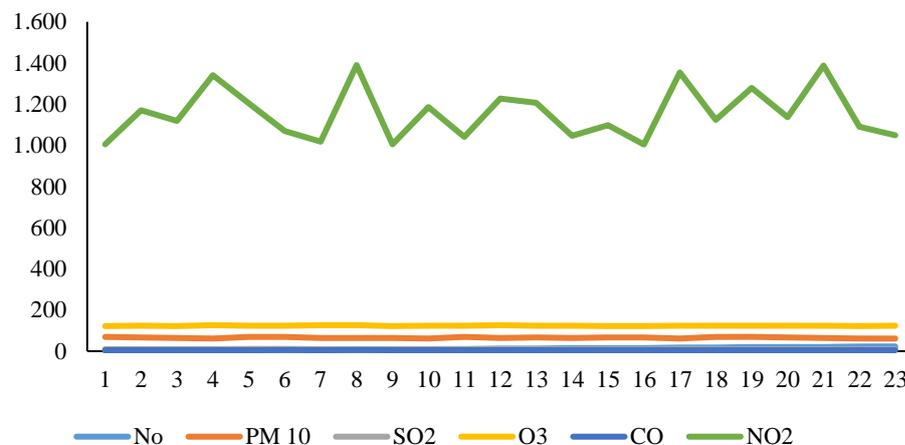
**Tabel 4.** Data Stasiun Base Karawang

Waktu (per 10 menit)	PM 10 (ppm)	SO <sub>2</sub> (ppm)	O <sub>3</sub> (ppb)	CO (ppm)	NO <sub>2</sub> (ppb)
1	68,9	10,2	122	5,52	1006
2	66,7	10,6	123	5,52	1171
3	64,3	10,5	122	5,53	1118
4	62,6	10,3	125	5,48	1340
5	69,3	10,8	123	5,50	1204
6	68,9	10,8	124	5,47	1069
7	64,7	10,2	125	5,51	1017
8	64,3	10,4	125	5,60	1390
9	64,4	10,6	122	5,52	1005
10	62,2	10,4	124	5,53	1185
11	68,6	10,1	123	5,53	1041
12	65,1	10,2	126	5,57	1226
13	66,0	10,3	123	5,59	1207

Waktu (per 10 menit)	PM 10 (ppm)	SO <sub>2</sub> (ppm)	O <sub>3</sub> (ppb)	CO (ppm)	NO <sub>2</sub> (ppb)
14	63,2	10,5	124	5,54	1045
15	67,8	10,7	122	5,51	1098
16	65,5	10,4	122	5,52	1004
17	61,8	10,8	123	5,52	1355
18	68,0	10,2	124	5,53	1124
19	69,5	10,3	123	5,57	1279
20	66,7	10,6	123	5,56	1136
21	64,1	10,2	124	5,58	1387
22	62,5	10,5	122	5,54	1091
23	61,2	10,6	124	5,52	1050

Sumber: [30]

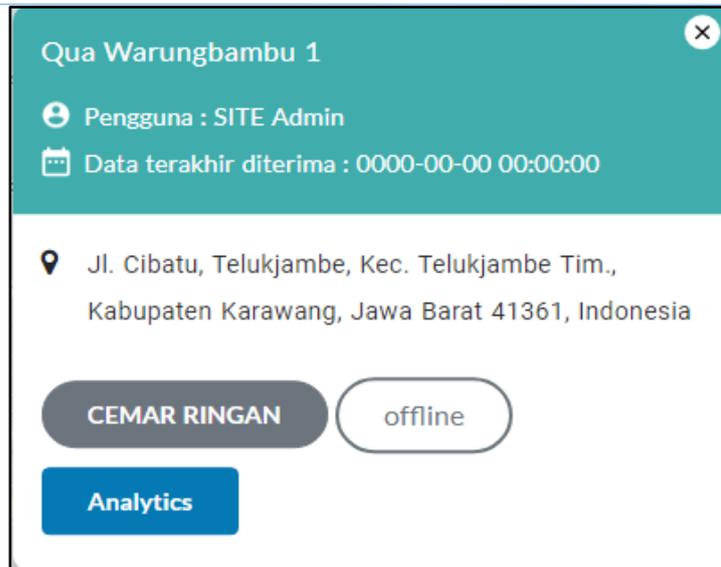
Data di **Tabel 4** kemudian diolah menjadi grafik pemantauan kualitas udara seperti pada **Gambar 7**. Grafik ini menunjukkan bahwa nilai PM10 cenderung bersifat fluktuatif. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut: nilai rata-rata PM10 pada tanggal 16 Juli 2020 yang diambil pada pukul 08.10 sampai 16.25 adalah 65,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , nilai rata-rata CO adalah 5.53  $\text{mg}/\text{m}^3$  (jauh di bawah nilai maksimal yakni 35 ppm), nilai rata-rata NO<sub>2</sub> adalah 1154  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (menurut OSHA, level bahaya > 3000 ppb), nilai rata-rata O<sub>3</sub> adalah 123  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (masih jauh di bawah 0,05 ppm), nilai rata-rata SO<sub>2</sub> adalah 10.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dan nilai ISPU adalah 20.63. Nilai-nilai tersebut dinilai baik sehingga aman untuk beraktifitas di wilayah tersebut dan tidak berpengaruh atau berdampak buruk terhadap perkembangan tumbuhan (organisme) di sekitarnya. Pengecekan kualitas udara di tempat ini dimutakhirkan setiap 10 menit dan menurut data yang ada bahwa kondisi udara di sekitar stasiun tersebut berada pada level yang baik dan juga tidak berdampak negatif bagi kesehatan manusia.

**Gambar 7.** Grafik pemantauan kualitas udara di Stasiun Base Karawang.

Sumber: [30]

## B. Survei Kualitas Air

Survei pemantauan kualitas air kami lakukan pada tanggal 20 Juli 2020. Terdapat 3 lokasi survei yakni di Stasiun Qua Warungbambu 1 (**Gambar 8**), Qua Anggadhita (**Gambar 9**), dan Qua Kiarapayung (**Gambar 10**). Namun, pada saat peneliti melakukan survei, sistem pemantauan *online* di Stasiun Qua Warungbambu 1 sedang mengalami *offline* sehingga kami tidak mendapatkan data untuk ditampilkan. Hal ini mungkin menjadi sebuah indikator bahwa sistem monitoring online jaringan sensor nirkabel ini juga seyogyanya tetap dipantau oleh seorang operator supaya data yang dihasilkan bersifat terus menerus/kontinu, tidak mengalami *offline* oleh karena buruknya sinyal atau kondisi cuaca yang sedang tidak menentu dengan bantuan ahli.



**Gambar 8.** Pemantauan kualitas air Stasiun Qua Warungbambu 1  
Sumber: [30]



**Gambar 9.** Lokasi pemantauan kualitas air di Stasiun Qua Anggadhita.  
Sumber: [30]

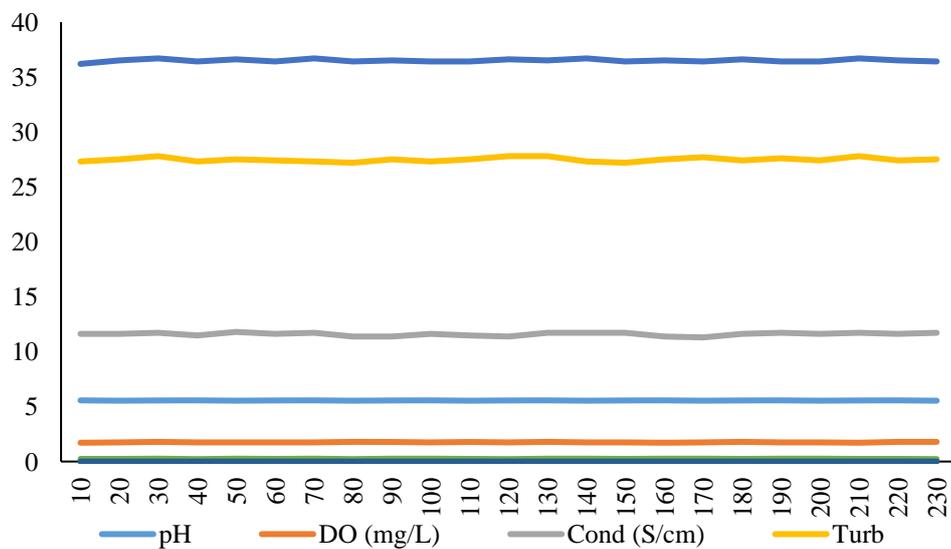


**Gambar 10.** Lokasi pemantauan kualitas air Stasiun Qua Kiarapayung.  
Sumber: [30]

**Tabel 5.** Data Stasiun Qua Anggadhita

Waktu (Menit)	pH	DO (mg/L)	Conductivity (S/cm)	Turbidity (NTU)	Temp (°C)	Salt (gr)	TDS (ppm)
10	5,55	1,71	11,6	27,3	36,2	0,23	0
20	5,54	1,72	11,6	27,5	36,5	0,25	0
30	5,56	1,77	11,7	27,8	36,7	0,26	0
40	5,55	1,73	11,5	27,3	36,4	0,22	0
50	5,54	1,75	11,8	27,5	36,6	0,26	0
60	5,56	1,74	11,6	27,4	36,4	0,25	0
70	5,55	1,72	11,7	27,3	36,7	0,26	0
80	5,54	1,77	11,4	27,2	36,4	0,22	0
90	5,56	1,78	11,4	27,5	36,5	0,26	0
100	5,55	1,75	11,6	27,3	36,4	0,26	0
110	5,54	1,78	11,5	27,5	36,4	0,25	0
120	5,56	1,72	11,4	27,8	36,6	0,22	0
130	5,55	1,77	11,7	27,8	36,5	0,26	0
140	5,54	1,75	11,7	27,3	36,7	0,26	0
150	5,56	1,75	11,7	27,2	36,4	0,25	0
160	5,55	1,71	11,4	27,5	36,5	0,26	0
170	5,54	1,76	11,3	27,7	36,4	0,26	0
180	5,56	1,77	11,6	27,4	36,6	0,25	0
190	5,55	1,74	11,7	27,6	36,4	0,26	0
200	5,54	1,75	11,6	27,4	36,4	0,26	0
210	5,56	1,71	11,7	27,8	36,7	0,23	0
220	5,55	1,77	11,6	27,4	36,5	0,24	0
230	5,54	1,77	11,7	27,5	36,4	0,22	0

Sumber: [30]

**Gambar 11.** Grafik Pemantauan Kualitas Air Stasiun Qua Anggadhita.

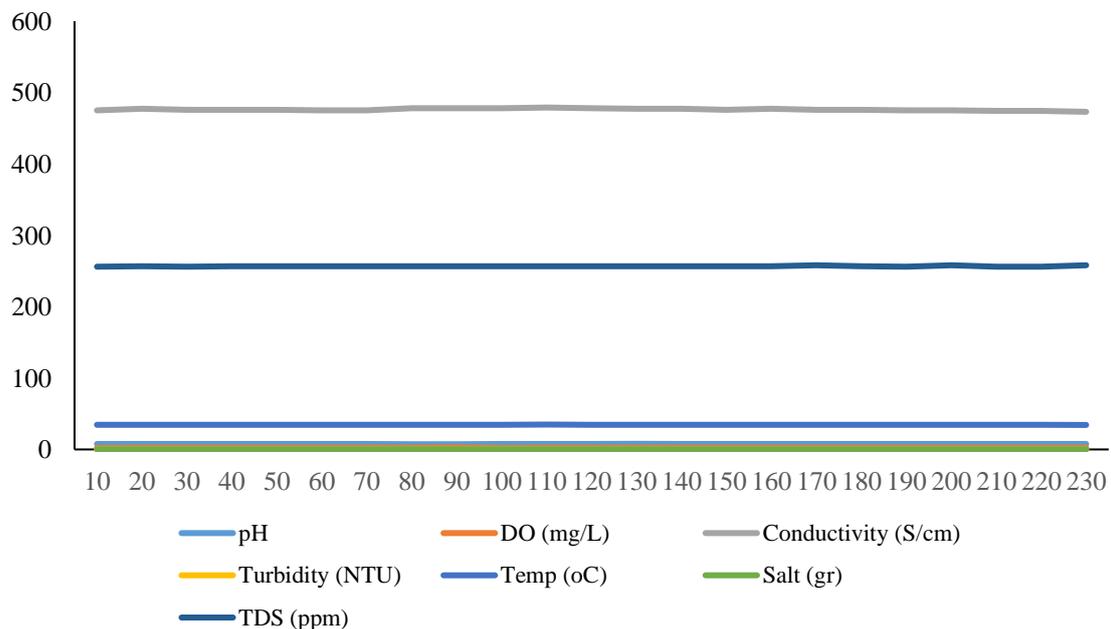
Sumber: [30]

Hasil pengamatan kualitas air yang diambil pada stasiun Qua Anggadhita berstatus cemar ringan, nilai rata-rata suhu air adalah 36.5 °C, nilai rata-rata pH air adalah 5.55, nilai rata-rata kadar oksigen adalah 1.75 mg/L dan nilai rata-rata konduktivitas adalah 11.6 S/cm. Sedangkan nilai rata-rata turbidity adalah 27.5 NTU (*nephelometric turbidity units*). Nilai ini jauh di atas 1 NTU, artinya bisa mengakibatkan inaktivasi bakteri indikator dan pengurangan penyakit diare [31]. Kesimpulan ini didapat dari data pengamatan pada **Tabel 5** dan diberikan grafik olahan pada **Gambar 11**.

**Tabel 6.** Data Stasiun Qua Kiarapayung

Waktu (Menit)	pH	DO (mg/L)	Conductivity (S/cm)	Turbidity (NTU)	Temp (°C)	Salt (gr)	TDS (ppm)
10	7,6	2,10	475	0	34,5	0,23	256
20	7,5	2,20	477	0	34,7	0,24	257
30	7,8	2,30	476	0	34,6	0,27	256
40	7,8	2,40	476	0	34,6	0,23	257
50	7,6	2,50	476	0	34,6	0,24	257
60	7,8	2,60	475	0	34,5	0,27	257
70	7,7	2,70	475	0	34,5	0,23	257
80	7,3	2,80	478	0	34,8	0,24	257
90	7,3	2,90	478	0	34,8	0,27	257
100	7,4	2,10	478	0	34,8	0,23	257
110	7,5	2,11	479	0	34,9	0,24	257
120	7,8	2,12	478	0	34,8	0,27	257
130	7,9	2,13	477	0	34,7	0,23	257
140	7,7	2,14	477	0	34,7	0,24	257
150	7,4	2,15	476	0	34,6	0,27	257
160	7,6	2,16	477	0	34,7	0,23	257
170	7,7	2,17	476	0	34,6	0,24	258
180	7,7	2,18	476	0	34,6	0,27	257
190	7,6	2,19	475	0	34,5	0,23	256
200	7,7	2,20	475	0	34,5	0,24	258
210	7,6	2,21	474	0	34,4	0,27	256
220	7,6	2,22	474	0	34,4	0,23	256
230	7,6	2,23	473	0	34,3	0,24	258

Sumber: [30]

**Gambar 12.** Grafik pemantauan kualitas air di Stasiun Qua Kiarapayung.

Sumber: [30]

Hasil pengamatan kualitas air yang diambil pada stasiun Qua Kiarapayung ternyata berstatus **cemar ringan** dengan nilai rata-rata suhu air adalah 34.6 °C, nilai rata-rata pH air adalah 7.62, nilai rata-rata kadar oksigen adalah 2.30 mg/L, dan nilai rata-rata *total dissolved solids* (TDS) adalah 257 ppm (250-300 ppm masuk dalam kategori “fair”). Sedangkan nilai turbidity-nya adalah bagus alias tidak mengalami kekeruhan sama sekali (nilainya = 0). Kesimpulan ini didapat dari data pengamatan pada **Tabel 6** dan dijadikan grafik olahan pada **Gambar 12**.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa jaringan sensor nirkabel untuk pemantauan kualitas air dan udara telah terealisasi di Kabupaten Karawang. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya stasiun pemantauan berbasis jaringan sensor nirkabel (WSN) yang dapat melakukan monitoring setiap 10 menit di Stasiun Base Karawang dengan hasil kualitas udara berstatus baik dengan nilai rata-rata PM10 sebesar 65,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sedangkan untuk stasiun pemantauan air berbasis WSN di Qua Anggadhita dan Qua Kiarapayung menunjukkan bahwa kualitas air di Kota Karawang berstatus tercemar ringan dengan nilai rata-rata pH air di stasiun Qua Anggadhita adalah 5.55, sedangkan nilai rata-rata pH air di stasiun Qua Kiarapayung sedikit lebih tinggi yakni mencapai 7.62.

## 6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) Kota Karawang yang telah memberikan ijin untuk melakukan survei lapangan langsung ke 4 lokasi (stasiun) selama kami melakukan penelitian ini.

## 7. Singkatan-singkatan

WSN	: <i>Wireless Sensor Network</i>
KLHK	: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
DLHK	: Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan
ISPU	: Indeks Standar Pencemar Udara
DO	: <i>Dissolved Oxygen</i>
TDS	: <i>Total Dissolved Oxygen</i>
ONLIMO	: <i>Online Monitoring</i>
AQMS	: <i>Air Quality Monitoring System</i>
WQMS	: <i>Water Quality Monitoring System</i>
MONEV	: Monitoring dan Evaluasi

## 8. Daftar Pustaka

- [1] F. Zulfikar (27 Mei 2019), "FORBES Beri Julukan Indonesia Sebagai Macan Asia Tenggara," Sumber: <https://www.goodnewsfromindonesia.id/2019/05/27/forbes-beri-julukan-indonesia-sebagai-macan-asia-tenggara> [Diakses tanggal 14 April 2022].
- [2] N. E. Pratiwi (21 Juni 2021), "5 Kota dengan Kawasan Industri Terbanyak di Indonesia," Sumber: [https://www.anakteknik.co.id/elok\\_pratiwi/articles/5-kota-dengan-kawasan-industri-terbanyak-di-indonesia](https://www.anakteknik.co.id/elok_pratiwi/articles/5-kota-dengan-kawasan-industri-terbanyak-di-indonesia) [Diakses tanggal 14 April 2022].
- [3] L. Awaluddin (31 Desember 2019), "Kasus Pencemaran Lingkungan di Karawang Sepanjang 2019," Sumber: <https://news.detik.com/berita-jawa-barat/d-4841737/kasus-pencemaran-lingkungan-di-karawang-sepanjang-2019>. [Diakses tanggal 10 April 2020]
- [4] R. A. Santosa, R. A. Q. Shihab, A. S. Bakar, dan J. W. Simatupang, "Utilization of Wireless Sensor Network to Monitor Citarum River Quality for Milkfish Cultivation in Karawang Regency," *J. Serambi Engineering*, Volume VI, No. 4, pp. 2395 – 2406, 2021.
- [5] F. M. Sidjabat, R. Hakiki dan T. Wikaningrum, "Air Quality Monitoring In Industrial Estate (Case Study: Jababeka Industrial Estate, Cikarang)," *J. Env. Engineering & Waste Management*, Vol. 4, No. 2, pp. 50-58, 2019.
- [6] N. Anugrah – Kepala Biro Hubungan Masyarakat KLHK dalam Siaran Pers (26 Februari 2020), "Water Quality Monitoring Using Wireless Sensor Network," Sumber: [http://ppid.menlhk.go.id/siaran\\_pers/browse/2338](http://ppid.menlhk.go.id/siaran_pers/browse/2338) [Diakses tanggal 14 April 2022].
- [7] M. Galina, C. Safitri, I. Bukhori, A. Silitonga, dan A. Suhartomo, "An Implementation of Smart Agriculture for Optimizing Growth using Sonic Bloom and IoT Integrated," *J. Infotel* Vol.14, No.1, 2022, <https://doi.org/10.20895/infotel.v14i1.725>.
- [8] PT. SENSOR TEKNOLOGI INDONESIA (<https://www.getsync.com/>)
- [9] H. A. Rangkuti dan J. W. Simatupang, "Security Lock with DTMF Polyphonic Tone Sensor," *International Conference on Automation, Cognitive Science, Optics, Micro Electro- Mechanical System, and Information Technology (ICACOMIT)*, 2015, IEEE, pp.119-122, Bandung, Indonesia.
- [10] V. Vincent, J. V. Harryanto, A. M. Lubis, dan J. W. Simatupang, "Kotak Kendali Perangkat Elektronik Nirkabel untuk Aplikasi Smart Home," *InComTech: Jurnal Telekomunikasi dan Komputer*, Vol. 10, No. 2, Hal. 67-76, 2020.

- [11] I. Sucipta, J. W. Simatupang, C. Kaswandi, dan I. Purnama, "Prototipe Pemantauan Tetes Cairan Infus Berbasis IoT Terkoneksi Perangkat Android," *J. Teknik Elektro (UMB)*, Vol. 12. No. 3, Hal. 113-119, 2021.
- [12] J. W. Simatupang dan F. Naufal, "Flood Early Warning Detection System Prototype Based on IoT Network," *Internetworking Indonesia Journal*, Vol. 11, No. 1, pp.17-22, 2019.
- [13] B. B. Gunawan, "Online Motorcycle Taxi Emergency and Accident Assisting Social IoT Platform," *Undergraduate-Thesis*, President University, 2017.
- [14] J. W. Simatupang dan B. R. Prasetya, "Embedded Smart Glove using Ultrasonic and Flame Sensors for Helping Visually Impaired People," in *International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)*, LIPI, pp. 115-119, 2021.
- [15] S. Ginting, J. W. Simatupang, I. Bukhori, dan E. R. Kaburuan, "Monitoring of Electrical Output Power-Based Internet of Things for Micro-Hydro Power Plant," in *International Conference on Orange Technologies (ICOT)*, IEEE, pp.1-7, 2018.
- [16] M. R. S. Ramadhan, M. Ikhsan, R. M. Putra, J. W. Simatupang, S. Mau, dan E. R. Kaburuan, "Waste-to-Energy Potential Using Municipal Solid Waste as One Implementation of Jakarta Smart City," *J. Serambi Engineering*, Volume VI, No. 4, Hal. 2382-2394, 2021.
- [17] J. W. Simatupang, I. Sucipta, A. Wibowo, Kuncoro, dan Y. Siringoringo, "Aplikasi Sensor Passive Infra-Red (PIR) untuk Meningkatkan Keselamatan Pekerja pada Mesin-Mesin Produksi Industri," *Journal of Industrial Engineering, Scientific Journal on Research and Application of Industrial System*, Vol. 5, No.2, Hal. 128-134, 2020.
- [18] E. Chiu, J. W. Simatupang, R. Hakiki, F. M. Sidjabat, "Prototype of Air Quality Sensor for Gas Pollutants Monitoring System in Industrial and Residential Estates," *Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, Vol. 17, No. 1, Hal. 96 - 123, 2021. doi: <http://dx.doi.org/10.25105/jetri.v17i1.9812>.
- [19] M. Galina, M. W. Ramadhani, and J. W. Simatupang, "Prototype of Postpaid Electricity and Water Usage Monitoring System," *International Conference on Sustainable Engineering and Creative Computing (ICSECC)*, IEEE, pp.304-308, 2019, Bandung, Indonesia.
- [20] M. Pule, A. Yahya, and J. Chuma, "Wireless sensor networks: a survey on monitoring water quality," *Journal of Applied Research and Technology*, Vol. 15, No. 6, pp. 562-570, 2017.
- [21] H. D. Wahyono, "Penerapan Teknologi Online Monitoring Kualitas Air Di Indonesia," in *Prosiding Seminar Nasional dan Konsultasi Teknologi Lingkungan Jakarta*, Hal. 42-51, 20 September 2018.
- [22] Sumber: <http://aksa.bppt.go.id/home/onlimo> [Diakses tanggal 17 April 2022].
- [23] Saintif, "pH: Pengertian, Jenis, dan Contoh Bahan dengan pH Berbeda," Sumber: <https://saintif.com/ph-adalah/> [Diakses tanggal 14 April 2022].
- [24] Asam, Basa, dan Garam, Sumber: <https://unitedscience.wordpress.com/ipa-1/bab-2-asam-basa-dan-garam/> [Diakses tanggal 14 April 2022].
- [25] Peraturan Menteri Kesehatan Republik 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. Sumber: [http://hukor.kemkes.go.id/uploads/produk\\_hukum/PMK\\_No.\\_32\\_ttg\\_Standar\\_Baku\\_Mutu\\_Kesehatan\\_Air\\_Keperluan\\_Sanitasi,\\_Kolam\\_Renang,\\_Solus\\_Per\\_Aqua\\_.pdf](http://hukor.kemkes.go.id/uploads/produk_hukum/PMK_No._32_ttg_Standar_Baku_Mutu_Kesehatan_Air_Keperluan_Sanitasi,_Kolam_Renang,_Solus_Per_Aqua_.pdf)
- [26] L. S. L. Purba, N. Harefa, "Pengaruh Kandungan Oksigen Udara Sekolah Terhadap Konsentrasi Belajar Siswa," *Jurnal EduMatSains*, 4 (2) Januari 2020, Hal. 169-182.
- [27] A. H. R. Inaku, C. Novianus, "Pengaruh Pencemaran Udara PM 2,5 dan PM 10 Terhadap Keluhan Pernapasan Anak di Ruang Terbuka Anak di DKI Jakarta," *ARKESMAS*, Volume 5, Nomor 2, Desember 2020, Hal. 9-16.
- [28] R. Arissa dan A. A. Kiswandono, "Kajian Indeks Standar Polusi Udara (Ispu) PM10, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, Dan NO<sub>2</sub> Di Kota Bandar Lampung," *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, E-ISSN 2540-8267 Volume 2, No. 02, Oktober 2017.
- [29] Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) Sebagai Informasi Mutu Udara Ambien Di Indonesia (24 September 2020), Sumber: <https://ditppu.menlhk.go.id/portal/read/indeks-standar-pencemar-udara-ispu-sebagai-informasi-mutu-udara-ambien-di-indonesia> [Diakses tanggal 17 April 2022].
- [30] Sumber: [secure.getsensync.com](https://secure.getsensync.com) [Diakses tanggal 16 dan 20 Juli 2020].
- [31] Sumber: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254631/WHO-FWC-WSH-17.01-eng.pdf> [Diakses tanggal 23 April 2022].