

JRL	Vol.14	No.2	Hal. 156 - 163	Jakarta, Desember 2021	p-ISSN : 2085.38616 e-ISSN : 2580-0442
-----	--------	------	----------------	---------------------------	---

## PENERAPAN SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS AIR DAN UDARA TERPADU DI SUNGAI CISADANE

**Karina Anggraeni, Heru Dwi Wahjono, Muhammad Agus Salim, Irwan Kustianto, Anies Ma'rufatin, Muhammad Miranda**

Pusat Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi  
Gedung Geostech 820, Kawasan Puspiptek Serpong 15314, Indonesia

Email: [karina.anggraeni@bppt.go.id](mailto:karina.anggraeni@bppt.go.id), [heru.dwi@bppt.go.id](mailto:heru.dwi@bppt.go.id), [muhammad.agus@bppt.go.id](mailto:muhammad.agus@bppt.go.id),  
[anies.marufatin@bppt.go.id](mailto:anies.marufatin@bppt.go.id), [irwan.kustianto@bppt.go.id](mailto:irwan.kustianto@bppt.go.id)

### ABSTRAK

Pemantauan kualitas air dan udara merupakan salah satu kegiatan pengendalian lingkungan. *Air Quality Monitoring System* (AQMS) dan *Water Quality Monitoring System* (WQMS) merupakan salah satu teknologi pelaporan kualitas udara dan air secara kontinu tanpa pengambilan sampel secara manual. Kebutuhan monitoring kualitas air dan udara di Indonesia di berbagai daerah maka diperlukan suatu inovasi dengan dibuatnya integrasi pemantauan kualitas air dan udara untuk pelaporan kualitas lingkungan. Integrasi dilakukan dengan meletakkan alat pemantauan kualitas air (Onlimo) dan alat pemantauan kualitas udara (Sipaku) secara berdekatan di dalam 1 stasiun yang sudah diterapkan di Pos Pemantauan Sungai Cisadane Tangerang. Adanya integrasi ini diharapkan dapat menghemat biaya maintenance alat Onlimo dan Sipaku dan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pembuatan Onlimo dan Sipaku untuk pemantauan kualitas lingkungan secara *realtime*. Sistem integrasi Onlimo dan Sipaku dimulai dengan perancangan dan perakitan Sistem Onlimo dan Sipaku, uji coba peralatan Sistem Onlimo dan Sipaku, pemasangan Sistem Onlimo dan Sipaku di Pos Pemantauan Sungai Cisadane Tangerang dan evaluasi pengukuran kualitas air dan udara yang diukur oleh Alat Onlimo dan Sipaku. Sistem integrasi pemantauan kualitas air dan udara di Sungai Cisadane dapat diterapkan dengan baik tetapi perlu adanya peningkatan keandalan dan kestabilan alat Onlimo dan Sipaku.

**Kata kunci:** pemantauan kualitas air dan udara, integrasi, Onlimo, Sipaku

# **IMPLEMENTATION OF AN INTEGRATED WATER AND AIR QUALITY MONITORING SYSTEM IN THE CISADANE RIVER**

## **ABSTRACT**

*Monitoring water and air quality is one of the environmental control activities. Air Quality Monitoring System (AQMS) and Water Quality Monitoring System (WQMS) are one of the continuous air and water quality reporting technologies without manual sampling. Demand for water and air quality monitoring in Indonesia in various regions, it is necessary to make an innovation with the creation of integrated water and air quality monitoring for environmental quality reporting. This integration is conducted by placing a water quality monitoring tool (Onlimo) and an air quality monitoring tool (Sipaku) adjacent to 1 station that has been implemented at the Cisadane River, Tangerang. This integration is hoped to save on the maintenance costs of Onlimo and Sipaku tools and can be taken into consideration in making Onlimo and Sipaku for real-time environmental quality monitoring. The Onlimo and Sipaku integration system begins with the design and assembly of the Onlimo and Sipaku systems, testing of Onlimo and Sipaku systems, installing the Onlimo and Sipaku systems at the Cisadane River in Tangerang and evaluating water and air quality measurements as measured by the Onlimo and Sipaku tools. The integrated system for monitoring the quality of water and air in the Cisadane River can be implemented well, but it is necessary to increase the reliability and stability of the Onlimo and Sipaku tools.*

**Keywords:** *water and air quality monitoring, integration, Onlimo, Sipaku*

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air dan udara merupakan unsur yang sangat penting dalam keberlangsungan hidup manusia. Oleh karena itu kualitas air dan udara harus kita jaga dengan baik. Apabila terjadi penurunan kualitas air dan udara sehingga mengalami penurunan mutu dalam penggunaannya maka bisa diartikan sudah terjadi pencemaran air dan udara. Dengan adanya pencemaran ini akan mengganggu kehidupan makhluk hidup terutama manusia karena bisa menyebabkan gangguan kesehatan pada kadar tertentu. Pencemaran air bisa bersumber dari limbah rumah tangga maupun industri sedangkan pencemaran udara bisa bersumber dari kendaraan bermotor maupun industri. Oleh karena itu dibutuhkan adanya pengendalian lingkungan yaitu serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mencegah adanya pencemaran. Pengendalian pencemaran udara menurut PP Nomor 41 Tahun 1999 meliputi pencegahan dan penanggulangan pencemaran, serta pemulihan mutu udara dengan melakukan inventarisasi mutu udara ambien, pencegahan sumber pencemar, baik dari sumber bergerak maupun sumber tidak bergerak termasuk sumber gangguan serta penanggulangan keadaan darurat (1). Sedangkan pengendalian pencemaran air berdasarkan PP Nomor 20 Tahun 1990 Pengendalian pencemaran air merupakan kegiatan yang mencakup inventarisasi kualitas dan kuantitas air pada sumber air menurut sistem wilayah tata pengairan; penetapan golongan air menurut peruntukannya, baku mutu air dan baku beban pencemaran untuk golongan air tersebut, serta baku mutu limbah cair untuk setiap jenis kegiatan; penetapan mutu limbah cair yang boleh dibuang oleh setiap kegiatan ke dalam air pada sumber, dan pemberian izin pembuangannya; pemantauan perubahan kualitas air pada sumber air dan mengevaluasi hasilnya; pengawasan terhadap penataan peraturan pengendalian pencemaran air, termasuk

penataan mutu limbah cair serta penegakan hukumnya(2).

Pemantauan kualitas air dan udara merupakan salah satu kegiatan pengendalian lingkungan. Pemantauan kualitas air untuk mengendalikan pencemaran lingkungan telah dilakukan secara rutin oleh instansi pemerintah pusat maupun daerah. Undang – undang No 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dalam pasal 62 dan pasal 65 mengamanatkan bahwa pemerintah dan pemerintah daerah memerlukan informasi status lingkungan hidup dalam mengembangkan sistim informasi lingkungan hidup untuk mendukung pelaksanaan dan pengembangan kebijakan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup(3). Sistem informasi lingkungan hidup ini paling sedikit memuat tentang informasi mengenai status lingkungan hidup yang wajib dipublikasikan kepada masyarakat. Status lingkungan hidup yang perlu di informasikan adalah informasi mengenai status mutu air dan indeks kualitas udara yang diperoleh melalui pemantauan kualitas air dan udara dan hasilnya dapat disampaikan oleh pemerintah, pemerintah propinsi maupun pemerintah kabupaten kota sesuai kewenangannya(4).

*Air Quality Monitoring System (AQMS)* dan *Water Quality Monitoring System (WQMS)* merupakan salah satu teknologi pelaporan kualitas udara dan air secara kontinu tanpa pengambilan sampel secara manual (5-6). Penggunaan alat AQMS dan WQMS ini diharapkan dapat mengurangi biaya pengambilan sampel di setiap daerah karena data kualitas udara dan air dapat diakses dan dibaca secara langsung. Selain itu, apabila terjadi pencemaran dapat segera diketahui. Di China pada akhir 2015, lebih dari 1800 negara bagian dan kota memiliki stasiun pemantauan kualitas udara yang telah didirikan di hampir semua kota prefektur, termasuk 31 ibu kota provinsi. Pada setiap stasiun pemantauan ini. Dilakukan pengukuran polutan udara per jam. Hal ini

dilakukan untuk menanggapi masalah polusi udara partikulat yang semakin parah dan implikasinya pada kesehatan. Data yang dilaporkan berupa konsentrasi enam polutan per jam yaitu PM2.5, PM10, sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), ozon (O<sub>3</sub>), dan karbon monoksida (CO) (6). Di Korea, saat ini pemantauan kualitas air dilakukan di total 2.188 lokasi. Data tentang polusi air disebarluaskan melalui Sistem Informasi Manajemen Sumber Daya Air ([www.wamis.go.kr](http://www.wamis.go.kr))(7). Di Indonesia sendiri sudah terpasang kurang lebih dari 12 stasiun pemantauan kualitas air yang tersebar di berbagai daerah. Sedangkan untuk pemantauan kualitas udara saat ini sudah ada 14 stasiun yang tersebar di berbagai daerah di Indonesia (4). Dengan banyaknya kebutuhan monitoring kualitas air dan udara di Indonesia di berbagai daerah maka diperlukan suatu inovasi dengan dibuatnya integrasi pemantauan kualitas air dan udara untuk pelaporan kualitas lingkungan. Integrasi ini dengan meletakkan alat pemantauan kualitas air (Onlimo)(8) dan alat pemantauan kualitas udara (Sipaku) secara berdekatan di dalam 1 stasiun dan data kualitas air dan udara ini dikirimkan dan ditampilkan dalam 1 website secara bersama.

### **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah terciptanya sistem integrasi pemantauan kualitas air dan udara di Sungai Cisadane. Dengan adanya integrasi ini diharapkan dapat menghemat biaya maintenance alat Onlimo dan Sipaku dan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pembuatan

Onlimo dan Sipaku untuk pemantauan kualitas lingkungan secara realtime.

## **II. BAHAN DAN METODE**

### **2.1 Bahan**

Sampel yang digunakan adalah kualitas air sungai Cisadane dan kualitas udara di sekitar pos pemantauan yang berlokasi di Stasiun Pantau DLH Kota Tangerang Sungai Cisadane, Jl. Kalipasir Indah No.24 dengan titik di Lintang : -5.67805076573288 Bujur : 106.05686484375.

### **2.2 Metode**

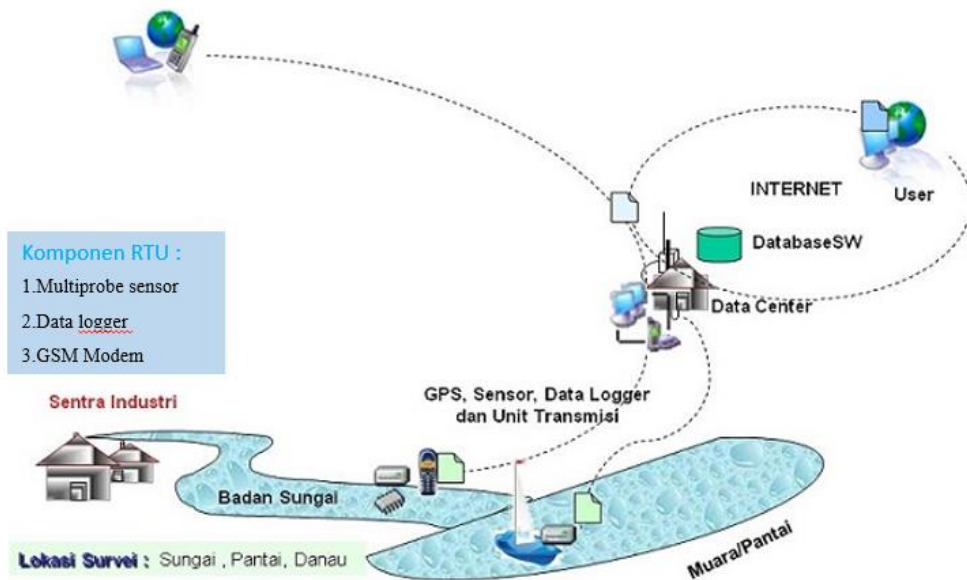
Lingkup kegiatan Penerapan Sistem Pemantauan Kualitas Air dan Udara Terpadu di Sungai Cisadane meliputi :

- Perancangan dan perakitan Sistem Onlimo dan Sipaku dilakukan di Laboratorium Insimodel Geotech.
- Uji coba peralatan Sistem Onlimo dan Sipaku dilakukan sebelum Onlimo dan Sipaku diinstal/dipasang di lokasi pemantauan. Alat dipastikan berjalan dengan baik sebelum dipasang.
- Pemasangan Sistem Onlimo dan Sipaku di Pos Pemantauan Sungai Cisadane Tangerang.
- Evaluasi pengukuran kualitas air dan udara yang diukur oleh Alat Onlimo dan Sipaku di Pos Pemantauan Sungai Cisadane Tangerang.

## **III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **3.1 Perancangan dan perakitan Sistem Onlimo dan Sipaku**

- **Sistem Onlimo**



Gambar 1. Skematik Sistem Pemantauan Kualitas Air Dengan Onlino(9)

Sistem pemantauan kualitas air dengan onlino skemanya seperti di Gambar 1. Sensor mengukur kualitas air di sungai kemudian datanya diolah oleh data logger dan kemudian di transmisikan ke pusat data. Sistem Onlino yang digunakan pada penerapan ini adalah onlino OSS (*Open Source Software*). Onlino OSS / Onlino MPB ini menjadi basis pengembangan produk online monitoring yang mengikuti tren penerapan teknologi IoT di Indonesia. Teknologi Onlino OSS adalah sistem pemantauan kualitas air realtime yang menggunakan *microprocessor* sebagai data loggernya dan memanfaatkan aplikasi perangkat lunak terbuka yang berfungsi untuk mengendalikan kerja sensor dalam rangka pengambilan data kualitas air dan mengirimkannya ke pusat data. Teknologi Onlino OSS ini memanfaatkan Raspberry Pi sebagai data logger dan menggunakan perangkat lunak terbuka yaitu python. Selain banyak terdapat di pasaran harganya pun relatif murah, penggunaan Raspberry Pi sebagai data logger lebih cepat diproduksi dibandingkan menggunakan *microprocessor* dan mudah menggantinya(10). RTU (*Remote Terminal Unit*) berisi smart data logger, GSM modem,

sensor electrochemical yang digunakan mengukur kualitas air secara online dan realtime. RTU Onlino dilengkapi sistem firmware yang terintegrasi dan dapat berkomunikasi dengan sistem software SMS Gateway dan Database online monitoring yang diinstalasikan pada komputer pusat data. Antara RTU set dan pusat data dapat saling berkomunikasi menggunakan teknologi GSM dengan format pengiriman data melalui pesan singkat/SMS(9). Teknologi GSM (*Global System for Mobile Communication*) merupakan salah satu teknologi komunikasi data yang paling banyak diterapkan untuk komunikasi telepon genggam. Selain itu juga luas jangkauan pelayanan jaringan GSM lebih besar jika dibandingkan dengan CDMA. Selain biaya murah, ada fasilitas lainnya diantaranya akses jaringan global dan layanan SMS (*Short Message Service*). Layanan SMS yang disediakan memiliki kapasitas 140 byte data atau sekitar 140-160 karakter. Jumlah 160 karakter ini cukup untuk mengirimkan informasi kualitas air yang berisi data-data : nomor stasiun, tanggal dan jam pengukuran serta beberapa parameter hasil pengukuran kualitas (11). Sensor yang digunakan pada Onlino ini

adalah multiprobe sensor. Multiprobe sensor digunakan untuk mengukur beberapa parameter kualitas air sekaligus. Parameter

kualitas air yang dapat diukur oleh sensor electrochemical yaitu (12):

Tabel 1. Parameter Electrochemical Sensor (13)

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu
1.	Dissolved Oxygen	mg/l	0-20
2.	Turbidity	NTU	0-500
3.	Conductivity	$\mu\text{S/cm}$	0-2000
4.	Temperatur	$^{\circ}\text{C}$	0-50
5.	pH	-	0-14
6.	Ammonium ion	mg/l	0-10
7.	TOC	mg/l	0-20
8.	Floating oil	-	-
9.	Chlorofyll-a	$\mu\text{g/l}$	0,1<
10.	Biomonitor	Index T	0-15

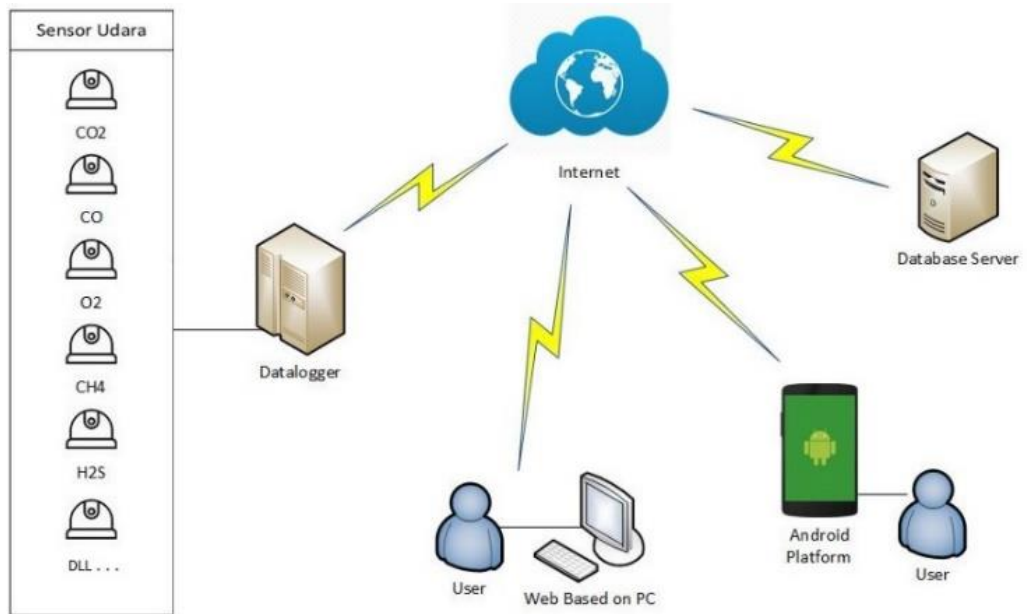
Multiprobe sensor yang digunakan adalah produk dari DKK-TOA tipe WQC 24+ion. Koneksi antara handheld dengan multiprobe sensor DKK TOA menggunakan RS 232C (13). Sebelum sensor diinstal maka dilakukan kalibrasi terlebih dahulu dengan cairan standar. Sistem pengambilan sampling menggunakan Pengambilan tidak langsung, yaitu sensor tidak dicelupkan langsung ke dalam media air sampling, melainkan sampling air yang akan diukur kualitasnya dipompa terlebih dahulu ke dalam sebuah bak penampung kemudian sensor dicelupkan ke dalam bak penampung tersebut. Pada teknik pengambilan tidak langsung, hasil

pengukuran merupakan kondisi air dimana telah ditampung ke dalam penampung yang memungkinkan telah berbeda kondisinya pada beberapa waktu sebelumnya, sehingga hasil pengukuran dapat lebih sedikit tidak akurat dibanding dengan pengukuran langsung. Pada teknis pengambilan tidak langsung, sensor relatif lebih bersih karena berada pada posisi yang tertutup dan terjaga dari kotoran sehingga waktu perawatan dan kalibrasi sensor bisa lebih lama. Perancangan dengan sistem memompa air sungai ke dalam tangki ini dibuat untuk menghindari adanya tumpukan lumpur di dalam sensor multiprobe(9).



Gambar 2. Prototipe Onlino OSS

- **Sistem Sipaku**



Gambar 3. Skematik Sistem Pemantauan Kualitas Udara Dengan Sipaku(14)

Sipaku adalah sistem pemantauan kualitas udara secara online dan realtime. Teknologi Sipaku ini sama dengan Onlino OSS dimana sistem pemantauan kualitas udara realtime yang menggunakan *microprocessor* sebagai data loggernya dan memanfaatkan aplikasi perangkat lunak terbuka yang berfungsi untuk mengendalikan kerja sensor dalam rangka pengambilan data kualitas udara dan mengirimkannya ke pusat data. Pada data logger menggunakan Raspberry Pi dan microcontroller ATmega 2560. Parameter kualitas udara yang bisa diukur diantaranya parameter Indeks Standard Pencemaran Udara (ISPU) atau standarisasi pengukuran kualitas udara yang lain seperti Gas Rumah Kaca (GRK), pemantauan gas metan, pemantauan gas cerobong dan lainnya yang sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan oleh pemerintah (14). Sipaku yang digunakan dalam penerapan ini adalah untuk pengukuran kualitas udara ambien dengan parameter ISPU. Sipaku untuk udara ambien mengacu kepada Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor : Kep-

107/Kabapedal/11/1997 tentang Pedoman Teknis Perhitungan dan Pelaporan serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) (15). Dalam peraturan ini dijelaskan bahwa ISPU merupakan angka yang tidak mempunyai satuan yang menggambarkan kondisi mutu udara ambien di lokasi tertentu, yang berdasarkan pada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya. Biasanya nilai ISPU digunakan untuk mengukur kualitas udara daerah urban/perkotaan(16). Parameter pencemar udara berdasarkan ketentuan ISPU yaitu CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> dan PM<sub>10</sub>. Sipaku dibuat dari besi rangka dan bahan pelindungnya berupa akrilik. Hal ini untuk mempertimbangkan agar rangka pelindung Sipaku lebih praktis dan lebih ringan. Sipaku menggunakan sistem pompa satu dengan pompa yang lebih stabil. Desain ini merferensi dari desain aqmesh (<https://www.aqmesh.com>)(17). Pada aqmesh ini menggunakan modul sensor dalam 1 kesatuan yang dapat mengukur beberapa parameter ISPU. Pada Sipaku ini juga menggunakan modul sensor yang dapat mengukur beberapa parameter ISPU

yaitu NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>. Sedangkan sensor PM<sub>2.5</sub> dan PM<sub>10</sub> terpisah dengan modul sensor tersebut. Modul sensor yang digunakan merupakan jenis *low cost* sensor jenis electrochemical. Meskipun menggunakan *low cost* jenis electrochemical tapi sensor dapat bekerja dengan baik dalam pengukuran kualitas udara. Hal ini ditunjukkan dalam penelitian Liu X dkk. Bahwa telah melakukan penelitian selama 13 bulan menggunakan *low cost*

sensor jenis electrochemical di empat lokasi di Australia dan Cina. Stabilitas jangka panjang dari sensor PM<sub>2.5</sub> dan CO baik, sedangkan CO kesalahan relatif dipengaruhi oleh suhu tinggi dan rendah. Secara keseluruhan, sensor kualitas udara bekerja dengan baik di lingkungan di mana mereka dioperasikan dan memberikan kontribusi yang penting bagi pemantauan kualitas udara jangka panjang (18).



Gambar 4. Prototipe Sipaku

Pada Aqmesh tidak menggunakan water trap sedangkan dalam Sipaku menggunakan watertrap dan filter 2 tahap yang berfungsi untuk menangkap air dalam gas. Perangkat air (water trap) merupakan alat penyaring air pada instrumen pemantauan kualitas udara agar udara yang dihisap dari udara sekitar (ambien) tidak bercampur dengan air yang berfungsi untuk membuang air secara otomatis. Bahan watertrap dari borosilikat. Hal ini untuk menghindari terjadi reaksi kimia antara udara dengan bahan materialnya. Teknologi filter 2 tahap bertujuan untuk menangkap air yang terdissolved pada fase cair. Media filtrasi yang digunakan yaitu karbon aktif dan mangan zeolit berfungsi untuk menangkap

zat organik fase padat yang terdissolved ke dalam fase gas. Sedangkan filter ke 2 menggunakan silika blue yang berfungsi untuk menangkap fase cair yang terdilusi dalam gas (14).

### 3.2 Uji Coba peralatan Onlimo dan Sipaku

Pengujian sistem Onlimo dan Sipaku dilakukan beberapa kali untuk menguji kesiapan alat sebelum proses instalasi. Beberapa kali pengujian dipantau untuk dapat mengetahui kelemahan sistem sehingga dapat disempurnakan.

#### ● Pengujian Sistem Onlimo

Pengujian sistem Onlimo ini meliputi pengujian sistem pompa dan pengukuran

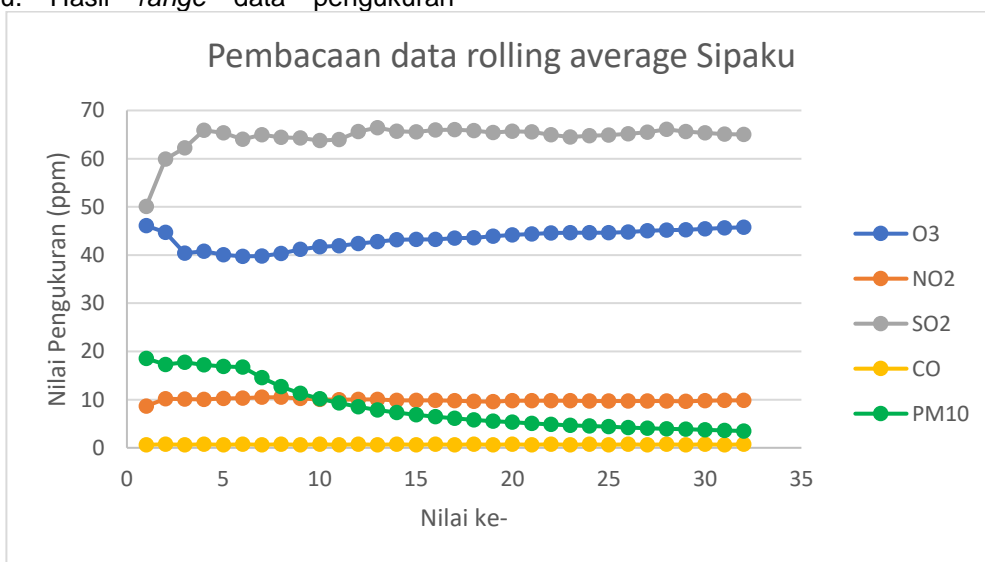


kualitas air dari sensor dapat terbaca oleh data logger. Berdasarkan hasil pengujian dapat dipastikan bahwa sistem pompa dan data logger dapat beroperasi dengan baik. Sensor kualitas air juga sudah dikalibrasi sebelum dilakukan pengujian.

● **Pengujian Sistem Sipaku**

Pengujian sistem Sipaku meliputi pengujian pengukuran kualitas udara dari sensor yang dapat terbaca oleh data logger. Pengujian/kalibrasi sensor dilakukan di lapangan pada beberapa titik. Pada saat pengujian/kalibrasi mengalami beberapa kendala diantaranya sensor tidak dapat membaca pengukuran, hasil pengukuran tidak stabil karena lonjakan pengukuran terlalu jauh, peralatan dalam sistem Sipaku panas sehingga harus dikondisikan terlebih dahulu. Hasil *range* data pengukuran

kualitas udara ambien masih normal dan stabil, serta fluktuasi perubahan yang tidak terlalu berbeda karena data yang ditampilkan adalah *data rolling average*. Penghitungan dengan *data rolling average*, membuat data lebih stabil dan perubahan yang tidak terlalu signifikan. De Vito dkk. dan Tsujita et al. menekankan pentingnya kalibrasi sensor kualitas udara perkotaan dalam pengurangan kesalahan pengukuran. Spinel dkk. menunjukkan bahwa kalibrasi di lapangan dengan pengawasan lebih efektif daripada dengan teknik regresi linier atau multilinier. Meskipun berbagai metode telah dikembangkan, kalibrasi lapangan sensor berbiaya rendah masih merupakan tantangan(19). Berdasarkan hasil pengujian pengukuran kualitas udara, sensor dan data logger dapat beroperasi dengan baik.



Gambar 5. Grafik Data Pengujian SIPAKU

**3.3 Pemasangan Sistem Onlimo dan Sipaku di Sungai Cisdane Tangerang**

Pemasangan peralatan Onlimo dan Sipaku di pos pemantauan Sungai Cisdane. Lokasi pemasangan sistem Onlimo dan Sipaku dipilih dengan memperhatikan kekuatan sinyal operator GSM, kemudahan teknis saat pemasangan dan masalah keamanan peralatan(20). Selain itu juga memperhatikan pengaruh

pasang surut air Sungai Cisdane. Integrasi sistem peralatan telemetri online monitoring Onlimo dan Sipaku dalam satu bangunan pelindung dapat dikategorikan sebagai satu titik pengamatan (stasiun pengamatan) seperti terlihat pada Gambar 5. Sistem yang terintegrasi dapat digunakan sebagai contoh stasiun pemantauan kualitas air dan udara yang terintegrasi. Sistem peralatan telemetri yang terpasang telah menghasilkan data pemantauan yang dikirimkan ke server

Onlimo untuk data kualitas air dan server  
Sipaku untuk data kualitas udara.



Gambar 6. Sistem Peralatan Telemetry SIPAKU Dan ONLIMO Telah Terpasang di Pos Pemantau Sungai Cisadane, Kota Tangerang

### 3.4 Evaluasi Pengukuran Sistem Onlimo dan Sipaku

Pengukuran kualitas air dan udara dilakukan dengan menyalakan sistem onlimo dan sipaku dalam 24 jam di Pos Pemantau Sungai Cisadane, Kota Tangerang. Data logger sebagai pengendali pengukuran kualitas air dan udara di stasiun pengamatan. Interval waktu pengukuran dalam data logger dapat diset sesuai kebutuhan (21). Dalam penerapan ini data kualitas air dan udara direkam setiap 1 menit sekali sehingga alat akan menyala terus menerus kecuali pada kondisi alat mati atau sedang ada masalah. Pada kondisi pengoperasian normal sistem pompa pada Onlimo akan bekerja secara otomatis untuk mengambil air dari sungai dan ditampung di tangki.

- Pengukuran kualitas air  
Selama pengukuran 3 bulan ada lebih dari 30.000 data pemantauan kualitas air yang direcord tiap menit dengan beberapa

parameter sesuai parameter pada sensor multiprobe DKK TOA.

- Hasil pengukuran parameter konduktifitas atau daya hantar listrik (DHL) dengan nilai rata-rata adalah 0,12 mS/cm, konduktifitas maksimum 0,23 mS/cm dan konduktifitas minimum adalah 0,1 mS/cm ditunjukkan pada gambar 21.
- Hasil pengukuran parameter temperatur air dengan nilai rata-rata temperatur adalah 28,25°C dengan temperatur maksimal 30,4 °C dan temperatur minimum adalah 26,1 °C. yang diamati ditunjukkan pada gambar 22.
- Hasil pengukuran untuk parameter jumlah zat pada terlarut atau *total dissolved substance* (TDS) ditunjukkan pada gambar 23 dengan nilai rata-rata adalah 0,01 g/l (mb), TDS maksimal 0,1 g/l dan TDS minimal adalah 0,04 g/l.
- Hasil pengukuran untuk parameter kandungan oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO) ditunjukkan pada gambar 24 dengan nilai rata-rata adalah

- 0,97 mg/l, DO maksimal 5,89 mg/l (%) dan DO minimal adalah 0,01 mg/l (%).
- Hasil pengukuran untuk parameter pH ditunjukkan pada gambar 25 dengan nilai rata-rata adalah 6,4, pH maksimal 7,07 dan pH minimal adalah 3,86.
  - Hasil pengukuran untuk parameter kekeruhan (turbidity) ditunjukkan pada gambar 26 dengan nilai rata-rata adalah 12,78 ntu, kekeruhan maksimal 165,48 ntu dan kekeruhan minimal adalah 0,01 ntu.
  - Hasil pengukuran untuk parameter nitrat ditunjukkan pada gambar 27 dengan nilai rata-rata adalah 20,9 ppm, nitrat maksimal 1275 ppm dan nitrat minimal

adalah 1,1 ppm.

- Hasil pengukuran untuk parameter amonia ditunjukkan pada gambar 28 dengan nilai rata-rata adalah 0,01 ppm, amonia maksimal 0,15 ppm dan amonia minimal adalah 0,01 ppm.
- Hasil pengukuran untuk parameter ORP ditunjukkan pada gambar 29 dengan nilai rata-rata adalah 349,89 mV, ORP maksimal 595 mV dan ORP minimal adalah 396,33 mV.

Rekapitulasi nilai rata-rata, maksimal dan minimal hasil pengukuran online untuk keenam parameter pengukuran ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Nilai Rata-rata, Maksimal dan Minimal Hasil Pengukuran Online

Nilai	DHL (mS/cm)	Temperatur (°C)	TDS (g/l)	DO (mg/l)	pH	Turbidity (ntu)	Nitrat (ppm)	Amonia (ppm)	ORP (mV)
Rata-rata	0,12	28,25	0,01	0,97	6,4	12,78	20,9	0,01	349,89
Maksimal	0,23	30,4	0,1	5,89	7,07	165,48	1275	0,15	595
Minimal	0,1	26,1	0,04	0,01	3,86	0,01	1,1	0,01	396,33

#### ● Pengukuran Kualitas Udara

Konsentrasi yang digunakan dalam perhitungan ISPU adalah  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , konsentrasi PM10 sudah dalam satuan  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sedangkan konsentrasi instrument O3, CO, NO2 dan SO2 dalam ppb, sehingga data tersebut harus dikonversi terlebih dahulu ke  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  menggunakan persamaan berikut:

$$\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} = \frac{p \times Mr}{R \times T} \times \frac{\text{ppb}}{1000}$$

dengan:

p = tekanan udara (Pascal)

Mr = massa molekul relatif (g/mol)

R = konstanta gas ideal (8.314 N m mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>)

T = temperatur udara (Kelvin)

Untuk persamaan ini, nilai tekanan udara (p) dan temperatur udara (T) digunakan pada kondisi STP (temperatur udara 25 C=293K dan tekanan udara 1 atm). Koreksi tersebut dihitung dengan persamaan berikut:

$$X_1 = \frac{T_0}{T_1} \times \frac{p_1}{p_0} \times X_0$$

dengan:

X0 = konsentrasi awal

X1 = konsentrasi terkoreksi

T0 = temperatur udara STP (K)

T1 = temperatur udara rata-rata (K)

p0 = tekanan udara STP (Pa)

p1 = tekanan udara rata-rata (Pa)

Tabel 3. Batas Atas ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara) dalam Satuan SI sesuai dengan Lampiran Keputusan Kepala Bapedal No. 107 Tahun 1997 (15)

ISPU	24 Jam PM <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup>	8 jam SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	8 Jam CO µg/m <sup>3</sup>	1 Jam O <sub>3</sub> µg/ m <sup>3</sup>	1 Jam NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>
0	0	0	0	0	0
50	50	80	5	120	0
100	150	365	10	253	0
200	350	800	17	400	1130
300	420	1600	34	800	2260
400	500	2100	46	1000	3000
500	600	2620	57.5	1200	3750

(nilai 0 disisipkan dalam tabel untuk mempermudah pemahaman dalam perhitungan).

Periode paparan seperti yang disebutkan dalam Tabel 3 menentukan resolusi data yang digunakan dalam perhitungan. Untuk data O<sub>3</sub> dan NO<sub>2</sub> yang digunakan dalam perhitungan adalah nilai maksimum dari rata-rata perjam dalam satu hari. Data konsentrasi CO dan SO<sub>2</sub> yang digunakan dalam perhitungan dipilih dari nilai maksimum dari rata-rata per 8 (delapan) jam dalam satu hari. Sementara itu, konsentrasi PM<sub>10</sub> merupakan data rerata harian digunakan dalam perhitungan. Setelah dari data µg/m<sup>3</sup> diubah menjadi nilai indeks ISPU terhitung, dengan cara:

$$I = \frac{I_a - I_b}{X_a - X_b} (X_x - X_b) + I_b$$

dengan:

I = ISPU terhitung

I<sub>a</sub> = ISPU batas atas

I<sub>b</sub> = ISPU batas bawah

X<sub>a</sub> = ambien batas atas

X<sub>b</sub> = ambien batas bawah

X<sub>x</sub> = konsentrasi ambien nyata hasil pengukuran

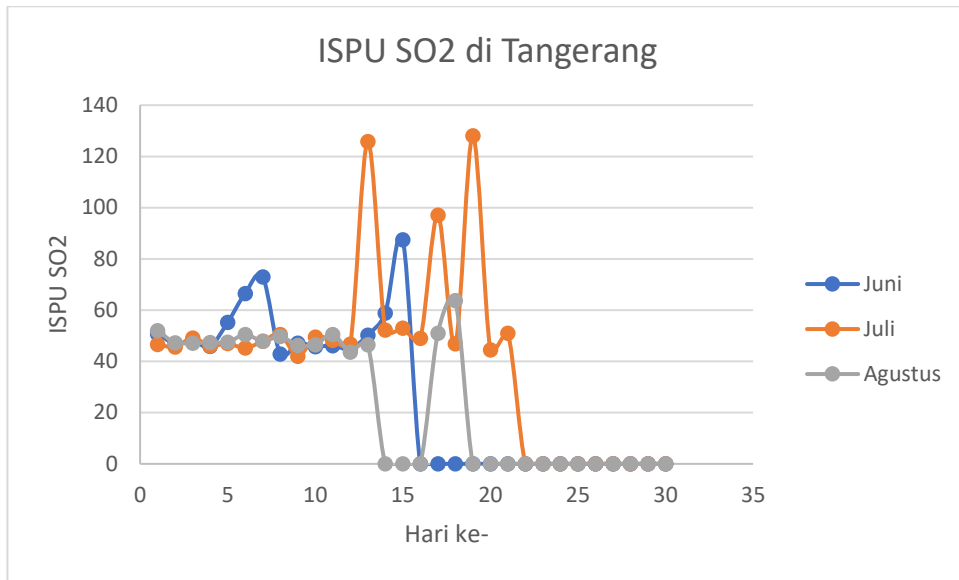
Hasil perhitungan nilai ISPU digunakan untuk melakukan kategorisasi kondisi kualitas udara di suatu tempat. Kualifikasi tersebut didasarkan pada nilai ISPU dari parameter pencemar utama. Kualifikasi kondisi kualitas udara tersebut dirangkum dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Angka dan Kategori Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU)

Indeks	Kategori
1 - 50	Baik
51 - 100	Sedang
101 - 199	Tidak Sehat
200 - 299	Sangat Tidak Sehat
300 - lebih	Berbahaya

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data pengukuran di Pos Pemantau

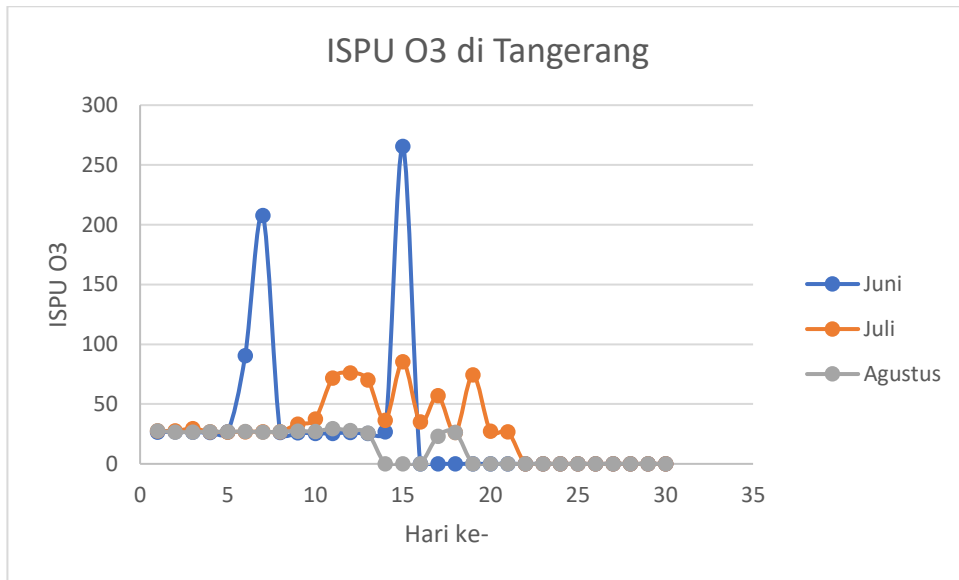
Sungai Cisadane, Kota Tangerang periode dari bulan Juni-Agustus 2020.



Gambar 7. Nilai ISPU Sulfurdioksida (SO2) pada bulan Juni-Agustus 2020 di Kota Tangerang

Selama pengukuran di bulan Juni 2020 menunjukkan ISPU SO2 kategori sedang pada hari ke 5-7 dan 14 serta 15 karena memiliki nilai di atas 50 di bawah 100. Selain beberapa hari itu, pengukuran ISPU SO2 menunjukkan kualitas udara baik. Pada Bulan Juni ini alat Sipaku hanya beroperasi selama 15 hari sedangkan 15 hari lainnya alat error/mati. Selama pengukuran di bulan Juli 2020 Sulfurdioksida (SO2) menunjukkan kualitas udara yang baik dan tidak ada efek bagi kesehatan manusia dan makhluk hidup selama bulan Juli 2020 di Kota Tangerang, dengan kisaran ISPU 0-50. Namun pada

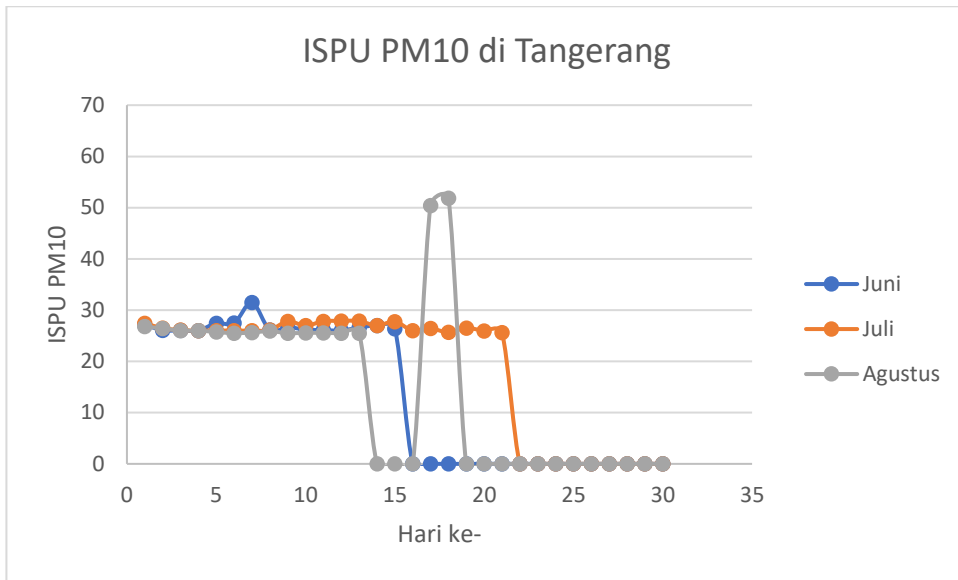
hari ke 13 dan 19 menunjukkan ISPU SO2 tidak sehat (efeknya Bau, Meningkatnya kerusakan tanaman) dan pada hari ke 17 menunjukkan ISPU SO2 kategori sedang (efeknya Luka pada beberapa spesies tumbuhan). Pengukuran ISPU SO2 pada Agustus menunjukkan kategori sedang hanya pada hari ke 18 Agustus. Selain hari itu menunjukkan kualitas udara dalam kondisi baik. Sama seperti pada Bulan Juni, pada Bulan Agustus alat Sipaku hanya beroperasi selama 15 hari, 15 hari lainnya alat error/mati.



Gambar 8. Nilai ISPU Ozon (O<sub>3</sub>) pada bulan Juni-Agustus 2020 di Kota Tangerang

Pengukuran pada hari ke 7 dan 15 bulan Juni di Kota Tangerang menunjukkan kategori ISPU Ozon berbahaya karena mencapai angka 200 lebih. Hal ini bisa terjadi karena benar-benar terjadi pencemaran atau bisa terjadi karena adanya error pada alat karena hasil pengukuran ISPU mendadak tinggi. Padahal pengukuran ISPU Ozon di hari lain bagus, menunjukkan kondisi baik ISPUnya. Ozon permukaan (O<sub>3</sub>) selama bulan Juli 2020 di Kota Tangerang, mempunyai nilai ISPU sebanyak 21 hari berada pada kisaran 0-50 yang artinya kualitas udara baik, 6 (tujuh)

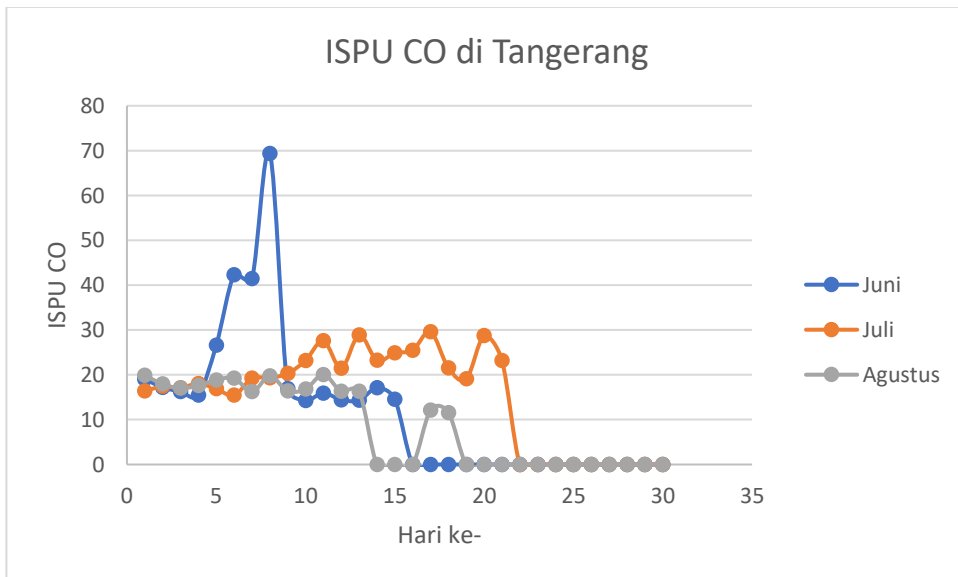
hari berada pada kisaran 51-100 yang artinya berada pada kategori sedang (efeknya menimbulkan luka pada beberapa spesies tumbuhan). Kualitas udara termasuk pada kategori sedang adalah 7 (tujuh) hari di mana nilai ISPU berada pada kisaran 51-100, yaitu pada hari ke 11 (nilai ISPU 72), 12 (nilai ISPU 76), 13 (nilai ISPU 70), 15 (nilai ISPU 85), 17 (nilai ISPU 57) dan 19 (nilai ISPU 74). Selama bulan Agustus, pengukuran ISPU O<sub>3</sub> dalam kondisi baik semua ISPUnya sehingga kualitas udara bagus pada bulan itu.



Gambar 9. Nilai ISPU Partikulat (PM10) pada bulan Juni-Agustus 2020 di Kota Tangerang

Selama bulan Juni, pengukuran ISPU PM10 dalam kondisi baik semua ISPUnya sehingga kualitas udara bagus pada bulan itu. Parameter Partikulat (PM10) selama bulan Juli tahun 2020 di Kota Tangerang nilai ISPU sebanyak 21 hari berada pada kisaran 0-50 yang artinya kualitas udara

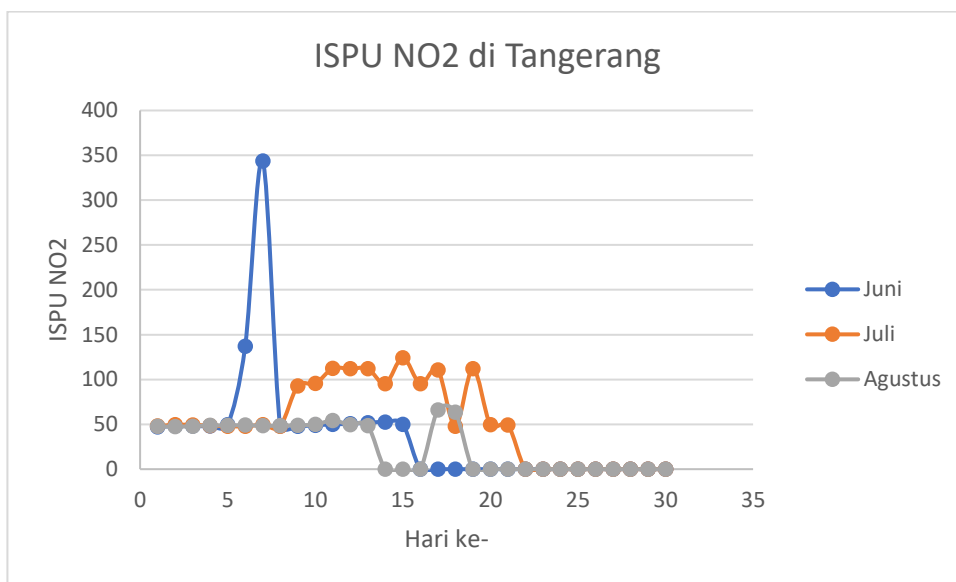
baik. Polutan akibat kendaraan bermotor dan asap pabrik tidak berpengaruh signifikan pada kualitas udara. Pengukuran ISPU PM10 pada bulan Agustus terdapat angka di batas baik yaitu 50, pada hari ke 17 dan 18. Selain itu pengukuran menunjukkan angka di bawah 50 sehingga ISPUnya baik.



Gambar 10. Nilai ISPU karbonmonoksida (CO) pada bulan Juni-Agustus 2020 di Kota Tangerang

Pengukuran ISPU CO pada bulan Juni 2020 menunjukkan bahwa pada hari ke 8 mencapai nilai 69 artinya kondisi ISPU kategori sedang, sedangkan di hari yang lain ISPU CO-nya baik. Selama bulan Juli 2020, dari pengukuran karbonmonoksida menunjukkan nilai ISPU berada pada

kisaran 0-50, artinya kondisinya udara baik dan tidak menimbulkan efek bagi kesehatan manusia dan makhluk hidup. Pengukuran selama bulan Agustus menunjukkan ISPU CO baik sehingga kualitas udara bagus di bulan itu.



Gambar 11. Nilai ISPU Nitrogendioksida (NO2) pada bulan Juni-Agustus 2020 di Kota Tangerang

Pengukuran ISPU NO2 pada bulan Juni hari ke 6 menunjukkan angka 130an dan hari ke 7 mencapai 300 lebih sedangkan selain hari itu ISPU NO2 dalam kondisi baik. Hal ini bisa terjadi karena benar-benar terjadi pencemaran atau bisa terjadi karena adanya error pada alat karena hasil pengukuran ISPU mendadak tinggi. Angka 130 dan 300 ini berarti tidak sehat (efeknya bau dan kehilangan warna, Peningkatan reaktivitas pembuluh tenggorokan pada penderita asma). Serupa dengan pengukuran karbonmonoksida (CO), nilai ISPU Nitrogendioksida (NO2) di Kota Tangerang selama bulan Juli 2020, berada pada kisaran 0-50, yang artinya kondisinya udara baik dan tidak menimbulkan efek bagi kesehatan manusia dan makhluk hidup. Namun, pada hari ke 15 Juli 2020 ISPU cukup tinggi di angka 124 yang berarti tidak sehat (efeknya bau dan kehilangan warna, Peningkatan reaktivitas pembuluh

tenggorokan pada penderita asma). Hal ini bisa juga terjadi karena error pada alat Sipaku. Selama bulan Agustus pada hari ke 16 dan 17 menunjukkan angka ISPU di atas 60 yang artinya dalam kategori sedang ISPU NO2.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil kegiatan pemantauan kualitas air dan udara di Sungai Cisadane menggunakan teknologi online monitoring dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Sistem integrasi pemantauan kualitas air dan udara di Sungai Cisadane dapat diterapkan dengan baik sehingga dapat diaplikasikan untuk pemantauan di tempat lain juga.
- Pemantauan kualitas udara dengan menggunakan Sipaku dapat menghasilkan nilai yang cukup akurat. Namun, alat Sipaku masih belum stabil



karena dalam 1 bulan bisa terjadi beberapa kali mati/error sehingga data yang didapatkan tidak utuh 30 hari sehingga perlu adanya perbaikan dan peningkatan sistem pada Sipaku.

- Pemantauan kualitas air dengan menggunakan Onlimo dapat menghasilkan nilai yang cukup akurat. Onlimo lebih stabil dan tahan dibandingkan Sipaku.
- Parameter COD belum bisa diukur oleh sensor sehingga perlu adanya kalibrasi ulang atau perawatan pada sensor COD.

## DAFTAR PUSTAKA

- Peraturan Pemerintah No 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara
- Peraturan Pemerintah No 20 Tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air
- Undang – Undang No 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Kurniawan, Budi. (2018). Kebijakan Dan Implementasi Pemantauan Kualitas Lingkungan (Air Dan Udara). Prosiding Seminar Nasional dan Konsultasi Teknologi Lingkungan ; Jakarta, 20 September 2018.
- Liu, J., Li, W., & Li, J. (2016). Quality screening for air quality monitoring data in China. *Environmental pollution*, 216, 720-723.
- Pappu, S., Vudatha, P., Niharika, A. V., Karthick, T., & Sankaranarayanan, S. (2017). Intelligent IoT based water quality monitoring system. *International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562*, 12(16), 5447-5454.
- Water Quality Monitoring in Korea. ([http://nationalatlas.ngii.go.kr/pages/page\\_1313.php#:~:text=In%20Korea%2C%20several%20ministries%20and,order%20to%20prevent%20water%20pollution.&text=Currently%2C%20water%20quality%20monitoring%20is,wamis.](http://nationalatlas.ngii.go.kr/pages/page_1313.php#:~:text=In%20Korea%2C%20several%20ministries%20and,order%20to%20prevent%20water%20pollution.&text=Currently%2C%20water%20quality%20monitoring%20is,wamis.))
- Wahjono, Heru D. (2018). Penerapan Teknologi Online Monitoring Kualitas Air di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional dan Konsultasi Teknologi Lingkungan ; Jakarta, 20 September 2018.
- Onlimo.bppt.go.id
- Anggraeni, K. Dkk. (2019). Analisis Kebutuhan Power Supply pada Onlimo OSS (*Open Source Software*) Untuk Pemantauan Kualitas Air Secara Realtime. *Jurnal Air Indonesia* Vol. 11, No 1, April 2019, 38-48
- Wahjono, Heru Dwi (2006). Sistem Pemantauan Online (ONLIMO) Kualitas Air dengan Menggunakan Sistem Komunikasi GSM. *JTL Vol 7* No. 2, Mei 2006, 115-128.
- Hungarian Ministry for Environment and U. S. Agency for International Development (1996), Basic instrumentation of monitoring station (<http://www.rivermonitoring.hu>).
- DKK TOA. (2015). Brochure Water Quality Meter Model WQC-24. DKK-TOA Corporation. <https://simkualing.bppt.go.id/sipaku/>
- Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor : Kep-107/Kabapedal/11/1997 tentang Pedoman Teknis Perhitungan dan Pelaporan serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)
- Kurniawan, Agusta (2017). Pengukuran Parameter Kualitas Udara (CO, NO2, SO2, O3 dan PM10) di Bukit Kototabang Berbasis ISPU. *Jurnal Tekno Sains* Volume 7 No. 1 22 Desember 2017,1-82. <https://www.aqmesh.com>
- Liu, X., Jayaratne, R., Thai, P., Kuhn, T., Zing, I., Christensen, B., ... & Wainwright, D. (2020). Low-cost sensors as an alternative for long-term air quality monitoring. *Environmental Research*, 109438.
- Castell, N., Dauge, F. R., Schneider, P., Vogt, M., Lerner, U., Fishbain, B., ... & Bartonova, A. (2017). Can commercial low-cost sensor platforms contribute to air quality monitoring and

exposure estimates?. *Environment international*, 99, 293-302.

Wahjono, Heru Dwi. (2010). Teknologi Pemantauan Kualitas Air ONLINE BERBASIS GSM Dengan Metode SMS Di Sungai Kapuas. JAI Vol 6, No 2. 2010.

Wahjono, Heru Dwi (2009). Pemantauan Kualitas Air Online Dan Realtime Di Intake PDAM Taman Kota Cengkareng Drain DKI Jakarta. JAI Vol. 5. No. 2 2009.