
Ade Silvia Handayani¹⁾, R.A Halimatussa'diyah²⁾, Rahmad Rizky Aldi³⁾, Nyayu Latifah Husni⁴⁾
PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MULTISENSOR
SEBAGAI SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA
Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(2): 1-13

PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MULTISENSOR SEBAGAI SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA

Ade Silvia Handayani¹⁾, R.A Halimatussa'diyah²⁾, Rahmad Rizky Aldi³⁾, Nyayu Latifah Husni⁴⁾
Fakultas Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara Palembang
email: ade_silvia@polsri.ac.id¹, ra_halimatussadiyah@polsri.ac.id²
rahmadrizkyaldi@gmail.com³, nyayu_latifah@polsri.ac.id⁴

ABSTRAK

Along with the current development, air quality is very vulnerable to being polluted. Factors that affect air quality are an increase in infrastructure development, factories, motor vehicle fumes and any other human activity. Based on these factors, an air quality monitoring system that is integrated into a Wireless Sensor Network (WSN) system is needed. In this study, a Wireless Sensor Network will be designed using Multisensor Network technology that works in real time to measure pollutant gas levels using the TGS 2442 sensor as a measure of carbon monoxide (CO), MG811 sensor as a measure of carbon dioxide (CO₂), TGS 2611 sensor as a measure of HydroCarbon (HC), the DHT-11 sensor as a temperature and humidity meter and the SHARPGP2Y1010 sensor as a measure of particulate levels in the air (PM10). The data from this sensor reading is sent to the server using a Raspberry pi microprocessor. Furthermore, the data will be processed until it becomes information that can be used by users or the general public.

Kata kunci: Wireless Sensor Network, Monitoring, Air Quality, Raspberry Pi

PENDAHULUAN

Udara merupakan salah satu aspek penting dalam kehidupan manusia [1]. Tanpa udara, manusia dan hewan tidak akan bisa bernafas, tumbuhan pun tidak dapat berfotosintesis. Udara yang sehat harus terdiri dari beberapa komponen gas yaitu oksigen, nitrogen, uap air dan bahan lainnya dengan jumlah serta persentase yang bervariasi [2]. Namun seiring dengan perkembangan zaman, saat ini kualitas udara sangat rentan tercemar akibat aktivitas manusia ataupun alasan industri [3]. Berdasarkan data World Health Organization (WHO) pada tahun 2016 sekitar 6,5 juta orang meninggal dunia yang disebabkan oleh pencemaran udara [4]. Pencemaran udara adalah suatu kondisi ketika kualitas udara menjadi rusak dan terkontaminasi oleh zat-zat yang membahayakan kesehatan tubuh manusia [5]. Faktor terjadinya pencemaran udara adalah pembangunan infrastruktur yang semakin bertambah, asap pabrik, serta gas buang kendaraan bermotor. Jika hal ini tidak diperhatikan secara serius, dapat menimbulkan berbagai macam penyakit. Diantaranya iritasi mata, infeksi saluran pernafasan atas (ISPA), radang tenggorokan dan penyakit lainnya [6].

Monitoring kualitas udara secara *realtime* sangat dibutuhkan untuk mengetahui kondisi dan kualitas udara di suatu lingkungan [7]. Dengan perkembangan teknologi dan informasi telah membawa manusia menuju suatu generasi baru berupa sensor (alat deteksi) yang murah dan akurat. Salah satu sistem kontrol dan monitoring yang saat ini sedang dikembangkan adalah Wireless Sensor Network (WSN)[8]. Wireless Sensor Network atau WSN terdiri dari kumpulan node sensor yang bersifat individu yang dapat berinteraksi dengan lingkungannya dengan cara *sensing*, *controlling* dan *communication* terhadap parameter-parameter fisiknya[9].

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Iwan et al [10], proses perancangan sistem monitoring kualitas udara dibangun menggunakan Teknologi WSN, dengan parameter yang diukur yaitu karbon monoksida, karbon dioksida, serta suhu dan kelembaban. Parameter gas yang diukur dalam penelitian ini terlalu sedikit sebagai monitoring kualitas udara, sehingga diperlukan adanya pengembangan sensor pengukuran. Penelitian selanjutnya dengan judul "Wireless Sensor Network System Design using Raspberry Pi and Arduino for Environmental Monitoring Applications" [11] menggunakan modul arduino dan Xbee untuk komunikasi nirkabel, namun penggunaan modul Xbee membutuhkan biaya yang cukup tinggi. Adapun penelitian Susana

dkk [12] mengimplementasikan WSN sebagai alat pendeteksi kebakaran yang berupa api dan asap. Namun hasil dari pendeteksian tersebut masih dikirimkan dalam bentuk SMS (*Short Message Service*) sehingga kemungkinan akan terjadinya penghambatan pengirim data secara *real time* dapat terjadi dikarenakan masalah pada operator penyedia layanan.

Pada penelitian ini, akan di rancang suatu sitem monitoring kualitas udara menggunakan teknologi Multi Sensor Network. Sistem Multi Sensor Network (MSN) merupakan teknologi baru, dengan memanfaatkan beberapa node sensor dalam satu perangkat Wireless Sensor Network (WSN) [13]. Dimana selanjutnya perangkat ini akan diletakkan di beberapa lokasi, misalnya di area parkir, jalan raya, perumahan, kawasan industri, dan lain sebagainya. Parameter yang akan diukur adalah KarbonMonoksida (CO), KarbonDioksida (CO₂), HidroCarbon (HC), suhu dan kelembapan serta kadar partikulat di udara (PM10). Nilai dari parameter tersebut didapatkan dari proses *sensing* oleh sensor secara berkala dan selanjutnya akan dikumpulkan untuk dikirim ke *database* server oleh raspberry Pi melalui jaringan internet. Kelebihan dari sistem monitoring kualitas udara ini adalah diterapkannya teknologi Multi Sensor Network sehingga akan lebih banyak gas polutan berbahaya yang dapat di ukur secara *real time* dalam memonitoring kualitas udara di lingkungan sekitar.

Wireless Sensor Network (WSN) Sebagai Monitoring Lingkungan

Perkembangan industri dan kontruksi mengakibatkan meningkatnya pencemaran udara pada lingkungan. Pencemaran udara akibat aktivitas pembuangan industri yang berupa limbah zat-zat berbahaya. Zat-zat ini memiliki dampak buruk terhadap lingkungan dan mengancam kelangsungan hidup makhluk hidup [14]. Wireless Sensor Network (WSN) merupakan perangkat otonom dimana secara khusus mendistribusikan sensor dalam pemantauan kondisi suatu lingkungan seperti suhu, suara, getaran, tekanan, pergerakan di lokasi yang berbeda [7].

Data hasil pemantauan dikirimkan melalui jaringan ke jaringan utama atau *Base Station* yaitu lokasi dimana data dapat diamati dan dianalisis dan berperan sebagai antarmuka antara pengguna dan jaringan [15]. WSN juga dibangun dari beberapa node sensor yang tersebar di area pemantauan. Node sensor dilengkapi dengan perangkat penginderaan dan penghitungan, pemancar gelombang radio, dan komponen daya. Node sensor tidak hanya bertanggung jawab untuk pengumpulan data, tetapi juga untuk analisis jaringan dan kombinasi data sensor [16].

Multi-Sensor Network (MSN) Sebagai Monitoring Kualitas Udara

Multi-Sensor Network (MSN) merupakan teknologi baru dengan memanfaatkan beberapa sensor dan Wireless Sensor Network (WSN) dalam satu perangkat. Sinyal yang dikumpulkan dikirim ke pusat pemantauan, yang menggunakan komputer cerdas untuk secara otomatis mengelola sumber daya terdistribusi dan mengoptimalkan jadwal tugas secara *real time* [17]. Tugas-tugas yang dilakukan oleh MSN secara *real time* dapat diterapkan pada kehidupan nyata seperti dalam tanggap bencana, komunikasi, transportasi, otomasi pabrik, pada bidang militer untuk pengawasan medan perang, pemantauan habitat, aplikasi kesehatan, pelacakan target, pemantau lingkungan dan lain-lain[18].

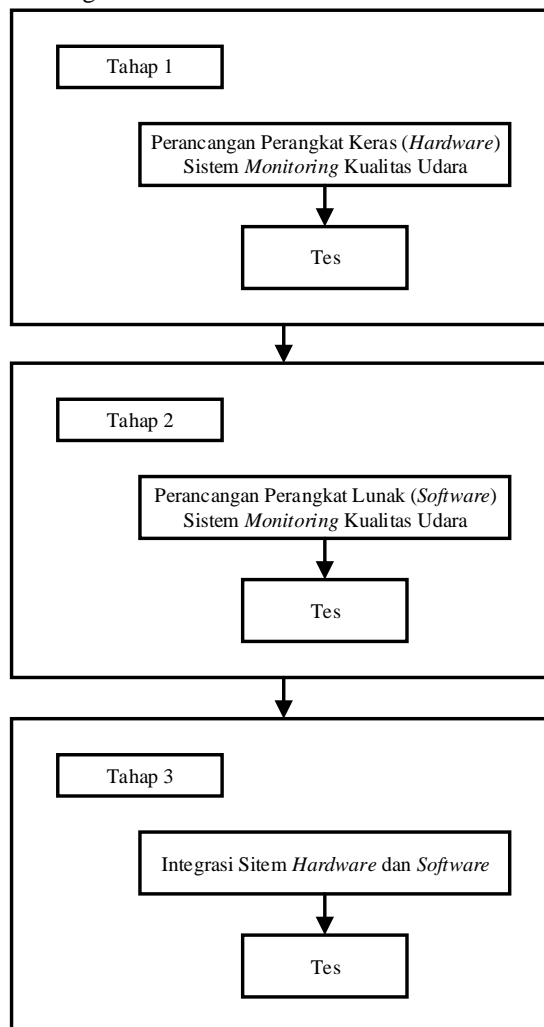
Jaringan multi sensor dengan aplikasi WSN pada pemantauan lingkungan memiliki aplikasi penting seperti pemantauan jarak jauh dan lingkungan pelacakan target. Sensor dilengkapi dengan antarmuka nirkabel yang dapat saling berkomunikasi ke jaringan. Desain WSN sangat bergantung pada aplikasi dan harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti lingkungan, tujuan desain aplikasi, biaya, perangkat keras, dan kendala sistem [16].

Aplikasi MSN dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori: pemantauan dan pelacakan. Aplikasi monitor termasuk pemantauan lingkungan dalam/luar ruangan [19], pemantauan kesehatan dan kesejahteraan, pemantauan daya, pabrik dan otomatisasi proses. Melacak aplikasi termasuk objek lintasan, hewan, manusia, dan kendaraan [20].

METODE PENELITIAN

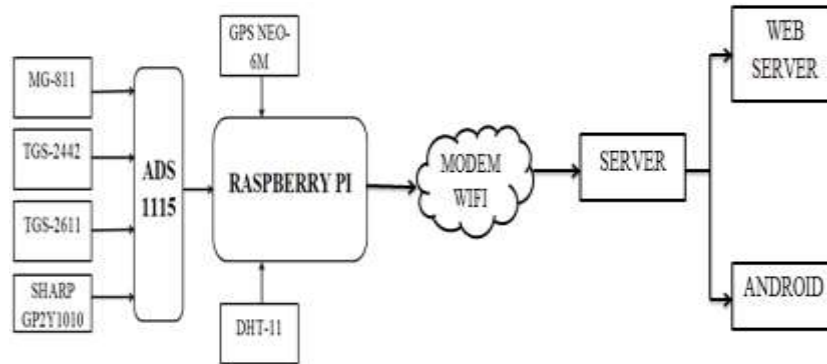
Tahapan penelitian ini dibuat dalam bentuk diagram secara keseluruhan. Bentuk diagram merupakan bagian terpenting karena bisa mengetahui tahapan-tahapan yang akan dicapai dalam perancangan ini.

Perancangan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras diawali dengan perancangan diagram blok sistem secara keseluruhan. Sehingga keseluruhan blok diagram rangkaian tersebut akan menghasilkan suatu sistem yang dapat difungsikan. Dari tahap perancangan perangkat tersebut, keduanya diintegrasikan menjadi sistem monitoring kualitas udara.



Gambar 1. Tahapan Keseluruhan Penelitian

1. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)



Gambar 2. Blok Diagram Sistem Perangkat Keras (Hardware)

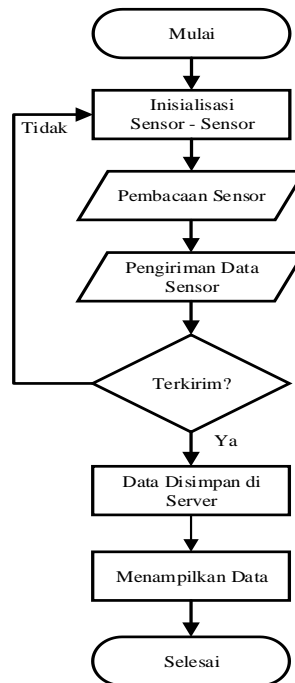
Pada gambar 2 sistem pemantauan kualitas udara ini, di rancang menggunakan mikroprosesor Raspberry Pi yang dilengkapi dengan teknologi *Multisensor Network*, sistem ini terdiri dari beberapa sensor yaitu, sensor Tgs2442 sebagai sensor CO, sensor MG811 sebagai sensor CO₂, sensor Tgs2611 sebagai sensor Hidro Karbon, sensor Sharp GP2Y1010 sebagai sensor debu dan sensor DHT11 sebagai sensor suhu dan kelembapan serta modul GPS Neo-6M untuk mengetahui keberadaan tiap-tiap node. Raspberry Pi dalam proses pembacaan data hanya dapat membaca nilai output dalam bentuk digital saja, sedangkan nilai output dari masing-masing sensor masih berbentuk analog. Maka dari itu untuk mendapatkan nilai pembacaan output sensor diperlukan modul ADC atau *Analog to Digital Converter* yakni ADS1115 sebagai konverter nilai pembacaan sensor agar dapat di proses oleh Raspberry Pi yang berfungsi sebagai *gateway*. Adapun sumber tegangan yang digunakan pada alat adalah baterai 12V.

2. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan Perangkat Lunak (*software*) akan diawali dari diagram blok perangkat lunak yang dijelaskan pada Gambar 3 dimana proses kerja alat dimulai dari *inisialisasi* sensor-sensor, selanjutnya sensor akan mulai bekerja untuk mendapatkan data kualitas udara. Data yang telah didapatkan dari hasil pembacaan sensor akan dikirimkan ke *server* untuk disimpan dan ditampilkan pada *web* dan aplikasi Android.

Ade Silvia Handayani¹⁾, R.A Halimatussa'diyah²⁾, Rahmad Rizky Aldi³⁾, Nyayu Latifah Husni⁴⁾
PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MULTISENSOR
SEBAGAI SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA

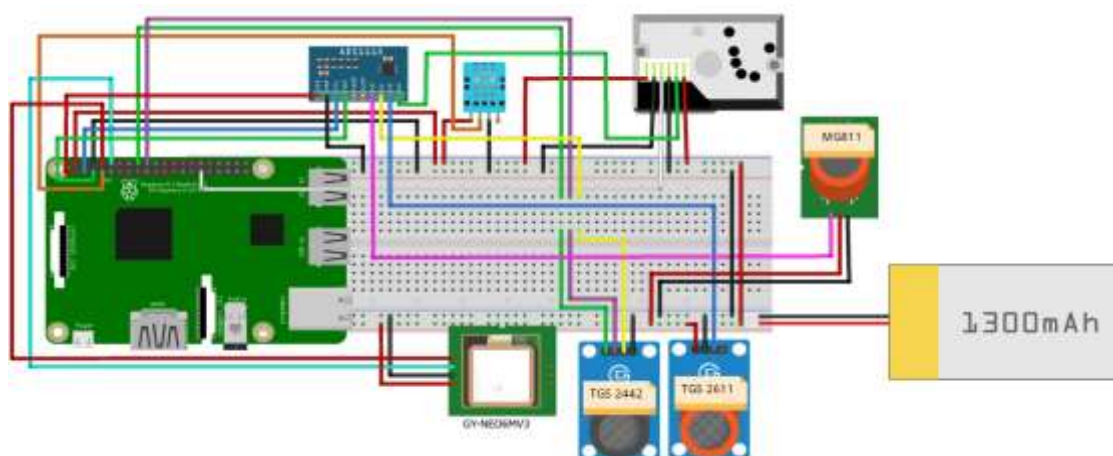
Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(2): 1-13



Gambar 3. Blok Diagram Sistem Perangkat Lunak (*Software*)

A. Rangkaian Keseluruhan Sistem

Pada Gambar 4 merupakan skema rancangan rangkaian keseluruhan. Dalam setiap Node 1, Node 2, Node 3 mempunyai skema rangkaian dan komponen-komponen yang sama. Node-node tersebut terdiri dari beberapa rangkaian antara lain rangkaian sensor TGS-2442, rangkaian sensor TGS-2611, rangkaian sensor MG-811, rangkaian sensor Sharp GP2Y1010, rangkaian sensor DHT-11 dan rangkaian modul GPS NEO-6M serta rangkaian modul ADC-1115 sebagai *analog to digital converter*.



Gambar 4. Skema rancangan rangkaian keseluruhan

Ade Silvia Handayani¹⁾, R.A Halimatussa'diyah²⁾, Rahmad Rizky Aldi³⁾, Nyayu Latifah Husni⁴⁾
PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MULTISENSOR
SEBAGAI SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA
Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(2): 1-13

B. Teknik pengumpulan data

Data yang akan diambil pada penelitian ini yaitu berupa kadar karbon monoksida (CO ppm), karbon dioksida (CO₂ ppm), hidrokarbon (HC ppm), Partikulat debu (PM₁₀ µg/m³) serta suhu (°C) dan kelembapan (%) yang dikirim secara wireless dari Node 1, Node 2 dan Node 3 ke server secara real time. Node 1, Node 2 dan Node 3 diletakkan pada 3 lokasi yang berbeda-beda. Data yang dikirimkan dari node-node tersebut akan tersimpan di database dan selanjutnya akan diolah sehingga dapat dilihat pada interface aplikasi android maupun web server.

C. Analisa Data

Analisa data dilakukan dengan pengujian data yang didapat dan menganalisis hasil kinerja alat. Dalam pengujian ini sistem akan di uji cobakan dengan menempatkan perangkat *hardware* pada suatu tempat. Melalui aplikasi sistem monitoring, hasil pemantauan akan tampil berupa tabel dan pesan darurat sehingga memudahkan user dalam mengetahui kondisi kualitas udara pada suatu tempat agar dapat dilakukan pencegahan lebih dini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan sistem berupa integrasi antara perangkat lunak dan perangkat keras yang terbentuk dalam suatu alat sistem monitoring kualitas udara. Alat ini diletakkan pada sebuah *box* untuk mengurangi resiko kerusakan, sehingga tetap bekerja optimal pada kondisi sedang proses pengambilan data. Adanya informasi lokasi berupa *latitude* dan *longitude* dapat mempermudah mengetahui dimana alat ini di letakkan.



Gambar 5. Hasil perancangan perangkat keras (*hardware*)

Pada proses pengujian alat ini, masing-masing node akan di letakkan pada lokasi yang telah di tentukan sebelumnya. Node-node akan di hidupkan secara bersamaan sehingga dapat memonitoring kualitas udara dimana lokasi node tersebut berada. Serta mengirimkan data hasil pembacaan ke *server* untuk diolah dan di tampilkan pada *interface* Android dan *webservice* yang telah disediakan secara *realtime*.

A. Langkah – Langkah Pengujian

Dalam proses pengujian agar dapat mengatasi dan mengurangi kesalahan saat melakukan pengujian, maka perlu dilakukan beberapa langkah-langkah berikut ini:

1. Tentukan lokasi dilakukannya pengujian.
2. Siapkan rangkaian alat yang akan dilakukan pengujian dan perangkat lainnya.
3. Periksa terlebih dahulu rangkaian alat yang akan diuji untuk memastikan bahwa keseluruhan rangkaian dalam keadaan baik.
4. Tentukan titik pengujian rangkaian.

Ade Silvia Handayani¹⁾, R.A Halimatussa'diyah²⁾, Rahmad Rizky Aldi³⁾, Nyayu Latifah Husni⁴⁾
PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MULTISENSOR
SEBAGAI SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA

Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(2): 1-13

B. Hasil Pengujian Monitoring Kualitas Udara Node 1

Pengujian node 1 dilakukan di lapangan parkir pusat administrasi Politeknik Negeri Sriwijaya pada kondisi waktu pagi, siang dan sore. Hasil dari monitoring kualitas udara dapat dilihat pada tabel dibawah ini:



Gambar 6. Lokasi pengujian node 1

Tabel 1. Hasil Monitoring Kualitas Udara Node 1 Pagi

No.	CO (ppm)	CO ₂ (ppm)	HC (ppm)	Debu (µg/m ³)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Waktu	Latitude	Longitude	Klasifikasi
1.	45	333	381	13	31	75	09:10	-2.983316667	104.7328375	Normal
2.	53	356	352	12	31	75	09:15	-2.983316668	104.7328376	Normal
3.	53	321	344	13	31	75	09:20	-2.983316668	104.7328377	Normal
4.	54	320	339	12	31	75	09:25	-2.983316667	104.7328375	Normal
5.	54	323	336	12	31	75	09:30	-2.983316668	104.7328376	Normal
6.	54	323	334	13	31	75	09:35	-2.983316667	104.7328375	Normal
7.	55	320	333	13	31	75	09:40	-2.983316667	104.7328376	Normal
8.	55	323	331	13	31	75	09:45	-2.983316668	104.7328375	Normal
9.	55	322	330	12	30	75	09:50	-2.983316668	104.7328376	Normal
10.	55	324	328	13	30	75	09:55	-2.983316667	104.7328375	Normal

Ade Silvia Handayani¹⁾, R.A Halimatussa'diyah²⁾, Rahmad Rizky Aldi³⁾, Nyayu Latifah Husni⁴⁾
 PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MULTISENSOR
 SEBAGAI SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA
 Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(2): 1-13

Tabel 2. Hasil Monitoring Kualitas Udara Node 1 Siang

No.	CO (ppm)	CO ₂ (ppm)	HC (ppm)	Debu (µg/m ³)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Waktu	Latitude	Longitude	Klasifikasi
1.	54	1673	286	18	31	71	12:10	-2.983316667	104.7328375	Moderate
2.	54	1622	284	19	31	70	12:15	-2.983316668	104.7328376	Moderate
3.	54	1596	284	18	31	69	12:21	-2.983316668	104.7328377	Moderate
4.	54	1566	282	18	31	68	12:26	-2.983316667	104.7328375	Moderate
5.	54	1511	280	18	32	69	12:22	-2.983316668	104.7328376	Moderate
6.	54	1496	280	18	31	69	12:30	-2.983316667	104.7328375	Moderate
7.	54	1479	278	17	31	68	12:35	-2.983316667	104.7328376	Moderate
8.	54	1460	276	18	32	67	12:39	-2.983316668	104.7328375	Moderate
9.	54	1436	283	17	31	70	12:43	-2.983316668	104.7328376	Moderate
10.	54	1437	277	17	31	69	12:50	-2.983316667	104.7328375	Moderate

Tabel 3. Hasil Monitoring Kualitas Udara Node 1 Sore

No.	CO (ppm)	CO ₂ (ppm)	HC (ppm)	Debu (µg/m ³)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Waktu	Latitude	Longitude	Klasifikasi
1.	57	415	276	18	33	64	14:10	-2.983316667	104.7328375	Normal
2.	57	385	276	18	32	64	14:15	-2.983316668	104.7328376	Normal
3.	57	365	276	18	33	64	14:20	-2.983316668	104.7328377	Normal
4.	57	369	279	17	32	64	14:25	-2.983316667	104.7328375	Normal
5.	57	376	276	17	32	64	14:29	-2.983316668	104.7328376	Normal
6.	57	386	276	17	33	64	14:34	-2.983316667	104.7328375	Normal
7.	57	377	276	17	32	64	14:39	-2.983316667	104.7328376	Normal
8.	57	366	276	19	33	64	14:52	-2.983316668	104.7328375	Normal
9.	57	372	276	17	32	64	14:55	-2.983316668	104.7328376	Normal
10.	57	367	276	18	33	64	15:00	-2.983316667	104.7328375	Normal

Tabel 1-3 merupakan hasil pengujian node 1 yang dilakukan pada kondisi pagi, siang dan sore dengan *range* waktu pukul 09.10 – 15.00 WIB. Hasil yang didapatkan dari pengujian sensor, menunjukkan bahwa kondisi udara pada pagi hari yang dimulai pada pukul 09.00 WIB masih terlihat cukup normal. Hal ini dikarenakan sistem perkuliahan sedang melaksanakan kegiatan *daring* karena adanya wabah *pandemic covid-19*. Terdapat peningkatan kadar gas CO₂ hingga 1673 ppm pada kondisi siang hari sekitar pukul 12.00 WIB. Hal ini disebabkan karena meningkatnya volume kendaraan yang lewat sehingga asap dari hasil pembakaran kendaraan tersebut terbaca oleh sensor, mengingat waktu tersebut adalah waktu istirahat atau jam pulang kantor. Pada kondisi sore hari yang dimulai pada pukul 14.00 WIB kadar gas yang terukur terlihat normal kembali, hal ini disebabkan karena kondisi parkir di pusat administrasi sudah terlihat sepi. Pada pengukuran kadar gas yang lain, terjadi perubahan nilai gas saat melakukan proses pengujian, namun perubahan tersebut tidak terlihat secara signifikan atau masih dalam kondisi normal.

C. Hasil Pengujian Monitoring Kualitas Udara Node 2

Pengujian node 2 dilakukan di lapangan parkir gedung kuliah V Politeknik Negeri Sriwijaya pada kondisi waktu pagi, siang dan sore. Hasil dari monitoring kualitas udara dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Ade Silvia Handayani¹⁾, R.A Halimatussa'diyah²⁾, Rahmad Rizky Aldi³⁾, Nyayu Latifah Husni⁴⁾
 PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MULTISENSOR
 SEBAGAI SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA

Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(2): 1-13



Gambar 7. Lokasi pengujian node 2

Tabel 4. Hasil Monitoring Kualitas Udara Node 2 Pagi

No.	CO (ppm)	CO ₂ (ppm)	HC (ppm)	Debu (µg/m ³)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Waktu	Latitude	Longitude	Klasifikasi
1.	36	342	376	10	31	76	09:10	-2.983295934	104.7338968	Normal
2.	39	345	399	5	31	77	09:15	-2.983295935	104.7338967	Normal
3.	38	412	404	16	31	76	09:20	-2.983295934	104.7338965	Normal
4.	41	356	418	13	31	76	09:25	-2.983295933	104.7338967	Normal
5.	41	341	418	14	31	76	09:30	-2.983295933	104.7338966	Normal
6.	41	343	419	21	31	77	09:35	-2.983295934	104.7338967	Normal
7.	41	352	431	20	31	76	09:40	-2.983295935	104.7338968	Normal
8.	41	351	433	19	31	76	09:45	-2.983295934	104.7338966	Normal
9.	41	357	422	17	31	76	09:50	-2.983295933	104.7338967	Normal
10.	41	345	423	18	31	76	09:55	-2.983295933	104.7338967	Normal

Tabel 5. Hasil Monitoring Kualitas Udara Node 2 Siang

No.	CO (ppm)	CO ₂ (ppm)	HC (ppm)	Debu (µg/m ³)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Waktu	Latitude	Longitude	Klasifikasi
1.	43	647	376	12	32	68	12:10	-2.983295934	104.7338968	Moderate
2.	43	639	374	13	32	69	12:15	-2.983295935	104.7338967	Moderate
3.	44	632	377	15	32	69	12:21	-2.983295934	104.7338965	Moderate
4.	44	623	376	12	32	69	12:26	-2.983295933	104.7338967	Moderate
5.	44	620	375	12	32	69	12:22	-2.983295933	104.7338966	Moderate
6.	43	622	376	12	32	69	12:30	-2.983295934	104.7338967	Moderate
7.	44	625	375	11	32	69	12:35	-2.983295935	104.7338968	Moderate
8.	44	625	377	12	32	69	12:39	-2.983295934	104.7338966	Moderate
9.	44	623	375	13	32	69	12:43	-2.983295933	104.7338967	Moderate
10.	44	624	378	14	32	69	12:50	-2.983295933	104.7338967	Moderate

Ade Silvia Handayani¹⁾, R.A Halimatussa'diyah²⁾, Rahmad Rizky Aldi³⁾, Nyayu Latifah Husni⁴⁾
PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MULTISENSOR
SEBAGAI SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA
Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(2): 1-13

Tabel 6. Hasil Monitoring Kualitas Udara Node 2 Siang

No.	CO (ppm)	CO ₂ (ppm)	HC (ppm)	Debu (µg/m ³)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Waktu	Latitude	Longitude	Klasifikasi
1.	57	415	276	18	33	64	14:10	-2.983295934	104.7338968	Normal
2.	57	385	276	18	32	64	14:15	-2.983295935	104.7338967	Normal
3.	57	365	276	18	33	64	14:20	-2.983295934	104.7338965	Normal
4.	57	369	279	17	32	64	14:25	-2.983295933	104.7338967	Normal
5.	57	376	276	17	32	64	14:29	-2.983295933	104.7338966	Normal
6.	57	386	276	17	33	64	14:34	-2.983295934	104.7338967	Normal
7.	57	377	276	17	32	64	14:39	-2.983295935	104.7338968	Normal
8.	57	366	276	19	33	64	14:52	-2.983295934	104.7338966	Normal
9.	57	372	276	17	32	64	14:55	-2.983295933	104.7338967	Normal
10.	57	367	276	18	33	64	15:00	-2.983295933	104.7338967	Normal

Tabel 4-6 merupakan hasil pengujian node 2 yang dilakukan pada kondisi pagi, siang dan sore dengan *range* waktu pukul 09.10 – 15.00 WIB. Hasil yang didapatkan dari pengujian sensor, menunjukkan bahwa kondisi udara pada gedung kuliah V saat pagi hari masih terlihat cukup normal. Hal dikarenakan saat ini sistem perkuliahan sedang melaksanakan kegiatan daring karena adanya wabah *pandemic covid-19*. Pada kondisi siang hari sekitar pukul 12.00 WIB terdapat peningkatan kadar gas CO₂ hingga 647 ppm, namun nilai peningkatan tersebut tidak sebesar yang terjadi pada parkir pusat administrasi. Hal ini disebabkan karena meningkatnya volume kendaraan yang lewat sehingga asap dari hasil pembakaran kendaraan tersebut terbaca oleh sensor, mengingat waktu tersebut adalah waktu istirahat atau jam pulang kantor. Pada kondisi sore hari yang dimulai pada pukul 14.00 kadar gas yang terukur terlihat normal kembali, ini disebabkan karena kondisi di gedung kuliah V sudah terlihat sepi. Pada pengukuran kadar gas yang lain, terjadi perubahan nilai pembacaan sensor saat proses pengujian, namun perubahan tersebut tidak terlihat secara signifikan atau masih dalam kondisi normal .

D. Hasil Pengujian Monitoring Kualitas Udara Node 3

Pengujian node 3 dilakukan di lapangan parkir gedung kuliah VI Politeknik Negeri Sriwijaya pada kondisi waktu pagi,siang dan sore. Hasil dari monitoring kualitas udara dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Ade Silvia Handayani¹⁾, R.A Halimatussa'diyah²⁾, Rahmad Rizky Aldi³⁾, Nyayu Latifah Husni⁴⁾
 PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MULTISENSOR
 SEBAGAI SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA

Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(2): 1-13



Gambar 8. Lokasi Pengujian Node 3

Tabel 7. Hasil Monitoring Kualitas Udara Node 3 Pagi

No.	CO (ppm)	CO ₂ (ppm)	HC (ppm)	Debu (µg/m ³)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Waktu	Latitude	Longitude	Klasifikasi
1.	48	670	337	14	31	79	09:10	-2.982304732	104.7343524	Moderate
2.	48	667	336	14	30	78	09:15	-2.982304731	104.7343523	Moderate
3.	48	671	336	14	30	78	09:20	-2.982304733	104.7343524	Moderate
4.	48	673	337	14	31	79	09:25	-2.982304734	104.7343525	Moderate
5.	49	665	337	16	31	79	09:30	-2.982304732	104.7343522	Moderate
6.	48	682	336	14	31	79	09:35	-2.982304733	104.7343523	Moderate
7.	49	679	335	14	30	78	09:40	-2.982304731	104.7343523	Moderate
8.	48	679	335	14	30	78	09:45	-2.982304734	104.7343522	Moderate
9.	49	686	334	14	30	78	09:50	-2.982304733	104.7343523	Moderate
10.	48	670	337	14	31	79	09:55	-2.982304733	104.7343523	Moderate

Tabel 8. Hasil Monitoring Kualitas Udara Node 3 Siang

No.	CO (ppm)	CO ₂ (ppm)	HC (ppm)	Debu (µg/m ³)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Waktu	Latitude	Longitude	Klasifikasi
1.	41	350	308	16	31	79	12:10	-2.982304732	104.7343524	Normal
2.	42	347	310	15	31	79	12:15	-2.982304731	104.7343523	Normal
3.	43	346	307	16	31	79	12:21	-2.982304733	104.7343524	Normal
4.	44	350	308	16	31	79	12:26	-2.982304734	104.7343525	Normal
5.	43	345	308	15	31	79	12:22	-2.982304732	104.7343522	Normal
6.	43	343	302	15	31	79	12:30	-2.982304733	104.7343523	Normal
7.	45	325	304	16	31	79	12:35	-2.982304731	104.7343523	Normal
8.	46	328	305	16	32	73	12:39	-2.982304734	104.7343522	Normal
9.	47	321	304	16	31	73	12:43	-2.982304733	104.7343523	Normal
10.	47	325	301	17	31	72	12:50	-2.982304733	104.7343523	Normal

Ade Silvia Handayani¹⁾, R.A Halimatussa'diyah²⁾, Rahmad Rizky Aldi³⁾, Nyayu Latifah Husni⁴⁾
PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MULTISENSOR
SEBAGAI SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA
Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(2): 1-13

Tabel 9. Hasil Monitoring Kualitas Udara Node 3 Sore

No.	CO (ppm)	CO ₂ (ppm)	HC (ppm)	Debu (µg/m ³)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Waktu	Latitude	Longitude	Klasifikasi
1.	52	303	297	14	32	63	14:10	-2.982304732	104.7343524	Normal
2.	53	299	298	14	32	63	14:15	-2.982304731	104.7343523	Normal
3.	52	305	297	15	32	63	14:20	-2.982304733	104.7343524	Normal
4.	53	300	296	15	33	64	14:25	-2.982304734	104.7343525	Normal
5.	53	301	297	15	32	63	14:29	-2.982304732	104.7343522	Normal
6.	52	298	297	15	32	64	14:34	-2.982304733	104.7343523	Normal
7.	53	303	296	16	32	63	14:39	-2.982304731	104.7343523	Normal
8.	53	304	297	15	32	63	14:52	-2.982304734	104.7343522	Normal
9.	53	304	297	15	32	63	14:55	-2.982304733	104.7343523	Normal
10.	52	301	297	15	32	63	15:00	-2.982304733	104.7343523	Normal

Tabel 7-9 merupakan hasil pengujian node 3 yang dilakukan pada kondisi pagi, siang dan sore dengan *range* waktu pukul 09.00 – 15.00 WIB. Hasil yang didapatkan dari pengujian sensor pada pukul 09.00 WIB, menunjukkan bahwa kondisi udara pada gedung kuliah VI terlihat mengalami kenaikan pada gas CO₂ dengan nilai 670 ppm hal ini disebabkan karena adanya aktivitas pembakaran oleh mahasiswa teknik kimia saat menjalankan pelajaran praktek. Kondisi selanjutnya pada siang hari yang dimulai sekitar pukul 12.00 WIB terlihat udara sudah kembali normal dikarenakan aktivitas mahasiswa teknik kimia telah selesai dan saat ini sistem perkuliahan sedang melaksanakan kegiatan daring karena adanya wabah *pandemi covid-19*. Pada kondisi sore hari yang dimulai pada pukul 14.00 kadar gas yang terukur masih terlihat normal, hal ini disebabkan karena kondisi di gedung kuliah VI sudah terlihat sepi. Pada pengukuran kadar gas yang lain, terjadi perubahan nilai pembacaan sensor saat proses pengujian, namun perubahan tersebut tidak terlihat secara signifikan atau masih dalam kondisi normal.

SIMPULAN

Pada penelitian ini telah berhasil menerapkan teknologi *Wireless Sensor Network* sebagai alat monitoring kualitas udara. Penerapan teknologi *Multisensor* juga telah bekerja dengan baik untuk mengukur kadar gas berbahaya seperti Karbon Monoksida (CO₂), Karbon Dioksida (CO), Hidro Karbon (HC), Partikulat Debu (PM10) serta Suhu dan kelembapan. Hasil data pengujian sensor yang di dapat dari 3 Node tersebut, selanjutnya dikirim ke server oleh raspberry pi untuk di olah dan ditampilkan pada aplikasi sistem monitoring secara *real time*.

REFERENSI

- [1] N. Muhammad, "UPAYA MEMINIMALISIR TERJADINYA POLUSI SESUAI ATURAN MARINE POLLUTION (MARPOL) OLEH TB. TRANSKO MURAI DI PELABUHAN KHUSUS AREA 70 REFINERY UNIT IV PERTAMINA CILACAP," *AMNI Perpust. Semarang*, 2019, [Online]. Available: <http://repository.unimar-amni.ac.id/id/eprint/2237>.
- [2] E. Prihatini, S. Rasyad, N. L. Husni, A. S. Handayani, and R. Handayani, "Robot Pemantau Kualitas Udara Berbasis Android," vol. VIII, no. 1, pp. 74–80, 2018.
- [3] T. F. Arya, M. Faiqurahman, and Y. Azhar, "Aplikasi Wireless Sensor Network Untuk Sistem Monitoring Dan Klasifikasi Kualitas Udara," *Sistemasi*, vol. 7, no. 3, p. 281, 2018, doi: 10.32520/stmsi.v7i3.312.
- [4] M. Kurniawati, Nurullita, "INDIKATOR PENCEMARAN UDARA BERDASARKAN JUMLAH KENDARAAN DAN KONDISI IKLIM (Studi di Wilayah Terminal Mangkang dan Terminal Penggaron Semarang)," *Kesehat. Masy.*, vol. 12, no. 2, pp. 19–24, 2017.
- [5] Z. Iqbal and L. Hermanto, "Sistem Monitoring Tingkat Pencemaran Udara Berbasis Teknologi Jaringan Sensor Nirkabel," *J. Inform. dan Komput.*, vol. 22, no. 1, pp. 10–20, 2017.
- [6] B. Oktor, "Hubungan antara kualitas..., Bunga Oktor, FKM UI, 2008 Universitas Indonesia Hubungan antara kualitas fisik udara dalam ruang (suhu dan kelembapan relatif udara) dengan kejadian Sick

Ade Silvia Handayani¹⁾, R.A Halimatussa'diyah²⁾, Rahmad Rizky Aldi³⁾, Nyayu Latifah Husni⁴⁾
PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MULTISENSOR
SEBAGAI SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA

Jurnal *Qua Teknika*, (2020), 10(2): 1-13

- Building Syndrome (SBS) pada pegawai kantor Pusat Perusahaan Jasa Konstr,” no. 23, 2008.
- [7] D. I. Pujiana, A. S. Handayani, and A. Aryanti, “Perancangan Wireless Sensor Network Dalam Sistem Monitoring Lingkungan,” *Pros. Annu. Res. Semin. 2017 Comput.*, vol. 3, no. 1, 2017.
- [8] P. Ilmiah, D. Irawan, P. Studi, T. Informatika, F. Teknik, and U. P. Yogyakarta, “Rancang Bangun Aplikasi Pemantau kadar Asap Berbasis Wireless Sensor Network,” 2017.
- [9] A. S. Handayani, “Penerapan Wireless Sensor Network Sebagai Monitoring Lingkungan Berbasis Android,” pp. 224–230, 2019.
- [10] I. Erwin, B. Sugiarto, and I. Sakti, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Teknologi Wireless Sensor Network (WSN),” *INKOM J. Informatics, Control Syst. Comput.*, vol. 3, no. 1, pp. 90–96, 2009.
- [11] S. Ferdoush and X. Li, “Wireless sensor network system design using Raspberry Pi and Arduino for environmental monitoring applications,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 34, pp. 103–110, 2014, doi: 10.1016/j.procs.2014.07.059.
- [12] R. Susana, A. R. Darlis, and S. Aqli, “Implementasi Wireless Sensor Network Prototype Sebagai Fire Detector Menggunakan Arduino Uno,” *J. Elektro dan Telekomun. Terap.*, vol. 2, no. 1, pp. 53–60, 2016, doi: 10.25124/jett.v2i1.93.
- [13] M. F. Othman and K. Shazali, “Wireless sensor network applications: A study in environment monitoring system,” *Procedia Eng.*, vol. 41, pp. 1204–1210, 2012, doi: 10.1016/j.proeng.2012.07.302.
- [14] K. Y. Ferry Firmawan, Fadil Othman, “Penilaian Kinerja Lingkungan pada Proyek Konstruksi,” pp. 1–9, 2009.
- [15] G. Martinović and J. Simon, “Greenhouse microclimatic environment controlled by a mobile measuring station,” *NJAS - Wageningen J. Life Sci.*, vol. 70–71, pp. 61–70, 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.njas.2014.05.007>.
- [16] A. S. Handayani, N. L. Husni, S. Nurmaini, and R. Permatasari, “Environmental Application with Multi Sensor Network,” vol. 9, no. 1, 2020.
- [17] G. Nikos *et al.*, *A Multi-sensor Network for the Protection of Cultural Heritage*. 2011.
- [18] A. Rodic, D. Katie, and G. Mester, “Ambient intelligent robot-sensor networks for environmental surveillance and remote sensing,” in *2009 7th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics*, 2009, pp. 39–44, doi: 10.1109/SISY.2009.5291140.
- [19] W. V. Shi, “Sensors Applied in Healthcare Environments,” *J. Comput. Commun.*, vol. 04, no. 05, pp. 99–106, 2016, doi: 10.4236/jcc.2016.45015.
- [20] M. A. Obaidy and A. Ayesah, “Energy efficient algorithm for swarmed sensors networks,” *Sustain. Comput. Informatics Syst.*, vol. 5, pp. 54–63, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.suscom.2014.09.004>.