



Sistem Monitoring Kualitas Udara dengan Platform Web

Medina Nadila Prima Putri¹, Ade Silvia Handayani², Martinus Mujur Rose³

Teknik Elektro, Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Sriwijaya, Kota Palembang, Indonesia

email: ¹medina.nadila@yahoo.com, ²ade_silvia@polsri.co.id, ³mujurrose@yahoo.com

INFO ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima 28 Agustus 2020
Direvisi -
Disetujui 07 September 2020
Dipublikasi 02 Desember 2020

Katakunci:

Monitoring
Website
Database
Wireless Sensor Network

ABSTRAK

Pencemaran udara merupakan suatu masalah yang berdampak buruk bagi kehidupan makhluk hidup, terutama di kota-kota besar dan industri yang semakin hari semakin meningkat pencemaran udaranya. Media dan teknik penyampaian kualitas udara yang kurang informatif menjadi pemicu rendahnya kesadaran masyarakat terhadap kondisi lingkungan yang berdampak terhadap kualitas udara, oleh karena itu diperlukan sistem monitoring kualitas udara. Pada penelitian ini dirancang sebuah web yang berfungsi untuk monitoring serta sebagai media informasi untuk mengetahui kualitas udara, web monitoring tersebut akan digabungkan dengan Wireless Sensor Network sebagai alat perangkat keras (hardware) yang akan membaca dan mengambil data dari node-node sensor yang ada pada hardware wsn tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat membantu masyarakat mengetahui kualitas udara pada lingkungan sekitar, sehingga bisa melakukan pencegahan dini terhadap kualitas udara yang tidak baik, karena apabila kualitas udara tidak baik maka akan berdampak buruk pada kesehatan masyarakat itu sendiri.

ABSTRACT

Air pollution is a problem that has a bad impact on the lives of living things, especially in big cities and industries, which are increasingly air pollution. Uninformative media and air quality delivery techniques trigger low public awareness of environmental conditions that impact air quality, therefore an air quality monitoring system is needed. In this study, a web that functions for monitoring as well as information media to determine air quality is designed, the web monitoring will be combined with the Wireless Sensor Network as a hardware device that will read and retrieve data from sensor nodes on the hardware. wsn. This research is expected to be able to help the community know the air quality in the surrounding environment, so that they can take early prevention against bad air quality, because if the air quality is not good it will have a negative impact on public health.

©2020 diterbitkan oleh Prodi Teknik Informatika Universitas Yudharta Pasuruan

1. Pendahuluan

Pencemaran udara merupakan suatu masalah yang berdampak buruk bagi kehidupan makhluk hidup. Dampak perubahan kualitas udara akan menyebabkan timbulnya beberapa dampak lanjutan, baik terhadap kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya, aspek estetika udara, keutuhan bangunan, dan lainnya. Dampak terhadap kesehatan manusia yang banyak terjadi adalah iritasi mata dan gangguan infeksi saluran pernafasan atas (ISPA), seperti hidung berair, radang batang tenggorokan, dan bronkitis [1]. Sehingga perlunya monitoring dan media informasi mengenai kualitas udara agar dapat dilakukan pengamatan tingkat pencemaran udara pada lingkungan masyarakat serta masyarakat dapat mengetahui informasi kualitas udara dengan mudah.

Informasi yang baik mengenai kualitas udara dan lingkungan merupakan kebutuhan masyarakat serta menjadi tolak ukur pengambilan keputusan dan tindakan penyelamatan lingkungan. Media dan teknik penyampaian kualitas udara yang kurang informatif menjadi pemicu rendahnya kesadaran masyarakat terhadap kondisi lingkungan. Oleh karena itu perlu dilakukan pemantauan untuk mengetahui kondisi serta kualitas udara secara *real time*, salah satunya membangun sistem kontrol dan monitoring *Wireless Sensor Network* (WSN).

Wireless Sensor Network adalah suatu infrastruktur jaringan *wireless* yang menggunakan sensor untuk memonitor fisik atau kondisi lingkungan sekitar. Desain WSN sangat tergantung pada aplikasi dan harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti lingkungan, tujuan desain aplikasi, biaya, perangkat keras, dan kendala *system*. Pada WSN, terdapat node sensor tersebar di suatu lokasi. Tiap node sensor memiliki kemampuan mengumpulkan data dalam jumlah yang besar dari gejala yang timbul dari lingkungan sekitar. Sensor-sensor ini dilengkapi dengan antarmuka nirkabel yang dapat digunakan untuk berkomunikasi satu sama lain untuk membentuk jaringan [3][4]. Dengan menggunakan WSN bisa didapatkan data dari sensor secara *real time* kemudian data bisa ditampilkan dan dapat diakses dari halaman *website*.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Aulia, et al [5] mengembangkan sistem informasi berbasis *web* dengan teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN). Data lingkungan yg ditampilkan secara *real time* berupa karbon monoksida, nitrogen dioksida, partikel debu, suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya dan kelembaban tanah. Namun data yang ditampilkan adalah data diinput secara manual oleh admin. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Yogha, et al [6] mengembangkan sistem untuk memonitoring dan otomatisasi suhu ruang dan kelembaban tanah dengan teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN). Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa sistem mampu untuk memonitoring dan melakukan kontrol otomatis

penurunan suhu dan mampu untuk meningkatkan kelembaban tanah. Data hasil monitoring dan otomatisasi dikirim ke *web server* sehingga memudahkan dalam pemantauan. Tetapi, berdasarkan pengujian jangkauan transmisi didapatkan bahwa jarak maksimum antara node dengan *access point* adalah 50 meter, dimana jika jarak lebih dari itu maka data tidak dapat terkirim ke *web server*.

Penelitian ini akan mengembangkan teknologi *Wireless Sensor Network* sebagai monitoring kualitas udara. Dimana perangkat tersebut akan diletakan pada beberapa lokasi lalu data kualitas dapat di tampilkan serta diakses pada *web*. Sehingga dapat dilakukan monitoring jarak jauh. Parameter yang diukur diantaranya *carbon monoxide* (CO), *carbon dioxide* (CO₂), *hydrocarbon* (HC), debu, suhu dan kelembaban udara. Kelebihan dari penelitian ini yaitu data *real time* dari sistem monitoring langsung dikirim secara *wireless* sehingga tidak perlu mengambil data secara manual, tidak ada batasan jangkauan selama masih terkoneksi dengan jaringan internet, memiliki standar-standar sehingga dapat mempersentasikan keadaan lokasi yang dimonitoring dan *web* ini memiliki fitur-fitur serta grafik yang ditampilkan secara lengkap dan informatif.

2. Kajian Teori

2.1 Aplikasi Sistem *Wireless Sensor Network*

Wireless Sensor Network atau jaringan sensor nirkabel merupakan media nirkabel untuk membentuk bidang sensor. WSN umunya terdiri dari kumpulan node sensor yang tersebar pada area tertentu yang digunakan untuk mengumpulkan data agar dapat memonitoring tentang suatu sistem atau lingkungan. Monitoring yang dilakukan seperti temperatur, kelembaban, tekanan, pergeseran dan lain-lain yang didukung secara otomatis dengan peralatan cerdas dalam mengelola sumber daya serta mengoptimalkan jadwal tugas secara *real-time* [7].

Wireless Sensor Network atau jaringan sensor nirkabel telah mendapatkan popularitas yang cukup besar karena fleksibilitasnya dalam memecahkan masalah di berbagai domain aplikasi dan berpotensi untuk mengubah hidup kita dengan berbagai cara. WSN telah berhasil diterapkan di berbagai domain aplikasi dan aspek kehidupan. Jaringan sensor saat ini (SNs) dapat memanfaatkan teknologi tidak tersedia 20 tahun yang lalu dan melakukan fungsi yang tidak bahkan bermimpi saat itu. Sensor, prosesor, dan perangkat komunikasi menjadi semakin kecil dan lebih murah [8].

Area monitoring: Di area monitoring, node sensor dikerahkan di atas wilayah dimana beberapa fenomena dipantau. Bila sensor mendeteksi kejadian yang dipantau (panas, tekanan dll), kejadian tersebut dilaporkan ke base station, yang kemudian akan diambil tindakan yang tepat.

Transportasi: Informasi lalu lintas *real-time* dikumpulkan oleh WSN untuk kemudian dikirimkan model transportasi dan driver peringatan kemacetan dan masalah lalu lintas. Informasi pelanggaran yang diterima dari transportasi juga termasuk WSN *real time* karena dari data yang dikumpulkan oleh cctv langsung dikirim ke *server database* [9].

Pengamatan Lingkungan: Jaringan sensor dapat digunakan untuk mengawasi perubahan di lingkungan sekitar kita. Contohnya adalah deteksi polusi air sungai yang berlokasi dekat pabrik kimia. Node sensor dapat disebarkan secara acak ditempat yang tidak diketahui dan tidak bersahabat serta dapat mencari tahu lokasi polusi dengan tepat, sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan. Contoh lain pendeteksian polusi udara, monitoring habitat binatang serta monitoring salju atau lahan kritis untuk mencegah dan menghindari terjadinya longsor.

Pelayanan Kesehatan: Sensor dapat digunakan pada aplikasi biomedikal untuk meningkatkan mutu pelayanan. Sensor juga dapat ditanamkan dalam tubuh untuk memonitor masalah kesehatan seperti kanker dan membantu pasien menjaga kesehatannya. [10]

2.2 MySQL Sebagai Pengolah Database

My Structured Query Language (MySQL) adalah sebuah program pembuat dan pengelola *database* atau yang sering disebut *Database Management System* (DBMS). sifat dari DBMS ini adalah *open source*. MySQL juga merupakan program pengakses *database* yang bersifat jaringan, sehingga dapat digunakan untuk aplikasi *multi user* (banyak pengguna). Kelebihan lain dari MySQL adalah menggunakan bahasa *query* (permintaan) standar SQL. SQL adalah suatu bahasa permintaan yang terstruktur, SQL telah distandarkan untuk semua program pengakses *database* [11].

MySQL sebenarnya merupakan turunan salah satu konsep utama dalam *database* sejak lama, yaitu SQL (*Structured Query Language*). SQL adalah sebuah konsep pengoperasian *database*, terutama untuk pemilihan atau seleksi dan pemasukan data, yang memungkinkan pengoperasian data dikerjakan dengan mudah secara otomatis. Keandalan suatu sistem *database* (DBMS) dapat diketahui dari cara kerja *optimizer*-nya dalam melakukan proses perintah-perintah SQL, yang dibuat oleh user maupun program-program aplikasinya [12].

2.3 Penggunaan *Hypertext Preprocessor* (PHP) Untuk Perancangan Web

PHP (*Hypertext Preprocessor*) merupakan bahasa pemrograman pada sisi *server* yang memperbolehkan programmer menyisipkan perintah – perintah perangkat lunak *web server* (*Apache*, IIS, atau apapun) akan dieksekusi sebelum perintah itu dikirim oleh halaman ke *browser* yang *me-request*-nya, contohnya adalah bagaimana memungkinkannya memasukkan tanggal sekarang pada sebuah halaman *web* setiap kali tampilan tanggal dibutuhkan. Sesuai dengan fungsinya yang berjalan di sisi *server* maka PHP adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk membangun teknologi *web application*. PHP telah menjadi bahasa *scripting* untuk keperluan umum yang pada awalnya hanya digunakan untuk pembangunan *web* yang menghasilkan halaman *web* dinamis. Untuk tujuan ini, kode PHP tertanam ke dalam dokumen sumber HTML dan diinterpretasikan oleh *server web* dengan modul PHP prosesor, yang menghasilkan dokumen halaman *web*.

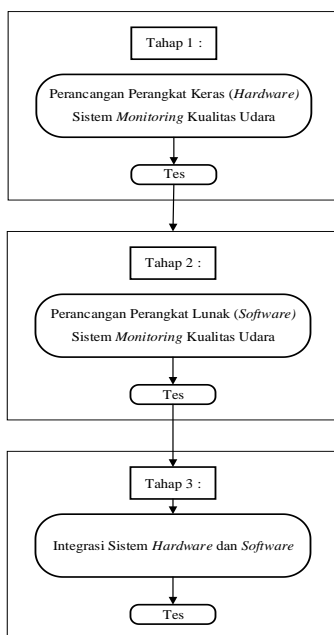
Keseluruhan halaman-halaman *web* terdapat dalam sebuah domain yang mengandung informasi disebut *Website*. Sebuah *website* biasanya dibangun atas banyak halaman *web* yang saling berhubungan. Hubungan antara satu halaman *web* dengan halaman *web* lainnya disebut dengan *hiperlink*,

sedangkan *teks* yang dijadikan media penghubung disebut *hypertext*. *Website* pada umumnya menggunakan *database MySQL* dan untuk merancang web salah satunya menggunakan bahasa pemrograman PHP (*Hypertext Preprocessor*).

Sebagai bahasa pemrograman untuk tujuan umum, kode PHP diproses oleh aplikasi penerjemah dalam modus baris - baris perintah modus dan melakukan operasi yang diinginkan sesuai sistem operasi untuk menghasilkan keluaran program dichannel *output* standar. Hal ini juga dapat berfungsi sebagai aplikasi grafis. PHP tersedia sebagai prosesor untuk *server web* yang paling *modern* dan sebagai penerjemah mandiri pada sebagian besar *system* operasi dan komputer *platform* [7][13].

3. Metodologi Penelitian

Perancangan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras (*hardware*) diawali dengan perancangan diagram blok sistem secara keseluruhan. Sedangkan perancangan perangkat lunak (*software*) diawali dengan *flowchart* sebagai alur kinerja. Blok diagram merupakan salah satu elemen terpenting dalam perancangan suatu alat, karena dari blok diagram rangkaian ini lah dapat diketahui alur kerja rangkaian keseluruhan. Sehingga keseluruhan blok diagram rangkaian tersebut akan menghasilkan suatu sistem yang dapat difungsikan.



Gambar 1. Tahapan Penelitian Secara Keseluruhan

- Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*) merupakan perancangan sistem monitoring kualitas berupa alat yang akan dibuat. Komponen yang digunakan harus memiliki karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan alat.
- Perancangan Perangkat Lunak (*Software*) merupakan perancangan untuk memberi perintah dan mengirimkan hasil pembacaan sensor-sensor dari program *putty* ke *server*. Setelah itu web akan menampilkan data yang tersimpan pada server dengan menggunakan teknologi *Wireless Sensor Network*.
- Integrasi Sistem *Hardware* dan *Software* merupakan proses untuk menggabungkan fungsi perangkat keras (*Hardware*) dan fungsi perangkat lunak (*Software*). Setelah itu dilakukan proses pengujian perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*).

4. Hasil Uji Coba Dan Pembahasan

4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan sistem monitoring kualitas udara menggunakan teknologi *Wireless Sensor Network* yang terdiri dari node 1, node 2 dan node 3. Sistem pemantauan kualitas udara ini, di rancang menggunakan Raspberry PI 3 model B sebagai mikroprosesor. Sumber daya yang digunakan pada alat ini yaitu baterai lippo 12V. Alat ini juga menggunakan 5 sensor kualitas udara yaitu sensor yaitu sensor TGS 2442 sebagai sensor CO, sensor MG811 sebagai sensor CO2, sensor TGS 2611 sebagai sensor HC, sensor SHARP GP2Y1010 sebagai sensor debu dan sensor DHT11 sebagai sensor suhu dan kelembapan. Dan modul ADC atau *Analog to Digital Converter* yakni ADS-1115 sebagai konverter nilai pembacaan sensor agar dapat di proses oleh Raspberry PI dan modul GPS Neo-6M sebagai pemberi informasi tentang titik koordinat masing-masing node berupa *latitude* dan *longitude*. Agar Raspberry PI dapat mengirimkan data pembacaan sensor ke *database* dan dikirim secara *real time*, digunakan modem wifi sebagai penyedia layanan internet.



Gambar 2. Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras (*hardware*) pada gambar 4.1 dapat terlihat masing-masing sensor diletakkan pada kotak (*box*). Masing-masing node diletakkan pada kotak (*box*) untuk menghindari resiko kerusakan, sehingga perangkat keras (*hardware*) tetap terjaga serta dapat berfungsi dengan baik.

4.2 Hasil Pengujian Pengiriman Data dari Node ke Server

Pengujian pengiriman data dari node 1, node 2 dan node 3 yang telah dilakukan, masing-masing node tersebut telah berhasil menambahkan data terlihat dari program *putty* gambar 4.2 sebagai penampil nilai sensor pada alat, lalu nilai data sensor dikirim ke *database*.

```
PS 192.168.1.101 - PUTTY
CO2 = 14.91248050092898 ppm
CO = 464.270207942495 ppm
HC = 484.211098181608888 ppm
Temp=27.0C Humidity=75.04
Dust = 0.53984152604466 ug/m3
[[14.91248050092898, 464.270207942495, 484.211098181608888, 27.0, 15.39841528404466]]
Prediksi = 0.0
=====
Latitude=-2.9829481646646666and Longitude=104.732937
CO2 = 14.94647025566222 ppm
CO = 464.11217203339436 ppm
HC = 471.4052931722447 ppm
Temp=27.0C Humidity=75.04
Dust = 0.5484818183349781 ug/m3
[[14.94647025566222, 464.11217203339436, 471.4052931722447, 27.0, 14.16484050092898]]
Prediksi = 0.0
=====
Berhasil Menambahkan Data Mode 1
Latitude=-2.9829481646646666and Longitude=104.73293733333333
CO2 = 14.94647025566222 ppm
CO = 464.58741783330053 ppm
HC = 459.33846183330053 ppm
Temp=27.0C Humidity=75.04
Dust = 0.5484818183349781 ug/m3
[[14.94647025566222, 464.58741783330053, 459.33846183330053, 27.0, 15.308757933047731]]
Prediksi = 0.0
=====
Berhasil Menambahkan Data Mode 1
CO2 = 14.96009747025628 ppm
CO = 464.825223192952 ppm
HC = 452.580093192952 ppm
Temp=27.0C Humidity=75.04
Dust = 0.5484818183349781 ug/m3
[[14.96009747025628, 464.825223192952, 452.580093192952, 27.0, 14.54767411002098]]
Prediksi = 0.0
=====
Berhasil Menambahkan Data Mode 1
```

Gambar 3. Hasil Program Putty

Setelah dilakukan pengujian node 1, node 2 dan node 3 dapat bekerja dengan baik dan mengirimkan data pembacaan sensor ke *database*. *Database* berhasil menerima data dari program *putty* sehingga data tersebut dapat terlihat pada tampilan *database*. Hasil nilai data pada *database* sesuai nilai data dari program *putty*.

id	nilai_co	nilai_co2	nilai_hc	nilai_dust	nilai_temperatur	nilai_humidity	date_time	latitude	longitude	air_quality	node
7291	42.4017678767	378.4071907840336	358.011158336655	0.3088491519668	30.0	70.0	2020-07-21 18:49:58	-2.981720111111111	104.7327526	normal	2
7292	42.784899454784	382.9388190214034	361.001182848855	0.3088490978627	30.0	70.0	2020-07-21 18:52:16	-2.981720111111111	104.7327526	normal	2
7293	42.940434916235	384.0201902109138	361.04646101749	0.312671440010719	29.0	69.0	2020-07-21 18:54:28	-2.981720111111111	104.7327526	normal	2
7294	42.2384650063801	380.5674284781844	358.988714000017	0.249554888444033	29.0	69.0	2020-07-21 18:56:42	-2.981720111111111	104.7327526	normal	2
7295	42.4486672209802	380.3467413664703	361.0796207958803	0.3177700626336	29.0	69.0	2020-07-21 18:58:58	-2.981720111111111	104.7327526	normal	2
7296	43.7181274620818	391.0494668491963	362.042691722966	0.310168881402704	30.0	69.0	2020-07-21 19:01:12	-2.981720111111111	104.7327526	normal	2
7297	42.0782623307184	382.007817279	361.001182848855	0.4428881603846	29.0	69.0	2020-07-21 19:03:28	-2.981720111111111	104.7327526	normal	2
7298	42.9818826189186	386.01984441754	362.04668440201	0.317071170802366	29.0	69.0	2020-07-21 19:05:44	-2.981720111111111	104.7327526	normal	2
7299	42.023921236881	380.807406234862	362.074896761076	0.2784562110862	29.0	69.0	2020-07-21 19:07:58	-2.981720111111111	104.7327481111111	normal	2
7300	44.088167327801	388.0189188181809	362.042691722966	0.310168881402704	29.0	69.0	2020-07-21 19:10:12	-2.981720111111111	104.7327481111111	normal	2
7301	14.888847091238	484.10272182828	471.040587232446	0.1444000000000	27.0	70.0	2020-07-21 18:48:08	-2.982481988888889	104.732037	normal	1
7302	14.867702986022	484.084170338653	469.238293857447	0.158470703447701	27.0	70.0	2020-07-21 18:52:22	-2.982481988888889	104.7320373333333	normal	1
7303	14.8633074762628	484.022179192636	462.04889975728	0.1474749102093	27.0	70.0	2020-07-21 18:56:28	-2.982481988888889	104.7320373333333	normal	1
7304	14.8708788282802	481.1801338107818	464.04868307801	0.158888888888889	27.0	70.0	2020-07-21 18:58:36	-2.982481988888889	104.7320373333333	normal	1
7305	14.8733814023882	488.77834088888	433.13024088888	0.14413140311022	27.0	70.0	2020-07-21 18:47:04	-2.981196133333333	104.7320375	normal	1
7306	14.8674402299193	488.003428477485	433.0230818887	0.14406291816489	27.0	70.0	2020-07-21 18:47:08	-2.981196133333333	104.7320373333333	normal	1
7307	14.86826296282	488.074402403	433.074402403	0.14406291816489	27.0	70.0	2020-07-21 18:47:12	-2.981196133333333	104.7320373333333	normal	1
7308	14.86826296282	488.074402403	433.074402403	0.14406291816489	27.0	70.0	2020-07-21 18:47:16	-2.981196133333333	104.7320373333333	normal	1
7309	14.8674402299193	481.1801338107818	464.04868307801	0.158888888888889	27.0	70.0	2020-07-21 18:41:24	-2.981196133333333	104.7320373333333	normal	1
7310	14.86826296282	488.074402403	433.074402403	0.14406291816489	27.0	70.0	2020-07-21 18:41:28	-2.981196133333333	104.7320373333333	normal	1
7311	14.86826296282	488.074402403	433.074402403	0.14406291816489	27.0	70.0	2020-07-21 18:41:32	-2.981196133333333	104.7320373333333	normal	1
7312	14.86826296282	488.074402403	433.074402403	0.14406291816489	27.0	70.0	2020-07-21 18:41:36	-2.981196133333333	104.7320373333333	normal	1
7313	14.86826296282	488.074402403	433.074402403	0.14406291816489	27.0	70.0	2020-07-21 18:41:40	-2.981196133333333	104.7320373333333	normal	1
7314	14.86826296282	488.074402403	433.074402403	0.14406291816489	27.0	70.0	2020-07-21 18:41:44	-2.981196133333333	104.7320373333333	normal	1
7315	14.86826296282	488.074402403	433.074402403	0.14406291816489	27.0	70.0	2020-07-21 18:41:48	-2.981196133333333	104.7320373333333	normal	1
7316	14.86826296282	488.074402403	433.074402403	0.14406291816489	27.0	70.0	2020-07-21 18:41:52	-2.981196133333333	104.7320373333333	normal	1
7317	14.86826296282	488.074402403	433.074402403	0.14406291816489	27.0	70.0	2020-07-21 18:41:56	-2.981196133333333	104.7320373333333	normal	1
7318	14.86826296282	488.074402403	433.074402403	0.14406291816489	27.0	70.0	2020-07-21 18:42:00	-2.981196133333333	104.7320373333333	normal	1
7319	14.86826296282	488.074402403	433.074402403	0.14406291816489	27.0	70.0	2020-07-21 18:42:04	-2.981196133333333	104.7320373333333	normal	1
7320	14.86826296282	488.074402403	433.074402403	0.14406291816489	27.0	70.0	2020-07-21 18:42:08	-2.981196133333333	104.7320373333333	normal	1

Gambar 4. Hasil Database

Dari hasil pengujian yang dilakukan terlihat bahwa node 1, node 2 dan node 3 dapat mengirim data ke *server* dan data sensor masuk ke sistem *database* terlihat pada gambar 4.3, data masuk *database* berkisar 14-30 detik tergantung kecepatan jaringan internet. Data yang tersimpan pada *database* terdiri dari CO, CO2, HC, dust, *temperature*, *humidity*, *date time*, *latitude*, *longitude*, *air quality* dan node. Setelah dilakukan pengujian sistem dapat bekerja dengan baik dan dapat menampilkan informasi pada 3 lokasi di Politeknik Negeri Sriwijaya.

4.2.1 Hasil Pengujian Data dari Node 1

Pengujian node 1 yaitu dilakukan di lapangan parkir Gedung KPA Politeknik Negeri Sriwijaya. Node 1 berhasil menyimpan data kualitas udara pada *database* sebanyak 2049 data. Gambar 4.4 merupakan lokasi penempatan node 1.



Gambar 5. Pengujian Node 1 di Lapangan Parkir Gedung KPA

Tabel 1: Data Node 1 Kualitas Udara di Lapangan Parkir Gedung KPA

No	CO (ppm)	CO ₂ (ppm)	HC (ppm)	Dust (µg/m ³)	Temperature (°C)	Humidity (%)	Date Time	Latitude	Longitude	Air Quality	Node
1.	41.513 739039 73402	498.26 665474 342786	438.65 358467 792856	27.94684 7632407 02	31.0	70.0	2020-07-22 10:25:13	- 2.983296 667	104.732867 93	normal	1
2.	42.302 552234 42746	545.50 348564 250726	438.04 753192 6098	27.71289 3809000 263	31.0	70.0	2020-07-22 10:25:27	- 2.983296 667	104.732867 93	normal	1
3.	43.052 250725 2518	608.00 110948 849635	438.74 023206 38718	28.60617 2043826 064	31.0	70.0	2020-07-22 10:25:40	- 2.983296 667	104.732867 93	moderate	1
4.	43.717 200691 026434	634.25 508100 855114	438.13 405959 82427	28.39348 6749819 92	31.0	70.0	2020-07-22 10:25:54	- 2.983296 667	104.732867 93	moderate	1
5.	44.398 448450 07986	649.36 841543 908395	438.04 753192 6098	28.64870 9102627 29	31.0	70.0	2020-07-22 10:26:07	- 2.983296 667	104.732867 93	moderate	1

Pada tabel 1 merupakan data hasil pembacaan sensor node 1 yang dilakukan dan berhasil disimpan pada *database*. Pada data testing ke-1 hasil pembacaan node 1 pada *database* CO sebesar 41.51373903973402 ppm, CO₂ sebesar 498.26665474342786 ppm, HC sebesar 438.65358467792856 ppm, *dust* sebesar 27.94684763240702 µg/m³, *temperature* sebesar 31.0 °C, *humidity* sebesar 70.0 % , waktu pengujian 2020-07-22 10:25:13, *latitude* -2.983296667, *longitude* 104.73286793, *air quality* normal dan node yaitu 1. Hasil data testing ke-3 didapatlah hasil pembacaan kualitas udara berubah terklasifikasi moderate. Untuk data hasil node 1 pada tabel 4.1 data CO semakin meningkat tetapi peningkatnya nilai hasil pengujian hanya sedikit selisihnya, data CO₂ nilainya naik turun tetapi data testing terakhir meningkat jauh lebih dari data testing awal, data HC juga mengalami naik turun tetapi nilai data terakhir melampaui nilai data awal, data *dust* nilainya masih naik turun tetapi masih dalam range yang hampir besar, data *temperature* yaitu 31.0 °C dan *humidity* kisaran 71%. Dan hasil kualitas udara pada lokasi tersebut terklasifikasi dominan moderate dan normal. Hal ini dikarenakan lokasi lapangan parkir Gedung KPA merupakan tempat jalan keluar masuk Kampus Politeknik Negeri Sriwijaya. Jadi terdapat banyaknya aktivitas dan kendaraan yang lalu langang pada lokasi tersebut, sehingga polusi udara dari kendaraan menyebabkan kualitas udara tercemari.

4.2.2 Hasil Pengujian Data dari Node 2

Pada pengujian node 2 yaitu dilakukan di lapangan parkir Teknik Elektro. Pada gambar dibawah ini menunjukkan penempatan dari pengujian node 2. Node 2 berhasil menyimpan data kualitas udara pada *database* sebanyak 2062 data. Pada gambar 4.5 lokasi penempatan node sensor 2.



Gambar 6. Pengujian Node 2 di Lapangan Parkir Teknik Elektro

Tabel 2: Data Node 2 Kualitas Udara di Lapangan Parkir Teknik Elektro

No	CO (ppm)	CO ₂ (ppm)	HC (ppm)	Dust (µg/m ³)	Temperature (°C)	Humidity (%)	Date Time	Latitude	Longitude	Air Quality	Node
1.	33.162 749763 682	605.03 105394 170944	387.14 846281 049387	25.15727 3705140 327	31.0	71.0	2020-07-22 10:27:24	- 2.983395 937934	104.733816 897	moderate	2
2.	33.394 178428 240814	614.12 460241 64977	385.68 169470 800035	23.85508 0022165	31.0	71.0	2020-07-22 10:27:39	- 2.983395 937934	104.733816 897	normal	2
3.	33.866 814433 32573	635.46 422511 786847	385.61 515562 774844	25.82222 3670914 962	31.0	70.0	2020-07-22 10:27:53	- 2.983395 937934	104.733816 897	normal	2
4.	34.241 663678 7379	626.68 046349 18889	385.88 138084 581783	26.32093 6145245 938	32.0	70.0	2020-07-22 10:28:07	- 2.983395 937934	104.733816 897	normal	2
5.	34.456 794550 017925	628.16 635932 700086	387.95 086792 731814	26.01616 7410932 56	31.0	70.0	2020-07-22 10:28:21	- 2.983395 937934	104.733816 897	moderate	2

Data hasil pembacaan sensor node 2 pada tabel 2 merupakan data yang dilakukan dan berhasil disimpan. Hasil pembacaan node 2 pada data testing ke-5 hasil pembacaan node 1 pada database CO sebesar 34.456794550017925 ppm, CO₂ sebesar 628.16635932700086 ppm, HC sebesar 387.95086792731814 ppm, dust sebesar 26.01616741093256 µg/m³, temperature 31.0 °C, humidity sebesar 70.0%, waktu pengujian 2020-07-22 10:28:21, latitude -2.983395937934, longitude 104.733816897, air quality moderate dan node yaitu 2. Dan masih sama dengan node 1, node 2 juga terdapat hasil data pembacaan sensor yang air quality-nya moderate. Untuk data hasil node 2 perubahan CO, CO₂, HC dan dust ini tidak lebih besar dari node 1 dikarenakan kendaraan pada lapangan parkir Teknik Elektro tidak terlalu banyak dan sedikitnya aktivitas pada saat itu. Namun untuk temperature dan humidity terdapat data lebih tinggi daripada node 1 karena perubahan yang mempengaruhi temperature yaitu tinggi rendahnya intensitas cahaya yang menyinari perangkat keras (hardware) tersebut dan perubahan yang mempengaruhi humidity yaitu pergerakan angin. Semakin tinggi kecepatan angin maka akan mempercepat pengangkatan uap air yang mengempul ke udara. Dan hasil kualitas udara pada lokasi tersebut terklasifikasi normal dan moderate. Hal ini dikarenakan lapangan parkir Teknik Elektro juga digunakan untuk berbagai jurusan sehingga banyaknya kendaraan serta banyaknya aktivitas di lokasi tersebut.

4.2.3 Hasil Pengujian Data dari Node 3

Pada pengujian node 3 yaitu dilakukan di lapangan parkir Manajemen Informatika. Node 3 berhasil menyimpan data kualitas udara pada database sebanyak 2091 data. Gambar 4.10 merupakan lokasi pengujian Node 3.



Gambar 7. Pengujian Node 3 di Lapangan Parkir Manajemen Informatika

Tabel 3: Data Node 3 Kualitas Udara di Lapangan Parkir Teknik Elektro

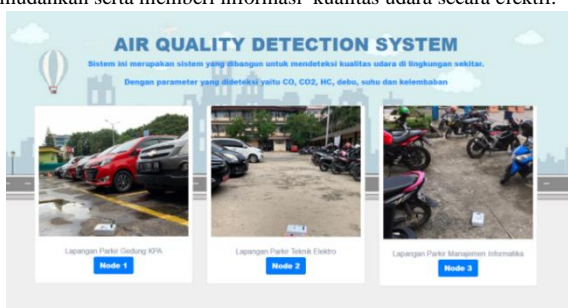
No	CO (ppm)	CO ₂ (ppm)	HC (ppm)	Dust (µg/m ³)	Temperature (°C)	Humidity (%)	Date Time	Latitude	Longitude	Air Quality	Node
1.	35.310 798917 826524	365.78 293175 268186	319.57 237834 947455	17.07862 9108693 182	31.0	73.0	2020-07-22 10:25:15	- 2.982352 953334	104.734392 33736	normal	3
2.	37.093 777502 52616	364.50 400884 908044	318.02 036119 767195	17.61034 2343708 53	31.0	73.0	2020-07-22 10:25:29	- 2.982352 953334	104.734392 337365	normal	3
3.	36.314	373.73	321.71	16.73833	31.0	73.0	2020-07-	-	104.734392	normal	3

	742983 799995	821290 789647	877675 84143	2638283 357			22 10:25:42	2.982352 953334	337365		
4.	36.546 171648 358815	365.23 427338 59769	321.26 227872 195943	17.56780 5284907 305	31.0	73.0	2020-07- 22 10:25:56	- 2.982352 953334	104.734392 337365	normal	3
5.	36.239 773134 71756	364.13 942430 867166	321.71 877675 84143	18.26966 6755127 57	31.0	73.0	2020-07- 22 10:26:10	- 2.982352 953334	104.734392 337365	normal	3

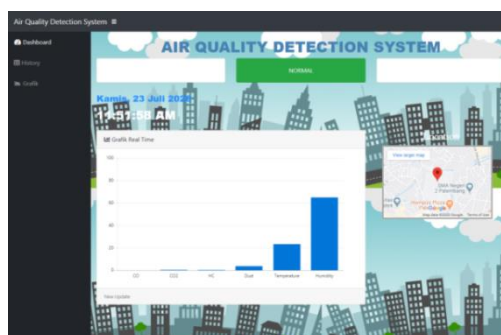
Dapat terlihat pada tabel 3 merupakan data hasil pembacaan sensor node 3 yang dilakukan dan berhasil disimpan pada *database*. Hasil pembacaan node 3 pada *database* CO sebesar 35.310798917826524 ppm, CO₂ 365.78293175268186 ppm, HC 319.57237834947455 ppm, 17.078629108693182, *temperature* 31.0 °C, *humidity* 73.0%, waktu pengujian 2020-07-22 10:25:15, *latitude* -2.982352953334, *longitude* 104.73439233736, *air quality* normal dan node yaitu 3. Untuk data hasil node 3 perubahan CO lebih kecil dari node 1 dan lebih besar dari node 2 tetapi masih dalam range yang hampir sama besar, CO₂ juga nilainya tidak melebihi node 1 serta lebih besar dari node 2. Namun nilai HC paling kecil daripada node 1 dan node 2 karena lapangan parkir Manajemen Informatika pada saat itu kendaraan yang parkir hanya sedikit. Nilai HC yang paling tinggi yaitu node 1. Tingginya nilai HC menunjukkan adanya gas buang pada kendaraan dimana proses pembakarannya yang tidak sempurna. Lalu nilai kadar *dust* juga paling kecil diantara node 1 dan node 2. Untuk *temperature* nilai sama seperti node 1 serta tidak lebih tinggi dari node 2 dan *humidity* lebih rendah daripada node 1 dan node 2 karena cuaca sangat mempengaruhi untuk perubahan itu. Semakin tinggi *temperature* maka nilai *humidity* semakin lebih kecil. Dan hasil kualitas udara pada lokasi tersebut terklasifikasi normal. Hal ini dikarenakan pada saat pengambilan data sedikitnya aktivitas serta sedikitnya kendaraan yang lalu lalang pada lokasi tersebut. Kualitas udara terklasifikasi normal yang berarti udara dalam keadaan yang baik dan tidak tercemari.

4.3 Hasil Pengujian Web

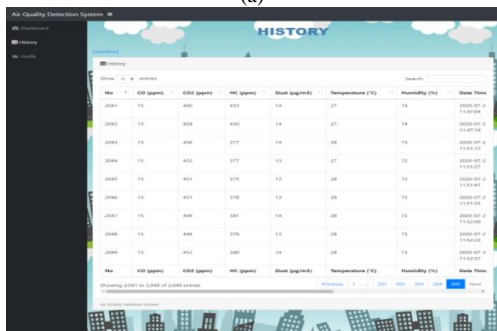
Pengujian ini dilakukan dengan cara mengakses *web* <https://adevpolsri.online/> untuk monitoring data-data kualitas udara dimanapun *user* berada selama terkoneksi dengan internet baik itu melalui laptop, PC ataupun perangkat ponsel. Hasil monitoring ini untuk mengetahui hasil dari perancangan *web* yang menampilkan 4 halaman yang terdiri dari halaman menu, halaman *dashboard*, halaman *history* dan halaman grafik. Sistem kinerja *web* ini berhasil merancang *web* sebagai sistem monitoring kualitas udara yang terintegrasi dengan perangkat *Wireless Sensor Network*. Dan hasil monitoring menggunakan *web* ini mendapatkan hasil yang sama seperti hasil pengujian dari perangkat keras (*hardware*) *Wireless Sensor Network*. Data kualitas udara berdasarkan pembacaan sensor yang tersimpan pada *database* lalu ditampilkan pada *web*. Sehingga *web* dapat memudahkan serta memberi informasi kualitas udara secara efektif.



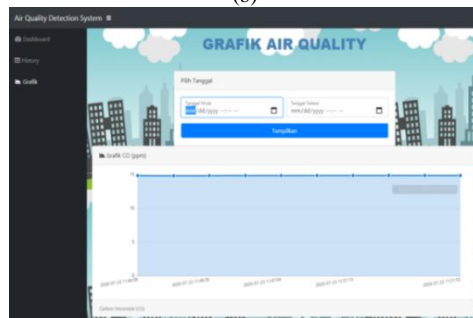
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4.4 (a) Halaman Menu, (b) Halaman *Dashboard*, (c) Halaman *History*, (d) Halaman Grafik

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan perangkat keras (*hardware*) berhasil mengirim data pembacaan sensor pada *database* dengan selang waktu berkisar 13-30 detik dan *web* sebagai sistem monitoring kualitas udara berhasil menampilkan informasi mengenai kualitas udara karena perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) sudah terintegrasi dengan baik. Berdasarkan kesimpulan yang didapatkan, maka penulis merekomendasikan berupa saran penggunaan alat sebaiknya diimplementasikan pada area dengan tingkat polusi yang lebih tinggi dan dianggap perlu untuk dilakukan pengamatan untuk kedepannya.

6. Daftar Pustaka

[1] R. Satra and A. Rachman, "Pengembangan Sistem Monitoring Pencemaran Udara Berbasis Protokol ZIGBEE dengan Sensor CO," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 8 No. 1, pp. 17. 2016.

- [2] Widianjaya, Adhe. dkk, “*Green Map*” *Sistem Monitoring Dan Peta Visualisasi Distribusi Kualitas Udara Berbasis Web*,” *Jurnal Teknik Informatika dan Komputer*., pp. 1. 2014
- [3] J. Yick, B. Mukherjee, and D. Ghosal, “Wireless sensor network survey,” *Comput. Networks*, 2008, doi: 10.1016/j.comnet.2008.04.002.
- [4] Firmandus, M. N & Yasri, I, “*Aspek Penerapan Wireless Sensor Network Untuk Mendeteksi Pencemaran Udara Akibat Kabut Asap Kebakaran Hutan*,” *Jom FTEKNIK*., vol 3 No. 2, pp. 1. 2016.
- [5] Ramadhan, M. A., Nurhayati, D. O & Widiyanto, D. O, “*Rancang Bangun Sistem Informasi Kampus Hijau Berbasis Web Pada JSN (Jaringan Sensor Nirkabel)*” . *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 4 (2), pp. 361-368. 2016.
- [6] Adnantha, A. Y & Kusuma, A. W, “*Implementasi Wireless Sensor Network untuk Otomatisasi Suhu Ruang dan Kelembaban Tanah pada Greenhouse Berbasis Web Server*” . *Jurnal Teknik Informatika*, vol 3 No. 1, pp. 14-21. 2018.
- [7] Pujiana, I. A. dkk, “*Perancangan Wireless Sensor Network Dalam Sistem Monitoring Lingkungan*,” *Prosiding Annual Research*., vol 3 No. 1, pp. 199. 2017.
- [8] Nyayu Latifah Husni, Ade Silvia, and Siti Nurmaini.,”*New Challenges In Air Quality Sensing Using Robotic Sensor Network*,”. *International Conference on Innovations in Engineering and Technology (ICIET2013)*, Bangkok (Thailand), 2013.
- [9] Tarmidi, Ahmad Taqwa, Ade Silvia H, “*Penerapan Wireless Sensor Network Sebagai Monitoring Lingkungan Berbasis Android*” . *Jurnal Inovasi dan Aplikasi Teknologi*., pp. 225-226. 2019.
- [10] Mige, Samuel, E. G. dkk, “*Testbed Performa Node Sensor, Motes Dan Gateway Crossbow Dengan Variasi Penempatan Posisi Sensor Pada Desain Smart House Berbasis WSN*” . *Jurnal SPEKTRO*., vol. 2 No. 1, pp. 44. 2019.
- [11] Fahrudin, A., Purnama, E. B & Riasti, K. B, “*Pembangunan Sistem Informasi Layanan Haji Berbasis Web Pada Kelompok Bimbingan Ibadah Haji Ar Rohman Mabur Kudus*” . *Jurnal Teknologi Informatika Universitas Surakarta*, vol.3 No. 1, pp. 36. 2011.
- [12] Y. L. Prihartanto, “ ”, *J. Speed - Sentra Penelit. Eng. dan Edukasi*., vol. 3 No.3, pp. 55. 2011.
- [13] Februariyanti, Herny & Zuliarso, Eri, “*Rancang Bangun Sistem Perpustakaan untuk Jurnal Elektronik*,” *J. Teknol. Inf. Din.*, vol. 17 No. 2, pp. 128. 2012.