

**MONITORING KUALITAS UDARA MENGGUNAKAN
JARINGAN KENDARAAN
BERBASIS VEHICULAR AD HOC
NETWORK (VANET)**



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Pendidikan Diploma Empat (D-4) Program Studi Teknik Komputer dan Jaringan
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Ujung Pandang

MUH. FAUZAN BAKRI
425 16 020

PROGRAM STUDI D4 TEKNIK KOMPUTER DAN JARINGAN
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2020

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “**Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Jaringan Kendaraan Berbasis Vehicular Ad Hoc Network (VANET)**” Oleh **Muh. Fauzan Bakri NIM 425 16 020** telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma IV (D4/S1 Terapan) pada Program Studi Teknik Komputer dan Jaringan Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2020

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Drs. Kasim, M.T.
NIP. 196306201991031002

Ir. Dahlia, M.T
NIP. 196412311991032003

Mengetahui,
Koordinator Program Studi,
Teknik Komputer dan Jaringan
Politeknik Negeri Ujung Pandang

Eddy Tungadi, S.T., M.T.
NIP. 197908232010121001

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Kamis tanggal 1 Oktober 2020, Tim Penguji Sidang Tugas Akhir, telah menerima dengan baik hasil skripsi mahasiswa oleh: **Muh. Fauzan Bakri** Nomor Induk Mahasiswa **425 16 020** dengan judul “**Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Jaringan Kendaraan Berbasis Vehicular Ad Hoc Network (VANET)**”.

Makassar, 1 Oktober 2020

Tim Penguji Ujian Skripsi:

1. Ibrahim Abduh, S.ST., M.T. Ketua (.....)
2. Muh. Fajri Raharjo, S.T., M.T. Sekretaris (.....)
3. Irmawati, S.T., M.T. Anggota (.....)
4. Eddy Tungadi, S.T., M.T. Anggota (.....)
5. Drs. Kasim, M.T. Pembimbing I (.....)
6. Ir. Dahlia, M.T. Pembimbing II(.....)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan hanya bagi Allah SWT atas segala kasih, karunia, dan tuntunan-Nya sehingga skripsi dengan judul “Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Jaringan Kendaraan Berbasis Vehicular Ad Hoc Network (VANET)” yang merupakan salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan pada jurusan Teknik Elektro khususnya D4 Teknik Komputer & Jaringan, Politeknik Negeri Ujung Pandang ini dapat diselesaikan dengan baik.

Selama penyusunan skripsi ini, tentunya banyak hambatan dan kendala yang dialami oleh penulis. Namun oleh pertolongan Allah SWT melalui bimbingan, arahan, dan bantuan dari berbagai pihak sehingga kendala-kendala yang di alami dapat dilalui dengan baik. Oleh karena itu, penulis juga ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Ibunda Darmah dan Ayahanda Bakri yang selalu memberikan nasehat, perhatian, kasih sayang dan dukungan kepada penulis.
2. Kakak dan adik penulis, Muhammad Fajar B. dan Muh. Fajrin Bakri yang turut memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis.
3. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si, Ph.D. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Ahmad Rizal Sultan, S. T., M.T., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Bapak Eddy Tungadi, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Komputer dan Jaringan, Politeknik Negeri Ujung Pandang.

6. Bapak Drs. Kasim, M.T. selaku Pembimbing I dan Ir. Dahlia, M.T. selaku pembimbing II sekaligus wali kelas penulis atas ilmu, saran, motivasi, nasihat, arahan, waktu serta kesabarannya dalam membimbing penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Dosen dan staff Jurusan Teknik Elektro khususnya prosdi D4 Teknik Komputer & Jaringan, Politeknik Negeri Ujung Pandang.
8. Teman-teman seperjuangan mahasiswa Teknik Komputer & Jaringan angkatan 2016.
9. Teman-teman Tim IoT Monitoring Kualitas Udara (Rahmad Iswadi, Irman Mashuri, Nur Fatimah, dan Hikma Dwiyanti Nasir) atas kerjasama dan dukungan yang diberikan kepada penulis
10. Semua pihak yang tidak sempat penulis sebutkan satu persatu atas bantuannya baik secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan semua pihak yang telah membantu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tentunya memiliki banyak kekurangan serta jauh dari kata sempurna karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Oleh karena itu, penulis membutuhkan kritik dan saran yang membangun dari setiap pembaca agar dapat menjadi pedoman dalam penulisan selanjutnya. Disamping ketidaksempurnaan skripsi ini, penulis juga berharap skripsi ini dapat tetap memberikan manfaat bagi setiap pembacanya.

Makassar, September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
SURAT PERNYATAAN.....	xiv
RINGKASAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5

2.2 <i>Wireless Sensor Network</i>	5
2.1 Polusi Udara	6
2.1.1 Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)	6
2.1.2 <i>Clean air polluted</i> (Pencemaran Udara)	7
2.3 <i>Vehicular Ad-Hoc Network</i> (VANET).....	9
2.4 Kekuatan Sinyal	10
2.5 <i>Packet Loss</i>	10
2.6 Perangkat Keras	11
2.6.1 NodeMCU ESP8266	11
2.6.2 <i>Global Positioning System</i> (GPS)	12
2.6.3 Sensor DSM501A PM 10	13
2.6.4 Sensor DHT22.....	13
2.6.5 Sensor MQ-135	14
2.6.6 Sensor MQ-7	14
2.7 Perangkat Lunak.....	15
2.7.1 Arduino IDE.....	15
2.7.2 SPIFFS	15
2.7.3 <i>Library</i> Painless Mesh.....	15
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.2.1 Perangkat Keras	17
3.2.2 Perangkat Lunak.....	18
3.3 Metode Penelitian.....	18
3.3.1 Identifikasi Masalah	19
3.3.2 Studi Literatur	20
3.3.3 Arsitektur Sistem.....	20
3.3.4 <i>Flowchart</i>	23
3.3.5 Implementasi dan Pengujian	28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Implementasi	33
4.1.1 Perangkat Keras	33
4.1.2 Perangkat Lunak.....	35
4.2 Pengujian.....	43
4.2.1 Pengujian Pengumpulan Data pada <i>Node</i>	43
4.2.2 Pengujian Pengiriman Data antar <i>Node</i>	55
4.2.3 Pengujian Peniriman Data dari <i>Node</i> ke <i>Base Station</i>	58
BAB V PENUTUP.....	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	74

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 2.1 Faktor Emisi Gas Buangan Kendaraan	8
Tabel 2.2 Faktor Emisi Gas Buang Kendaraan Berdasarkan Sub-kategori Mobil .	8
Tabel 2.3 Parameter Nilai Kandungan Udara Bersih dan Udara Tercemar	9
Tabel 2.4 Klasifikasi Kekuatan Sinyal.....	10
Tabel 3.1 Perangkat Keras	17
Tabel 3.2 Perangkat Lunak	18
Tabel 4.1 Hasil Pengumpulan Data pada Lokasi 1 (Jl. Perintis Kemerdekaan) ...	45
Tabel 4.2 Hasil Pengumpulan Data pada Lokasi 2 (TPA Antang)	48
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pengiriman Data antar <i>Node</i>	57
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Pengiriman Data dari Node ke <i>Base Station</i>	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen penyusun WSN	6
Gambar 2.2 Diagram Pin NodeMCU ESP8266	11
Gambar 3.1 <i>Metode Waterfall</i>	18
Gambar 3.2 <i>Desain perangkat keras</i>	21
Gambar 3.3 Bagian-bagian Perangkat Keras	21
Gambar 3.4 Arsitektur Sistem <i>Node to Node</i>	22
Gambar 3.5 Arsitektur Sistem <i>Node to Gateway</i>	23
Gambar 3.6 <i>Flowchart</i> Pengiriman Data	24
Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> Penerimaan Data	26
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> Pengiriman Data ke <i>Base Station</i>	27
Gambar 3.9 Pengujian Pengumpulan Data pada <i>Node</i>	28
Gambar 3.10 <i>Flowchart</i> Pengujian Pengumpulan Data pada <i>Node</i>	29
Gambar 3.11 Pengujian Pengiriman Data antar <i>Node</i>	30
Gambar 3.12 <i>Flowchart</i> Pengujian Pengiriman Data antar <i>Node</i>	30
Gambar 3.13 Pengujian pengiriman data dari <i>node</i> ke <i>base station</i>	31
Gambar 3.14 <i>Flowchart</i> Pengujian Pengiriman Data ke <i>Base Station</i>	32
Gambar 4.1 Perangkat keras (Tampak dari Atas)	34
Gambar 4.2 Perangkat Keras (Tampak dari Samping)	34
Gambar 4.3 Bagian dalam Perangkat Keras	34
Gambar 4.4 Inisialisasi dan Deklarasi <i>Library</i>	35
Gambar 4.5 Inisialisasi Variabel dan Nilai Variabel	36

Gambar 4.6 Fungsi Membaca <i>String</i>	36
Gambar 4.7 Fungsi Pengiriman Data.....	37
Gambar 4.8 Fungsi Penerimaan Data.....	38
Gambar 4.9 Fungsi Pengecekan Data	38
Gambar 4.10 Setup <i>Wifi</i> dan Mode Pengiriman	39
Gambar 4.11 Fungsi Perekaman Data Sensor.....	40
Gambar 4.12 Fungsi Penyimpanan Data ke SD Card	40
Gambar 4.13 Fungsi Membaca Sensor	41
Gambar 4.14 Fungsi Baca Koordinat dan Waktu GPS	42
Gambar 4.15 MQTT Publish.....	43
Gambar 4.16 File Data Sensor pada SD Card.....	51
Gambar 4.17 Grafik Data CO2 pada Lokasi 1	52
Gambar 4.18 Grafik Data CO2 pada Lokasi 2	52
Gambar 4.19 Grafik Data CO pada Lokasi 1	53
Gambar 4.20 Grafik Data CO pada Lokasi 2	53
Gambar 4.21 Grafik Data suhu pada Lokasi 1	53
Gambar 4.22 Grafik Data suhu pada Lokasi 2	54
Gambar 4.23 Grafik Data kelembaban pada Lokasi 1	54
Gambar 4.24 Grafik Data suhu pada Lokasi 2	54
Gambar 4.25 Grafik Data PM10 pada Lokasi 1	54
Gambar 4.26 Grafik Data PM10 pada Lokasi 2	55
Gambar 4.27 Datasend.csv <i>Node</i> 1 ID 3F0D	56
Gambar 4.28 Datasend.csv <i>Node</i> 2 ID C7CD.....	56

Gambar 4.29 Grafik Pengaruh Jarak terhadap Kekuatan Sinyal (Pengujian 2)....	58
Gambar 4.30 Grafik Pengaruh Jarak terhadap Delay.....	58
Gambar 4.31 Grafik Pengaruh Jarak terhadap Kekuatan Sinyal (Pengujian 3)....	68
Gambar 4.32 Grafik Pengaruh Jarak terhadap Persentase Packet Loss	68
Gambar 4.33 Grafik Pengaruh Jarak terhadap nilai Troughput	68

DAFTAR LAMPIRAN

Hal.

Lampiran 1 Hasil Pengumpulan Data Node 2.....	75
Lampiran 2 Hasil Pengupulan Data Node 3.....	83
Lampiran 3 File Data Sensor dalam SD Card (Pengujian 1)	88
Lampiran 4 Isi RCVDATA.csv Node 1 C7CD (Pengujian 2)	89
Lampiran 5 Isi RCVDATA.csv Node 2 3F0D (Pengujian 2)	91
Lampiran 6 Data yang Diterima Base Station (Pengujian 3).....	93
Lampiran 7 Data yang Diterima Base Station (Waktu kirim 10s)	97
Lampiran 8 Foto Proses Pengujian	101
Lampiran 9 Foto Posisi Alat Pada Kendaraan	103

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muh. Fauzan Bakri

NIM : 425 16 020

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul **“Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Jaringan Kendaraan Berbasis Vehicular Ad Hoc Network (VANET)”** merupakan gagasan dari hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulisan lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya di atas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar,2020

Muh. Fauzan Bakri
425 16 020

MONITORING KUALITAS UDARA MENGGUNAKAN JARINGAN KENDARAAN BERBASIS VEHICULAR AD HOC NETWORK (VANET)

RINGKASAN

Polusi udara merupakan salah satu faktor yang memengaruhi kondisi kesehatan manusia, serta dapat menyebabkan kematian dini dan efek berbahaya lainnya seperti kardiovaskular, serangan jantung, asma serta stroke. Menurut data dari WHO, polusi udara sebabkan 7 juta kematian per tahun, dengan 2.000 kematian di Asia Tenggara. Hal ini disebabkan oleh zat yang dikeluarkan oleh sumber pencemar ke udara yang terhirup oleh manusia. Salah satu sumber polusi udara adalah jalan raya yang ditimbulkan oleh alat transportasi.

Penelitian ini dilakukan untuk mengumpulkan data kualitas udara dengan memanfaatkan jaringan kendaraan atau vehicular Ad-Hoc network (VANET) dan sensor yang berfungsi sebagai pengumpul data pada interval waktu tertentu. Node station yang terdiri dari sensor dipasang pada kendaraan dan bergerak mengumpulkan data kualitas udara, kemudian ketika node saling bertemu, pertukaran data antar node akan terjadi dan berakhir pada base station sebagai pengumpul data.

Pada hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat yang telah dibuat dapat melakukan perekaman data dari sensor, bertukar data antar node, berkomunikasi dengan *base station* yang berfungsi sebagai tempat pengumpulan data kualitas udara dengan protokol MQTT. Kinerja dari peralatan menunjukkan bahwa delay terendah pada jarak dibawah 40 meter dengan kekuatan sinyal dibawah -77dbm, paket loss dan throughput terendah terjadi pada jarak dibawah 70 meter dengan kekuatan sinyal dibawah -77dbm.

Kata Kunci : *Monitoring, Polusi Udara, VANET, Mikrokontroler ESP8266*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan laporan dari organisasi kesehatan dunia WHO (World Health Organization), polusi udara merupakan salah satu faktor signifikan yang banyak mempengaruhi kondisi kesehatan manusia seperti infeksi pada kulit, iritasi pada hidung, saluran pernafasan dan iritasi mata. Paparan dari partikel polusi udara juga dapat menyebabkan kematian dini dan menimbulkan efek berbahaya pada kardiovaskular, serangan jantung, asma, serta stroke (USEPA, 2017). Hal ini disebabkan oleh zat yang dikeluarkan oleh sumber pencemar ke udara, seperti gas Nitrogen Oksida (NOx), Sulfur dioksida (SO₂), partikel sebagai serta Timbal (Pb) di dalam debu yang dapat mempengaruhi kualitas udara (Koedoes et al., 2020).

Menurut WHO, terdapat beberapa parameter yang dapat digunakan untuk menentukan udara bersih maupun udara tercemar, yakni Partikel debu, SO₂, CO, CO₂, NO₂, dan hidrokarbon. Nilai pencemaran udara sendiri diukur dengan menggunakan indeks standar yang disebut ISPU.

Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) adalah laporan kualitas udara untuk menerangkan seberapa bersih atau tercemarnya kualitas udara dan dampaknya terhadap kesehatan, berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup MENLH Nomor: KEP45/MENLH/10/1997 Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) ditetapkan berdasarkan lima parameter utama yaitu: CO, SO₂, NO₂, O₃ dan partikel debu (PM10).

WHO menyebut polusi udara sebagai masalah lingkungan utama yang menimbulkan risiko bagi kesehatan. Menurut data dari WHO per tanggal 5 Juni

2019, polusi udara sebabkan 7 juta kematian per tahun. Asia Tenggara termasuk wilayah yang kasus kematian akibat polusi udara terbesar di Dunia dengan jumlah kematian sekitar 2000 kematian. Kematian yang ditimbulkan oleh polusi udara tiga kali lipat lebih besar dibandingkan dengan kematian yang ditimbulkan oleh penyakit lain, seperti; malaria, tuberkulosis, dan AIDS. Polusi udara menyebabkan 26% kematian akibat penyakit jantung akibat tersumbatnya pembuluh darah dan 24% kematian akibat stroke. Selain itu, polusi udara juga menyebabkan 43% penyakit paru obstruktif kronik dan 29% kanker paru-paru (WHO, 2019).

Kualitas udara dapat dipengaruhi dari beberapa sumber yang sering dijumpai di daerah perkotaan, seperti kegiatan industri, kegiatan transportasi dan lain-lain, masing-masing sumber pencemar menghasilkan bahan pencemar yang berbeda baik dalam jumlah, jenis dan pengaruhnya bagi kehidupan (Sianipar, 2017).

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Muhammad Iqbal (2015), memantau kualitas udara dengan menggunakan *wireless sensor network*. Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya menggunakan metode *multihop*, dengan menggunakan *node station* yang statis. *Node* ini yang akan saling berkomunikasi bertukar informasi hingga mencapai *coordinator* untuk pengumpulan data dari *node station*. Namun, dari penelitian sebelumnya sensor yang digunakan masih statis pada suatu titik sehingga lokasi yang di pantau hanya terbatas pada lokasi tersebut. Pada penelitian ini *node station* yang statis diubah menjadi *node* yang bergerak dan dipasang pada kendaraan dengan memanfaatkan teknologi *Vehicular Ad-Hoc Network* atau yang biasa disebut VANET. Ketika *node* saling bertemu,

pertukaran data pada *node* akan terjadi dan berakhir pada *base station* pengumpul data.

Dengan memanfaatkan jaringan kendaraan untuk melakukan pemantauan kualitas udara pada perkotaan, data tingkat kualitas udara dapat diperoleh dari beberapa tempat yang dilewati kendaraan. Sensor yang digunakan untuk mengumpulkan data kualitas udara adalah sensor DSM501A, MQ-135, MQ-7 dan DHT22 dengan parameter yang diukur yaitu CO, CO₂, PM10, suhu dan kelembaban. Sensor akan bekerja mengumpulkan data setiap interval waktu tertentu, data yang terkumpul pada satu kendaraan akan dititipkan pada kendaraan yang lain sehingga data pembacaan dari sensor ini dikumpulkan dan dikirim ke *base station* ketika kendaraan melewati *base station* tersebut. Dengan melakukan pemantauan polusi udara dapat memberikan informasi kualitas udara dan dapat membantu pihak pemerintah dalam menentukan upaya untuk mengatasi permasalahan polusi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana rancang bangun pengumpul data kualitas udara dengan menggunakan sensor temperatur, kelembaban, CO, CO₂, PM10?
2. Bagaimana mengimplementasikan *Vehicular Ad-Hoc Networks* (VANET) pada pertukaran data antar kendaraan dan pengiriman data kendaraan ke *base station*?
3. Bagaimana membangun sistem pengumpul data yang dapat saling berkomunikasi dan mengumpulkan data pada satu *base station*?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Beberapa aspek permasalahan yang menjadi batasan dalam tugas akhir ini adalah:

1. Penelitian ini menggunakan sensor DSM501A, MQ-135, MQ-7 dan DHT22 untuk mendapatkan data kualitas udara.
2. Mengukur 5 parameter kualitas udara CO, CO2, PM10, Suhu dan Kelembaban udara.
3. Menggunakan *Vehicular Ad-Hoc Networks* (VANET) untuk saling berbagi data antar kendaraan.
4. Menggunakan *Wireless Sensor Network* untuk komunikasi dari kendaraan ke *base station*.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengumpulkan data kualitas udara berdasarkan sensor yang digunakan.
2. Mengimplementasikan jaringan kendaraan berbasis *Vehicular Ad-Hoc Networks* (VANET).
3. Membangun sistem yang dapat saling berkomunikasi sesama kolektor data dan mengumpulkan data pada satu *base station*.

1.5 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Membantu masyarakat mengetahui tingkat kualitas udara sehingga masyarakat dapat meminimalisir dampak dari kualitas udara yang buruk.
2. Dapat memperoleh data kualitas udara yang dikumpulkan menggunakan jaringan kendaraan sehingga data yang terkumpul adalah data kualitas udara dari jalur kendaraan yang dilalui.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.2 Wireless Sensor Network

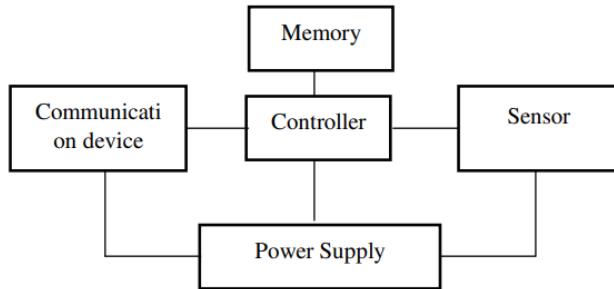
Wireless Sensor Network (WSN) atau jaringan sensor nirkabel, juga dikenal sebagai sensor *webs*, merupakan kumpulan *node* sensor yang melakukan pengambilan data yang terdistribusi membentuk jaringan yang saling terhubung satu sama lain oleh suatu komunikasi nirkabel (Yusuf, 2018). Setiap *node* sensor dalam WSN bertindak sebagai sumber informasi, pengirim informasi, serta mengumpulkan sampel data untuk memantau satu area, situasi, atau lingkungan (Hulu et al., 2016). Perangkat pada WSN seperti sensor dan sink *node* terhubung *ad-hoc* membentuk jaringan multi-hop nirkabel yang mengirimkan sampel data dari satu *node* ke *node* sensor lain kemudian menuju ke tujuan eksternal tanpa memerlukan infrastruktur jaringan seperti router (Rantelobo et al., 2019). Setiap *node* dalam WSN biasanya dilengkapi dengan radio *transceiver* atau alat komunikasi wireless lainnya, mikrokontroler kecil, dan sumber energi seperti baterai (Ciksdan, 2019). Banyak bidang yang dapat memanfaatkan teknologi WSN seperti pengumpulan data kondisi lingkungan, tanggap darurat bencana, bidang militer untuk surveilans medan tempur, komunikasi, dan aplikasi kesehatan (Pujiana et al., 2017).

Sebuah WSN umumnya terdiri atas bagian-bagian berikut:

- 1) *Transceiver* ataupun *Communication device*
- 2) Mikrokontroler
- 3) *Power Supply*
- 4) *External Memory*

5) Sensor

Komponen-komponen penyusun WSN dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Komponen penyusun WSN

Sumber: (Ciksdan, 2019)

2.1 Polusi Udara

Polusi udara merupakan zat, energi, atau komponen lain yang mengontaminasi udara yang disebabkan oleh kegiatan manusia dan menghasilkan gas yang mengandung zat yang melampaui mutu udara (Iqbal & Hermanto, 2017). Sumber polusi udara dapat dibagi menjadi tiga kategori besar, yaitu bersumber dari perkotaan dan industri, pedesaan/pertanian dan lainnya, serta emisi alami. Umumnya sumber polusi udara utama berasal dari industri yang merupakan sumber titik, meskipun di dalam kawasan industri besar juga akan ditemui sumber garis, misalnya jalan penghubung di dalam kawasan tersebut maupun sumber area.

2.1.1 Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)

Indeks standar pencemar udara (ISPU) merupakan suatu indeks kualitas udara yang digunakan untuk menjelaskan tingkat kualitas udara yang ada. Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) menyatakan bahwa ISPU adalah kondisi kualitas udara yang kurang baik di lokasi tertentu, yang didasarkan pada dampaknya terhadap

kesehatan manusia, nilai estetika dan mahluk hidup lainnya (Presiden RI, 1999). Nilai rentang ISPU dimulai dari 0 (baik) sampai dengan 500 (berbahaya). Adapun parameter-parameter dasar untuk ISPU yaitu particulate matter (PM10), sulfur dioksida (SO₂), karbon monoksida (CO), ozon (O₃), dan nitrogen dioksida (NO₂) (Hermawan et al., 2016). Setiap hasil pengukuran nilai dari parameter-parameter tersebut kemudian akan dikonversikan menjadi nilai ISPU (Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, 1999). Kualitas udara yang rendah atau memiliki nilai ISPU yang tinggi dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia, seperti infeksi saluran pernapasan, sesak napas, iritasi kulit, serta iritasi mata. Dampak buruk dari kualitas udara yang rendah ini akan lebih riskan bagi manula, bayi, serta setiap masyarakat yang sebelumnya telah memiliki riwayat penyakit paru. Selain itu, dampak buruk dari ISPU yang tinggi yaitu berkurangnya populasi orang sehat dan kematian dini (USEPA, 2017). Kabut asap yang merupakan salah satu bentuk pencemaran udara juga menyebabkan beberapa gangguan kesehatan seperti sakit pada kepala, mata, hidung dan ketidaknyamanan tenggorokan serta kesulitan bernapas, dan juga stres psikologis (Ho et al., 2014)

2.1.2 *Clean air polluted* (Pencemaran Udara)

Pencemaran udara atau *Clean air polluted* adalah suatu keadaan dimana masuknya atau dimasukkannya zat, energi, atau komponen lain ke dalam udara akibat kegiatan manusia, sehingga melampaui nilai mutu udara yang telah ditetapkan (MENLH, 2010). Jenis sumber pencemar dibagi menjadi 3, yaitu sumber titik seperti cerobong industri, sumber garis seperti jalan raya dan sumber area seperti perumahan (MENLH, 2010).

Sumber garis yaitu jalan raya merupakan salah satu sumber pencemar yang ditimbulkan oleh alat transportasi. Tabel 2.1 menunjukkan Faktor emisi gas buang kendaraan yang ditetapkan berdasarkan kategori kendaraan sedangkan Tabel 2.2 menunjukkan Faktor emisi gas buang kendaraan apabila kategori mobil dibagi menjadi sub-kategori (MENLH, 2010).

Tabel 2.1 Faktor Emisi Gas Buangan Kendaraan

Kategori untuk Perhitungan Beban Pencemaran Udara*	CO (g/km)	HC (g/km)	NO _x (g/km)	PM ₁₀ (g/km)	CO ₂ (g/kg)	SO ₂ (g/km)
Sepeda Motor	14	5.9	0.29	0.24	3180	0.008
Mobil (Bensin)	40	4	2	0.01	3180	0.026
Mobil (Solar)	2.8	0.2	3.5	0.53	3172	0.44
Mobil	32.4	3.2	2.3	0.12	3178	0.11
Bis	11	1.3	11.9	1.4	3272	0.93
Truk	8.4	1.8	17.7	1.4	3172	0.82

Tabel 2.2 Faktor Emisi Gas Buang Kendaraan Berdasarkan Sub-kategori Mobil

Sub-Kategori untuk Perhitungan Beban Pencemaran Udara	CO (g/km)	HC (g/km)	NO _x (g/km)	PM ₁₀ (g/km)	CO ₂ (g/kg)	SO ₂ (g/km)
Angkot	43.1	5.08	2.1	0.006	3180	0.029
Taxi	55.3	5.6	2.8	0.008	3180	0.025
Roda 3 (Bajaj)	70.7	33.8	0.25	1.2	3180	0.013
Pick-Up	31.8	3.5	2	0.026	3178	0.13
Jeep	36.7	3.86	2.36	0.039	3178	0.145
Van/Minibus	24	2.9	1.55	0.029	3178	0.14
Sedan	33.8	3.7	1.9	0.004	3180	0.023

Kualitas udara suatu wilayah ditentukan oleh jumlah sumber pencemaran atau beban pencemaran dari sumber daya yang ada di daerah tersebut. Zat yang dikeluarkan oleh sumber pencemar ke udara dan dapat mempengaruhi kualitas udara antara lain gas Nitrogen Oksida (NO_x), Sulfur dioksida (SO₂), Partikel

sebagai serta Timbal (Pb) di dalam debu (Koedoes et al., 2020). Tabel 2.3 menunjukkan nilai parameter kandungan gas, zat, atau energi yang terkadung baik pada udara bersih maupun udara tercemar menurut WHO.

Tabel 2.3 Parameter Nilai Kandungan Udara Bersih dan Udara Tercemar

Parameters	Clean Air	Polluted Air
Particle Materials	0.01 – 0.02 mg/m ³	0.07 – 0.7 mg/m ³
SO ₂	0.003 – 0.02 ppm	0.02 – 2 ppm
CO	< 1 ppm	5 – 200 ppm
NO ₂	0.003 – 0.02 ppm	0.02 – 0.1 ppm
CO ₂	310 – 33- ppm	350 – 700 ppm
Hydrocarbons	< 1 ppm	1 – 20 ppm

2.3 Vehicular Ad-Hoc Network (VANET)

VANET atau *vehicular Ad-Hoc network* merupakan proses pertukaran data antar kendaraan menggunakan jaringan *ad-hoc*. Istilah lain yang juga digunakan untuk menggambarkan jaringan kendaraan nirkabel yaitu *Inter-Vehicle Communication* (IVC) yang jika dibandingkan dengan sistem seluler lainnya memiliki empat keunggulan utama yaitu area cakupan yang luas, latensi yang relatif rendah karena langsung komunikasi nirkabel, sedikit atau tidak adanya masalah daya juga karena tidak ada biaya layanan (Eze et al., 2014).

VANET merupakan suatu jenis teknologi komunikasi nirkabel yang dikhususkan untuk kendaraan yang memungkinkan terjadinya pertukaran data atau komunikasi data antar sesama kendaraan atau antar kendaraan dengan perangkat infrastruktur jaringan. Tujuan teknologi VANET adalah untuk meningkatkan sistem manajemen transportasi agar dapat mendukung penerapan

aplikasi *Intelligent Transportation System* (ITS) menggunakan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) (Jiang & Delgrossi, 2015).

2.4 Kekuatan Sinyal

Kekuatan sinyal atau *Received Signal Strength Indication* (RSSI) merupakan indikator yang digunakan untuk menentukan baik tidaknya konektivitas WIFI, karena semakin kuat sinyal atau semakin mendekati positif nilainya maka semakin baik konektivitasnya. Kekuatan sinyal ditunjukkan dengan besaran dBm, dengan rentang antara -10 dBm sampai dengan kurang lebih -99 dBm (Yuliandoko & Ayatullah, 2014).

InSSIDer merupakan salah satu software yang dapat digunakan untuk membaca SSID, RSSI (*Received Signal Strength Indicator*), security, dan pengaturan yang ada pada Access Point (Rante & Patras, 2018). Software InSSIDer ini membagi klasifikasi kuat sinyal (dalam dBm) seperti pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Klasifikasi Kekuatan Sinyal

Excellent	Good	Fair	Poor	Very Poor
>-51 ~ -61	-63 ~ -73	-75 ~ -85	-87 ~ -97	-99 dan lebih rendah

2.5 Packet Loss

Packet Loss merupakan keadaan dimana hilangnya paket atau data yang dikirim karena adanya kemacetan transmisi paket yang disebabkan oleh padatnya trafik dalam waktu tertentu (Mukti et al., 2015). Packet loss juga merupakan parameter yang digunakan untuk menunjukkan jumlah total packet yang hilang (Wulandari et al., 2017). Untuk menentukan persentasi packet loss, dapat digunakan rumus sebagai berikut (Wulandari et al., 2017)

$$\text{Packet Loss} = \frac{\gamma}{A} \times 100\%$$

Dimana:

γ = Paket data dikirim - paket data diterima

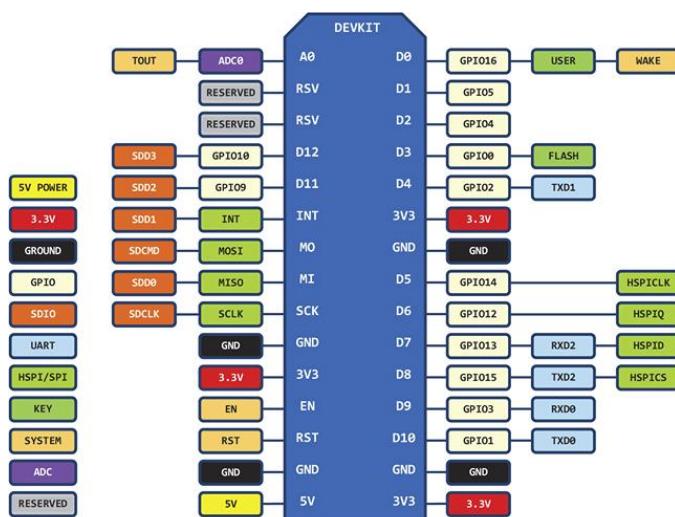
A= Paket data dikirim

2.6 Perangkat Keras

2.6.1 NodeMCU ESP8266

Nodemcu merupakan sebuah open *source platform* IoT dan pengembangan kit yang menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu pembuat dalam membuat produk IoT atau bisa dengan memakai *sketch* dengan arduino IDE. Nodemcu juga memiliki *board* yang berukuran sangat kecil yaitu panjang 4.83 cm, lebar 2.54 cm, dan dengan berat 7 gram.

Selain berukuran kecil, NodeMCU juga memiliki harga yang relatif terjangkau. Meskipun ukurannya kecil dan harganya terjangkau namun board ini sudah dilengkapi dengan fitur *wifi* dan *firmware*-nya yang bersifat *opensource* (Aji, 2018). Diagram pin NodeMCU ESP8266 ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram Pin NodeMCU ESP8266

Sumber: <https://www.nn-digital.com/>

Modul *wireless* ESP8266 merupakan modul *low-cost Wi-Fi* dengan dukungan penuh untuk penggunaan TCP/IP. Modul ini di produksi oleh Espressif Chinese manufacturer. Pada tahun 2014, AI-Thinker yang merupakan manufaktur pihak ketiga dari modul ini mengeluarkan modul ESP-01 yang menggunakan AT-Command untuk konfigurasinya. Dengan harganya yang murah, penggunaan daya yang rendah serta dimensi modul yang kecil membuat board NodeMCU ini mampu menarik banyak pengembang untuk ikut mengembangkan modul-modulnya. Pada Oktober 2014, Espressif mengeluarkan *software development kit* (SDK) yang memungkinkan lebih banyak developer untuk mengembangkan modul ini.

2.6.2 *Global Positioning System (GPS)*

Global Positioning System (GPS) adalah sistem navigasi radio dengan menggunakan teknologi satelit yang dapat menerima sinyal dari satelit (Alfeno & Devi, 2017). Cara kerja GPS secara logika yaitu pesawat penerima GPS akan menggunakan sinyal satelit untuk melakukan triangulasi posisi yang kemudian ditentukan dengan cara menghitung lama perjalanan waktu sinyal dikirimkan dari satelit, kemudian hasil pengukuran tersebut dikalikan dengan kecepatan cahaya (3×10^8 meter/detik) untuk menentukan secara tepat seberapa jauh pesawat penerima GPS dari setiap satelit (Alfeno & Devi, 2017). Dengan menggunakan sinyal yang dikirim oleh satelit (minimal tiga sinyal dari satelit yang berbeda) pesawat penerima GPS dapat menghitung posisi tetap sebuah titik yaitu posisi lintang atau *latitude* dan bujur bumi atau *longitude* (Yuniati et al., 2017).

Penggunaan sinyal satelit yang keempat membuat pesawat penerima GPS dapat menghitung posisi ketinggian titik tersebut terhadap rata-rata permukaan laut dan keadaan ini yang ideal untuk melakukan navigasi. (Dr. Hasanuddin Z., 2002).

2.6.3 Sensor DSM501A PM 10

DSM501 adalah detektor dengan menggunakan optik led yang lebih ekonomis dibandingkan dengan detektor model laser. Prinsip operasinya mirip dengan detektor asap yang digunakan dalam detektor kebakaran. Led ini menerangi partikel-partikel yang ada pada ruangan gelap. Kemudian detektor cahaya mengumpulkan cahaya yang kemudian akan diubah menjadi sinyal. Sinyal yang dihasilkan dari pengukuran sebanding dengan ukuran dan jumlah partikel dalam yang di deteksi oleh detektor cahaya (Diyprojects, 2017).

2.6.4 Sensor DHT22

Sensor DHT merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi suhu serta kelembaban yang memiliki harga yang relatif murah dan menggunakan kapasitor yang dikombinasikan dengan komponen sensor suhu untuk mengukur udara disekitarnya. Output dari sensor DHT22 ini berupa sinyal digital yang akan ditransfer ke pin data atau pin output (Puspasari et al., 2020). Sensor DHT22 terdiri dari dua bagian yaitu sensor kelembaban kapasitif dan termistor. Sensor DHT tidak memerlukan rangkaian pengendali sinyal dan ADC karena sensor ini telah menggunakan cip mikrokontroller dengan keluaran sinyal digital (Liu, 2012).

2.6.5 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 merupakan sensor yang digunakan untuk memonitor kualitas udara untuk mendeteksi gas amonia (NH_3), natrium-(di)oksida (NO_x), alkohol / ethanol($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), benzena (C_6H_6), karbondioksida (CO_2), gas belerang/sulfurhidroksida (H_2S) dan asap / gas-gas lainnya di udara (Ericson, 2018). Pin *output* dari sensor MQ-135 ini disambungkan dengan pin ADC (analog-to-digital converter) di mikrokontroler / pin analog input Arduino dengan menambahkan satu buah resistor saja (berfungsi sebagai pembagi tegangan / voltage divider).

2.6.6 Sensor MQ-7

Sensor MQ-7 merupakan sensor gas karbon monoksida (CO) yang berfungsi untuk mendeteksi tingkat konsentrasi gas karbon monoksida (CO). Sensor MQ-7 juga digunakan untuk memantau gas karbon monoksida (CO). Sensor MQ-7 ini memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi serta waktu respon yang cepat. *Output* yang dihasilkan oleh sensor ini berupa sinyal analog.

Sensor MQ-7 membutuhkan tegangan Direct Current (DC) serta tegangan pemanas (power heater) sebesar 5V. Sensor ini juga memerlukan rangkaian sederhana, power heater, resistansi beban (load resistance), dan pin *output*-nya dihubungkan ke analog to digital converter (ADC) agar keluaran dapat ditampilkan dalam bentuk sinyal digital. Nilai digital yang merupakan output sensor ini dapat ditampilkan pada sebuah Liquid Crystal Display (LCD) atau alat penampil/display lainnya (Oktarianda, 2014).

2.7 Perangkat Lunak

2.7.1 Arduino IDE

IDE adalah singkatan dari Integrated Development Environment merupakan perangkat lunak resmi yang diperkenalkan oleh Arduino.cc, yang digunakan untuk mengedit, menyusun dan mengunggah kode dalam Perangkat Arduino (Fezari & Dahoud, 2018). IDE dapat dijalankan pada banyak sistem operasi yang berbeda. Arduino IDE adalah aplikasi merancang program mikrokontroller sebelum di upload ke board mikrokontroller.

2.7.2 SPIFFS

ESP8266 berisi Serial Peripheral Interface Flash File System (SPIFFS). SPIFFS adalah sistem file ringan yang dibuat untuk mikrokontroler dengan chip flash, yang terhubung oleh bus SPI, seperti memori flash ESP8266 (www.randomnerdtutorial.com, 2019).

2.7.3 Library Painless Mesh

Yang disebut painlessMesh adalah *library* jaringan *WiFi mesh* yang khusus dibuat untuk platform ESP8266, dan secara aktif dikelola oleh komunitas. PainlessMesh adalah jaringan *ad-hoc* yang tidak memerlukan routing plan maupun central controller, dan semua *node* sama. *Library* painlessMesh unik karena memungkinkan perangkat ESP8266 dengan sumber daya terbatas untuk membentuk jaringan *mesh*. Dua atau lebih modul dengan SSID (service set identifier) yang sama akan secara otomatis terhubung untuk membentuk jaringan *mesh*. Dalam jaringan painlessMesh, setiap *node* dapat berfungsi sebagai titik akses untuk *node* lain untuk terhubung, dan juga stasiun yang menghubungkan ke

node lain. Setiap *node* mengetahui seluruh topologi jaringan yang diperbarui secara berkala setiap 3 detik. Setiap *node* memberitahu tetangganya tentang *node* lain yang terhubung langsung atau tidak langsung. Stasiun *node* yang tidak terhubung ke titik akses mana pun akan secara aktif mencari titik akses yang memiliki sinyal terkuat tetapi belum terdaftar dalam topologi jaringannya. Jadi hanya akan ada satu jalur di antara sepasang *node* (Yoppy et al., 2019).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan di laboratorium *Internet of Things* Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Kota Makassar, Sulawesi Selatan dan pengambilan data untuk lokasi 1 diambil di Jl. Perintis Kemerdekaan Km 1 sampai Jl. Perintis Kemerdekaan Km 13, untuk lokasi 2 diambil disekitar TPA Antang. Pelaksanaan penelitian ini dimulai pada bulan Desember 2019 sampai bulan September 2020.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Perangkat Keras

Dalam penelitian ini perangkat keras yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Perangkat Keras

No.	Perangkat Keras	Deskripsi
1	1 Unit Laptop	Kebutuhan Sistem Minimum: Microsoft Windows XP SP2, Windows 7, Windows 8/8.1 atau Windows 10. Microsoft .NET Framework 3.5. Intel Pentium / AMD Athlon processor atau dengan prosesor 1 GHz atau lebih. 512 MB RAM (Rekomendasi 1 GB RAM).
2	Mikrokontroler	ESP8266
3	Sensor PM 2.5	DSM501A
4	Sensor Suhu dan Kelembaban	DHT22
5	Sensor NH ₃ , NO _x , Asap, CO ₂ , dll.	MQ-135
6	Sensor CO	MQ-7
7	Modul	SD Card dan GPS
8	Power Supply	

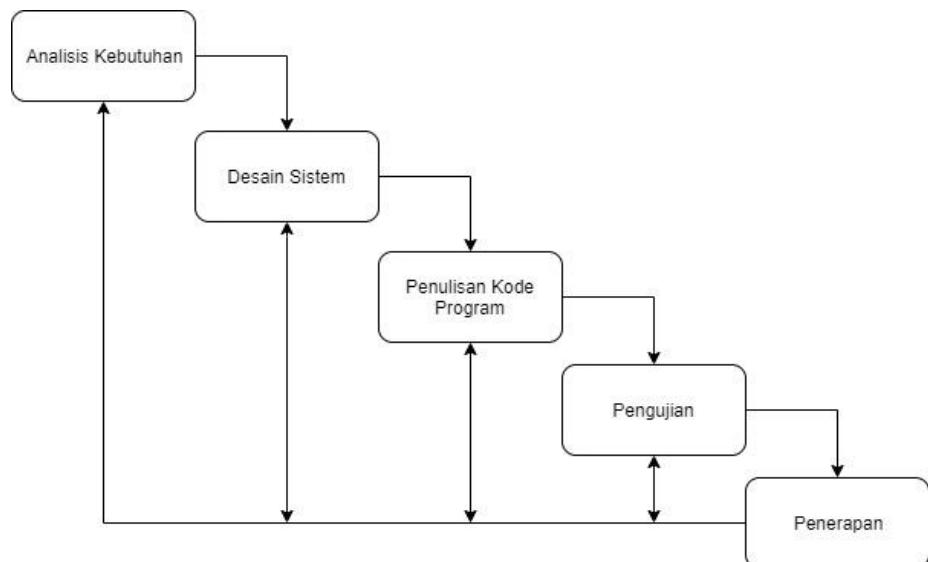
3.2.2 Perangkat Lunak

Tabel 3.2 Perangkat Lunak

No.	Perangkat Lunak
1	Sistem Operasi Windows 10 64 bit
2	Arduino IDE
3	SPIFFS
4	Library Arduino Json
5	Library Painlessmesh

3.3 Metode Penelitian

Pada penelitian ini ada beberapa tahapan yang akan dilalui mulai dari analisis kebutuhan hingga tahap penerapan. Gambar 3.1 menunjukkan metode *waterfall* penelitian yang akan dilakukan:



Gambar 3.1 Metode Waterfall

Tahapan perancangan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Analisis kebutuhan. Tahapan pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisis kebutuhan serta pemahaman cara kerja alat dan metode-metode yang ada. Metode dan cara kerja alat diperoleh dari hasil membaca buku, jurnal penelitian, serta referensi-referensi yang dianggap relevan dan sesuai

dengan judul yang diangkat. Analisis kebutuhan dilakukan dengan tujuan untuk memahami konsep dari penggunaan perangkat keras dan metode komunikasi antar perangkat.

- 2) Desain sistem. Desain sistem merupakan tahap penyusunan proses, data, aliran proses dan hubungan antar data yang paling optimal untuk menjalankan proses serta memenuhi kebutuhan sesuai dengan hasil analisis kebutuhan.
- 3) Penulisan kode program. Tujuan dari pemrograman adalah untuk menemukan urutan instruksi yang secara otomatis melakukan tugas tertentu atau memecahkan suatu masalah. Proses pemrograman yang demikian itu seringkali membutuhkan kemampuan tinggi di banyak subjek yang berbeda, termasuk pengetahuan akan domain dari aplikasi, algoritma khusus, dan logika formal. Pada pengiriman data antar *node* menggunakan format json.
- 4) Pengujian. Pengujian merupakan suatu proses investigasi yang dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai kualitas dari suatu produk atau layanan yang sedang diuji, atau lebih spesifiknya proses mengeksekusi suatu program untuk menemukan kesalahan pada saat penulisan kode program.
- 5) Penerapan. Penerapan ialah tahap dimana kode program diterapkan kedalam *hardware* sehingga hardware dapat bekerja sesuai dengan sistem yang akan dibuat.

3.3.1 Identifikasi Masalah

Pada tahap ini masalah yang ada di identifikasi sehingga penelitian ini perlu dilakukan. Permasalahan yang timbul adalah masyarakat tidak mengetahui tingkat kualitas udara sehingga dapat membahayakan jika kualitas udara buruk. Perlu

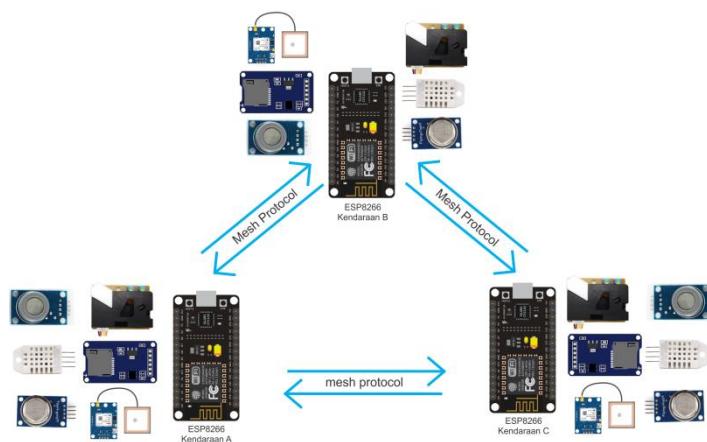
adanya monitoring kualitas udara sebagai informasi tingkat kualitas udara sehingga masyarakat dapat meminimalisir dampak buruk dari polusi.

3.3.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari berbagai teori-teori tentang *Vehicular Ad-Hoc Network* yang pada penelitian ini digunakan *PainlessMesh* yang akan diterapkan untuk pertukaran data dari sensor antar kendaraan.

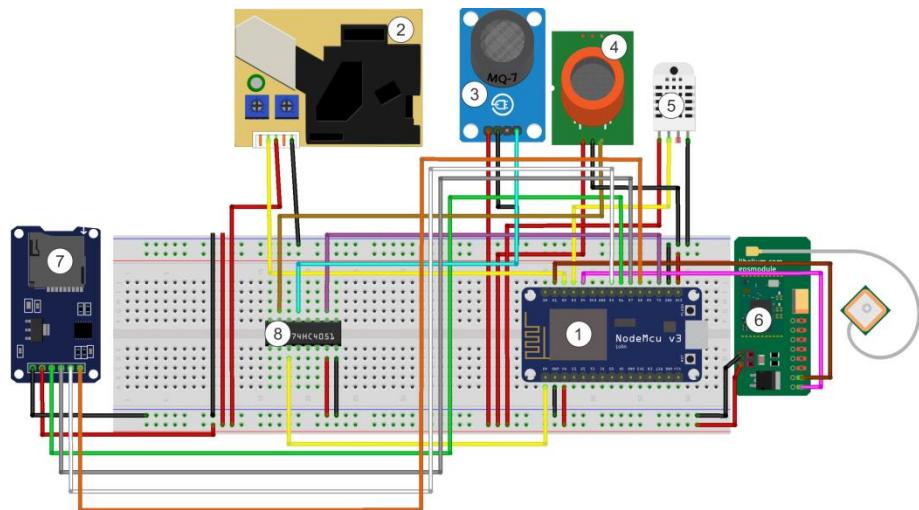
3.3.3 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem dilakukan untuk menggambarkan secara umum sistem yang akan dibuat berdasarkan dari hasil analisa kebutuhan. Dalam perancangan digunakan sensor kualitas udara untuk mendapatkan data kualitas udara pada lokasi. Dengan menggunakan mikrokontroller ESP8266 yang didalamnya terdapat *wireless module*, data dari sensor dan juga koordinat lokasi akan disimpan pada *SD Card*. Sensor mengumpulkan data berdasarkan perubahan jarak berdasarkan modul GPS yang telah ditentukan. Dari sensor ini akan menghasilkan keluaran data yang disimpan pada suatu file dan kemudian diberi label unik yang merupakan *mac address* dari mikrokontroller. Gambar 3.2 menunjukkan gambar desain dari perangkat keras.



Gambar 3.2 Desain perangkat keras

Adapun bagian-bagian dan rangkaian dari perangkat keras sistem dapat dilihat pada Gambar 3.3.



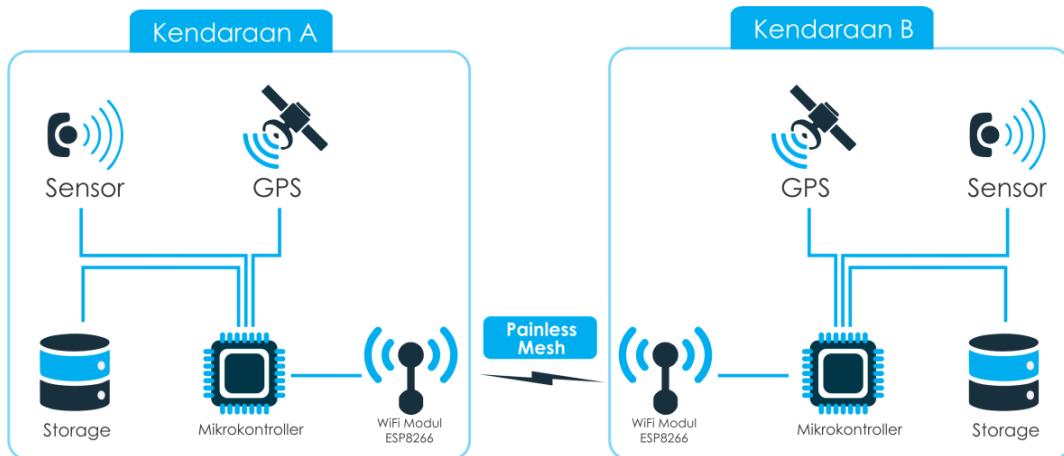
Gambar 3.3 Bagian-bagian Perangkat Keras

Keterangan:

- 1) Microcontroller ESP8266 digunakan untuk mengontrol sensor dan modul yang digunakan.
- 2) Sensor DSM501A PM 10 digunakan untuk mendeteksi partikel debu yang masuk kedalam sensor.
- 3) Sensor MQ-7 digunakan untuk mendeteksi tingkat karbon monoksida serta memantau gas karbon monoksida (CO).
- 4) Sensor MQ-135 digunakan untuk mendeteksi tingkat karbon dioksida (CO₂).
- 5) Sensor DHT22 digunakan untuk mendeteksi suhu serta kelembaban udara.
- 6) Modul GPS digunakan untuk mendapatkan titik koordinat (*latitude* dan *longitude*) serta waktu (*time*) dari satelit.

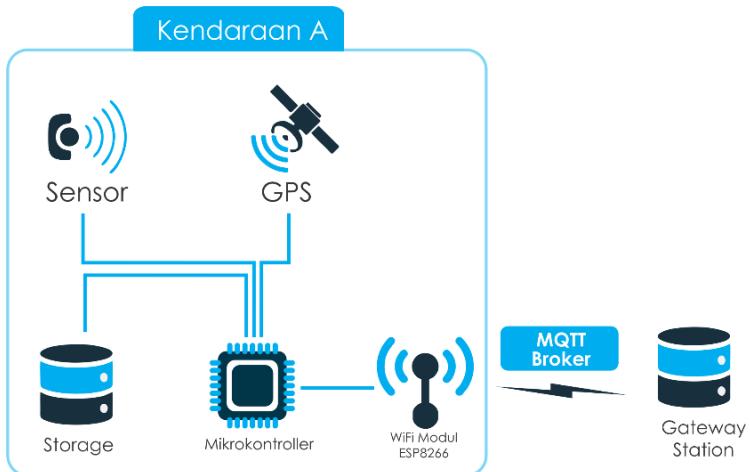
- 7) Modul SD Card digunakan sebagai modul untuk memasang SD card yang digunakan sebagai penyimpan data.
- 8) Multiplexer 74HC4051 digunakan untuk menggandakan pin analog pada mikrokontroler ESP8266

Pada Gambar 3.4 ditunjukkan arsitektur sistem *node to node* dimana pada mikrokontroler akan dipasang beberapa modul dan juga sensor. Mikrokontroler menerima data dari sensor dan juga modul GPS yang kemudian disimpan pada *storage*. Data yang disimpan pada *storage* ini akan dikirim ke *node* yang lain dengan menggunakan jaringan nirkabel. *Node* yang lain akan menerima data dari *node* sebelumnya dan kemudian disimpan pada *storage*.



Gambar 3.4 Arsitektur Sistem *Node to Node*

Arsitektur sistem *node to base station* ditunjukkan pada Gambar 3.5. Data yang telah terkumpul pada *storage node* akan dikirimkan ke *base station* dengan menggunakan protokol MQTT.



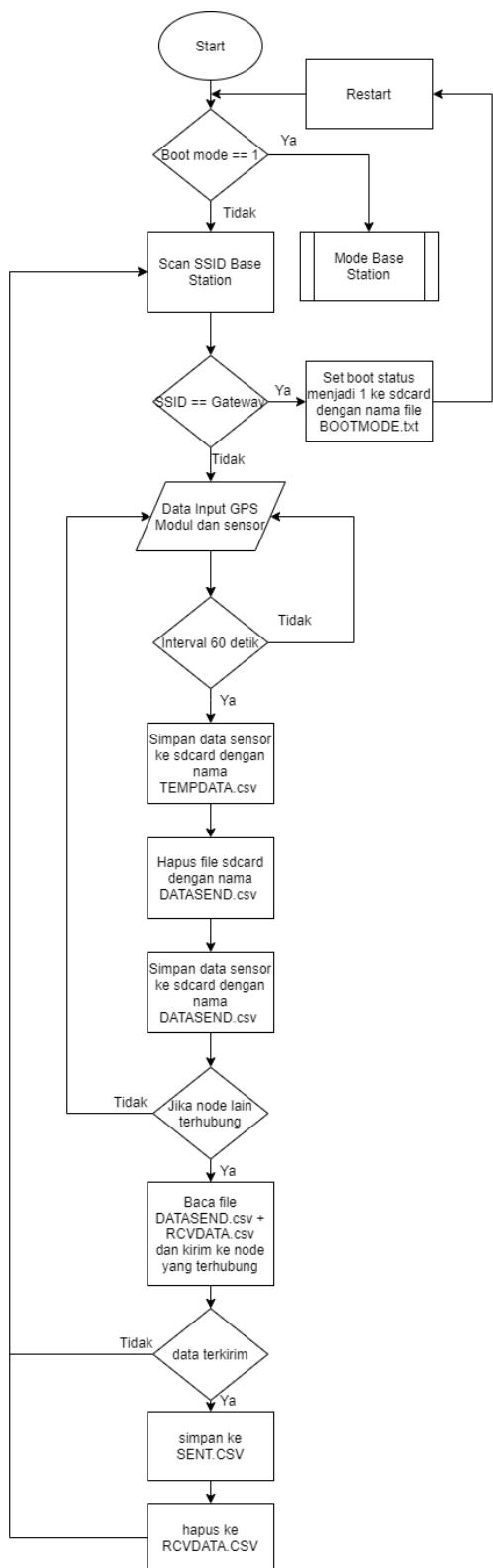
Gambar 3.5 Arsitektur Sistem *Node to Gateway*

3.3.4 Flowchart

Flowchart menggambarkan aktivitas dari sistem yang terbagi menjadi 3 bagian, yaitu; mengirim data sesama *node*, menerima data sesama *node* dan mengirim data ke *base station*.

a. Mengirim data ke *node*

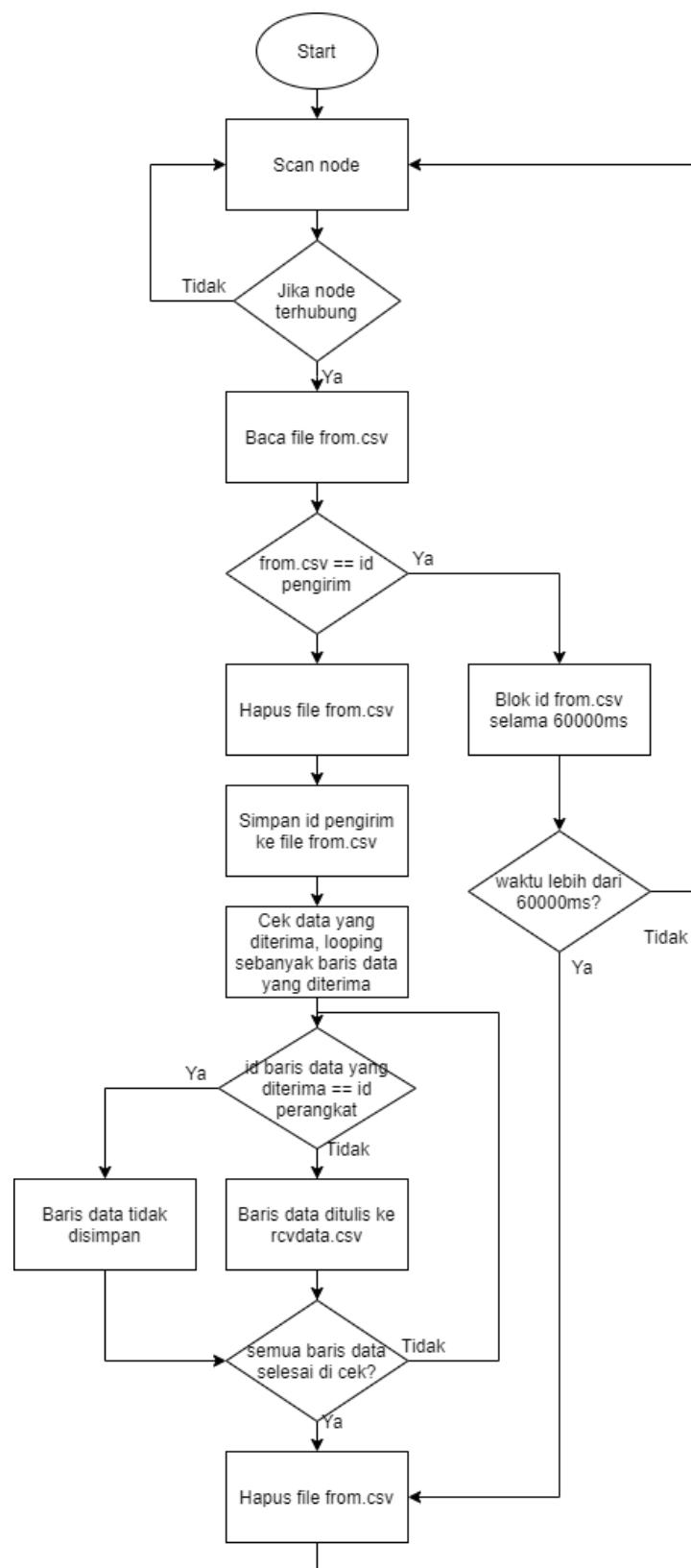
Dalam interval waktu tertentu mikrokontroller akan merekam data kualitas udara dari sensor DSM501A, DHT22, MQ-135, dan MQ-7. semua data yang didapatkan akan disimpan pada 2 file extensi csv dengan nama file yaitu tahun, bulan dan tanggal sedangkan file lainnya bernama datasend.csv dari mikrokontroler. Jika terdeteksi ada *node* yang terhubung maka file datasend.csv tadi di ekstrak menjadi string dan string ini yang nantinya akan dikirimkan menggunakan jaringan nirkabel, begitu juga dengan file rcvdata.csv yang diterima dari node lain. Gambar alur pengiriman data ke *node* ditujukan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Flowchart Pengiriman Data

b. Menerima data dari *node*

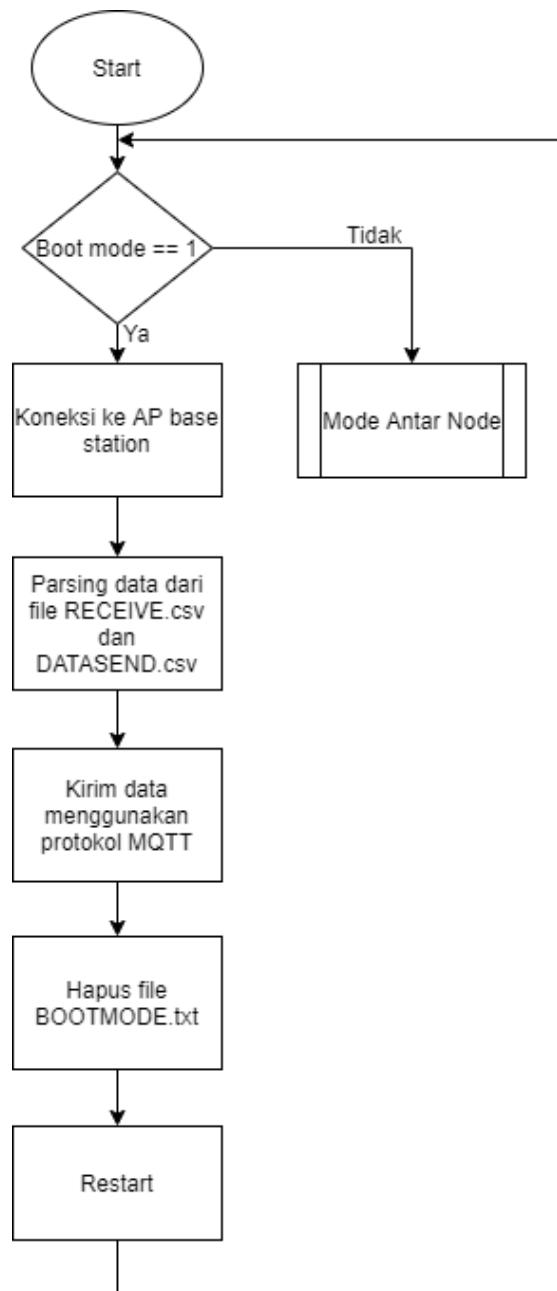
Node yang terhubung otomatis akan menerima *callback* dari *node* yang mengirim yang berupa string. String ini akan disimpan kembali sebagai file ekstensi csv dengan nama file rcvdata, setiap *node* memiliki inisial yang unik yang diambil dari *mac address* perangkat sehingga dapat dibedakan. Jika *node* yang sama kembali bertemu, maka *file* yang diterima pada perangkat akan dilakukan pengecekan data inisial, data dengan inisial yang sama dengan perangkat tidak akan disimpan karena data yang lama akan diganti dengan data baru yang direkam perangkat. Jika *node* belum berkomunikasi sebelumnya maka data yang diterima maka akan ditambahkan pada file rcvdata. File akan terus bertambah sesuai banyak *node* yang telah mengirim data pada perangkat. Alur penerimaan data dari *node* ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Flowchart Penerimaan Data

c. Mengirim data ke *base station*

Node yang melewati *base station* akan mengirim semua data yang ada pada storage ke *gateway*. Pengiriman data ke *gateway* akan menggunakan protokol MQTT yang terinstall pada *gateway*. Alur proses pengiriman data ke *gateway* dapat dilihat pada Gambar 3.8.



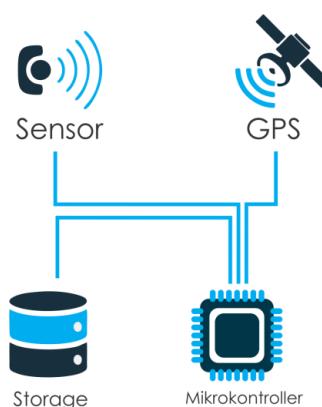
Gambar 3.8 Flowchart Pengiriman Data ke *Base Station*

3.3.5 Implementasi dan Pengujian

Tahapan selanjutnya adalah implementasi sistem pemantauan polusi udara pada lokasi 1 diambil di Jl. Perintis Kemerdekaan Km 1 sampai Jl. Perintis Kemerdekaan Km 13, untuk lokasi 2 diambil disekitar TPA Antang. Implementasi yang dilakukan dengan menguji fungsionalitas sistem. Pada tahap pengujian menggunakan tiga metode pengujian. Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

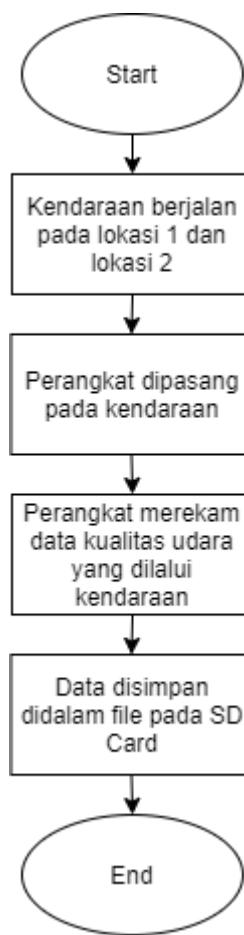
a. Pengujian pengumpulan data pada *node*

Pengujian ini bertujuan untuk menguji fungsionalitas alat yang digunakan ketika mengumpulkan data kualitas udara. Pengujian dilakukan dengan cara memasang alat pada kendaraan dan akan dilakukan perjalanan pada lokasi 1 Jl. Perintis Kemerdekaan Km 1 sampai Jl. Perintis Kemerdekaan Km 13 dan lokasi 2 disekitar TPA Antang. untuk mengumpulkan data kualitas udara pada jalur yang dilalui. Gambar 3.9 menunjukkan arsitektur dari proses pengujian pengumpulan data pada *node*.



Gambar 3.9 Pengujian Pengumpulan Data pada *Node*

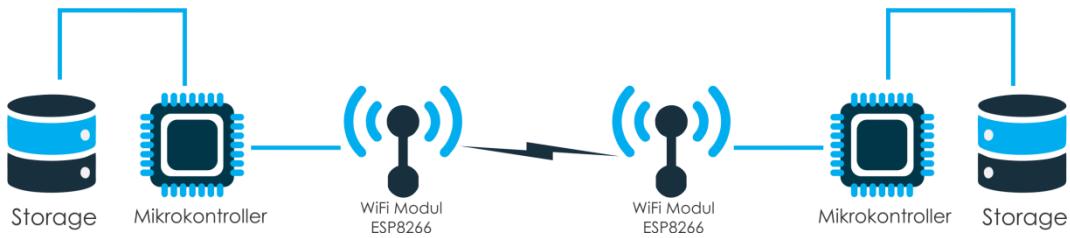
Adapun flowchart dari pengujian pengumpulan data pada node ditunjukkan pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 *Flowchart Pengujian Pengumpulan Data pada Node*

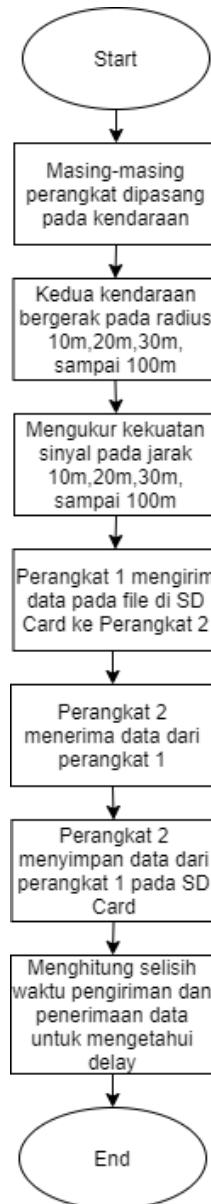
b. Pengujian pengiriman data antar *node*

Pengujian ini bertujuan untuk menguji pengiriman data antar *node* yang dipasang pada kendaraan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah data yang dikirim dari kendaraan satu ke kendaraan lainnya berhasil terkirim atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan mengamati pengiriman data dengan kondisi jarak dan kekuatan sinyal yang berbeda-beda sehingga dapat diketahui data yang berhasil terkirim pada rentang kekuatan sinyal dan jarak tertentu. Alur proses pengujian pengiriman data antar *node* ditunjukkan pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Pengujian Pengiriman Data antar Node

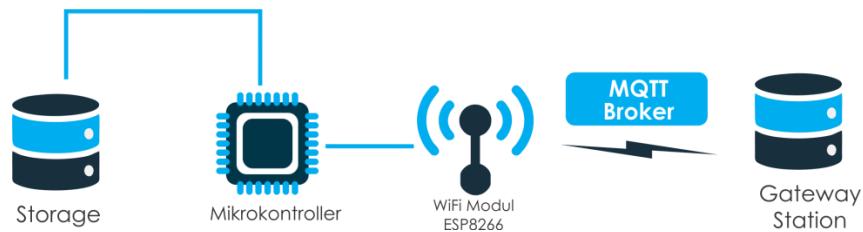
Alur proses pengujian pengiriman data antar node ditunjukkan pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Flowchart Pengujian Pengiriman Data antar Node

c. Pengujian pengiriman data dari *node* ke *base station*

Pengujian pengiriman data dari *node* ke *base station* yang ditunjukkan pada Gambar 3.13 ini hampir sama dengan pengujian sebelumnya. Pada pengujian ini dilakukan pengujian pengiriman data dari kendaraan ke *base station*. Pengujian ini juga dilakukan pada jarak dan kekuatan sinyal yang berbeda-beda sehingga dapat diketahui pada rentang kekuatan sinyal dan jarak tertentu yang berhasil mengirim data ke *base station*. Untuk Alur proses pengujian pengiriman data dari node ke *base station* ditunjukkan pada Gambar 3.14.



Gambar 3.13 Pengujian pengiriman data dari *node* ke *base station*



Gambar 3.14 *Flowchart Pengujian Pengiriman Data ke Base Station*

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini yaitu sistem monitoring kualitas udara menggunakan jaringan kendaraan berbasis *Vehicular Ad Hoc Network* (VANET). Sistem ini dirancang untuk mengetahui tingkat kualitas udara.

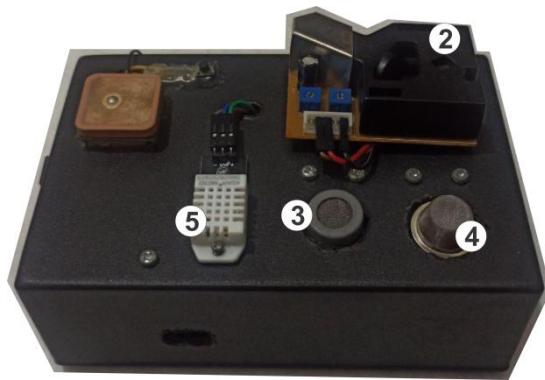
Sistem yang dirancang memungkinkan terjadinya komunikasi atau pertukaran data sensor antar *node* yang kemudian berakhir pada *base station* pengumpulan data. Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi kualitas udara sehingga dapat membantu pihak pemerintah dalam menentukan upaya untuk mengatasi permasalahan polusi.

4.1 Implementasi

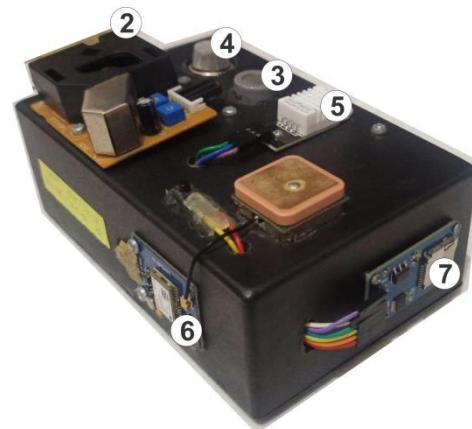
Implementasi sistem pemantauan polusi udara yang dilakukan terdiri dari dua bagian, yaitu implementasi perangkat keras dan implementasi perangkat lunak.

4.1.1 Perangkat Keras

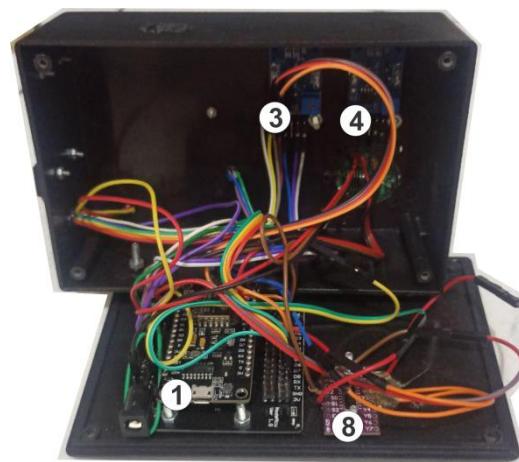
Implementasi perangkat keras merupakan proses yang dilakukan untuk mengetahui alur kerja perangkat keras seperti mikrokontroler dalam proses pembacaan nilai sensor. Adapun bagian-bagian dari sistem perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 4.1, Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.



Gambar 4.1 Perangkat keras (Tampak dari Atas)



Gambar 4.2 Perangkat Keras (Tampak dari Samping)



Gambar 4.3 Bagian dalam Perangkat Keras

Keterangan:

- 1) Microcontroller ESP8266
- 2) Sensor DSM501A PM 10
- 3) Sensor MQ-7
- 4) Sensor MQ-135
- 5) Sensor DHT22
- 6) Modul GPS
- 7) Modul SD Card
- 8) Multiplexer 74HC4051

4.1.2 Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak meliputi proses penerapan program ke perangkat keras (mikrokontroler). Adapun program yang diterapkan meliputi:

- 1) Inisialisasi *Library*

Inisialisasi *Library* merupakan proses pendeklarasikan *library* yang digunakan. *Library* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.4.

```
#include "painlessMesh.h"
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <string.h>
#include <Wire.h>
#include <SD.h>
#include <SPI.h>
#include <MQ7.h>
#include <DHT.h>
#include <MQ135.h>
#include <TinyGPS++.h>
#include <SoftwareSerial.h>
```

Gambar 4.4 Inisialisasi dan Deklarasi *Library*

- 2) Inisialisasi Variabel dan Nilai Variabel

Inisialisasi variabel pada Gambar 4.5 dilakukan untuk menyimpan nilai dari sensor-sensor yang digunakan. Selain inisialisasi variabel dan nilai variabel, juga dilakukan penentuan tipe data dari variabel.

```
#define MESH_PREFIX "AirQualityMonitoring"
#define MESH_PASSWORD "12345678"
#define MESH_PORT 5555
#define countof(a) (sizeof(a) / sizeof(a[0]))

int dhtpin = 0;
TinyGPSPlus gps;
DHT dht(dhtpin, DHT22);
SoftwareSerial ss(5, 2);
Scheduler userScheduler;
int pin_pm25 = 4;
int mux = 3;
byte buff[2];
unsigned long duration2;
unsigned long starttime2;
unsigned long endtime2;
unsigned long sampletime_ms = 1000;
unsigned long lowpulseoccupancy2 = 0;
float temperature, hum;
float ratio2 = 0;
float concentration2 = 0;
painlessMesh mesh;
const char* ssid = "Gateway";
const char* password = "12345678";
const char* mqtt_server = "192.168.43.170";
const char* mqtt_username = "user";
const char* mqtt_password = "12345678";

int interval_start;
int interval_start_wr;
float rzero = gasSensor.getRZero();
int ppm, ppm_co;
int timetemp, date_temp, month_temp, year_temp;
File myFile, myFile1, myFile2, myFile3, myFile4, myFile5, myFile6, myFile7;
float latitude, longitude;
int year, month, date, hour, minute, second;
String date_str, time_str, lat_str, lng_str;
int date_inc;
```

Gambar 4.5 Inisialisasi Variabel dan Nilai Variabel

3) Fungsi Untuk membaca *String*

Fungsi pembaca *string* pada Gambar 4.6 bertujuan untuk membaca *string* sampai karakter yang telah ditentukan.

```
String getValue(String data, char separator, int index)
{
    int found = 0;
    int strIndex[] = {0, -1};
    int maxIndex = data.length() - 1;

    for (int i = 0; i <= maxIndex && found <= index; i++) {
        if (data.charAt(i) == separator || i == maxIndex) {
            found++;
            strIndex[0] = strIndex[1] + 1;
            strIndex[1] = (i == maxIndex) ? i + 1 : i;
        }
    }

    return found > index ? data.substring(strIndex[0], strIndex[1]) : "";
}
```

Gambar 4.6 Fungsi Membaca *String*

4) Fungsi Pengiriman Data

```
void sendMessage() {
    String msg, msg1, msg2;
    myFile = SD.open("datasend.csv", FILE_READ);
    while (myFile.available()) {
        msg1 += (char)myFile.read();
    }
    myFile.close();
    myFile1 = SD.open("rcvdata.csv", FILE_READ);
    while (myFile1.available()) {
        msg2 += (char)myFile1.read();
    }
    myFile1.close();
    msg = msg1+msg2;
    mesh.sendBroadcast( msg );
    taskSendMessage.setInterval( random( TASK_SECOND * 1, TASK_SECOND * 1 ) );
}
```

Gambar 4.7 Fungsi Pengiriman Data

5) Fungsi Penerimaan dan Pengecekan Data

Fungsi penerimaan data pada Gambar 4.8 merupakan fungsi penerimaan data dari satu *node* ke *node* yang lain. Pada fungsi ini juga terdapat fungsi untuk mengecek apakah data yang akan diterima sudah ada (duplikat) atau tidak. Jika data telah ada maka data tidak disimpan agar tidak duplikat. Fungsi pengecekan data ditunjukkan pada Gambar 4.9.

```
void receivedCallback( uint32_t from, String &msg ) {
    Serial.printf("Received from %u msg=%s\n", from, msg.c_str());
    int count = 0;
    char char_append;
    String str = msg;
    String id_self = String(mesh.getNodeId());
    String id = String(from);
    String row, row_item, check, id_check, data_from;
    int n = 0, c = 0;
    a:
    if (str[n] == '#')
        c++;
    n++;
    if (str[n])
        goto a;
    myFile3 = SD.open("from.csv", FILE_READ);
    if (myFile3) {
        while (myFile3.available()) {
            data_from = (char)myFile3.read();
            check += data_from;
        }
    } else {
        Serial.println("error opening from.csv");
    }
    myFile3.close();
    if (String(check)==id) {
        int timelast = timetemp+60000;
```

```

int timenow = millis();
// int date_now = date;
// int month_now = month;
// int year_now = year;
Serial.print("timelast = ");
Serial.print(timelast);
Serial.print("\n");
Serial.print("timenow = ");
Serial.print(timenow);
Serial.print("\n");
if (timenow > timelast){
    SD.remove("from.csv");
    timetemp = millis();
} else{
    Serial.print("wait 1 minute to accept from same node\n");
}
else{
myFile2 = SD.open("from.csv", FILE_WRITE);
if (myFile2) {
    myFile2.print(from);
} else {
    Serial.println("error write to from.csv");
}
myFile2.close();
timetemp = millis();
}

```

Gambar 4.8 Fungsi Penerimaan Data

```

Serial.print("Timetemp = ");
Serial.print(timetemp);
Serial.print("\n");
while (count < c) {
    row = getValue(msg, '#', count);
    row_item = getValue(row, ',', 9);
    id_check = String(row_item);
    if (id_check == id_self) {
        Serial.print("can't write this row to csv because this data from here = ");
        Serial.println(row_item);
    }
    else {
        myFile4 = SD.open("rcvdata.csv", FILE_WRITE);
        if (myFile4) {
            myFile4.println(row + "#");
//            myFile4.println("#");

        } else{
            Serial.println("Failed write rcvdata.csv");
        }
        myFile4.close();
    }
    count++;
}
}

```

Gambar 4.9 Fungsi Pengecekan Data

6) Setup Wifi dan Setup Inisialisasi 2 Mode Pengiriman

Pada Gambar 4.10 ditunjukkan proses setup *wifi* untuk mqtt dan setup inisialisasi program berdasarkan 2 mode yang telah dibuat. Mode pertama adalah mode pengiriman data antar *node*, kemudian mode yang kedua merupakan mode pengiriman data dari *node* ke *base station*.

```

void setup_wifi() {
    Serial.println();
    Serial.print("Connecting to ");
    Serial.println(ssid);
    WiFi.begin(ssid, password);
    delay(5000);
}
int a;
void setup() {
    Serial.begin(115200);
    pinMode(3, FUNCTION_3);
    pinMode(mux, OUTPUT);
    pinMode(dhtpin, INPUT);
    dht.begin();
    ss.begin(9600);
    // pinMode(pin_pml0,INPUT);
    // starttimel = millis();
    // pinMode(pin_pm25,INPUT);
    starttime2 = millis();
    interval_start = millis();
    interval_start_wr = millis();

    Serial.print("Initializing SD card...");
    if (!SD.begin(15)) {
        Serial.println("initialization failed!");
        return;
    }
    Serial.println("initialization done.");
    // pinMode(16, INPUT);
    String bootmode, boot;
    myFile3 = SD.open("bootmode.txt", FILE_READ);
    if (myFile3) {
        while (myFile3.available()) {
            boot = (char)myFile3.read();
            bootmode += boot;
        }
    } else {
        Serial.println("error opening bootmode.txt");
    }
    int check_boot = bootmode.toInt();

    if (check_boot == 1){
        setup_wifi();
        a = 1;
    }else{
        a = 0;
        // mesh.setDebugMsgTypes( ERROR | MESH_STATUS | CONNECTION | SYNC | COMMUNICATION | GENERAL | MSG_TYPES | REMOTE ); // all types on
        // mesh.setDebugMsgTypes( ERROR | STARTUP ); // set before init() so that you can see startup messages

        mesh.init(MESH_PREFIX, MESH_PASSWORD, &userScheduler, MESH_PORT);
        mesh.onReceive(&receivedCallback);
        mesh.onNewConnection(&newConnectionCallback);
        mesh.onChangedConnections(&changedConnectionCallback);
        mesh.onNodeTimeAdjusted(&nodeTimeAdjustedCallback);

    }else{
        a = 0;
        // mesh.setDebugMsgTypes( ERROR | MESH_STATUS | CONNECTION | SYNC | COMMUNICATION | GENERAL | MSG_TYPES | REMOTE ); // all types on
        // mesh.setDebugMsgTypes( ERROR | STARTUP ); // set before init() so that you can see startup messages

        mesh.init(MESH_PREFIX, MESH_PASSWORD, &userScheduler, MESH_PORT);
        mesh.onReceive(&receivedCallback);
        mesh.onNewConnection(&newConnectionCallback);
        mesh.onChangedConnections(&changedConnectionCallback);
        mesh.onNodeTimeAdjusted(&nodeTimeAdjustedCallback);

        userScheduler.addTask(taskSendMessage);
        taskSendMessage.enable();
    }
}

```

Gambar 4.10 Setup WiFi dan Mode Pengiriman

7) Fungsi Perekaman Data Sensor

Perekaman data dari sensor dilakukan setiap 60.000 ms atau setiap satu menit menjalankan fungsi writeToCsv() untuk menyimpan data sensor yang direkam.

Proses perekaman data pada program arduino dapat dilihat pada Gambar 4.11.

```

if (interval_end_wr - interval_start_wr > 60000) {
    SD.remove("datasend.csv");
    Serial.print("Write");
    writeToCsv();
    interval_start_wr = millis();
}

```

Gambar 4.11 Fungsi Perekaman Data Sensor

8) Fungsi Penyimpanan Data ke SD Card

Data yang disimpan kedalam SD Card terdiri dari dua file berbeda, yakni file tempdata.csv dan datasend.csv. Tempdata.csv merupakan data temporary dan datasend.csv merupakan data yang akan dikirim ke *node* kendaraan lain. Adapun fungsi penyimpanan data ini dapat dilihat pada Gambar 4.12.

```

void writeToCsv() {
    // String datestamp = date_str;
    String dayy, monthh, yearr;
    if (gps.date.day() < 10) {
        dayy = "0"+String(gps.date.day());
    }else{
        dayy = String(gps.date.day());
    }
    if (gps.date.month() < 10) {
        monthh = "0"+String(gps.date.month());
    }else{
        monthh = String(gps.date.month());
    }
    yearr = String(gps.date.year());

    String tempname = dayy + monthh + yearr + ".csv";
    myFile5 = SD.open(tempname, FILE_WRITE);
    if (myFile5) {
        myFile5.print(ppm);
        myFile5.print(",");
        myFile5.print(ppm_co);
        myFile5.print(",");
        myFile5.print(temperature);
        myFile5.print(",");
        myFile5.print(hum);
        myFile5.print(",");
        myFile5.print(concentration2);
        myFile5.print(",");
        myFile5.print(lat_str);
        myFile5.print(",");
        myFile5.print(lng_str);
        // myFile5.print(",");
        // myFile5.print(datestamp);
        myFile5.print(",");
        myFile5.print(dateandtime);
        myFile5.print(",");
        myFile5.print(mac);
        myFile5.print(",");
        myFile5.println("end#");
        Serial.println("done write tempdata.csv");
    } else {
        Serial.println("error writing tempdata.csv");
    }
    myFile5.close();
}

```

Gambar 4.12 Fungsi Penyimpanan Data ke SD Card

9) Fungsi untuk Membaca Sensor (MQ 7 dan MQ 135)

Kedua sensor MQ 7 dan MQ 135 menggunakan sinyal analog dalam pembacaan data sensor. Pada ESP8266 pin analog yang tersedia hanya 1 pin, dengan menggunakan 74HC4051 untuk menggandakan pin analog. 74HC4051 bekerja seperti saklar, ketika dalam kondisi low, pin analog membaca sensor MQ 135 dan ketika high analog akan membaca sensor MQ 7. Kondisi low dan high akan berjalan bergantian secara terus menerus sehingga kedua sensor dapat dibaca.

```
void mq135_mq7() {
    digitalWrite(mux, LOW);
    ppm = gasSensor.getPPM();
    digitalWrite(mux, HIGH);
    ppm_co = mq7.getPPM();
}
```

Gambar 4.13 Fungsi Membaca Sensor

10) Fungsi Membaca Koordinat dan Waktu dari Modul GPS

Modul GPS yang dipasang akan mendapatkan waktu dan koordinat dari satelit. Waktu dan koordinat ini akan disimpan pada setiap data yang direkam agar data hasil rekaman dapat diketahui lokasi dan waktu pada saat data direkam. Pada program arduino pertama dilakukan pengecekan modul gps yang terpasang, setelah pengecekan modul akan dilanjutkan pada program yang berfungsi mendapatkan titik koordinat dari lokasi yaitu berdasarkan longitude dan latitude. Kemudian dilanjutkan program untuk mendapatkan waktu dari satelit.

```

while (ss.available() > 0)
if (gps.encode(ss.read()))
{
if (gps.location.isValid())
{
latitude = gps.location.lat();
lat_str = String(latitude , 6);
longitude = gps.location.lng();
lng_str = String(longitude , 6);
}

if (gps.date.isValid())
{
date_str = "";
date = gps.date.day() + date_inc;
month = gps.date.month();
year = gps.date.year();
}
}

```

Gambar 4.14 Fungsi Baca Koordinat dan Waktu GPS

11) MQTT Publish

Fungsi MQTT publish berguna untuk mengirim data dari *node* ke *base station* dengan menggunakan protokol MQTT.

```

void mqtt() {
String mqtt_msg, rows, carbondioxide, carbonmonoxide, temper, humidi, pm25dsm, latt, longit, daterecord, timerecord, id_esp;
int m=0, ct=0, count=0;
myFilel = SD.open("rcvdata.csv", FILE_READ);
while (myFilel.available()) {
mqtt_msg += (char)myFilel.read();
}
myFilel.close();

b:
if (mqtt_msg[m] == '#')
ct++;
m++;
if (mqtt_msg[m])
goto b;
Serial.print("COUNT =");
Serial.println(count);
Serial.print("CT =");
Serial.println(ct);
if(client.connect("send", mqtt_username, mqtt_password)){
Serial.println("mqtt connect");
}
while (count - 1 < ct) {
rows = getValue(mqtt_msg, '#', count);
carbondioxide = getValue(rows, ',', 0);
carbonmonoxide = getValue(rows, ',', 1);
temper = getValue(rows, ',', 2);
}
}

```

```

Serial.println(String(carbondioxide));
Serial.println(String(carbonmonoxide));
Serial.println(String(temper));
Serial.println(String(humidi));
Serial.println(String(pm25dsm));
Serial.println(String(latt));
Serial.println(String(longit));
//   Serial.println(String(daterecord));
Serial.println(String(timerecord));
Serial.println(String(id_esp));

client.publish("gateway/co2", carbondioxide.c_str());
client.publish("gateway/co", carbonmonoxide.c_str());
client.publish("gateway/temperature", temper.c_str());
client.publish("gateway/humidity", humidi.c_str());
client.publish("gateway/pm10", pm25dsm.c_str());
client.publish("gateway/latitude", latt.c_str());
client.publish("gateway/longitude", longit.c_str());
//   client.publish("gateway/date", daterecord.c_str());
client.publish("gateway/time", timerecord.c_str());
client.publish("gateway/id", id_esp.c_str());
client.publish("gateway/date_send", date_str.c_str());
client.publish("gateway/time_send", time_str.c_str());

```

Gambar 4.15 MQTT Publish

4.2 Pengujian

Pada penelitian ini terdapat 3 bagian pengujian yang dilakukan yaitu pengujian pengumpulan data pada *node*, pengujian pengiriman data antar *node*, dan pengujian pengiriman data dari *node* ke *base station*.

4.2.1 Pengujian Pengumpulan Data pada *Node*

Pengujian pengumpulan data pada *node* dilakukan untuk mengamati fungsionalitas alat dalam melakukan pengumpulan data kualitas udara berdasarkan nilai sensor yang terbaca. Pengujian pengumpulan data ini dilakukan di 2 lokasi berbeda yaitu Lokasi 1 di Jl. Perintis Kemerdekaan dan Lokasi 2 di TPA Antang. Proses pengumpulan data yang dilakukan di Jl. Perintis Kemerdekaan (Lokasi 1) dimulai pukul 12.00 WITA hingga pukul 12.08 WITA, sedangkan untuk pengumpulan data yang dilakukan di TPA Antang (Lokasi 2) dimulai pada pukul 12.33 WITA hingga 12.40 WITA pada tanggal 6 September 2020.

Adapun hasil pengujian pengumpulan data yang dilakukan di Lokasi 1 ditunjukkan pada Tabel 4.1 sedangkan hasil pengujian pengumpulan data yang dilakukan di Lokasi 2 ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Hasil Pengumpulan Data pada Lokasi 1 (Jl. Perintis Kemerdekaan)

No	CO2	CO	Suhu	Kelembaban	PM10	Latitude	Longitude	Tanggal dan Waktu	ID	Delimiter
1	651.04	17.63	37.60	43.30	12882.55	-5.146286	119.470665	2020-09-06 12:00:06.680000	C7CD	end#
2	596.71	16.72	37.70	43.20	3904.89	-5.146171	119.471352	2020-09-06 12:00:15.754000	C7CD	end#
3	670.79	22.27	38.20	43.20	687.11	-5.145654	119.472458	2020-09-06 12:00:30.830000	C7CD	end#
4	512.55	15.69	38.00	43.60	0.00	-5.145295	119.472984	2020-09-06 12:00:38.905000	C7CD	end#
5	608.21	17.45	37.10	43.80	26306.30	-5.144755	119.473770	2020-09-06 12:00:50.980000	C7CD	end#
6	638.92	17.76	37.60	43.70	9964.89	-5.144077	119.474716	2020-09-06 12:01:05.058000	C7CD	end#
7	646.17	16.18	37.80	43.00	338.14	-5.143618	119.475380	2020-09-06 12:01:16.144000	C7CD	end#
8	567.57	13.83	37.50	43.60	2370.04	-5.143125	119.476089	2020-09-06 12:01:28.212000	C7CD	end#
9	558.83	14.10	37.50	42.30	8464.16	-5.142829	119.476555	2020-09-06 12:01:35.278000	C7CD	end#
10	663.33	20.13	37.80	42.30	8884.69	-5.142204	119.477470	2020-09-06 12:01:50.352000	C7CD	end#
11	738.20	20.13	38.10	42.00	8404.84	-5.141876	119.478241	2020-09-06 12:02:01.430000	C7CD	end#
12	762.70	18.22	38.00	41.50	3990.71	-5.141698	119.479301	2020-09-06 12:02:14.509000	C7CD	end#
13	680.84	11.00	38.30	41.00	0.00	-5.141634	119.480049	2020-09-06 12:02:24.584000	C7CD	end#
14	619.89	14.94	37.90	41.20	3321.12	-5.141579	119.480957	2020-09-06 12:02:36.661000	C7CD	end#
15	574.20	14.06	37.50	41.60	16474.54	-5.141541	119.481697	2020-09-06 12:02:45.738000	C7CD	end#
16	696.13	15.97	37.30	41.60	4116.29	-5.141479	119.482780	2020-09-06 12:02:59.813000	C7CD	end#

Lanjutan Tabel 4.1

17	738.20	16.22	37.60	41.70	5408.93	-5.141425	119.483589	2020-09-06 12:03:10.889000	C7CD	end#
18	683.37	16.14	38.30	41.50	0.00	-5.141354	119.484383	2020-09-06 12:03:21.961000	C7CD	end#
19	641.33	15.33	37.80	41.80	0.00	-5.141286	119.485039	2020-09-06 12:03:30.040000	C7CD	end#
20	539.53	15.61	37.80	41.90	6444.50	-5.141205	119.485756	2020-09-06 12:03:40.114000	C7CD	end#
21	541.65	13.80	37.60	41.80	2332.22	-5.141098	119.486595	2020-09-06 12:03:51.190000	C7CD	end#
22	520.74	13.07	37.30	41.80	639.10	-5.140989	119.487549	2020-09-06 12:04:04.266000	C7CD	end#
23	543.77	14.40	36.70	41.80	2152.40	-5.140902	119.488052	2020-09-06 12:04:09.341000	C7CD	end#
24	569.77	16.01	37.10	43.30	4872.88	-5.140684	119.489380	2020-09-06 12:04:25.417000	C7CD	end#
25	610.53	18.03	37.30	42.90	87990.27	0.020500	0.000000	2020-09-06 08:04:04.491000	C7CD	end#
26	719.56	19.20	37.00	42.70	23.70	-5.140281	119.491096	2020-09-06 12:04:49.576000	C7CD	end#
27	636.51	17.90	36.90	43.50	31950.68	-5.139801	119.491737	2020-09-06 12:05:00.653000	C7CD	end#
28	727.50	21.49	37.00	43.90	281.52	-5.139235	119.492371	2020-09-06 12:05:11.737000	C7CD	end#
29	605.90	16.98	36.40	44.40	3156.42	-5.138648	119.493019	2020-09-06 12:05:23.810000	C7CD	end#
30	624.60	17.76	36.60	45.20	3720.20	-5.138138	119.493561	2020-09-06 12:05:33.888000	C7CD	end#
31	641.33	17.37	36.60	45.30	3165.80	-5.137630	119.494110	2020-09-06 12:05:43.965000	C7CD	end#
32	665.81	16.68	37.00	44.50	3552.95	-5.136876	119.494896	2020-09-06 12:05:58.041000	C7CD	end#
33	508.49	14.90	36.10	44.90	5928.44	-5.136349	119.495445	2020-09-06 12:06:07.119000	C7CD	end#

Lanjutan Tabel 4.1

34	714.30	18.96	36.60	45.50	0.00	-5.135821	119.496063	2020-09-06 12:06:17.193000	C7CD	end#
35	651.04	19.88	37.20	45.40	0.00	-5.135077	119.496849	2020-09-06 12:06:31.258000	C7CD	end#
36	619.89	19.69	36.30	45.30	0.00	-5.134479	119.497192	2020-09-06 12:06:41.345000	C7CD	end#
37	619.89	17.72	36.50	45.90	22542.60	-5.133753	119.497459	2020-09-06 12:06:51.422000	C7CD	end#
38	646.17	17.50	36.50	47.40	0.00	-5.132683	119.497826	2020-09-06 12:07:05.501000	C7CD	end#
39	636.51	16.14	36.60	47.60	3332.38	-5.131993	119.498009	2020-09-06 12:07:15.574000	C7CD	end#
40	696.13	18.58	36.80	46.20	4877.83	-5.130240	119.498520	2020-09-06 12:07:40.716000	C7CD	end#
41	685.91	11.71	37.10	46.10	11065.98	-5.129447	119.498863	2020-09-06 12:07:50.790000	C7CD	end#
42	673.30	21.06	37.60	45.40	4643.17	-5.128683	119.499596	2020-09-06 12:08:02.857000	C7CD	end#
43	757.20	18.96	37.70	44.30	0.00	-5.128161	119.500374	2020-09-06 12:08:13.943000	C7CD	end#
44	1005.91	23.55	38.00	44.20	0.00	-5.127846	119.500854	2020-09-06 12:08:23.027000	C7CD	end#
45	706.47	17.24	37.70	43.30	0.00	-5.128038	119.500633	2020-09-06 12:08:33.093000	C7CD	end#
46	693.57	22.10	36.80	43.90	15554.94	-5.128701	119.499733	2020-09-06 12:08:46.168000	C7CD	end#

Tabel 4.2 Hasil Pengumpulan Data pada Lokasi 2 (TPA Antang)

No	CO2	CO	Suhu	Kelembaban	PM10	Latitude	Longitude	Tanggal dan Waktu	ID	Delimiter
1	580.88	24.41	35.90	45.60	5465.01	-5.161395	119.529266	2020-09-06 12:33:12.186000	C7CD	end#
2	512.55	23.01	35.60	46.40	2627.83	-5.161365	119.528336	2020-09-06 12:33:23.263000	C7CD	end#
3	518.68	22.72	36.00	46.50	2292.47	-5.161452	119.527252	2020-09-06 12:33:35.335000	C7CD	end#
4	478.82	19.78	36.10	46.70	0.00	-5.161535	119.526436	2020-09-06 12:33:44.420000	C7CD	end#
5	539.53	23.55	36.00	46.40	366.75	-5.161609	119.525482	2020-09-06 12:33:55.496000	C7CD	end#
6	648.60	22.10	36.00	46.90	0.00	-5.161683	119.524712	2020-09-06 12:34:04.571000	C7CD	end#
7	663.33	19.83	35.70	49.90	7621.37	-5.161785	119.523636	2020-09-06 12:34:19.647000	C7CD	end#
8	531.11	17.15	35.90	47.80	17658.86	-5.161873	119.522667	2020-09-06 12:34:31.721000	C7CD	end#
9	561.00	0.87	35.90	46.40	3909.89	-5.161934	119.522102	2020-09-06 12:34:38.798000	C7CD	end#
10	678.32	16.55	35.50	48.20	4543.23	-5.161982	119.521217	2020-09-06 12:34:49.874000	C7CD	end#
11	574.20	14.78	35.50	48.70	0.00	-5.162095	119.520042	2020-09-06 12:35:04.941000	C7CD	end#
12	585.37	13.98	35.00	48.00	2227.63	-5.162175	119.519196	2020-09-06 12:35:14.017000	C7CD	end#
13	561.00	15.41	34.90	48.00	95.76	-5.162265	119.518120	2020-09-06 12:35:27.079000	C7CD	end#
14	594.43	17.41	35.10	48.40	0.00	-5.162349	119.517326	2020-09-06 12:35:38.155000	C7CD	end#
15	646.17	16.93	35.80	48.30	210.93	-5.162354	119.517258	2020-09-06 12:35:39.220000	C7CD	end#
16	541.65	14.78	35.50	47.60	5056.30	-5.162459	119.515915	2020-09-06 12:35:56.297000	C7CD	end#

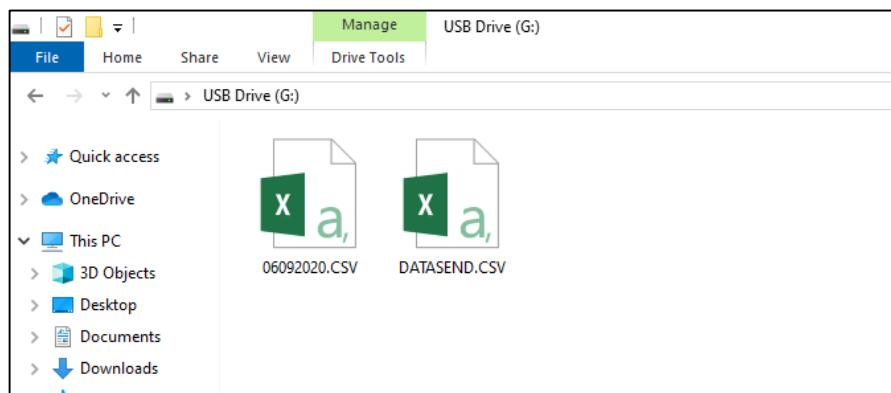
Lanjutan Tabel 4.2

17	612.86	15.57	35.10	48.50	12165.78	-5.162551	119.514702	2020-09-06 12:36:11.375000	C7CD	end#
18	675.81	14.06	35.20	47.40	3616.65	-5.162594	119.514114	2020-09-06 12:36:18.453000	C7CD	end#
19	714.30	17.02	35.40	46.70	1658.95	-5.162745	119.512878	2020-09-06 12:36:34.529000	C7CD	end#
20	743.59	19.01	35.90	46.80	1118.32	-5.162836	119.512184	2020-09-06 12:36:43.605000	C7CD	end#
21	749.01	20.54	35.70	45.90	0.00	-5.162766	119.511169	2020-09-06 12:36:56.681000	C7CD	end#
22	724.85	19.83	35.50	45.70	1649.53	-5.162685	119.510689	2020-09-06 12:37:02.748000	C7CD	end#
23	793.50	20.39	35.00	45.50	5570.35	-5.162756	119.510239	2020-09-06 12:37:11.816000	C7CD	end#
24	779.38	19.10	35.30	46.90	23803.35	-5.163482	119.508911	2020-09-06 12:37:26.881000	C7CD	end#
25	673.30	19.10	35.00	46.90	4401.56	-5.163989	119.508049	2020-09-06 12:37:38.956000	C7CD	end#
26	888.59	22.27	34.90	47.20	308.34	-5.163877	119.507385	2020-09-06 12:37:50.034000	C7CD	end#
27	891.70	18.77	34.50	47.90	3192.81	-5.163513	119.506668	2020-09-06 12:38:02.110000	C7CD	end#
28	653.48	17.41	35.20	48.00	180.91	-5.163119	119.505936	2020-09-06 12:38:13.187000	C7CD	end#
29	904.21	16.93	34.80	47.20	3720.70	-5.162716	119.505219	2020-09-06 12:38:24.263000	C7CD	end#
30	965.54	24.93	35.20	47.10	2367.28	-5.162457	119.504562	2020-09-06 12:38:35.328000	C7CD	end#
31	995.70	31.79	35.60	47.40	480.32	-5.162560	119.504082	2020-09-06 12:38:46.403000	C7CD	end#
32	854.96	36.54	36.10	47.20	16827.32	-5.162608	119.503960	2020-09-06 12:38:50.471000	C7CD	end#
33	706.47	25.52	36.20	46.10	6807.47	-5.162857	119.503326	2020-09-06 12:39:05.554000	C7CD	end#

Lanjutan Tabel 4.2

34	828.18	35.52	36.60	46.00	10904.25	-5.162943	119.502731	2020-09-06 12:39:20.632000	C7CD	end#
35	864.03	30.97	36.60	46.10	8588.68	-5.162884	119.502167	2020-09-06 12:39:31.710000	C7CD	end#
36	793.50	22.61	37.30	45.80	0.00	-5.162809	119.501678	2020-09-06 12:39:43.785000	C7CD	end#
37	601.29	19.78	36.60	44.50	1803.78	-5.162704	119.501076	2020-09-06 12:39:53.850000	C7CD	end#
38	663.33	21.22	37.30	44.50	3639.76	-5.162526	119.500443	2020-09-06 12:40:05.924000	C7CD	end#
39	746.30	19.93	37.90	44.60	7919.98	-5.162471	119.500237	2020-09-06 12:40:14.988000	C7CD	end#

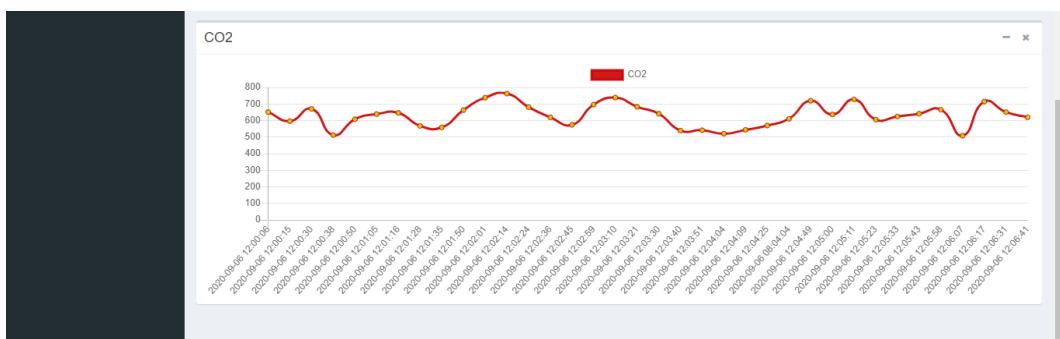
Data sensor pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 yang telah dikumpulkan kemudian disimpan kedalam SD Card seperti ditunjukkan pada Gambar 4.16.



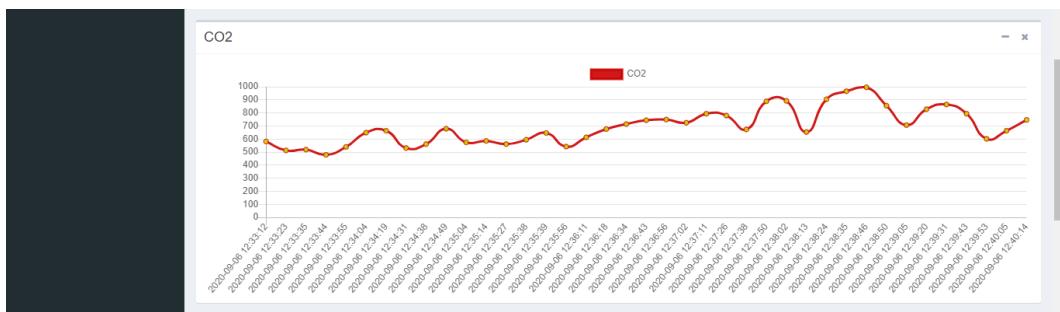
Gambar 4.16 File Data Sensor pada SD Card

Berdasarkan Gambar 4.16 dapat dilihat bahwa terdapat dua file .csv pada SD card yaitu satu file data temp dan satu file data send. Hasil penyimpanan data ini telah sesuai dengan fungsi penyimpanan data pada SD card yang telah dijelaskan pada sub bab 4.1.2 poin 8. Dari kode program penyimpanan data pada Gambar 4.12, file temp dibuat dengan penamaan file sesuai dengan tanggal perekaman data. Oleh karena itu pada SD card terdapat file dengan nama 06092020.CSV yang berisi data dari Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 yang merupakan hasil pengujian pengumpulan data kualitas udara pada *node*. Perekaman data pada pengujian ini dilakukan setiap 10.000 ms. Berdasarkan fungsi perekaman data sensor (Gambar 4.11) yang telah dijelaskan pada sub bab 4.1.2 poin 7, proses perekaman data sensor dilakukan setiap 60.000 ms atau setiap satu menit. Namun pada proses pengujian yang dilakukan, proses perekaman data dilakukan setiap 10.000 ms seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan Tabel agar lebih banyak data sensor yang dikumpulkan.

Hasil perekaman data dari setiap sensor kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik. Adapun hasil visualisasi data sensor CO₂ pada masing-masing lokasi ditunjukkan pada Gambar 4.17 dan Gambar 4.18, visualisasi data sensor CO ditunjukkan pada Gambar 4.19 dan Gambar 4.20, data sensor suhu ditunjukkan pada Gambar 4.21 dan Gambar 4.22, untuk visualisasi data sensor kelembaban ditunjukkan pada Gambar 4.23 dan Gambar 4.24, sedangkan visualisasi data sensor PM10 ditunjukkan pada Gambar 4.25 dan Gambar 4.26.



Gambar 4.17 Grafik Data CO₂ pada Lokasi 1



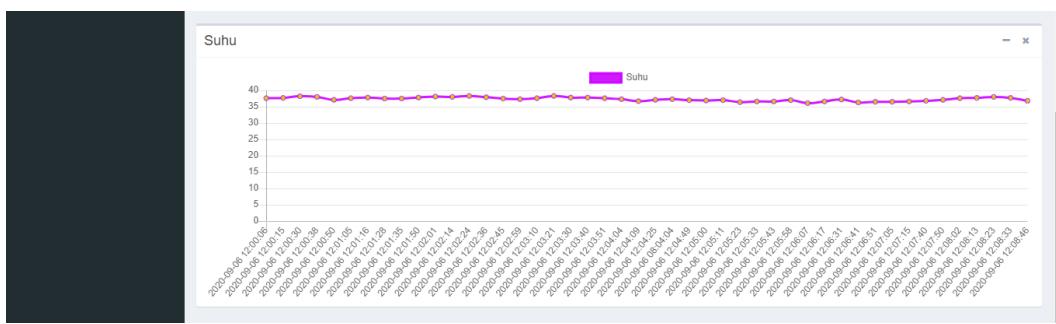
Gambar 4.18 Grafik Data CO₂ pada Lokasi 2



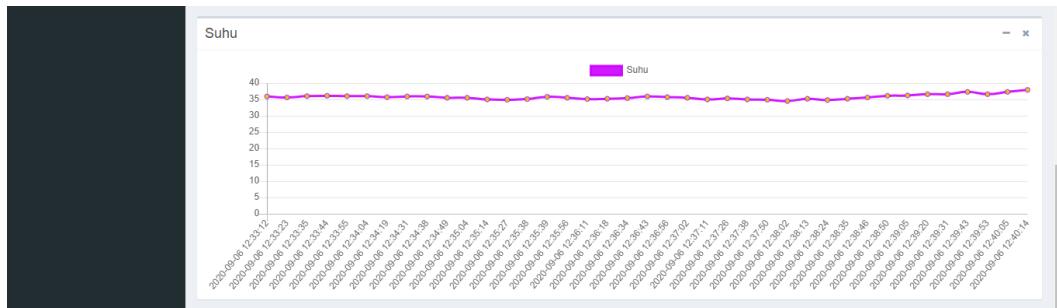
Gambar 4.19 Grafik Data CO pada Lokasi 1



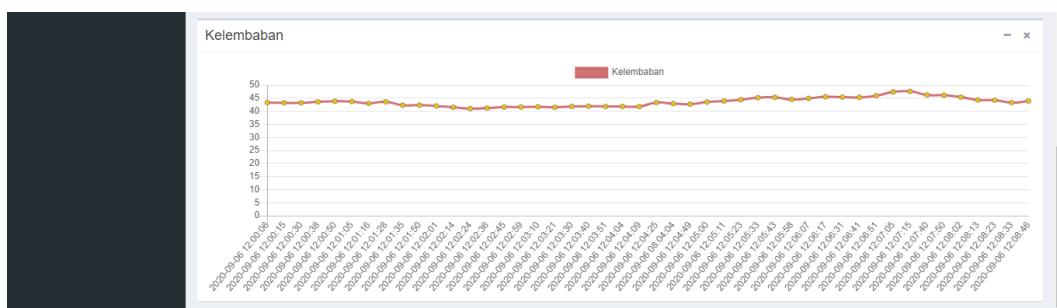
Gambar 4.20 Grafik Data CO pada Lokasi 2



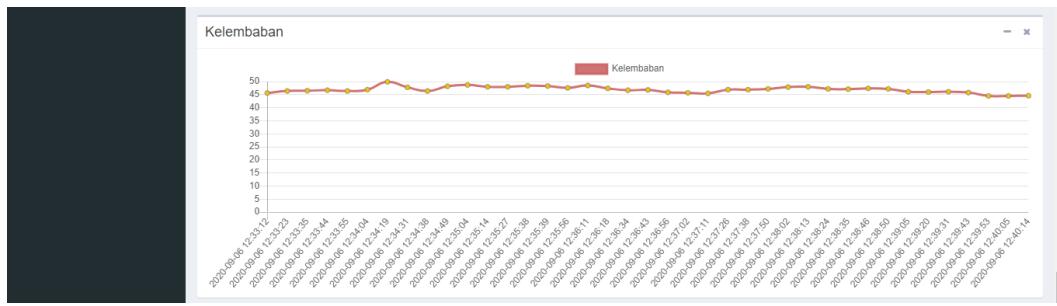
Gambar 4.21 Grafik Data suhu pada Lokasi 1



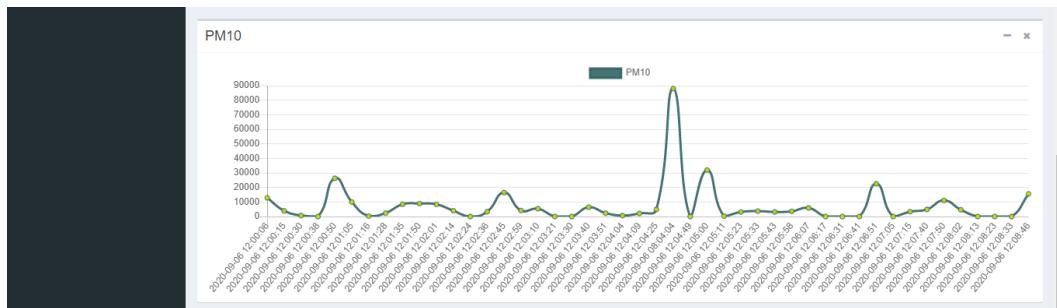
Gambar 4.22 Grafik Data suhu pada Lokasi 2



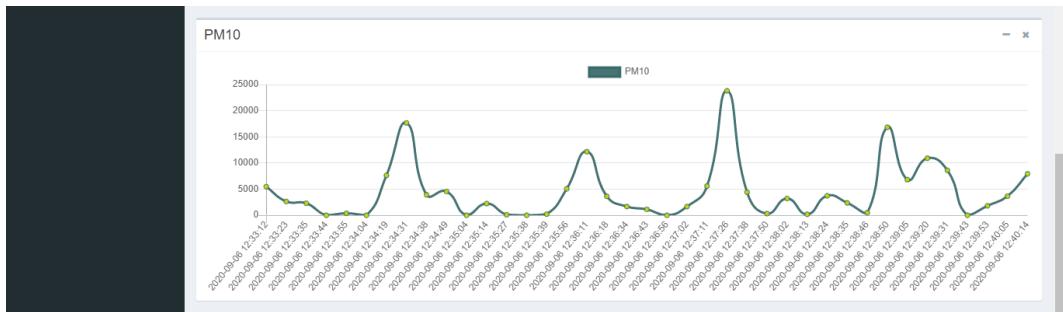
Gambar 4.23 Grafik Data kelembaban pada Lokasi 1



Gambar 4.24 Grafik Data suhu pada Lokasi 2



Gambar 4.25 Grafik Data PM10 pada Lokasi 1



Gambar 4.26 Grafik Data PM10 pada Lokasi 2

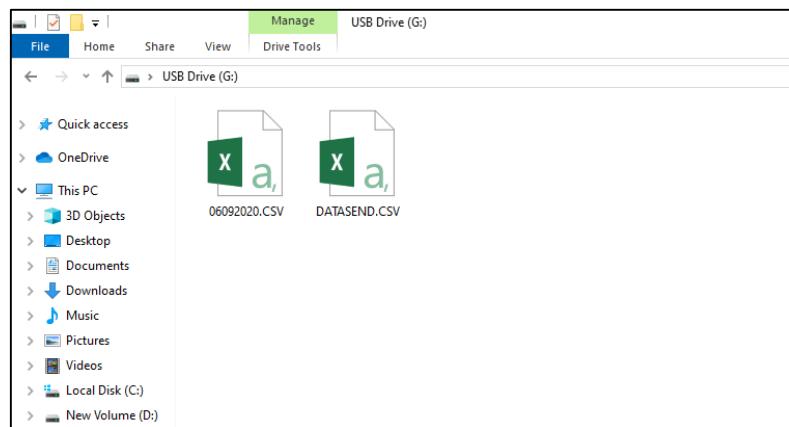
Berdasarkan grafik nilai sensor untuk masing-masing lokasi perekaman data yang ditunjukkan pada Gambar 4.17, Gambar 4.18, Gambar 4.19, Gambar 4.20, Gambar 4.21, Gambar 4.22, Gambar 4.23, Gambar 4.24, Gambar 4.25 dan Gambar 4.26 dapat dilihat bahwa grafik nilai sensor untuk lokasi 1 cenderung lebih rendah dibandingkan dengan grafik nilai sensor untuk lokasi 2. Hal ini disebabkan oleh keadaan lokasi 2 yang merupakan lokasi pembuangan sampah (TPA Antang).

4.2.2 Pengujian Pengiriman Data antar *Node*

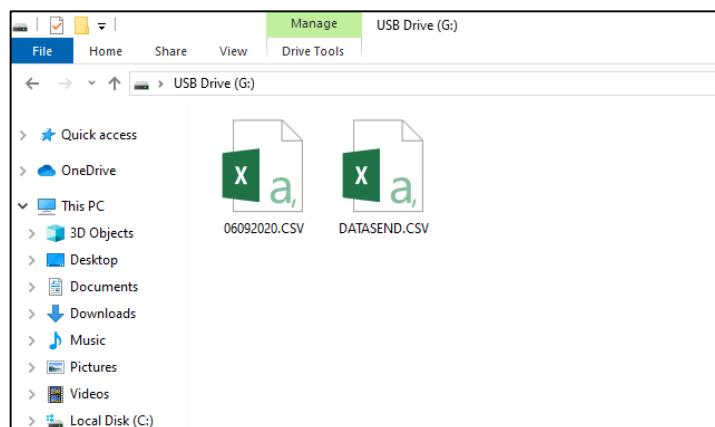
Pengujian pengiriman data antar *node* dilakukan untuk mengetahui kekuatan sinyal, delay pengiriman data, serta berhasil tidaknya setiap *node* saling mengirim data sesuai dengan fungsi pengiriman data yang telah dijelaskan pada sub bab 4.1.2 poin 5. Pengujian dilakukan dengan kondisi jarak tiap *node* kendaraan yang berbeda, yaitu pada rentang jarak 10 – 100 meter. Terdapat dua *node* yang digunakan pada pengujian ini, yaitu *node* 1 dengan ID C7CD dan *node* 2 dengan ID 3F0D.

Data yang akan dikirimkan merupakan data yang disimpan didalam file datasend.csv seperti yang telah dijelaskan pada sub bab 4.2.1. File datasend.csv

tersebut berisi satu baris data sensor hasil rekaman data pada pengujian pengumpulan data pada *node*. Adapun file datasend.csv dari *node* 1 ditunjukkan pada Gambar 4.27 sedangkan file datasend.csv dari *node* 2 ditunjukkan pada Gambar 4.28.



Gambar 4.27 Datasend.csv Node 1 ID C7CD



Gambar 4.28 Datasend.csv Node 2 ID 3F0D

Hasil pengujian pengiriman data antar *node* yang dilakukan pada *node* 1 (ID C7CD) dan *node* 2 (ID 3F0D) ditunjukkan pada Tabel 4.3.

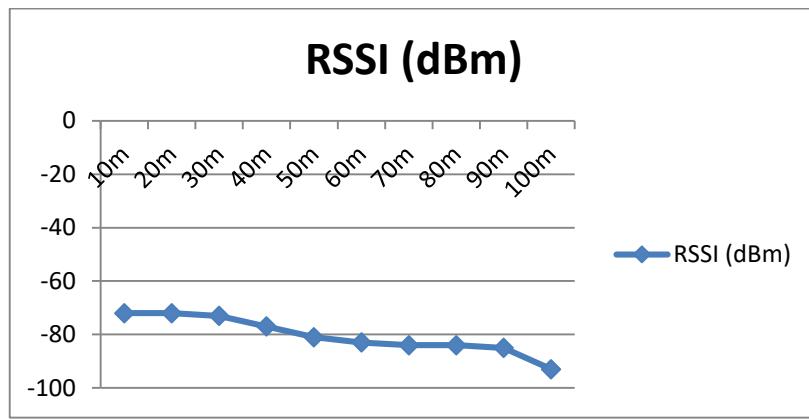
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pengiriman Data antar *Node*

Jarak	RSSI (dbm)	Waktu Kirim Data	Waktu Terima Data	Delay
10m	-72	2020-09-06 18:39:46	2020-09-06 18:39:47	1s
20m	-72	2020-09-06 18:24:00	2020-09-06 18:24:01	1s
30m	-73	2020-09-06 18:01:00	2020-09-06 18:01:01	1s
40m	-77	2020-09-06 17:53:07	2020-09-06 17:53:08	1s
50m	-81	2020-09-06 17:45:12	2020-09-06 17:45:14	2s
60m	-83	2020-09-06 17:36:05	2020-09-06 17:36:09	4s
70m	-84	2020-09-06 16:48:00	2020-09-06 16:48:05	4s
80m	-84	2020-09-06 16:33:55	2020-09-06 16:33:59	4s
90m	-85	2020-09-06 15:50:54	2020-09-06 15:50:58	5s
100m	-93	2020-09-06 15:23:48	2020-09-06 15:23:53	5s

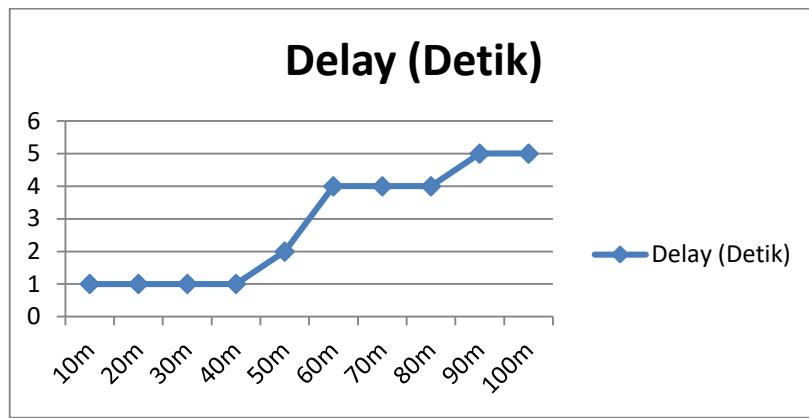
Tabel 4.3 menunjukkan kekuatan sinyal serta delay pengiriman data untuk setiap jarak pengujian pengiriman data antar *node*. Delay pengiriman data tersebut ditentukan berdasarkan selisih waktu pengiriman dan waktu penerimaan data.

Berdasarkan hasil pengujian pengiriman data antar *node* pada Tabel 4.3, dapat dilihat bahwa semakin jauh jarak antar *node* maka nilai RSSI (*Received Signal Strength Indication*) semakin rendah yang menyebabkan delay komunikasi antar nodenya cenderung lebih lama.

Nilai data kekuatan sinyal dan delay yang dihasilkan pada pengujian pengiriman data antar node kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik. Grafik pengaruh jarak terhadap kekuatan sinyal untuk pengujian pengiriman data antar node ini ditunjukkan pada Gambar 4.29, sedangkan grafik pengaruh jarak terhadap delay ditunjukkan pada Gambar 4.30.



Gambar 4.29 Grafik Pengaruh Jarak terhadap Kekuatan Sinyal (Pengujian 2)



Gambar 4.30 Grafik Pengaruh Jarak terhadap Delay

4.2.3 Pengujian Peniriman Data dari *Node* ke *Base Station*

Pengujian pengiriman data dari node ke base station dilakukan untuk mengetahui kekuatan sinyal, throughput, data loss, serta berhasil tidaknya data terkirim dari *node* ke *base station*. Pengujian ini dilakukan pada rentang jarak 10 hingga 100 meter. Untuk mengetahui kekuatan sinyal pada saat node melakukan pengiriman, maka setiap jarak pengujian dilakukan pengukuran tingkat kekuatan sinyal. Selain itu, juga dilakukan perhitungan jumlah *data lost*. Keberhasilan pengiriman data dari node ditandai dengan berhasilnya *base station* menerima

data dari *node*. Untuk mengetahui throughput, dilakukan pengujian pengiriman 355 baris data dengan rentang waktu 10.000 ms.

Adapun hasil pengujian pengiriman data dari node ke base station ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Pengiriman Data dari Node ke *Base Station*

Jarak	RSSI (dbm)	Jumlah Data yang Dikirim	Jumlah Data yang Diterima	Data Loss (%)	Data yang diterima selama 10.000 ms	Troughput (s)
10m	-33	575	575	0	355	0.0282
20m	-42	575	575	0	355	0.0282
30m	-50	575	575	0	355	0.0282
40m	-62	575	575	0	355	0.0282
50m	-64	575	575	0	355	0.0282
60m	-69	575	575	0	355	0.0282
70m	-77	575	575	0	350	0.0283
80m	-85	575	575	0	350	0.0283
90m	-87	575	565	1.74	320	0.0313
100m	-88	575	261	54.61	320	0.0313

Hasil pengujian pengiriman data dari *node* ke *base station* pada Tabel 4.4 diatas menunjukkan bahwa semakin jauh jarak pengiriman data antara node dan *base station* maka nilai RSSI (*Received Signal Strength Indication*) semakin rendah. Selain itu, semakin jauh jarak pengiriman, nilai *throughput* dan nilai persentasi *data loss* cenderung meningkat.

Persentasi *data loss* pada Tabel 4.4 ditentukan dengan cara membagi selisih jumlah data yang dikirim dengan jumlah data yang diterima kemudian dibagi dengan jumlah data yang dikirim dan dikali dengan 100%. Adapun hasil perhitungan persentasi *data loss* yang didapatkan yaitu:

- 1) Jarak 10 meter

$$\text{Jumlah data yang diterima} = 575$$

$$\text{Persentasi Data Loss} = \frac{575-575}{575} \cdot 100\% = 0\%$$

Persentasi *data loss* pada jarak pengiriman 10 meter adalah 0%

- 2) Jarak 20 meter

$$\text{Jumlah data yang diterima} = 575$$

$$\text{Persentasi Data Loss} = \frac{575-575}{575} \cdot 100\% = 0\%$$

Persentasi *data loss* pada jarak pengiriman 20 meter adalah 0%

- 3) Jarak 30 meter

$$\text{Jumlah data yang diterima} = 575$$

$$\text{Persentasi Data Loss} = \frac{575-575}{575} \cdot 100\% = 0\%$$

Persentasi *data loss* pada jarak pengiriman 30 meter adalah 0%

4) Jarak 40 meter

$$\text{Jumlah data yang diterima} = 575$$

$$\text{Persentasi Data Loss} = \frac{575-575}{575} \cdot 100\% = 0\%$$

Persentasi *data loss* pada jarak pengiriman 40 meter adalah 0%

5) Jarak 50 meter

$$\text{Jumlah data yang diterima} = 575$$

$$\text{Persentasi Data Loss} = \frac{575-575}{575} \cdot 100\% = 0\%$$

Persentasi *data loss* pada jarak pengiriman 50 meter adalah 0%

6) Jarak 60 meter

$$\text{Jumlah data yang diterima} = 575$$

$$\text{Persentasi Data Loss} = \frac{575-575}{575} \cdot 100\% = 0\%$$

Persentasi *data loss* pada jarak pengiriman 60 meter adalah 0%

7) Jarak 70 meter

$$\text{Jumlah data yang diterima} = 575$$

$$\text{Persentasi Data Loss} = \frac{575-575}{575} \cdot 100\% = 0\%$$

Persentasi *data loss* pada jarak pengiriman 70 meter adalah 0%

8) Jarak 80 meter

$$\text{Jumlah data yang diterima} = 575$$

$$\text{Persentasi Data Loss} = \frac{575-575}{575} \cdot 100\% = 0\%$$

Persentasi *data loss* pada jarak pengiriman 80 meter adalah 0%

9) Jarak 90 meter

$$\text{Jumlah data yang diterima} = 565$$

$$\text{Percentasi Data Loss} = \frac{575 - 565}{575} \cdot 100\% = 1.74\%$$

Percentasi *data loss* pada jarak pengiriman 90 meter adalah 1.74%

10) Jarak 100 meter

$$\text{Jumlah data yang diterima} = 261$$

$$\text{Percentasi Data Loss} = \frac{575 - 261}{575} \cdot 100\% = 54.61\%$$

Percentasi *data loss* pada jarak pengiriman 100 meter adalah 54.61%

Nilai *troughput* yang pada Tabel 4.4 menunjukkan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk mengirim satu baris data. Nilai *troughput* didapatkan dengan menghitung jumlah data yang dikirim dalam waktu 1 sekon, kemudian hasil perhitungan tersebut digunakan untuk membagi 1 sekon agar mendapatkan jumlah waktu untuk mengirim satu baris data. Adapun hasil perhitungan *troughput* (jumlah waktu yang dibutuhkan untuk mengirim 1 baris data) yang didapatkan yaitu:

1) Jarak 10 meter

$$\begin{aligned} \text{Jumlah data yang terkirim selama 1s} &= \frac{355}{10.000 \text{ ms}} \\ &= 0.0355 \text{ data/ms} \\ &= 35.5 \text{ data/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu yang dibutuhkan untuk mengirim 1 baris data} &= \frac{1 \text{ data}}{35.5 \text{ data/s}} \\ &= 0.0282 \text{ sekon} \end{aligned}$$

Jadi *troughput* untuk pengiriman data dengan jarak 10 meter adalah 0.0282 /sekon.

2) Jarak 20 meter

$$\begin{aligned}\text{Jumlah data yang terkirim selama 1s} &= \frac{355}{10.000 \text{ ms}} \\ &= 0.0355 \text{ data/ms} \\ &= 35.5 \text{ data/s} \\ \text{Waktu yang dibutuhkan untuk mengirim 1 baris data} &= \frac{1}{35.5 \text{ /s}} \\ &= 0.0282 \text{ s}\end{aligned}$$

Jadi *throughput* untuk pengiriman data dengan jarak 20 meter adalah 0.0282 /sekon.

3) Jarak 30 meter

$$\begin{aligned}\text{Jumlah data yang terkirim selama 1s} &= \frac{355}{10.000 \text{ ms}} \\ &= 0.0355 \text{ data/ms} \\ &= 35.5 \text{ data/sekon} \\ \text{Waktu yang dibutuhkan untuk mengirim 1 baris data} &= \frac{1 \text{ data}}{35.5 \text{ data/s}} \\ &= 0.0282 \text{ /s}\end{aligned}$$

Jadi *throughput* untuk pengiriman data dengan jarak 30 meter adalah 0.0282 /sekon.

4) Jarak 40 meter

$$\begin{aligned}\text{Jumlah data yang terkirim selama 1s} &= \frac{355}{10.000 \text{ ms}} \\ &= 0.0355 \text{ data/ms} \\ &= 35.5 \text{ data/sekon} \\ \text{Waktu yang dibutuhkan untuk mengirim 1 baris data} &= \frac{1 \text{ data}}{35.5 \text{ data/s}} \\ &= 0.0282 \text{ /s}\end{aligned}$$

Jadi *throughput* untuk pengiriman data dengan jarak 40 meter adalah 0.0282 /sekon.

5) Jarak 50 meter

$$\begin{aligned}\text{Jumlah data yang terkirim selama 1s} &= \frac{355}{10.000 \text{ ms}} \\ &= 0.0355 \text{ data/ms} \\ &= 35.5 \text{ data/sekon}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu yang dibutuhkan untuk mengirim 1 baris data} &= \frac{1 \text{ data}}{35.5 \text{ data/s}} \\ &= 0.0282 \text{ /s}\end{aligned}$$

Jadi *throughput* untuk pengiriman data dengan jarak 50 meter adalah 0.0282 /sekon.

6) Jarak 60 meter

$$\begin{aligned}\text{Jumlah data yang terkirim selama 1s} &= \frac{355}{10.000 \text{ ms}} \\ &= 0.0355 \text{ data/ms} \\ &= 35.5 \text{ data/sekon}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu yang dibutuhkan untuk mengirim 1 baris data} &= \frac{1 \text{ data}}{35.5 \text{ data/s}} \\ &= 0.0282 \text{ /s}\end{aligned}$$

Jadi *throughput* untuk pengiriman data dengan jarak 60 meter adalah 0.0282 /sekon.

7) Jarak 70 meter

$$\begin{aligned}\text{Jumlah data yang terkirim selama 1s} &= \frac{350}{10.000 \text{ ms}} \\ &= 0.035 \text{ data/ms} \\ &= 35 \text{ data/sekon}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu yang dibutuhkan untuk mengirim 1 baris data} &= \frac{1 \text{ data}}{35 \text{ data/s}} \\ &= 0.0283 \text{ s} \end{aligned}$$

Jadi *throughput* untuk pengiriman data dengan jarak 70 meter adalah 0.0283 /sekon.

8) Jarak 80 meter

$$\begin{aligned} \text{Jumlah data yang terkirim selama 1s} &= \frac{350}{10.000 \text{ ms}} \\ &= 0.035 \text{ data/ms} \\ &= 35 \text{ data/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu yang dibutuhkan untuk mengirim 1 baris data} &= \frac{1 \text{ data}}{35 \text{ data/s}} \\ &= 0.0283 \text{ s} \end{aligned}$$

Jadi *throughput* untuk pengiriman data dengan jarak 80 meter adalah 0.0283 /sekon.

9) Jarak 90 meter

$$\begin{aligned} \text{Jumlah data yang terkirim selama 1s} &= \frac{320}{10.000 \text{ ms}} \\ &= 0.032 \text{ data/ms} \\ &= 32 \text{ data/sekon} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu yang dibutuhkan untuk mengirim 1 baris data} &= \frac{1 \text{ data}}{32 \text{ data/s}} \\ &= 0.0313 \text{ s} \end{aligned}$$

Jadi *throughput* untuk pengiriman data dengan jarak 90 meter adalah 0.0313 /sekon.

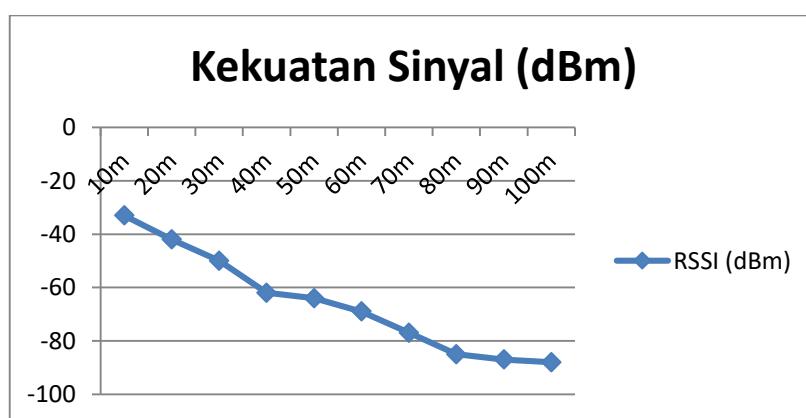
10) Jarak 100 meter

$$\begin{aligned} \text{Jumlah data yang terkirim selama 1s} &= \frac{320}{10.000 \text{ ms}} \\ &= 0.032 \text{ data/ms} \\ &= 32 \text{ data/s} \end{aligned}$$

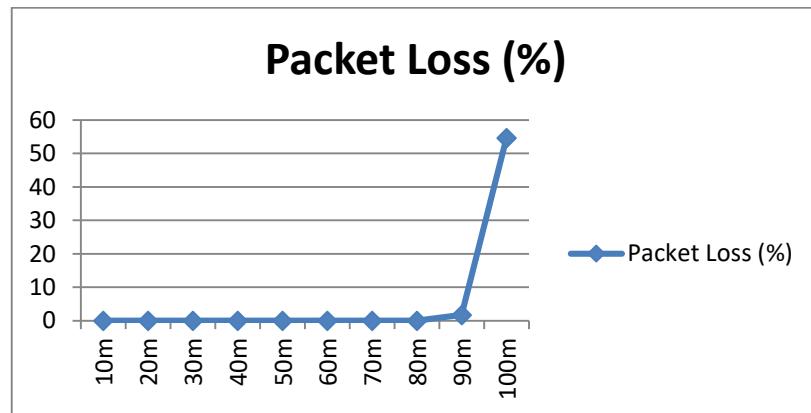
$$\begin{aligned} \text{Waktu yang dibutuhkan untuk mengirim 1 baris data} &= \frac{1 \text{ data}}{32 \text{ data/s}} \\ &= 0.0313 \text{ /s} \end{aligned}$$

Jadi *throughput* untuk pengiriman data dengan jarak 100 meter adalah 0.0313 /sekon.

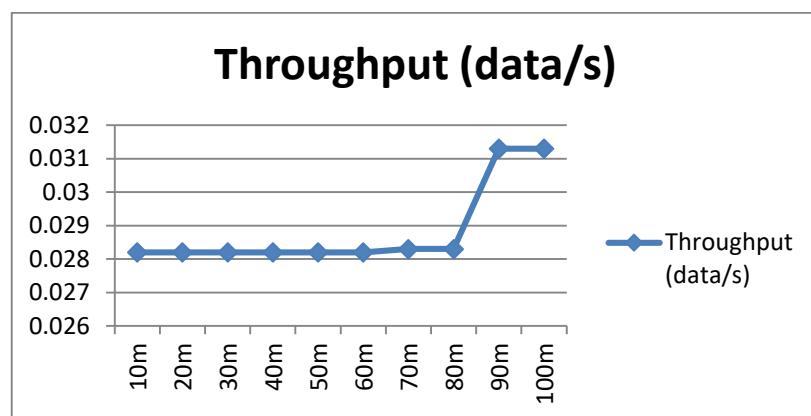
Hasil pengujian pengiriman data dari node ke *base station* untuk menentukan kekuatan sinyal, *packet loss*, dan *throughput* pada rentang jarak 10 meter sampai 100 meter kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik. Adapun grafik pengaruh jarak terhadap kekuatan sinyal ditunjukkan pada Gambar 4.31, grafik pengaruh jarak terhadap persentase *packet loss* ditunjukkan pada Gambar 4.32, dan grafik pengaruh jarak terhadap jumlah *throughput* ditunjukkan pada Gambar 4.33.



Gambar 4.31 Grafik Pengaruh Jarak terhadap Kekuatan Sinyal (Pengujian 3)



Gambar 4.32 Grafik Pengaruh Jarak terhadap Persentase Packet Loss



Gambar 4.33 Grafik Pengaruh Jarak terhadap nilai Troughput

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, implementasi, serta hasil pengujian pada sistem monitoring kualitas udara menggunakan jaringan kendaraan berbasis *Vehicular Ad Hoc Network* (VANET), maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Perangkat yang telah dibuat dapat melakukan perekaman data berdasarkan sensor dan perangkat-perangkat yang digunakan dan dapat mengumpulkan data kualitas udara. Namun, beberapa sensor yang digunakan kurang sensitif.
2. Perangkat yang dipasang pada kendaraan mampu bekerja dengan jaringan kendaraan *Vehicular Ad Hoc Network* (VANET) dan dapat berkomunikasi sesama node dengan delay terendah pada jarak dibawah 40 meter dan pada kekuatan sinyal diatas -77dBm.
3. Perangkat yang dibuat dapat berkomunikasi ke *base station* dengan menggunakan protokol MQTT dengan paket loss dan throughput terendah pada jarak dibawah 70 meter dengan kekuatan sinyal diatas -77dBm.

5.2 Saran

Dalam perancangan sistem ini, penulis menyadari bahwa terdapat kekurangan yang masih membutuhkan perbaikan dan pengembangan. Oleh karena itu, penulis berharap pada penelitian selanjutnya menggunakan sensor yang lebih baik dan juga tiap node tidak hanya dapat mengirimkan data kualitas udara, melainkan juga dapat mengirim informasi lainnya seperti data informasi kecelakaan lalu lintas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, S. P. (2018). *Alat Monitoring Tetesan Infus Menggunakan Web Secara Online Berbasis Esp8266 Dengan Pemrograman Arduino Ide Infusing Monitoring Tools Using Web Online Based Esp8266 With Arduino.* 78–86.
- Alfeno, S., & Devi, R. E. C. (2017). Implementasi Global Positioning System (GPS) dan Location Based Service (LSB) pada Sistem Informasi Kereta Api untuk Wilayah Jabodetabek. *Sisfotek Global*, 7(2), 27–33.
- Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. (1999). *Keputusan Badan pengendalian dampak lingkungan (KABAPEDAL)*. 13–36.
- Ciksalan. (2019). *Wireless Sensor Network*. 9(1), 44–48.
- Diyprojects. (2017). *Calculate the Air Quality Index (IAQ, IQA) with a DSM501 on Arduino or ESP8266*.
- Dr. Hasanuddin Z. (2002). Penentuan Posisi Dengan Gps dan Aplikasinya. *Penentuan Posisi Dengan Gps dan Aplikasinya*.
- Ericson, J. T. (2018). *Mengukur Konsentrasi Polutan Udara BerbasisArduino Menggunakan Sensor MQ-135*.
- Eze, E. C., Zhang, S., & Liu, E. (2014). Vehicular ad hoc networks (VANETs): Current state, challenges, potentials and way forward. *ICAC 2014 - Proceedings of the 20th International Conference on Automation and Computing: Future Automation, Computing and Manufacturing, September*, 176–181. <https://doi.org/10.1109/IConAC.2014.6935482>
- Fezari, M., & Dahoud, A. Al. (2018). Integrated Development Environment “ IDE ” For Arduino. *ResearchGate*, October, 1–12.
<https://www.researchgate.net/publication/328615543%0AIntegrated>
- Hermawan, A., Hananto, M., & Lasut, D. (2016). *Increasing Air Pollution Index and Respiratory Problems in Pekanbaru Pada tahun 2015 D*. 76–86.

- Ho, R. C., Zhang, M. W., Ho, C. S., Pan, F., Lu, Y., & Sharma, V. K. (2014). *Impact of 2013 south Asian haze crisis : study of physical and psychological symptoms and perceived dangerousness of pollution level.*
- Hulu, E., Riyanto, B., & Widjantoro, S. (2016). Wireless Sensor Networks For Volcano Activity Monitoring: A Survey. *Scientific Journal of Informatics*, 2(1), 53–62. <https://doi.org/10.15294/sji.v2i1.4528>
- Iqbal, Z., & Hermanto, L. (2017). Sistem Monitoring Tingkat Pencemaran Udara Berbasis Teknologi Jaringan Sensor Nirkabel. *Jurnal Informatika Dan Komputer*, 22(1), 10–20.
- Jiang, D., & Delgrossi, L. (2015). *Towards an International Standard for Wireless Access in Vehicular Environments*. June 2008.
<https://doi.org/10.1109/VETECS.2008.458>
- Koedoes, Y. A., Jie, S., Anshari Nur, M. N., Bunyamin, & Astari, A. (2020). Design of Prototype System for Monitoring Air Quality for Smart City Implementation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 797(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/797/1/012023>
- Liu, T. (2012). *Aosong Electronics Co ., Ltd Aosong Electronics Co ., Ltd*. 22, 1–10.
- MENLH, K. L. H. (1997). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : Kep-45/MENLH/10/1997. *Peraturan BKPM*,7.
https://peraturan.bkpm.go.id/jdih/userfiles/batang/MENLH_KEP45_1997.pdf
- MENLH, K. L. H. (2010). Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara Di Daerah. *Pelaksanaan Pengedalian Pencemaran Udara Di Daerah Menteri Negara Lingkungan Hidup*, 1–199. <https://doi.org/10.2118/119896-MS>
- Mukti, P. H., Prabowo, A. E., & Kusrahardjo, G. (2015). Evaluasi VoIP Menggunakan Mean Opinian Score pada Jaringan Testbed-WiMAX Berbasis

- IEEE 802.16-2004. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 4(4). <https://doi.org/10.22146/jnteti.v4i4.168>
- Oktarianda, R. (2014). *Aplikasi Sensor Mq-7 pada Robot Pendekripsi Gas Co Berbasis Mikrokontroler*. 5–19.
- Presiden, R. (1999). Peraturan Pemerintah no. 41 tentang Pengendalian Pencemaran udara. *Peraturan Pemerintah No. 41 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara*, 1, 1–5.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.03.021>
- Pujiana, D. I., Handayani, A. S., & Aryanti, A. (2017). Perancangan Wireless Sensor Network Dalam Sistem Monitoring Lingkungan. *Prosiding Annual Research Seminar 2017 Computer*, 3(1).
- Puspasari, F., Satya, T. P., Oktiawati, U. Y., Fahrurrozi, I., & Prisyanti, H. (2020). Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 16(1), 40.
<https://doi.org/10.12962/j24604682.v16i1.5776>
- Randomnerdtutorial.com. (2019). *Install ESP32 Filesystem Uploader in Arduino IDE*.
- Rante, J. C., & Patras, M. A. R. (2018). Analisis Kekuatan Sinyal WI-FI Menggunakan Inssider. *Realtech*, 14(1), 97–102.
- Rantelobo, K., Kotta, H. Z., Lami, H. F. J., & Bernandus. (2019). *Deteksi Objek Dengan Sensor Visual Pada Jaringan Sensor Nirkabel*. June, 1–4.
- Sianipar, A. B. (2017). Optimalisasi Fungsi Papan Indeks Standar Pencemar Udara (Ispu) oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kota Pekanbaru. *Ekp*, 13(3), 1576–1580.
- USEPA, U. S. E. P. A. (2017). *Air Pollution: Current and Future Challenges*. <https://www.epa.gov/clean-air-act-overview/air-pollution-current-and-future-challenges>

- WHO, W. H. O. (2019). *Air Pollution*. <https://www.who.int/airpollution/en/>
- Wulandari, P., Soim, S., & Rose, M. (2017). Monitoring Dan Analisis Qos (Quality of Service) Jaringan Internet Pada Gedung Kpa Politeknik Negeri Sriwijaya Dengan Metode Drive Test. *Politeknik Negeri Sriwijaya*, 4(1), 153–160. <https://doi.org/10.2298/PAN0903301G>
- Yoppy, Harry Arjadi, R., Setyaningsih, E., Wibowo, P., & Sudrajat, M. I. (2019). Performance Evaluation of ESP8266 Mesh Networks. *Journal of Physics: Conference Series*, 1230(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1230/1/012023>
- Yuliandoko, H., & Ayatullah, M. D. (2014). *Pengaruh Material Helix (Lilitan) Terhadap Kekuatan Sinyal yang Dipancarkan Antena Helix 2 , 4 GHz*. 2014(Sentika).
- Yuniati, Y., Ulvan, M., & Azzahra, M. (2017). Implementasi Modul Global Positioning System (GPS) Pada Sistem Tracking Bus Rapid Transit (BRT) Lampung. *Universitas Lampung. Lampung*, 14(2), 150–156.
- Yusuf, I. M. (2018). *Perancangan Alat Pemantau Kualitas Air (Atair) Berbasis Internet Of Things Dengan Parameter Kekeruhan , Oksigen Terlarut , Suhu Perancangan Alat Pemantau Kualitas Air (Atair) Berbasis Internet Of Things Dengan Parameter Kekeruhan , Oksigen Terlarut , .*

L

A

M

P

I

R

A

N

Lampiran 1 Hasil Pengumpulan Data Node 2

No	CO2	CO	Suhu	Kelembaban	PM10	Latitude	Longitude	Tanggal dan Waktu	ID	Delimiter
1	272.68	2.32	33.70	66.70	0.00	-5.141248	119.521164	2020-09-21 09:33:01.747000	3F0D	end#
2	270.15	2.61	33.20	67.10	4826.60	-5.140646	119.520561	2020-09-21 09:33:12.834000	3F0D	end#
3	258.96	3.04	33.00	66.90	0.00	-5.139709	119.519875	2020-09-21 09:33:23.921000	3F0D	end#
4	256.52	3.04	33.00	65.80	2561.14	-5.139074	119.519341	2020-09-21 09:33:28.996000	3F0D	end#
5	312.82	4.95	32.80	66.20	2533.96	-5.138454	119.517868	2020-09-21 09:33:39.075000	3F0D	end#
6	293.58	3.77	32.80	65.60	1397.26	-5.138096	119.516846	2020-09-21 09:33:52.162000	3F0D	end#
7	280.39	4.22	32.80	66.90	0.00	-5.137778	119.516037	2020-09-21 09:34:00.249000	3F0D	end#
8	270.15	4.76	32.80	66.50	1523.69	-5.137402	119.514832	2020-09-21 09:34:16.325000	3F0D	end#
9	256.52	3.88	32.80	66.50	2451.56	-5.137394	119.513390	2020-09-21 09:34:29.403000	3F0D	end#
10	250.50	3.42	32.80	66.10	3320.94	-5.137414	119.512375	2020-09-21 09:34:38.470000	3F0D	end#
11	399.27	8.19	32.60	66.10	5333.56	-5.137412	119.511093	2020-09-21 09:34:52.535000	3F0D	end#
12	387.59	7.22	32.60	65.50	1715.41	-5.137426	119.510551	2020-09-21 09:35:00.612000	3F0D	end#
13	387.59	9.06	32.60	66.20	0.00	-5.137506	119.509346	2020-09-21 09:35:15.690000	3F0D	end#
14	279.09	4.36	32.70	65.80	1164.74	-5.137343	119.508461	2020-09-21 09:35:25.777000	3F0D	end#
15	246.93	7.94	32.80	66.80	0.00	-5.136652	119.507774	2020-09-21 09:35:38.846000	3F0D	end#
16	234.18	7.04	32.70	65.80	2984.83	-5.136070	119.507202	2020-09-21 09:35:50.923000	3F0D	end#

17	234.18	3.38	32.80	67.30	4602.44	-5.135385	119.506607	2020-09-21 09:36:00.003000	3F0D	end#
18	230.79	2.65	32.70	66.00	4468.16	-5.134742	119.505997	2020-09-21 09:36:11.081000	3F0D	end#
19	217.58	3.91	32.80	65.80	1440.28	-5.134320	119.505608	2020-09-21 09:36:21.158000	3F0D	end#
20	215.43	4.26	32.80	65.30	8126.54	-5.133880	119.504883	2020-09-21 09:36:33.226000	3F0D	end#
21	204.92	4.19	32.80	65.60	7805.52	-5.133487	119.504219	2020-09-21 09:36:43.303000	3F0D	end#
22	215.43	4.82	32.80	65.00	10412.84	-5.133090	119.503365	2020-09-21 09:36:55.380000	3F0D	end#
23	217.58	5.15	32.80	66.00	4270.01	-5.132757	119.502609	2020-09-21 09:37:06.458000	3F0D	end#
24	194.80	12.82	32.80	65.90	3109.93	-5.132491	119.501801	2020-09-21 09:37:16.535000	3F0D	end#
25	195.79	4.59	32.80	66.00	0.00	-5.132291	119.501022	2020-09-21 09:37:28.613000	3F0D	end#
26	185.04	4.05	32.80	65.70	17708.32	-5.132033	119.499924	2020-09-21 09:37:42.690000	3F0D	end#
27	202.87	3.16	32.70	66.10	826.57	-5.132069	119.499084	2020-09-21 09:37:51.768000	3F0D	end#
28	198.80	10.51	32.70	65.80	15054.15	-5.131946	119.498352	2020-09-21 09:38:03.845000	3F0D	end#
29	210.13	8.88	32.90	65.30	959.32	-5.132099	119.498245	2020-09-21 09:38:06.920000	3F0D	end#
30	249.30	6.16	33.10	66.10	27383.83	-5.133557	119.497795	2020-09-21 09:38:26.987000	3F0D	end#
31	206.99	4.56	33.40	64.90	0.00	-5.134264	119.497543	2020-09-21 09:38:36.064000	3F0D	end#
32	175.64	3.70	33.40	63.80	6880.90	-5.134806	119.497330	2020-09-21 09:38:44.141000	3F0D	end#
33	202.87	3.98	34.00	65.10	1143.81	-5.135942	119.496246	2020-09-21 09:39:01.210000	3F0D	end#
34	182.18	3.88	34.10	63.90	2425.61	-5.136571	119.495522	2020-09-21 09:39:11.287000	3F0D	end#

35	176.56	3.56	34.00	63.60	7616.21	-5.136802	119.495308	2020-09-21 09:39:14.365000	3F0D	end#
36	183.13	3.91	33.80	63.40	0.00	-5.138124	119.493820	2020-09-21 09:39:34.442000	3F0D	end#
37	195.79	3.98	34.00	63.70	23438.01	-5.138878	119.493019	2020-09-21 09:39:43.501000	3F0D	end#
38	210.13	14.13	34.20	62.80	23124.71	-5.139524	119.492325	2020-09-21 09:39:55.567000	3F0D	end#
39	279.09	7.75	34.50	62.40	3525.33	-5.139846	119.492020	2020-09-21 09:40:07.645000	3F0D	end#
40	437.69	33.42	34.20	62.30	294.18	-5.139972	119.491844	2020-09-21 09:40:18.722000	3F0D	end#
41	262.65	17.11	34.60	62.20	264.56	-5.140185	119.491585	2020-09-21 09:40:28.782000	3F0D	end#
42	214.36	13.25	35.10	62.00	201.30	-5.140658	119.490593	2020-09-21 09:40:41.859000	3F0D	end#
43	195.79	11.51	34.40	61.60	0.00	-5.140920	119.489334	2020-09-21 09:40:53.938000	3F0D	end#
44	202.87	12.47	34.20	61.80	7168.69	-5.141106	119.488022	2020-09-21 09:41:05.016000	3F0D	end#
45	216.50	13.65	34.20	62.90	8819.31	-5.141177	119.487099	2020-09-21 09:41:14.091000	3F0D	end#
46	219.74	13.00	nan	nan	43488.56	-5.141335	119.486061	2020-09-21 09:41:25.158000	3F0D	end#
47	209.08	12.26	34.10	60.10	2618.76	-5.141517	119.484749	2020-09-21 09:41:37.234000	3F0D	end#
48	216.50	12.33	34.10	60.20	33083.62	-5.141638	119.483406	2020-09-21 09:41:50.309000	3F0D	end#
49	224.11	13.76	34.10	60.10	17865.35	-5.141664	119.482521	2020-09-21 09:42:01.396000	3F0D	end#
50	220.83	13.07	34.10	60.30	1658.21	-5.141684	119.481560	2020-09-21 09:42:11.473000	3F0D	end#
51	297.63	19.15	34.20	61.10	7023.16	-5.141754	119.480835	2020-09-21 09:42:19.550000	3F0D	end#
52	543.77	51.90	34.30	61.20	0.00	-5.141860	119.479424	2020-09-21 09:42:36.626000	3F0D	end#

53	280.39	19.64	34.30	61.70	3478.93	-5.141997	119.478577	2020-09-21 09:42:46.694000	3F0D	end#
54	210.13	15.33	36.30	59.20	10082.69	-5.144188	119.474907	2020-09-21 09:43:30.934000	3F0D	end#
55	191.83	13.72	36.40	58.80	98.56	-5.145259	119.473305	2020-09-21 09:43:47.012000	3F0D	end#
56	183.13	12.75	36.60	58.30	0.00	-5.146142	119.471840	2020-09-21 09:44:01.096000	3F0D	end#
57	173.80	12.12	35.40	58.60	10828.75	-5.146412	119.470787	2020-09-21 09:44:12.164000	3F0D	end#
58	178.42	13.21	35.60	58.40	0.00	-5.146465	119.470490	2020-09-21 09:44:23.230000	3F0D	end#
59	262.65	21.60	35.40	59.00	3541.70	-5.146467	119.470482	2020-09-21 09:44:30.306000	3F0D	end#
60	315.65	26.98	35.50	59.10	2647.30	-5.146413	119.469971	2020-09-21 09:44:43.382000	3F0D	end#
61	236.46	18.72	35.50	58.70	249.93	-5.146221	119.469170	2020-09-21 09:44:55.449000	3F0D	end#
62	294.93	23.43	35.30	59.10	1698.58	-5.145802	119.467712	2020-09-21 09:45:09.526000	3F0D	end#
63	233.05	16.89	35.10	59.20	17233.35	-5.145532	119.466766	2020-09-21 09:45:18.585000	3F0D	end#
64	214.36	15.09	34.80	59.00	0.00	-5.145075	119.465248	2020-09-21 09:45:32.642000	3F0D	end#
65	206.99	15.17	34.70	60.30	5017.03	-5.144855	119.464569	2020-09-21 09:45:38.701000	3F0D	end#
66	212.24	11.71	34.50	59.60	7427.93	-5.144402	119.463036	2020-09-21 09:45:52.777000	3F0D	end#
67	212.24	12.96	34.40	59.80	6389.37	-5.144053	119.461922	2020-09-21 09:46:07.844000	3F0D	end#
68	199.81	15.89	34.30	59.40	10017.90	-5.144022	119.461830	2020-09-21 09:46:09.910000	3F0D	end#
69	205.96	15.89	33.90	60.30	2865.39	-5.145238	119.461357	2020-09-21 09:46:27.985000	3F0D	end#
71	209.08	16.22	33.80	63.40	0.00	-5.146100	119.461258	2020-09-21 09:46:37.054000	3F0D	end#

72	231.91	18.12	33.70	61.60	6138.63	-5.147351	119.461197	2020-09-21 09:46:50.120000	3F0D	end#
73	174.72	11.44	33.80	61.60	1993.21	-5.147948	119.461029	2020-09-21 09:46:56.195000	3F0D	end#
74	203.89	14.28	33.80	63.20	1684.53	0.033833	0.000000	2020-09-21 08:00:15.272000	3F0D	end#
75	167.48	12.33	33.90	62.30	3673.18	-5.149523	119.460449	2020-09-21 09:47:22.337000	3F0D	end#
76	137.55	10.61	33.60	60.70	2559.79	-5.149494	119.459503	2020-09-21 09:47:34.415000	3F0D	end#
77	121.98	9.57	33.40	61.30	208.13	-5.149326	119.458374	2020-09-21 09:47:46.492000	3F0D	end#
78	122.69	7.04	33.30	61.60	2681.28	-5.149370	119.457390	2020-09-21 09:47:58.559000	3F0D	end#
78	132.21	9.32	nan	nan	1640.43	-5.149469	119.456413	2020-09-21 09:48:10.635000	3F0D	end#
79	151.15	2.65	33.20	62.90	2422.72	-5.149514	119.455963	2020-09-21 09:48:21.721000	3F0D	end#
80	103.87	9.38	34.00	62.10	7133.75	-5.149165	119.455460	2020-09-21 09:48:47.865000	3F0D	end#
81	126.29	10.90	33.80	62.70	2626.53	-5.149088	119.455490	2020-09-21 09:48:56.952000	3F0D	end#
82	53.05	9.73	33.30	63.30	422.34	-5.149302	119.456871	2020-09-21 09:52:07.057000	3F0D	end#
83	123.41	11.81	32.80	64.40	942.46	-5.149221	119.457748	2020-09-21 09:52:20.134000	3F0D	end#
84	87.19	9.29	nan	nan	14624.38	-5.149217	119.458458	2020-09-21 09:52:30.218000	3F0D	end#
85	85.52	9.83	32.80	62.10	4208.31	-5.149288	119.459183	2020-09-21 09:52:40.294000	3F0D	end#
86	171.07	11.40	32.70	63.00	8931.19	-5.149377	119.459984	2020-09-21 09:52:54.379000	3F0D	end#
87	191.83	11.67	33.20	65.10	8954.05	-5.149132	119.460670	2020-09-21 09:53:15.533000	3F0D	end#
88	144.64	10.90	33.30	64.70	4511.78	-5.148253	119.460854	2020-09-21 09:53:26.610000	3F0D	end#

89	218.65	14.28	33.50	65.30	9017.58	-5.147117	119.461174	2020-09-21 09:53:40.685000	3F0D	end#
90	354.09	15.93	33.00	66.10	5804.87	-5.146310	119.461052	2020-09-21 09:53:51.750000	3F0D	end#
91	331.51	16.64	33.20	66.50	2490.55	-5.145625	119.461105	2020-09-21 09:54:02.824000	3F0D	end#
92	360.30	15.97	32.70	67.10	36147.55	-5.145016	119.461357	2020-09-21 09:54:11.901000	3F0D	end#
93	514.59	17.50	33.50	68.10	1387.05	-5.144238	119.461723	2020-09-21 09:54:23.978000	3F0D	end#
94	358.74	15.69	33.30	66.40	36050.41	-5.143943	119.461418	2020-09-21 09:54:32.053000	3F0D	end#
95	289.58	14.47	33.30	65.30	1980.81	-5.143461	119.460205	2020-09-21 09:54:46.120000	3F0D	end#
96	325.68	16.18	33.40	66.10	3886.36	-5.143003	119.458870	2020-09-21 09:54:59.185000	3F0D	end#
97	327.13	16.43	nan	nan	8717.16	-5.142771	119.458054	2020-09-21 09:55:07.250000	3F0D	end#
98	569.77	20.03	33.40	64.80	3801.03	-5.142322	119.456764	2020-09-21 09:55:19.327000	3F0D	end#
99	629.35	18.96	33.30	65.30	12.32	-5.142054	119.456009	2020-09-21 09:55:26.404000	3F0D	end#
100	220.83	12.40	34.50	64.60	2572.87	-5.142080	119.456322	2020-09-21 09:55:43.480000	3F0D	end#
101	409.49	14.17	34.10	63.70	25895.42	-5.143975	119.462341	2020-09-21 09:56:38.856000	3F0D	end#
102	457.91	15.05	33.80	63.70	5498.96	-5.144437	119.463661	2020-09-21 09:56:50.932000	3F0D	end#
103	522.80	15.17	34.20	66.50	367.42	-5.144804	119.464874	2020-09-21 09:57:00.010000	3F0D	end#
104	701.29	20.34	34.40	63.70	5964.21	-5.145481	119.467056	2020-09-21 09:57:20.164000	3F0D	end#
105	608.21	17.94	34.70	62.60	19691.62	-5.145872	119.468300	2020-09-21 09:57:32.230000	3F0D	end#
106	837.04	20.96	nan	nan	13173.23	-5.146219	119.469452	2020-09-21 09:57:45.296000	3F0D	end#

107	545.90	21.66	35.50	60.20	9447.76	-5.146331	119.470764	2020-09-21 09:58:08.437000	3F0D	end#
108	533.21	17.90	35.40	60.60	12320.81	-5.146138	119.471619	2020-09-21 09:58:19.512000	3F0D	end#
109	561.00	21.44	35.50	60.00	1433.41	-5.145706	119.472473	2020-09-21 09:58:31.579000	3F0D	end#
110	585.37	17.59	35.40	59.80	2923.37	-5.145282	119.473068	2020-09-21 09:58:41.655000	3F0D	end#
111	634.12	16.14	34.80	59.70	3608.46	-5.144681	119.473930	2020-09-21 09:58:55.730000	3F0D	end#
112	585.37	16.43	35.10	60.50	14142.28	-5.144181	119.474609	2020-09-21 09:59:06.816000	3F0D	end#
113	580.88	14.70	35.00	60.00	7340.88	-5.143747	119.475197	2020-09-21 09:59:16.892000	3F0D	end#
114	510.51	13.00	34.50	60.80	6717.74	-5.143199	119.476013	2020-09-21 09:59:28.979000	3F0D	end#
115	638.92	19.64	35.20	60.90	12405.50	-5.141717	119.479210	2020-09-21 10:00:14.286000	3F0D	end#
116	622.24	19.15	34.90	60.10	10608.25	-5.141709	119.479362	2020-09-21 10:00:16.362000	3F0D	end#
117	678.32	18.87	34.70	60.60	3755.76	-5.141610	119.480705	2020-09-21 10:00:34.428000	3F0D	end#
118	735.51	21.88	34.90	60.70	8914.62	-5.141555	119.481567	2020-09-21 10:00:46.512000	3F0D	end#
119	541.65	20.75	35.10	60.40	6466.01	-5.141531	119.482307	2020-09-21 10:00:56.588000	3F0D	end#
120	541.65	19.54	35.50	60.00	10704.48	-5.141456	119.483360	2020-09-21 10:01:10.666000	3F0D	end#
121	719.56	23.55	35.80	60.00	8075.36	-5.141422	119.483940	2020-09-21 10:01:18.731000	3F0D	end#
122	615.20	15.89	34.70	59.80	1668.69	-5.141312	119.484924	2020-09-21 10:01:32.807000	3F0D	end#
123	799.20	17.90	34.50	60.50	5527.44	-5.141171	119.485893	2020-09-21 10:01:44.882000	3F0D	end#
124	541.65	16.47	34.70	60.50	2314.04	-5.141115	119.486389	2020-09-21 10:01:50.960000	3F0D	end#

125	837.04	19.83	34.70	60.20	3349.17	-5.140947	119.487740	2020-09-21 10:02:05.038000	3F0D	end#
126	762.70	0.72	nan	nan	7719.47	-5.140779	119.488831	2020-09-21 10:02:16.113000	3F0D	end#
127	804.93	19.88	34.70	62.40	96.39	-5.140631	119.489693	2020-09-21 10:02:27.180000	3F0D	end#
128	675.81	21.06	34.60	62.40	40899.66	-5.140486	119.490585	2020-09-21 10:02:39.254000	3F0D	end#

Lampiran 2 Hasil Pengumpulan Data Node 3

No	CO2	CO	Suhu	Kelembaban	PM10	Latitude	Longitude	Tanggal dan Waktu	ID	Delimiter
1	360.30	11.81	35.20	57.30	15221.89	-5.132070	119.500641	2020-09-21 10:13:49.059000	25DC	end#
2	277.80	8.16	35.10	58.20	2453.73	-5.132061	119.500648	2020-09-21 10:14:00.135000	25DC	end#
3	384.31	18.54	35.20	58.80	13327.55	-5.132062	119.500626	2020-09-21 10:14:09.200000	25DC	end#
4	288.25	10.64	35.90	57.90	5650.01	-5.132151	119.500710	2020-09-21 10:14:22.278000	25DC	end#
5	280.39	10.48	35.20	57.90	903.79	-5.131975	119.499947	2020-09-21 10:14:36.365000	25DC	end#
6	236.46	9.19	34.80	58.80	0.00	-5.132005	119.499168	2020-09-21 10:14:46.441000	25DC	end#
7	233.05	9.29	34.90	59.30	263.53	-5.131915	119.498543	2020-09-21 10:14:55.518000	25DC	end#
8	365.01	12.64	35.50	58.40	2110.74	-5.132495	119.498138	2020-09-21 10:15:08.593000	25DC	end#
9	490.53	15.01	36.00	58.40	0.00	-5.133118	119.497864	2020-09-21 10:15:17.671000	25DC	end#
10	303.09	10.05	36.60	58.20	15452.43	-5.133827	119.497589	2020-09-21 10:15:30.738000	25DC	end#
11	448.63	11.91	37.10	57.30	5883.46	-5.134400	119.497383	2020-09-21 10:15:42.817000	25DC	end#
12	344.93	12.36	37.00	55.60	3814.64	-5.134292	119.497360	2020-09-21 10:15:53.891000	25DC	end#
13	241.07	11.07	35.80	55.20	4539.12	-5.133780	119.497551	2020-09-21 10:15:59.968000	25DC	end#
14	230.79	8.47	34.80	56.70	1559.55	-5.132124	119.497978	2020-09-21 10:16:15.045000	25DC	end#
15	330.05	11.44	33.90	57.10	2224.89	-5.131030	119.498260	2020-09-21 10:16:27.121000	25DC	end#
16	381.04	13.18	33.90	58.10	3461.09	-5.130050	119.498589	2020-09-21 10:16:37.197000	25DC	end#

17	267.63	12.33	34.10	58.90	1716.79	-5.129027	119.499237	2020-09-21 10:16:48.284000	25DC	end#
18	502.45	16.01	34.60	58.60	13559.62	-5.128319	119.500160	2020-09-21 10:16:59.362000	25DC	end#
19	680.84	16.01	33.80	57.30	21561.41	-5.127916	119.500786	2020-09-21 10:17:08.438000	25DC	end#
20	537.41	14.28	34.70	57.40	4844.32	-5.127875	119.500969	2020-09-21 10:17:20.515000	25DC	end#
21	379.41	12.09	34.70	57.00	1284.30	-5.128195	119.500511	2020-09-21 10:17:31.591000	25DC	end#
22	341.91	10.77	34.60	57.90	124.65	-5.128677	119.499832	2020-09-21 10:17:43.655000	25DC	end#
23	293.58	10.15	34.20	57.50	1326.89	-5.128945	119.499451	2020-09-21 10:17:49.721000	25DC	end#
24	412.94	11.74	34.20	56.70	1653.71	-5.129787	119.498817	2020-09-21 10:18:04.796000	25DC	end#
25	459.78	15.57	34.30	56.90	9600.32	-5.130652	119.498558	2020-09-21 10:18:16.881000	25DC	end#
26	343.42	14.74	34.10	56.00	5607.74	-5.131589	119.498352	2020-09-21 10:18:28.956000	25DC	end#
27	343.42	13.58	34.40	55.80	3106.58	-5.131925	119.498268	2020-09-21 10:18:37.032000	25DC	end#
28	330.05	12.64	34.10	56.10	23808.45	-5.132867	119.498009	2020-09-21 10:18:50.108000	25DC	end#
29	400.96	15.93	34.90	57.70	23066.83	-5.133406	119.497803	2020-09-21 10:18:58.184000	25DC	end#
30	599.00	19.20	35.50	57.90	2911.47	-5.134353	119.497498	2020-09-21 10:19:13.261000	25DC	end#
31	404.36	16.55	36.20	56.70	35.34	-5.134679	119.497383	2020-09-21 10:19:19.328000	25DC	end#
32	381.04	15.13	35.70	56.60	10837.47	-5.135426	119.496735	2020-09-21 10:19:33.403000	25DC	end#
33	482.70	19.15	36.30	56.30	8817.41	-5.136138	119.496017	2020-09-21 10:19:47.478000	25DC	end#
34	565.37	20.44	36.20	56.30	581.29	-5.136765	119.495346	2020-09-21 10:19:58.553000	25DC	end#

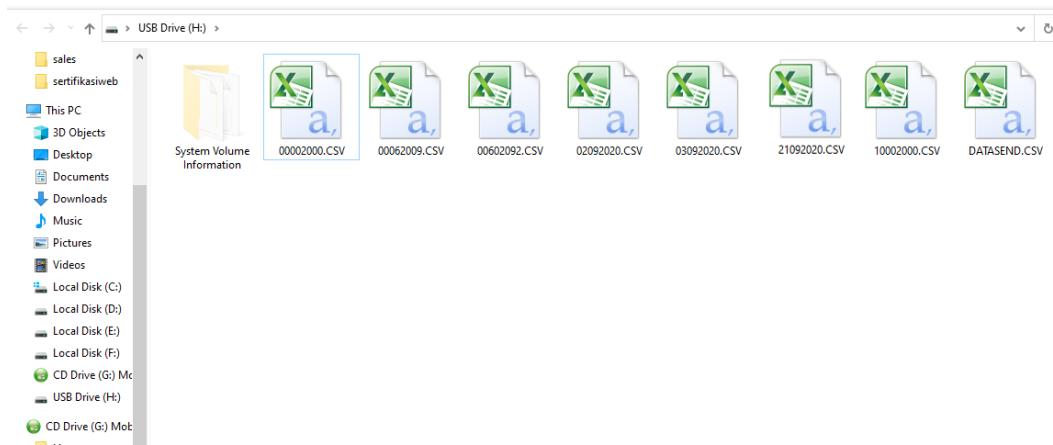
35	492.50	21.39	35.90	56.50	4136.35	-5.136993	119.495087	2020-09-21 10:20:02.629000	25DC	end#
36	601.29	20.91	nan	nan	1947.29	-5.138015	119.493980	2020-09-21 10:20:19.703000	25DC	end#
37	486.60	18.54	35.50	58.00	13646.97	-5.138504	119.493393	2020-09-21 10:20:30.770000	25DC	end#
38	535.31	16.43	35.40	57.90	12487.79	-5.138976	119.492889	2020-09-21 10:20:40.846000	25DC	end#
39	732.84	24.73	36.00	58.00	75.68	-5.139540	119.492264	2020-09-21 10:20:52.921000	25DC	end#
40	1030.07	105.88	35.90	58.10	626.31	-5.140051	119.491684	2020-09-21 10:21:05.996000	25DC	end#
41	490.53	24.73	nan	nan	710.21	-5.140254	119.491440	2020-09-21 10:21:10.071000	25DC	end#
42	685.91	25.93	36.40	57.20	132.78	-5.140757	119.490211	2020-09-21 10:21:28.148000	25DC	end#
43	571.98	22.78	36.10	57.40	719.39	-5.140865	119.489571	2020-09-21 10:21:37.225000	25DC	end#
44	469.23	20.85	36.30	56.70	2429.33	-5.141031	119.488693	2020-09-21 10:21:49.302000	25DC	end#
45	698.71	25.52	35.70	57.30	6884.37	-5.141146	119.487610	2020-09-21 10:22:03.368000	25DC	end#
46	751.74	26.41	35.90	58.30	508.22	-5.141161	119.487434	2020-09-21 10:22:05.433000	25DC	end#
47	615.20	19.69	35.00	58.00	894.28	-5.141402	119.485611	2020-09-21 10:22:26.511000	25DC	end#
48	807.81	22.61	34.70	58.90	1497.18	-5.141474	119.484909	2020-09-21 10:22:34.586000	25DC	end#
49	837.04	26.20	35.30	59.20	8711.30	-5.141487	119.484230	2020-09-21 10:22:43.661000	25DC	end#
50	545.90	21.22	35.70	58.90	2348.22	-5.141706	119.483192	2020-09-21 10:22:58.729000	25DC	end#
51	636.51	23.01	36.00	58.60	0.00	-5.141733	119.481873	2020-09-21 10:23:12.806000	25DC	end#
52	913.69	24.93	36.10	58.00	10934.07	-5.141763	119.481010	2020-09-21 10:23:23.873000	25DC	end#

53	596.71	20.03	35.80	58.30	866.59	-5.141789	119.480179	2020-09-21 10:23:33.937000	25DC	end#
54	556.66	17.19	35.30	58.10	6586.34	-5.141820	119.479370	2020-09-21 10:23:42.010000	25DC	end#
55	746.30	22.78	35.10	58.30	7838.35	-5.141979	119.478760	2020-09-21 10:23:51.088000	25DC	end#
56	574.20	20.03	35.30	58.90	742.04	-5.142229	119.477768	2020-09-21 10:24:07.165000	25DC	end#
57	825.25	24.23	35.30	59.40	12.84	-5.142441	119.477539	2020-09-21 10:24:15.229000	25DC	end#
58	558.83	17.68	35.20	58.50	14464.18	-5.142972	119.476578	2020-09-21 10:24:26.305000	25DC	end#
59	732.84	28.40	35.90	55.80	364.53	-5.174465	119.488487	2020-09-21 10:48:20.065000	25DC	end#
60	626.97	22.10	35.70	54.50	16935.31	-5.174598	119.488617	2020-09-21 10:48:30.142000	25DC	end#
61	469.23	21.93	35.70	55.50	2465.92	-5.174786	119.488480	2020-09-21 10:48:41.219000	25DC	end#
62	554.49	18.54	35.30	55.20	1779.53	-5.175499	119.488174	2020-09-21 10:48:54.285000	25DC	end#
63	338.92	1.68	35.40	57.80	3550.07	-5.176100	119.487915	2020-09-21 10:49:06.361000	25DC	end#
64	675.81	10.25	35.40	56.10	18104.29	-5.176835	119.487572	2020-09-21 10:49:18.447000	25DC	end#
65	735.51	10.51	35.20	53.50	1712.27	-5.177373	119.487160	2020-09-21 10:49:28.523000	25DC	end#
66	988.93	13.11	34.90	50.60	1884.49	-5.177718	119.486855	2020-09-21 10:49:36.599000	25DC	end#
67	665.81	8.91	35.60	51.60	0.00	-5.178350	119.486946	2020-09-21 10:49:50.666000	25DC	end#
68	1005.91	13.39	36.00	50.20	0.00	-5.178777	119.487152	2020-09-21 10:50:02.734000	25DC	end#
69	730.17	3.27	35.90	49.40	640.18	-5.178921	119.487938	2020-09-21 10:50:15.799000	25DC	end#
71	583.12	5.63	35.50	49.60	478.05	-5.179163	119.488457	2020-09-21 10:50:23.876000	25DC	end#

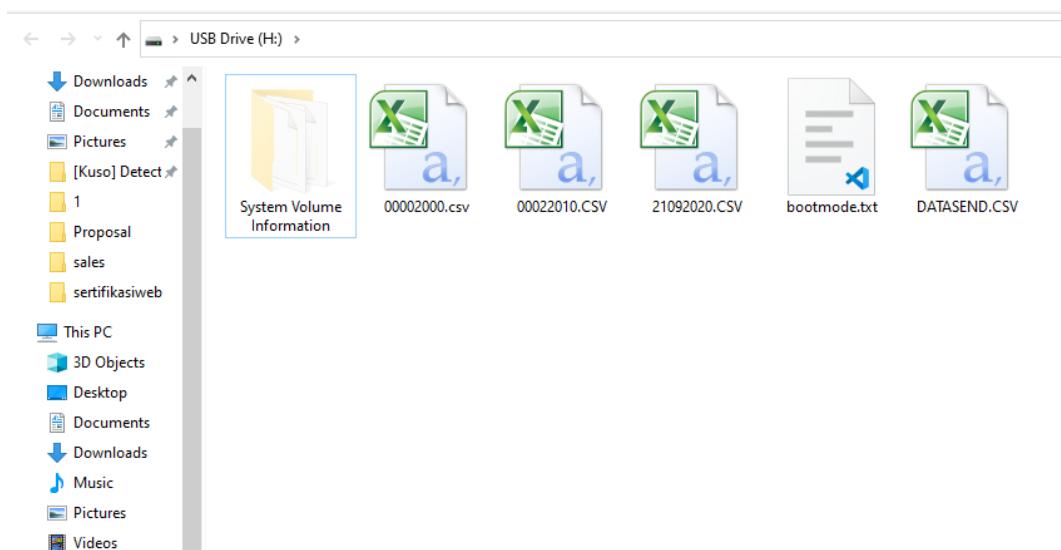
72	765.46	7.38	35.40	50.60	9870.00	-5.179835	119.489227	2020-09-21 10:50:36.951000	25DC	end#
73	719.56	6.73	36.10	51.60	1835.06	-5.179718	119.489616	2020-09-21 10:50:46.017000	25DC	end#
74	335.94	3.70	36.90	49.30	1109.76	-5.179910	119.489525	2020-09-21 10:51:36.339000	25DC	end#
75	529.03	4.63	37.60	48.70	12061.65	-5.179945	119.489555	2020-09-21 10:51:58.407000	25DC	end#
76	486.60	6.16	38.60	47.20	0.00	-5.179943	119.489548	2020-09-21 10:52:05.473000	25DC	end#
77	347.96	5.47	39.10	45.20	8207.82	-5.179935	119.489555	2020-09-21 10:52:19.532000	25DC	end#
78	294.93	4.99	39.70	45.60	10565.96	-5.179934	119.489555	2020-09-21 10:52:33.599000	25DC	end#
78	197.80	0.46	40.70	41.90	10518.57	-5.179890	119.489578	2020-09-21 10:52:58.780000	25DC	end#
79	394.24	8.19	37.10	52.90	337.26	-5.174574	119.488602	2020-09-21 10:56:06.595000	25DC	end#
80	266.38	4.79	37.00	53.10	467.94	-5.174945	119.488419	2020-09-21 10:56:38.775000	25DC	end#
81	310.02	2.57	36.70	54.40	3543.84	-5.179133	119.488411	2020-09-21 10:58:06.187000	25DC	end#
82	311.42	3.08	36.20	54.40	7986.28	-5.179486	119.488792	2020-09-21 10:58:13.254000	25DC	end#
83	267.63	2.81	36.20	55.10	0.00	-5.179845	119.489250	2020-09-21 10:58:28.318000	25DC	end#
84	249.30	2.69	35.70	55.90	2617.18	-5.179634	119.489655	2020-09-21 10:58:40.383000	25DC	end#

Lampiran 3 File Data Sensor dalam SD Card (Pengujian 1)

Lampiran 3a File Data Sensor dalam SD Card pada Node 2 (3F0D)

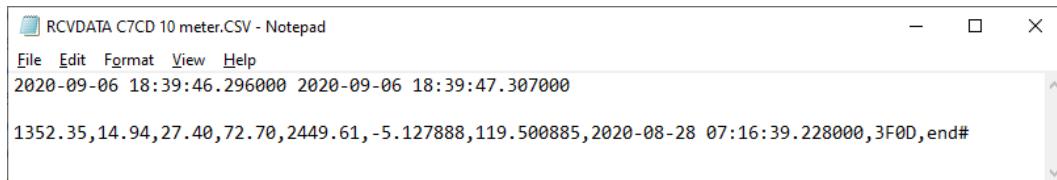


Lampiran 3b File Data Sensor dalam SD Card pada Node 3 (25DC)



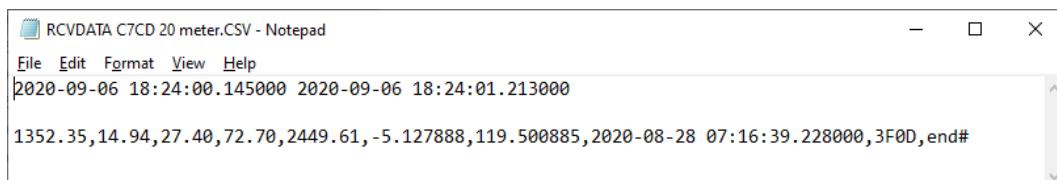
Lampiran 4 Isi RCVDATA.csv Node 1 C7CD (Pengujian 2)

Lampiran 4a RCVDATA.csv Node 1 pada Jarak 10 meter



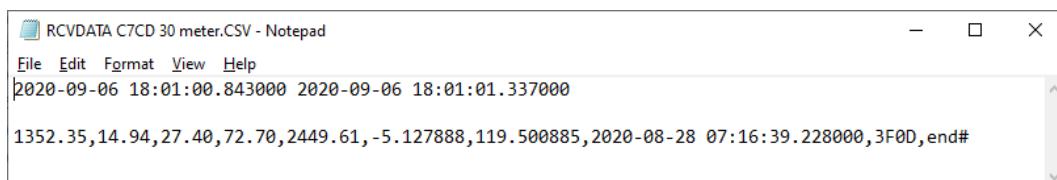
RCVDATA C7CD 10 meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-06 18:39:46.296000 2020-09-06 18:39:47.307000
1352.35,14.94,27.40,72.70,2449.61,-5.127888,119.500885,2020-08-28 07:16:39.228000,3F0D,end#

Lampiran 4b RCVDATA.csv Node 1 pada Jarak 20 meter



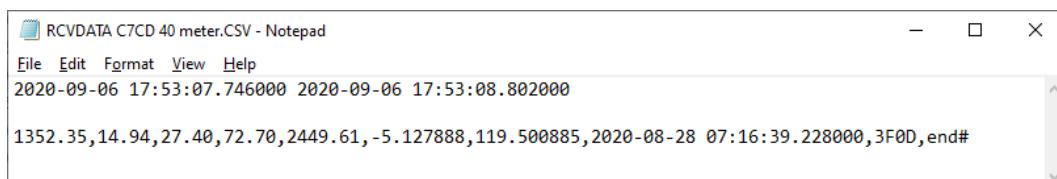
RCVDATA C7CD 20 meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-06 18:24:00.145000 2020-09-06 18:24:01.213000
1352.35,14.94,27.40,72.70,2449.61,-5.127888,119.500885,2020-08-28 07:16:39.228000,3F0D,end#

Lampiran 4c RCVDATA.csv Node 1 pada Jarak 30 meter



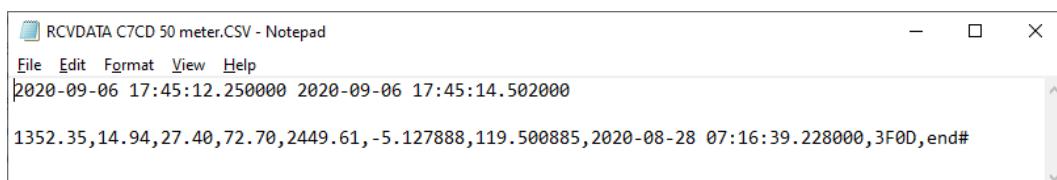
RCVDATA C7CD 30 meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-06 18:01:00.843000 2020-09-06 18:01:01.337000
1352.35,14.94,27.40,72.70,2449.61,-5.127888,119.500885,2020-08-28 07:16:39.228000,3F0D,end#

Lampiran 4d RCVDATA.csv Node 1 pada Jarak 40 meter



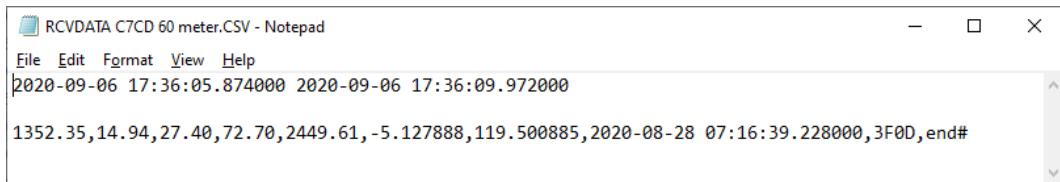
RCVDATA C7CD 40 meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-06 17:53:07.746000 2020-09-06 17:53:08.802000
1352.35,14.94,27.40,72.70,2449.61,-5.127888,119.500885,2020-08-28 07:16:39.228000,3F0D,end#

Lampiran 4e RCVDATA.csv Node 1 pada Jarak 50 meter



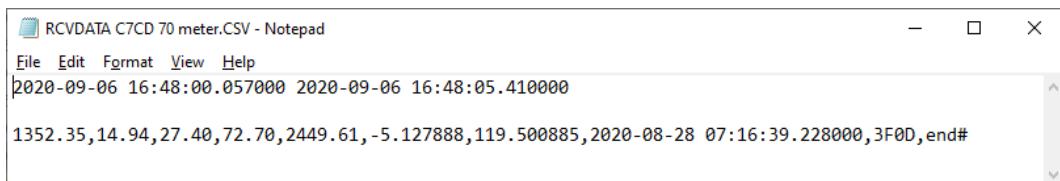
RCVDATA C7CD 50 meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-06 17:45:12.250000 2020-09-06 17:45:14.502000
1352.35,14.94,27.40,72.70,2449.61,-5.127888,119.500885,2020-08-28 07:16:39.228000,3F0D,end#

Lampiran 4f RCVDATA.csv Node 1 pada Jarak 60 meter



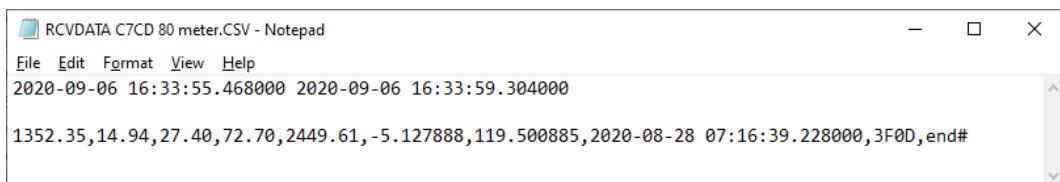
RCVDATA C7CD 60 meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-06 17:36:05.874000 2020-09-06 17:36:09.972000
1352.35,14.94,27.40,72.70,2449.61,-5.127888,119.500885,2020-08-28 07:16:39.228000,3F0D,end#

Lampiran 4g RCVDATA.csv Node 1 pada Jarak 70 meter



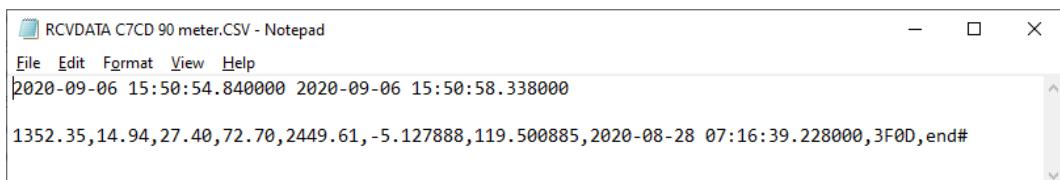
RCVDATA C7CD 70 meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-06 16:48:00.057000 2020-09-06 16:48:05.410000
1352.35,14.94,27.40,72.70,2449.61,-5.127888,119.500885,2020-08-28 07:16:39.228000,3F0D,end#

Lampiran 4h RCVDATA.csv Node 1 pada Jarak 80 meter



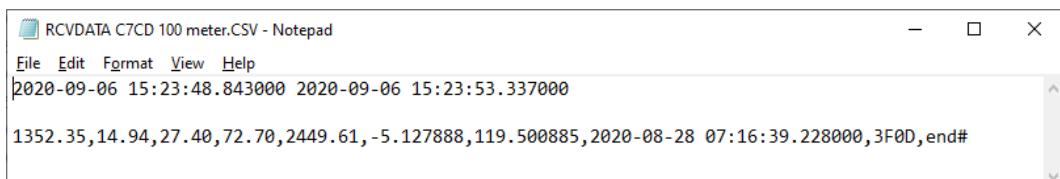
RCVDATA C7CD 80 meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-06 16:33:55.468000 2020-09-06 16:33:59.304000
1352.35,14.94,27.40,72.70,2449.61,-5.127888,119.500885,2020-08-28 07:16:39.228000,3F0D,end#

Lampiran 4i RCVDATA.csv Node 1 pada Jarak 90 meter



RCVDATA C7CD 90 meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-06 15:50:54.840000 2020-09-06 15:50:58.338000
1352.35,14.94,27.40,72.70,2449.61,-5.127888,119.500885,2020-08-28 07:16:39.228000,3F0D,end#

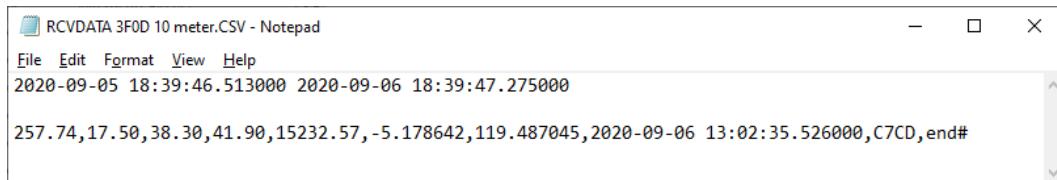
Lampiran 4j RCVDATA.csv Node 1 pada Jarak 100 meter



RCVDATA C7CD 100 meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-06 15:23:48.843000 2020-09-06 15:23:53.337000
1352.35,14.94,27.40,72.70,2449.61,-5.127888,119.500885,2020-08-28 07:16:39.228000,3F0D,end#

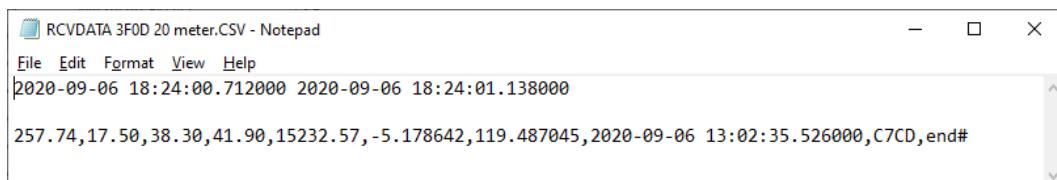
Lampiran 5 Isi RCVDATA.csv Node 2 3F0D (Pengujian 2)

Lampiran 5a RCVDATA.csv Node 2 pada Jarak 10 meter



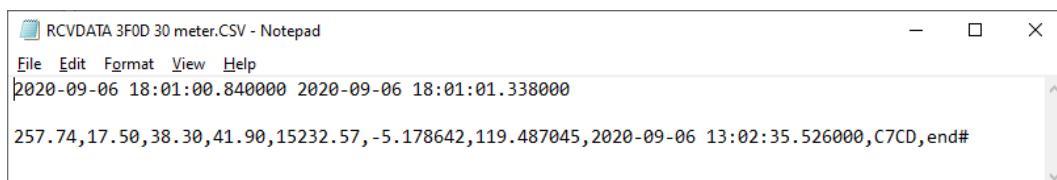
RCVDATA 3F0D 10 meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-05 18:39:46.513000 2020-09-06 18:39:47.275000
257.74,17.50,38.30,41.90,15232.57,-5.178642,119.487045,2020-09-06 13:02:35.526000,C7CD,end#

Lampiran 5b RCVDATA.csv Node 2 pada Jarak 20 meter



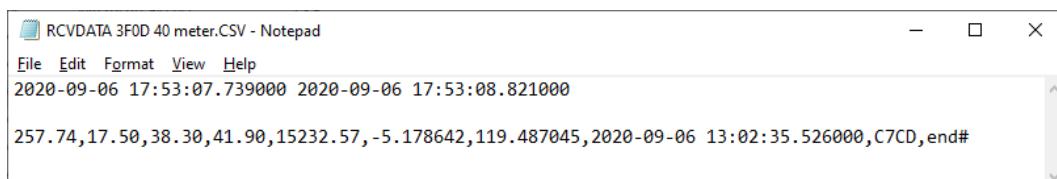
RCVDATA 3F0D 20 meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-06 18:24:00.712000 2020-09-06 18:24:01.138000
257.74,17.50,38.30,41.90,15232.57,-5.178642,119.487045,2020-09-06 13:02:35.526000,C7CD,end#

Lampiran 5c RCVDATA.csv Node 2 pada Jarak 30 meter



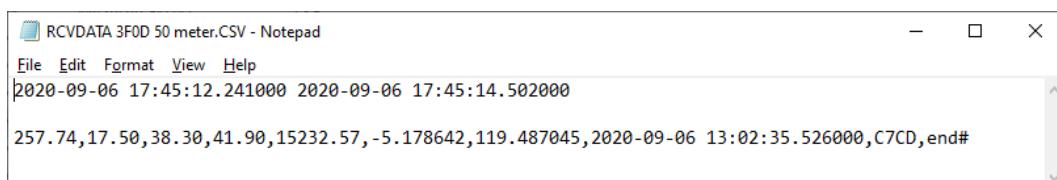
RCVDATA 3F0D 30 meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-06 18:01:00.840000 2020-09-06 18:01:01.338000
257.74,17.50,38.30,41.90,15232.57,-5.178642,119.487045,2020-09-06 13:02:35.526000,C7CD,end#

Lampiran 5d RCVDATA.csv Node 2 pada Jarak 40 meter



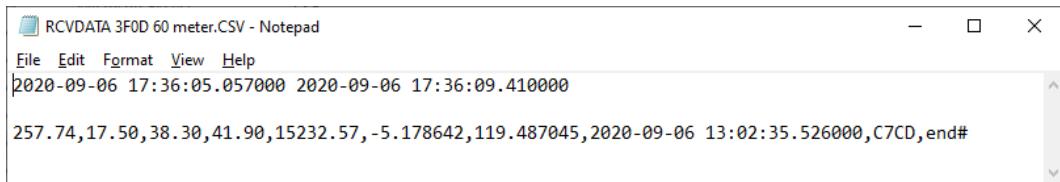
RCVDATA 3F0D 40 meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-06 17:53:07.739000 2020-09-06 17:53:08.821000
257.74,17.50,38.30,41.90,15232.57,-5.178642,119.487045,2020-09-06 13:02:35.526000,C7CD,end#

Lampiran 5e RCVDATA.csv Node 2 pada Jarak 50 meter



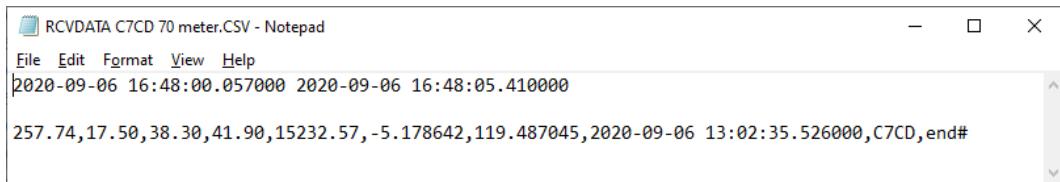
RCVDATA 3F0D 50 meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-06 17:45:12.241000 2020-09-06 17:45:14.502000
257.74,17.50,38.30,41.90,15232.57,-5.178642,119.487045,2020-09-06 13:02:35.526000,C7CD,end#

Lampiran 5f RCVDATA.csv Node 2 pada Jarak 60 meter



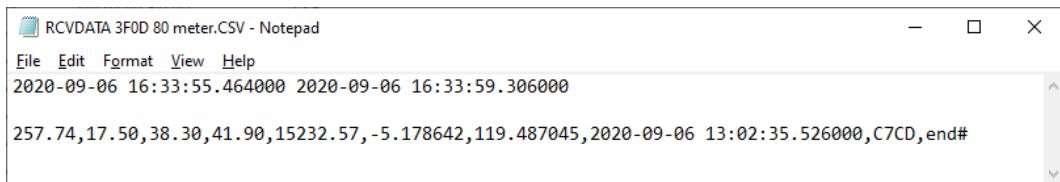
RCVDATA_3F0D_60_meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-06 17:36:05.057000 2020-09-06 17:36:09.410000
257.74,17.50,38.30,41.90,15232.57,-5.178642,119.487045,2020-09-06 13:02:35.526000,C7CD,end#

Lampiran 5g RCVDATA.csv Node 2 pada Jarak 70 meter



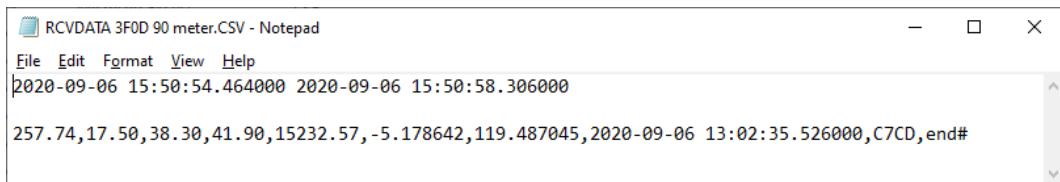
RCVDATA_C7CD_70_meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-06 16:48:00.057000 2020-09-06 16:48:05.410000
257.74,17.50,38.30,41.90,15232.57,-5.178642,119.487045,2020-09-06 13:02:35.526000,C7CD,end#

Lampiran 5h RCVDATA.csv Node 2 pada Jarak 80 meter



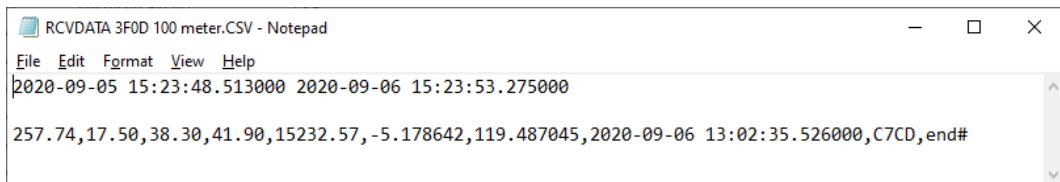
RCVDATA_3F0D_80_meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-06 16:33:55.464000 2020-09-06 16:33:59.306000
257.74,17.50,38.30,41.90,15232.57,-5.178642,119.487045,2020-09-06 13:02:35.526000,C7CD,end#

Lampiran 5i RCVDATA.csv Node 2 pada Jarak 90 meter



RCVDATA_3F0D_90_meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-06 15:50:54.464000 2020-09-06 15:50:58.306000
257.74,17.50,38.30,41.90,15232.57,-5.178642,119.487045,2020-09-06 13:02:35.526000,C7CD,end#

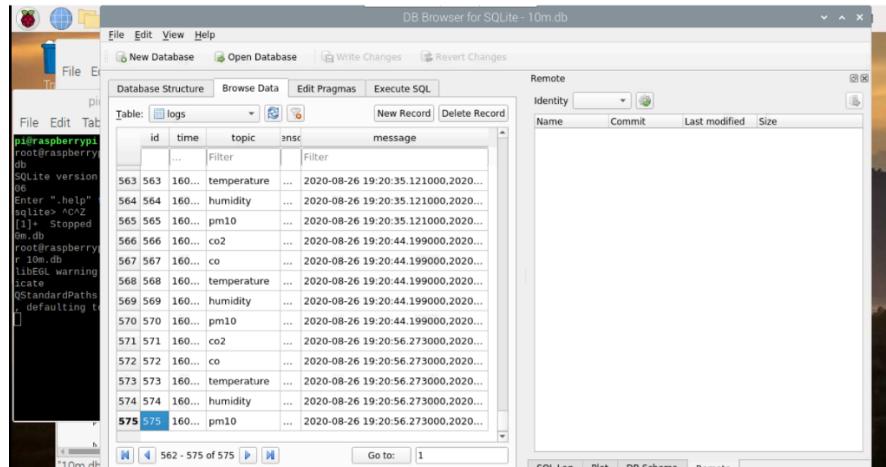
Lampiran 5j RCVDATA.csv Node 2 pada Jarak 100 meter



RCVDATA_3F0D_100_meter.CSV - Notepad
File Edit Format View Help
2020-09-05 15:23:48.513000 2020-09-06 15:23:53.275000
257.74,17.50,38.30,41.90,15232.57,-5.178642,119.487045,2020-09-06 13:02:35.526000,C7CD,end#

Lampiran 6 Data yang Diterima Base Station (Pengujian 3)

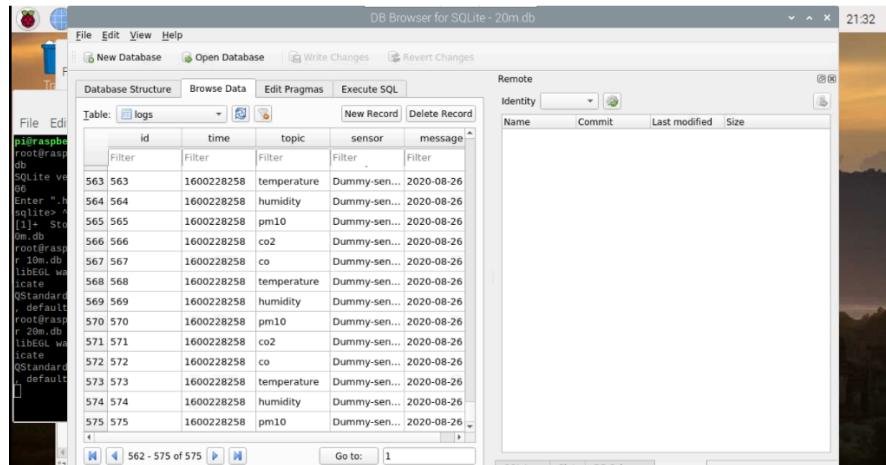
Lampiran 6a Data Terima Base Station pada Jarak 10 meter



The screenshot shows the DB Browser for SQLite interface with a database named "10m.db". The "logs" table is selected, displaying the following data:

id	time	topic	msg	message
563	563	160...	temperature	... 2020-08-26 19:20:35.121000,2020...
564	564	160...	humidity	... 2020-08-26 19:20:35.121000,2020...
565	565	160...	pm10	... 2020-08-26 19:20:35.121000,2020...
566	566	160...	co2	... 2020-08-26 19:20:44.199000,2020...
567	567	160...	co	... 2020-08-26 19:20:44.199000,2020...
568	568	160...	temperature	... 2020-08-26 19:20:44.199000,2020...
569	569	160...	humidity	... 2020-08-26 19:20:44.199000,2020...
570	570	160...	pm10	... 2020-08-26 19:20:44.199000,2020...
571	571	160...	co2	... 2020-08-26 19:20:44.199000,2020...
572	572	160...	co	... 2020-08-26 19:20:44.199000,2020...
573	573	160...	temperature	... 2020-08-26 19:20:56.273000,2020...
574	574	160...	humidity	... 2020-08-26 19:20:56.273000,2020...
575	575	160...	pm10	... 2020-08-26 19:20:56.273000,2020...

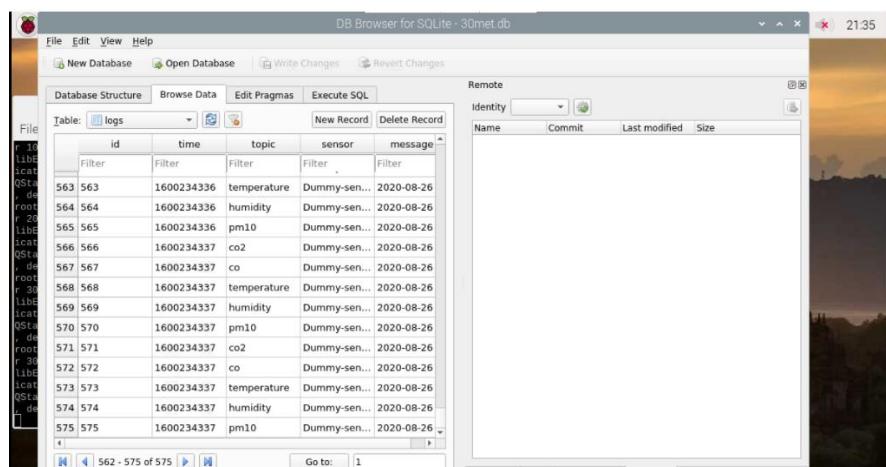
Lampiran 6b Data Terima Base Station pada Jarak 20 meter



The screenshot shows the DB Browser for SQLite interface with a database named "20m.db". The "logs" table is selected, displaying the following data:

id	time	topic	sensor	message
563	563	1600228258	temperature	Dummy-sen... 2020-08-26
564	564	1600228258	humidity	Dummy-sen... 2020-08-26
565	565	1600228258	pm10	Dummy-sen... 2020-08-26
566	566	1600228258	co2	Dummy-sen... 2020-08-26
567	567	1600228258	co	Dummy-sen... 2020-08-26
568	568	1600228258	temperature	Dummy-sen... 2020-08-26
569	569	1600228258	humidity	Dummy-sen... 2020-08-26
570	570	1600228258	pm10	Dummy-sen... 2020-08-26
571	571	1600228258	co2	Dummy-sen... 2020-08-26
572	572	1600228258	co	Dummy-sen... 2020-08-26
573	573	1600228258	temperature	Dummy-sen... 2020-08-26
574	574	1600228258	humidity	Dummy-sen... 2020-08-26
575	575	1600228258	pm10	Dummy-sen... 2020-08-26

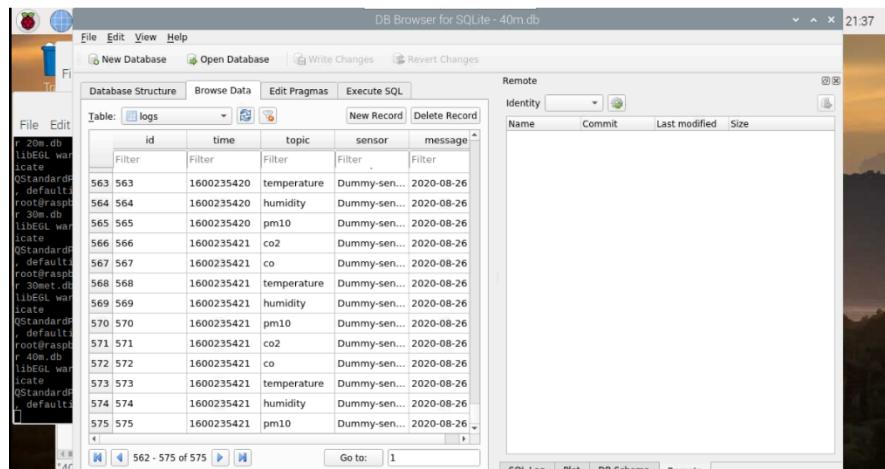
Lampiran 6c Data Terima Base Station pada Jarak 30 meter



The screenshot shows the DB Browser for SQLite interface with a database named "30met.db". The "logs" table is selected, displaying the following data:

id	time	topic	sensor	message
563	563	1600234336	temperature	Dummy-sen... 2020-08-26
564	564	1600234336	humidity	Dummy-sen... 2020-08-26
565	565	1600234336	pm10	Dummy-sen... 2020-08-26
566	566	1600234337	co2	Dummy-sen... 2020-08-26
567	567	1600234337	co	Dummy-sen... 2020-08-26
568	568	1600234337	temperature	Dummy-sen... 2020-08-26
569	569	1600234337	humidity	Dummy-sen... 2020-08-26
570	570	1600234337	pm10	Dummy-sen... 2020-08-26
571	571	1600234337	co2	Dummy-sen... 2020-08-26
572	572	1600234337	co	Dummy-sen... 2020-08-26
573	573	1600234337	temperature	Dummy-sen... 2020-08-26
574	574	1600234337	humidity	Dummy-sen... 2020-08-26
575	575	1600234337	pm10	Dummy-sen... 2020-08-26

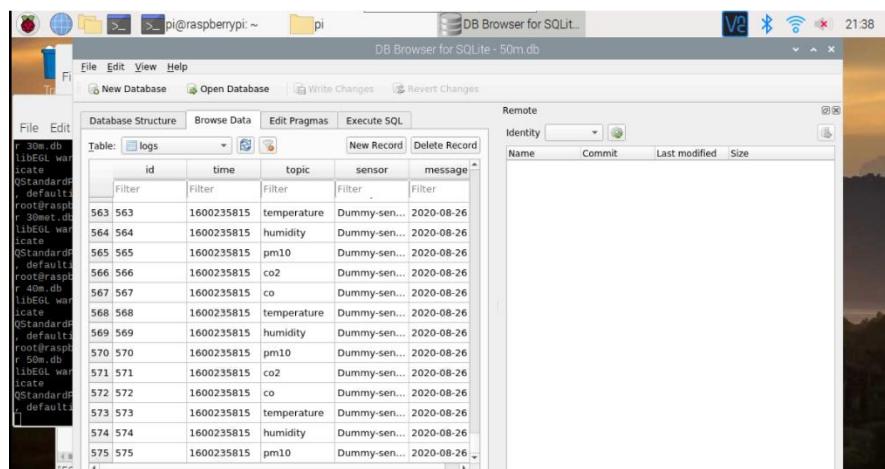
Lampiran 6d Data Terima Base Station pada Jarak 40 meter



The screenshot shows the DB Browser for SQLite interface with a database named '40m.db'. The 'logs' table is selected, displaying 575 rows of data. The columns are id, time, topic, sensor, and message. The data includes various sensor readings like temperature, humidity, pm10, co2, and co.

	New Record	Delete Record		
id	time	topic	sensor	message
563 563	1600235420	temperature	Dummy-sen...	2020-08-26
564 564	1600235420	humidity	Dummy-sen...	2020-08-26
565 565	1600235420	pm10	Dummy-sen...	2020-08-26
566 566	1600235421	co2	Dummy-sen...	2020-08-26
567 567	1600235421	co	Dummy-sen...	2020-08-26
568 568	1600235421	temperature	Dummy-sen...	2020-08-26
569 569	1600235421	humidity	Dummy-sen...	2020-08-26
570 570	1600235421	pm10	Dummy-sen...	2020-08-26
571 571	1600235421	co2	Dummy-sen...	2020-08-26
572 572	1600235421	co	Dummy-sen...	2020-08-26
573 573	1600235421	temperature	Dummy-sen...	2020-08-26
574 574	1600235421	humidity	Dummy-sen...	2020-08-26
575 575	1600235421	pm10	Dummy-sen...	2020-08-26

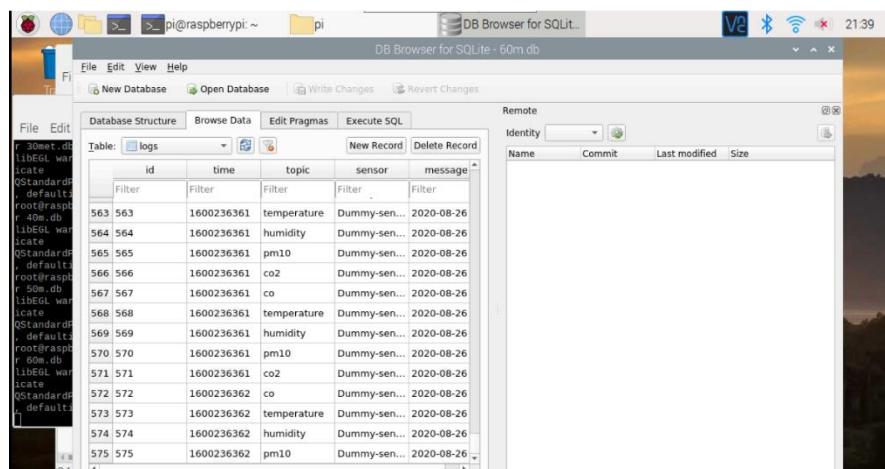
Lampiran 6e Data Terima Base Station pada Jarak 50 meter



The screenshot shows the DB Browser for SQLite interface with a database named '50m.db'. The 'logs' table is selected, displaying 575 rows of data. The data includes various sensor readings like temperature, humidity, pm10, co2, and co.

	New Record	Delete Record		
id	time	topic	sensor	message
563 563	1600235815	temperature	Dummy-sen...	2020-08-26
564 564	1600235815	humidity	Dummy-sen...	2020-08-26
565 565	1600235815	pm10	Dummy-sen...	2020-08-26
566 566	1600235815	co2	Dummy-sen...	2020-08-26
567 567	1600235815	co	Dummy-sen...	2020-08-26
568 568	1600235815	temperature	Dummy-sen...	2020-08-26
569 569	1600235815	humidity	Dummy-sen...	2020-08-26
570 570	1600235815	pm10	Dummy-sen...	2020-08-26
571 571	1600235815	co2	Dummy-sen...	2020-08-26
572 572	1600235815	co	Dummy-sen...	2020-08-26
573 573	1600235815	temperature	Dummy-sen...	2020-08-26
574 574	1600235815	humidity	Dummy-sen...	2020-08-26
575 575	1600235815	pm10	Dummy-sen...	2020-08-26

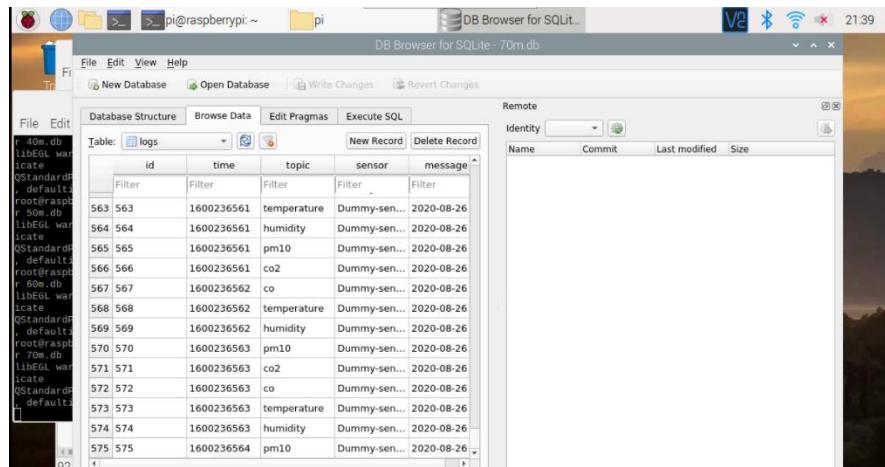
Lampiran 6f Data Terima Base Station pada Jarak 60 meter



The screenshot shows the DB Browser for SQLite interface with a database named '60m.db'. The 'logs' table is selected, displaying 575 rows of data. The data includes various sensor readings like temperature, humidity, pm10, co2, and co.

	New Record	Delete Record		
id	time	topic	sensor	message
563 563	1600236361	temperature	Dummy-sen...	2020-08-26
564 564	1600236361	humidity	Dummy-sen...	2020-08-26
565 565	1600236361	pm10	Dummy-sen...	2020-08-26
566 566	1600236361	co2	Dummy-sen...	2020-08-26
567 567	1600236361	co	Dummy-sen...	2020-08-26
568 568	1600236361	temperature	Dummy-sen...	2020-08-26
569 569	1600236361	humidity	Dummy-sen...	2020-08-26
570 570	1600236361	pm10	Dummy-sen...	2020-08-26
571 571	1600236361	co2	Dummy-sen...	2020-08-26
572 572	1600236362	co	Dummy-sen...	2020-08-26
573 573	1600236362	temperature	Dummy-sen...	2020-08-26
574 574	1600236362	humidity	Dummy-sen...	2020-08-26
575 575	1600236362	pm10	Dummy-sen...	2020-08-26

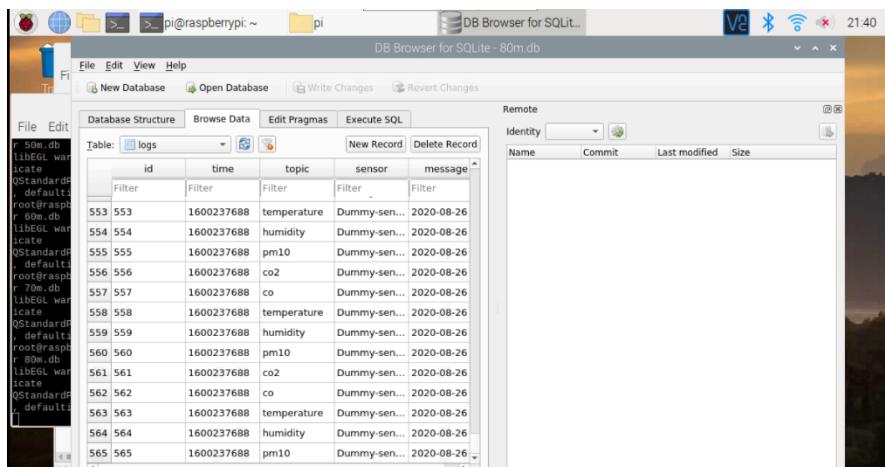
Lampiran 6g Data Terima Base Station pada Jarak 70 meter



The screenshot shows the DB Browser for SQLite interface with a database named '70m.db'. The 'logs' table is selected, displaying the following data:

id	time	topic	sensor	message
563	563	1600236561	temperature	Dummy-sen...
564	564	1600236561	humidity	Dummy-sen...
565	565	1600236561	pm10	Dummy-sen...
566	566	1600236561	co2	Dummy-sen...
567	567	1600236562	co	Dummy-sen...
568	568	1600236562	temperature	Dummy-sen...
569	569	1600236562	humidity	Dummy-sen...
570	570	1600236563	pm10	Dummy-sen...
571	571	1600236563	co2	Dummy-sen...
572	572	1600236563	co	Dummy-sen...
573	573	1600236563	temperature	Dummy-sen...
574	574	1600236563	humidity	Dummy-sen...
575	575	1600236564	pm10	Dummy-sen...

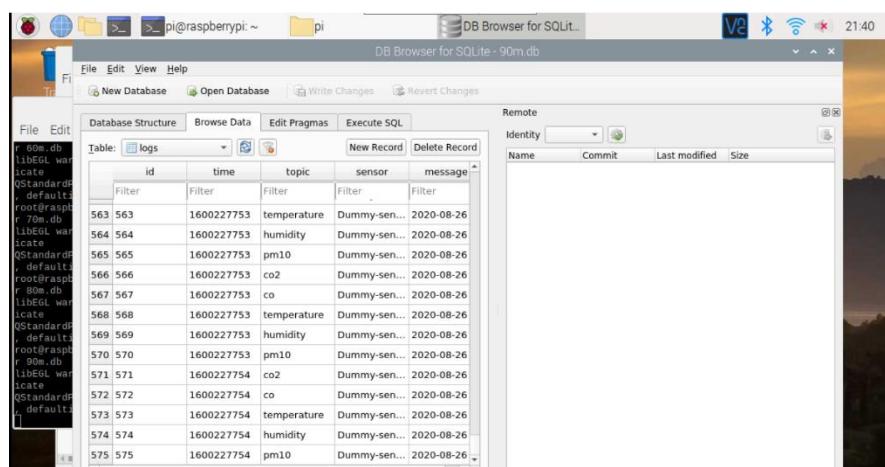
Lampiran 6h Data Terima Base Station pada Jarak 80 meter



The screenshot shows the DB Browser for SQLite interface with a database named '80m.db'. The 'logs' table is selected, displaying the following data:

id	time	topic	sensor	message
553	553	1600237688	temperature	Dummy-sen...
554	554	1600237688	humidity	Dummy-sen...
555	555	1600237688	pm10	Dummy-sen...
556	556	1600237688	co2	Dummy-sen...
557	557	1600237688	co	Dummy-sen...
558	558	1600237688	temperature	Dummy-sen...
559	559	1600237688	humidity	Dummy-sen...
560	560	1600237688	pm10	Dummy-sen...
561	561	1600237688	co2	Dummy-sen...
562	562	1600237688	co	Dummy-sen...
563	563	1600237688	temperature	Dummy-sen...
564	564	1600237688	humidity	Dummy-sen...
565	565	1600237688	pm10	Dummy-sen...

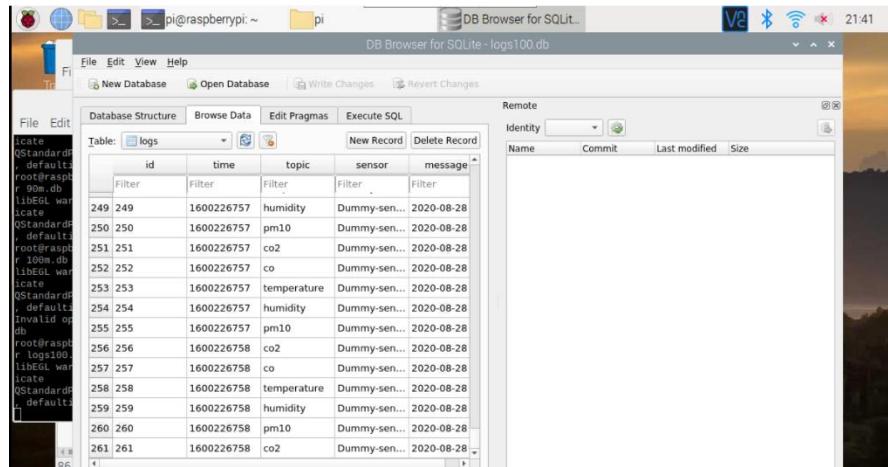
Lampiran 6i Data Terima Base Station pada Jarak 90 meter



The screenshot shows the DB Browser for SQLite interface with a database named '90m.db'. The 'logs' table is selected, displaying the following data:

id	time	topic	sensor	message
563	563	1600227753	temperature	Dummy-sen...
564	564	1600227753	humidity	Dummy-sen...
565	565	1600227753	pm10	Dummy-sen...
566	566	1600227753	co2	Dummy-sen...
567	567	1600227753	co	Dummy-sen...
568	568	1600227753	temperature	Dummy-sen...
569	569	1600227753	humidity	Dummy-sen...
570	570	1600227753	pm10	Dummy-sen...
571	571	1600227754	co2	Dummy-sen...
572	572	1600227754	co	Dummy-sen...
573	573	1600227754	temperature	Dummy-sen...
574	574	1600227754	humidity	Dummy-sen...
575	575	1600227754	pm10	Dummy-sen...

Lampiran 6j Data Terima Base Station pada Jarak 100 meter

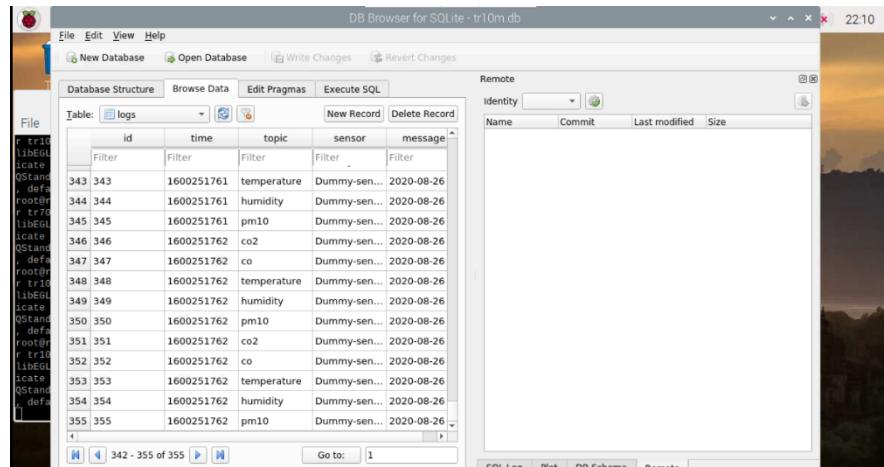


The screenshot shows the DB Browser for SQLite application interface. The database is 'logs100.db'. The main window displays a table named 'logs' with columns: id, time, topic, sensor, and message. The data shows multiple entries for each sensor (humidity, pm10, co2) at different times. A sidebar on the right shows a list of files and folders.

id	time	topic	sensor	message
249	249	1600226757	humidity	Dummy-sen...
250	250	1600226757	pm10	Dummy-sen...
251	251	1600226757	co2	Dummy-sen...
252	252	1600226757	co	Dummy-sen...
253	253	1600226757	temperature	Dummy-sen...
254	254	1600226757	humidity	Dummy-sen...
255	255	1600226757	pm10	Dummy-sen...
256	256	1600226758	co2	Dummy-sen...
257	257	1600226758	co	Dummy-sen...
258	258	1600226758	temperature	Dummy-sen...
259	259	1600226758	humidity	Dummy-sen...
260	260	1600226758	pm10	Dummy-sen...
261	261	1600226758	co2	Dummy-sen...

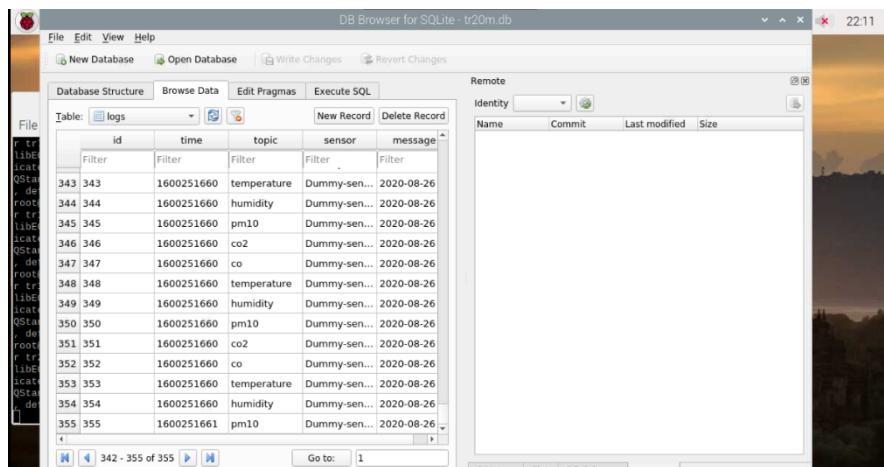
Lampiran 7 Data yang Diterima Base Station (Waktu kirim 10s)

Lampiran 7a Data Base Station pada jarak 10m



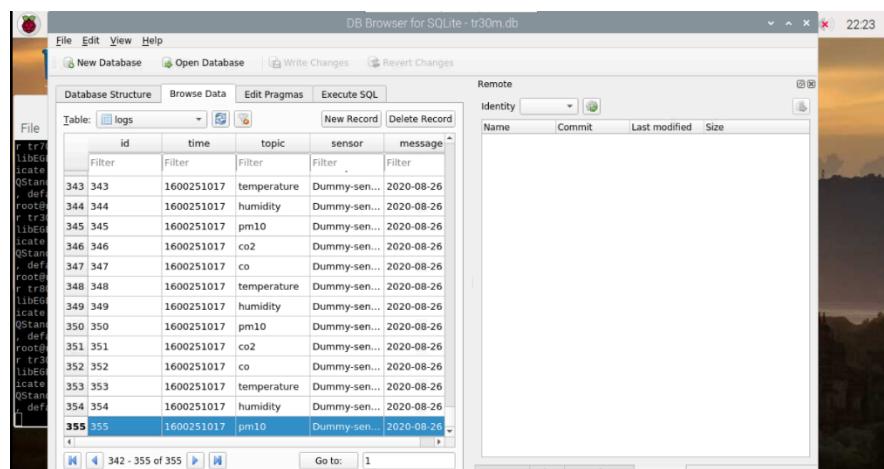
id	time	topic	sensor	message
343	343	1600251761	temperature	Dummy-sen...
344	344	1600251761	humidity	Dummy-sen...
345	345	1600251761	pm10	Dummy-sen...
346	346	1600251762	co2	Dummy-sen...
347	347	1600251762	co	Dummy-sen...
348	348	1600251762	temperature	Dummy-sen...
349	349	1600251762	humidity	Dummy-sen...
350	350	1600251762	pm10	Dummy-sen...
351	351	1600251762	co2	Dummy-sen...
352	352	1600251762	co	Dummy-sen...
353	353	1600251762	temperature	Dummy-sen...
354	354	1600251762	humidity	Dummy-sen...
355	355	1600251762	pm10	Dummy-sen...

Lampiran 7b Data Base Station pada jarak 20m



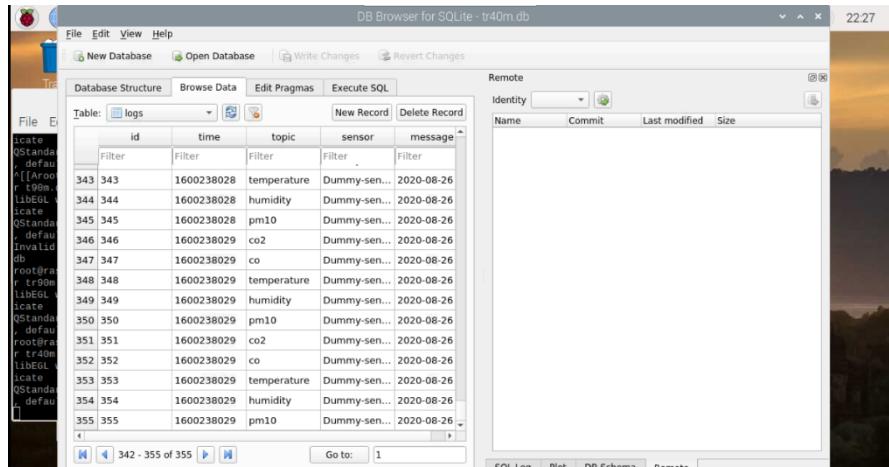
id	time	topic	sensor	message
343	343	1600251660	temperature	Dummy-sen...
344	344	1600251660	humidity	Dummy-sen...
345	345	1600251660	pm10	Dummy-sen...
346	346	1600251660	co2	Dummy-sen...
347	347	1600251660	co	Dummy-sen...
348	348	1600251660	temperature	Dummy-sen...
349	349	1600251660	humidity	Dummy-sen...
350	350	1600251660	pm10	Dummy-sen...
351	351	1600251660	co2	Dummy-sen...
352	352	1600251660	co	Dummy-sen...
353	353	1600251660	temperature	Dummy-sen...
354	354	1600251660	humidity	Dummy-sen...
355	355	1600251661	pm10	Dummy-sen...

Lampiran 7c Data Base Station pada jarak 30m



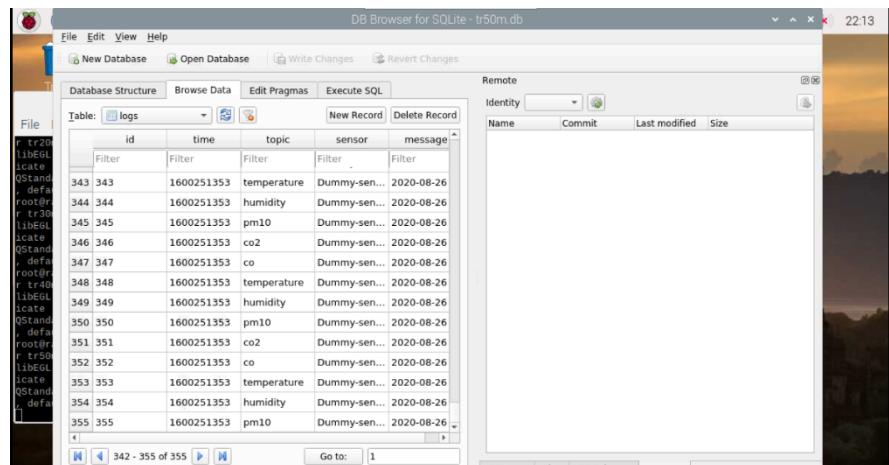
id	time	topic	sensor	message
343	343	1600251017	temperature	Dummy-sen...
344	344	1600251017	humidity	Dummy-sen...
345	345	1600251017	pm10	Dummy-sen...
346	346	1600251017	co2	Dummy-sen...
347	347	1600251017	co	Dummy-sen...
348	348	1600251017	temperature	Dummy-sen...
349	349	1600251017	humidity	Dummy-sen...
350	350	1600251017	pm10	Dummy-sen...
351	351	1600251017	co2	Dummy-sen...
352	352	1600251017	co	Dummy-sen...
353	353	1600251017	temperature	Dummy-sen...
354	354	1600251017	humidity	Dummy-sen...
355	355	1600251017	pm10	Dummy-sen...

Lampiran 7d Data Base Station pada jarak 40m



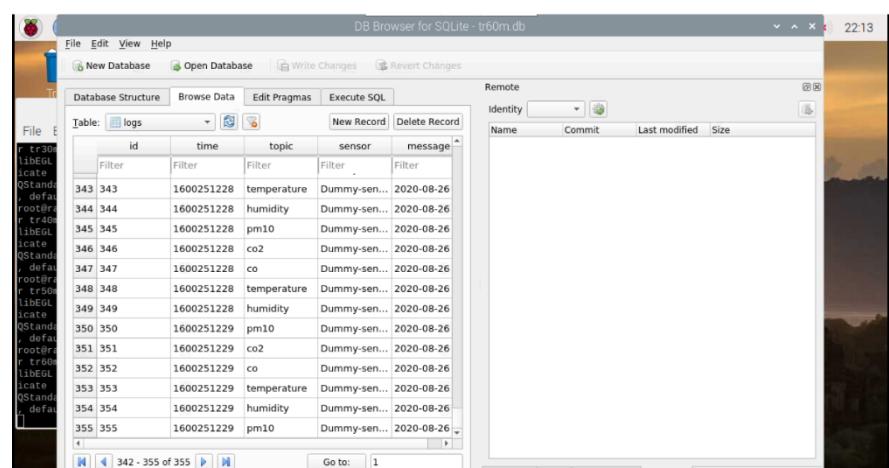
The screenshot shows the DB Browser for SQLite interface with a database named 'tr40m.db'. The main window displays a table named 'logs' with columns: id, time, topic, sensor, and message. The data shows 355 rows of log entries, all timestamped on 2020-08-26. The 'topic' column includes 'temperature', 'humidity', 'pm10', and 'co2'. The 'sensor' column consistently shows 'Dummy-sen...'. The interface includes a toolbar with File, Edit, View, Help, New Database, Open Database, Write Changes, and Revert Changes. A sidebar on the left shows the file tree, and a right-hand panel titled 'Remote' shows a list of files with columns: Name, Commit, Last modified, and Size.

Lampiran 7e Data Base Station pada jarak 50m



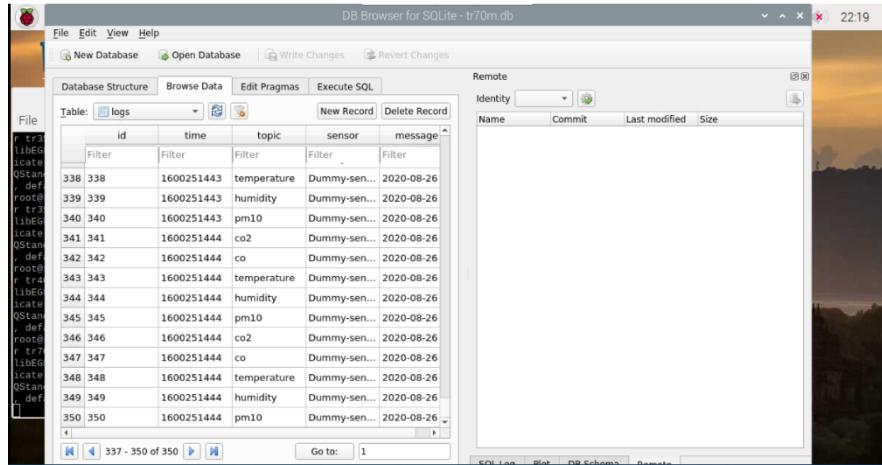
The screenshot shows the DB Browser for SQLite interface with a database named 'tr50m.db'. The main window displays a table named 'logs' with columns: id, time, topic, sensor, and message. The data shows 355 rows of log entries, all timestamped on 2020-08-26. The 'topic' column includes 'temperature', 'humidity', 'pm10', and 'co2'. The 'sensor' column consistently shows 'Dummy-sen...'. The interface includes a toolbar with File, Edit, View, Help, New Database, Open Database, Write Changes, and Revert Changes. A sidebar on the left shows the file tree, and a right-hand panel titled 'Remote' shows a list of files with columns: Name, Commit, Last modified, and Size.

Lampiran 7f Data Base Station pada jarak 60m



The screenshot shows the DB Browser for SQLite interface with a database named 'tr60m.db'. The main window displays a table named 'logs' with columns: id, time, topic, sensor, and message. The data shows 355 rows of log entries, all timestamped on 2020-08-26. The 'topic' column includes 'temperature', 'humidity', 'pm10', and 'co2'. The 'sensor' column consistently shows 'Dummy-sen...'. The interface includes a toolbar with File, Edit, View, Help, New Database, Open Database, Write Changes, and Revert Changes. A sidebar on the left shows the file tree, and a right-hand panel titled 'Remote' shows a list of files with columns: Name, Commit, Last modified, and Size.

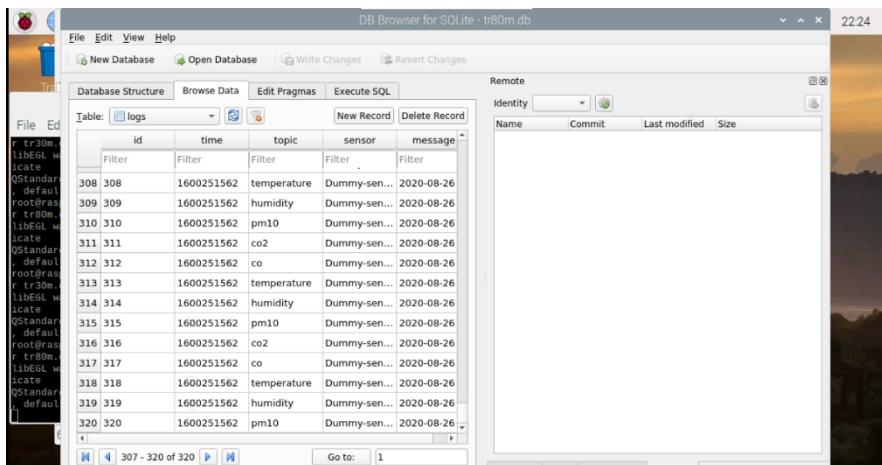
Lampiran 7g Data Base Station pada jarak 70m



The screenshot shows the DB Browser for SQLite interface with a database named 'tr70m.db'. The main window displays a table named 'logs' with columns: id, time, topic, sensor, and message. The data shows several entries for temperature, humidity, and CO2 sensors over a period of August 26, 2020. A sidebar on the right shows a file tree and a 'Remote' section. The status bar at the bottom indicates '22.19'.

	id	time	topic	sensor	message
	338	338	1600251443	temperature	Dummy-sen...
	339	339	1600251443	humidity	Dummy-sen...
	340	340	1600251443	pm10	Dummy-sen...
	341	341	1600251444	co2	Dummy-sen...
	342	342	1600251444	co	Dummy-sen...
	343	343	1600251444	temperature	Dummy-sen...
	344	344	1600251444	humidity	Dummy-sen...
	345	345	1600251444	pm10	Dummy-sen...
	346	346	1600251444	co2	Dummy-sen...
	347	347	1600251444	co	Dummy-sen...
	348	348	1600251444	temperature	Dummy-sen...
	349	349	1600251444	humidity	Dummy-sen...
	350	350	1600251444	pm10	Dummy-sen...

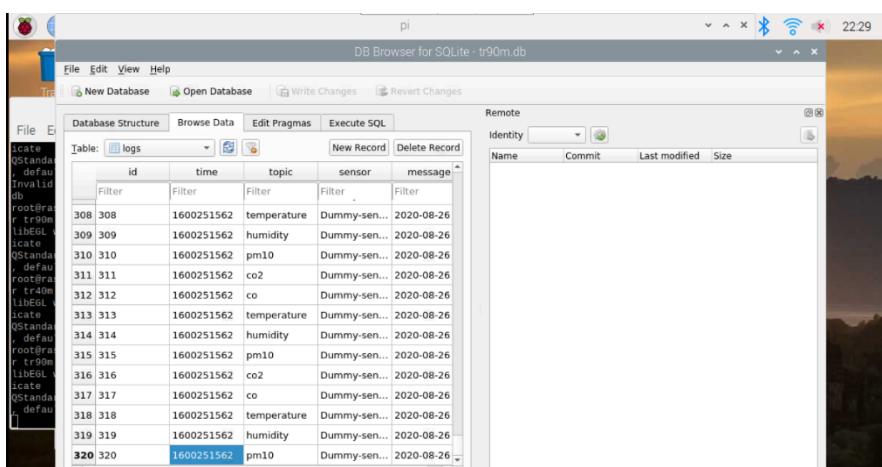
Lampiran 7h Data Base Station pada jarak 80m



The screenshot shows the DB Browser for SQLite interface with a database named 'tr80m.db'. The main window displays a table named 'logs' with columns: id, time, topic, sensor, and message. The data shows several entries for temperature, humidity, and CO2 sensors over a period of August 26, 2020. A sidebar on the right shows a file tree and a 'Remote' section. The status bar at the bottom indicates '22.24'.

	id	time	topic	sensor	message
	308	308	1600251562	temperature	Dummy-sen...
	309	309	1600251562	humidity	Dummy-sen...
	310	310	1600251562	pm10	Dummy-sen...
	311	311	1600251562	co2	Dummy-sen...
	312	312	1600251562	co	Dummy-sen...
	313	313	1600251562	temperature	Dummy-sen...
	314	314	1600251562	humidity	Dummy-sen...
	315	315	1600251562	pm10	Dummy-sen...
	316	316	1600251562	co2	Dummy-sen...
	317	317	1600251562	co	Dummy-sen...
	318	318	1600251562	temperature	Dummy-sen...
	319	319	1600251562	humidity	Dummy-sen...
	320	320	1600251562	pm10	Dummy-sen...

Lampiran 7i Data Base Station pada jarak 90m



The screenshot shows the DB Browser for SQLite interface with a database named 'tr90m.db'. The main window displays a table named 'logs' with columns: id, time, topic, sensor, and message. The data shows several entries for temperature, humidity, and CO2 sensors over a period of August 26, 2020. A sidebar on the right shows a file tree and a 'Remote' section. The status bar at the bottom indicates '22.29'.

	id	time	topic	sensor	message
	308	308	1600251562	temperature	Dummy-sen...
	309	309	1600251562	humidity	Dummy-sen...
	310	310	1600251562	pm10	Dummy-sen...
	311	311	1600251562	co2	Dummy-sen...
	312	312	1600251562	co	Dummy-sen...
	313	313	1600251562	temperature	Dummy-sen...
	314	314	1600251562	humidity	Dummy-sen...
	315	315	1600251562	pm10	Dummy-sen...
	316	316	1600251562	co2	Dummy-sen...
	317	317	1600251562	co	Dummy-sen...
	318	318	1600251562	temperature	Dummy-sen...
	319	319	1600251562	humidity	Dummy-sen...
	320	320	1600251562	pm10	Dummy-sen...

Lampiran 7j Data Base Station pada jarak 100m

logs					
	id	time	topic	sensor	message
303	303	1600251442	temperature	Dummy-sen...	2020-08-26
304	304	1600251442	humidity	Dummy-sen...	2020-08-26
305	305	1600251442	pm10	Dummy-sen...	2020-08-26
306	306	1600251443	co2	Dummy-sen...	2020-08-26
307	307	1600251443	co	Dummy-sen...	2020-08-26
308	308	1600251443	temperature	Dummy-sen...	2020-08-26
309	309	1600251443	humidity	Dummy-sen...	2020-08-26
310	310	1600251443	pm10	Dummy-sen...	2020-08-26
311	311	1600251443	co2	Dummy-sen...	2020-08-26
312	312	1600251443	co	Dummy-sen...	2020-08-26
313	313	1600251443	temperature	Dummy-sen...	2020-08-26
314	314	1600251443	humidity	Dummy-sen...	2020-08-26
315	315	1600251443	pm10	Dummy-sen...	2020-08-26

Lampiran 8 Foto Proses Pengujian





Lampiran 9 Foto Posisi Alat Pada Kendaraan

