
Rancang Bangun *Wireless Sensor Network* sebagai Sistem Monitoring Kadar Gas Amonia pada Perternakan Ayam Berbasis Lora

Agus Wahyu Widodo¹, Bagus Fatkhurrozi², Yosephine Laura Raynardia Esti Nugrahini³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tidar

E-mail: aguswahyuwidodo@students.untidar.ac.id¹, bagusf@untidar.ac.id²,
yosephine.laura@untidar.ac.id³

Article History:

Received: 12 Januari 2023

Revised: 30 Januari 2023

Accepted: 31 Januari 2023

Keywords: WSN, MQ 137, SX1278, Raspberry Pi.

Abstract: Permasalahan yang sering disepelekan peternak yaitu kualitas udara di lingkungan ternak. Hal tersebut berdampak pada kualitas kesehatan ternak sehingga mempengaruhi produktifitas hasil ternak. Gas yang berperan dalam masalah tersebut adalah gas ammonia (NH_3) yang merupakan senyawa kimia sebagai salah satu indikator pencemaran udara pada bentuk kebauan di lingkungan perternakan. Perlu adanya pengamatan berkaitan dengan gas amonia yang diproduksi pada ternak untuk menentukan tindakan selanjutnya dengan tepat. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem *wireless sensor network* sebagai monitoring gas amonia. Pengujian eror sensor MQ 137 pada rentang PPM mulai dari 4-91.3 mendapatkan nilai eror teruji terbanyak sebesar 37%. LoRa SX1278 mengalami *packet loss* sebesar 40% pada jarak lebih dari 111m dalam kondisi NLOS dengan nilai RSSI -112. Sistem monitoring berkerja dengan baik dalam pengujian pengambilan data selama 2 hari mampu menyimpan data pengukuran amonia, suhu dan RSSI maupun menampilkannya dalam web server raspberry pi secara lokal.

PENDAHULUAN

Permasalahan yang sering disepelekan peternak yaitu kualitas udara di lingkungan ternak. Hal tersebut berdampak pada kualitas kesehatan ternak sehingga mempengaruhi produktifitas hasil ternak. Gas yang berperan dalam masalah tersebut adalah gas amonia. Gas amonia sendiri merupakan senyawa kimia sebagai salah satu indikator pencemaran udara pada bentuk kebauan di lingkungan perternakan. Limbah perternakan ayam dan sisa pakan dari pembersihan kandang dapat menimbulkan bau yang salah satunya berupa gas Amonia (NH_3). Batasan dari kadar amonia untuk lingkungan peternakan yaitu sebesar 20 ppm (*part per million*) (Jamal & Raharjo, 2019). Apabila melampaui dari batasan tersebut, dapat menyebabkan gangguan bagi manusia dan ternak sehingga dapat merugikan dari segi ekonomi dan kesehatan para peternak ayam.

Berkembangnya teknologi nirkabel memungkinkan kita dalam melakukan berbagai hal seperti memonitor kondisi lingkungan tanpa harus bersinggungan langsung. WSN (*Wireless Sensor*

Network) merupakan suatu sistem nirkabel yang terdiri dari elemen pengukuran, komputasi dan komunikasi. Sistem tersebut memberikan kemudahan pada pengguna untuk mengukur, mengamati dan memberikan feedback di dalam suatu fenomena di lingkungan tertentu (Sohraby et al., 2007). Prinsip kerja dari WSN adalah mengumpulkan data dari *node* yang ditransmitkan ke *server* atau *gateway* untuk diamati dan diolah datanya. WSN banyak diaplikasikan diberbagai bidang seperti kesehatan pertanian, industri dan lain lain.

LoRa (*Long Range*) merupakan teknologi nirkabel yang memungkinkan untuk komunikasi jarak jauh hingga mencapai puluhan kilometer. Keunggulan lain selain dapat mencakup jarak yang jauh. LoRa menggunakan modulasi chirp spread spectrum yang menjadikan LoRa memiliki karakteristik daya yang rendah (Batong et al., 2020). LoRa juga sebagai salah satu teknologi yang memiliki karakteristik berdaya rendah dan dapat mencakup area yang luas. Berkembangnya LoRa yang merupakan salahsatu teknologi LPWAN (*Low Power Wide Area Network*) juga akan menjadikan perkembangan IOT (Internet of thing) menjadi lebih pesat, dikarenakan teknologi LPWAN ini menjadi solusi terkait keterbatasan dalam implementasi IOT dari segi efisiensi maupun jangkauan jaringan.

Pada saat ini, belum ada sistem nirkabel yang dapat mendeteksi gas amonia di Indonesia secara realtime. Peternak tidak tau nilai pasti kapan harus dilakukan kontrol terhadap kandang dengan efektif dan tepat. Pengamatan gas amonia sangatlah penting bagi peternak dikarenakan dampak dari gas amonia tersebut dapat mempengaruhi kesehatan masyarakat di lingkungan disekitar kandang bahkan hingga radius satu kilometer dengan banyaknya populasi lalat di sekitarnya (Fakihuddin et al., 2020). Perlu suatu alat yang bisa digunakan untuk mengetahui nilai kadar gas amonia dan mudah dipantau.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis bermaksud melakukan penelitian berjudul "*Rancang Bangun Wireless Sensor Network Sebagai Sistem Monitoring Kadar Gas Amonia Pada Perternakan Ayam Berbasis LoRa*". Dalam penelitian ini, penulis merancang suatu alat yang dapat memudahkan pemantauan kadar gas amonia pada peternakan ayam menggunakan teknologi LoRa yang dapat diakses secara lokal oleh pengguna dengan *server* Raspberry Pi. Hasil pembacaan sensor MQ-137 akan di transmitkan menggunakan modul LoRa dan divisualisasikan menggunakan web server secara lokal. Penggunaan protokol LoRa disebut LoRaWAN (*Long Range Wide Area Network*) memungkinkan kita dalam membuat private network dibandingkan dengan LPWAN lainnya yang memerlukan provider seperti SigFox maupun NB-IOT. Dengan demikian pengguna dapat memantau secara realtime dan jarak jauh tanpa mengeluarkan biaya provider berupa SMS dan juga biaya sewa *server*.

LANDASAN TEORI

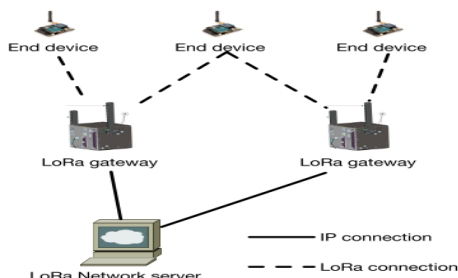
Wireless Sensor Network

Wireless network sensor merupakan suatu sistem nirkabel yang terdiri dari elemen pengukuran, komputasi dan komunikasi. Sistem tersebut memberikan kemudahan pada pengguna untuk mengukur, mengamati dan memberikan feedback di dalam suatu fenomena di lingkungan tertentu (Zourmand et al., 2019). Wireless network sensor sudah digunakan untuk kemudahan masyarakat pada saat ini. Seperti aplikasi di bidang industri, peternakan, kesehatan dan bahkan militer. Terdapat 5 bagian dalam wireless network sensor yang meliputi:

1. *Transceiver*, berfungsi untuk menerima dan mengirim data kepada perangkat lain,
2. *Mikrokontroler*, berfungsi untuk melakukan fungsi perhitungan, mengontrol dan memproses perangkat yang terhubung dengan mikrokontroler,
3. *Power source*, berfungsi sebagai sumber daya untuk sistem wireless sensor network secara

keseluruhan,

4. *External memory*, berfungsi sebagai penyimpanan data dari sensor, dan
5. *Sensor*, berfungsi untuk mengukur besaran yang hendak diukur. Sensor merupakan alat yang mengubah bentuk energi ke bentuk energi listrik yang kemudian diubah oleh ADC menjadi deretan pulsa.

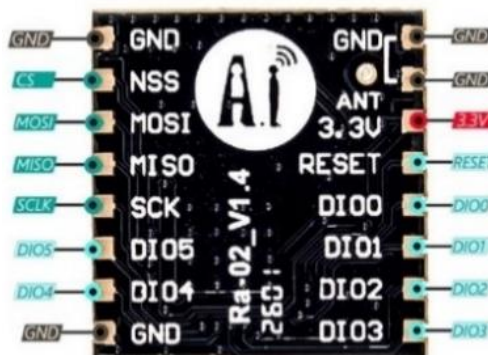


Gambar 1. Wireless Sensor Network

LoRa

LoRa (*Long Range*) merupakan teknologi nirkabel berdaya rendah dan mencakup area yang luas. LoRa menggunakan spektrum radio dengan pita frekuensi 433 MHz, 868 MHz atau 915 MHz. LoRa memiliki suatu format modulasi yang unik yang diakuisisi oleh Semtech. LoRa menggunakan modulasi CSS (*Chirp Spread Spectrum*). Modulasi tersebut menambah Spreading Factor untuk mengoptimalkan modulasi sehingga dapat menjangkau area yang luas (Augustin et al., 2016) CSS dikenal karena fleksibilitasnya dalam memberikan pertukaran antara sensitivitas penerimaan dan *throughput*. SF (*spreading factor*) adalah parameter terpenting dalam modulasi CSS. SF yang meningkat secara signifikan dapat memperluas jangkauan komunikasi, tetapi harus dibayar dengan tingkat transmisi yang lebih rendah. Jaringan LoRa diharapkan dapat memanfaatkan fleksibilitas modulasi CSS untuk mengoptimalkan kapasitas jaringan (Nguyen et al., 2019).

LoRa dapat di aplikasikan untuk memonitoring pemantauan cuaca (Eridani et al., 2019). Monitoring meliputi pengukuran suhu, tekanan udara, arah angin dan deteksi hujan pada *node* yang dikirimkan ke *gateway* untuk di upload di internet. Hasil pengujian sensor dibandingkan dengan alat ukur konvensional mendapatkan hasil eror 0,2% untuk suhu, 2,1% kelembapan udara, 0,3% untuk tekanan udara dan dalam pendeteksi hujan sensor berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Pada pengujian LOS dan NLOS jarak yang didapatkan ketika LOS mencapai 890m dan NLOS 174m.

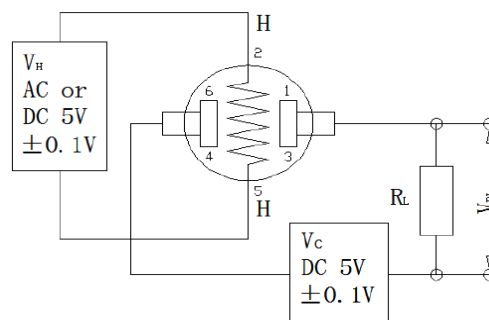


Gambar 2. Modul LoRa

Sensor MQ 137

Sensor MQ-137 merupakan sensor yang sensitif terbuat dari material SnO₂ dengan konduktivitas rendah apabila berada dalam udara yang bersih. Konduktivitas sensor akan meningkat sesuai dengan meningkatnya konsentrasi gas yang dideteksi. Pada Gambar 3, sensor MQ-137 bekerja dengan konsep pembagi tegangan. Sensor memiliki resistansi yang berubah ubah seiring bertambahnya gas disekitarnya. Sensor di tambahkan resistor (R_L) dengan nilai tertentu sesuai dengan pengkalibrasian sensor. Keluran dari sensor berupa nilai analog (V_{RL}) nantinya akan di kalibrasi pada mikrokontroler untuk ditentukan kadar NH₃ yang terdeteksi.

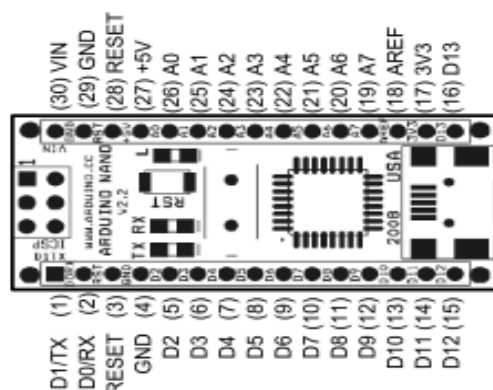
Sensor MQ-137 memiliki 6 pin yang mana masing pin terhubung dengan elemen pengindraan (*sensing element*). Pin no 2 dan 5 merupakan pin untuk system pemanas (*heating system*), sedangkan pin no 1, 3, 4 dan 6 merupakan pin yang bertujuan sebagai penghantar arus. Sensor gas umumnya memiliki lapisan luar yang menutupi bagian dalam berupa stainless steel yang sering sebut sebagai *anti explosion network* yang berfungsi untuk melindungi sensor agar tidak mudah meledak pada gas yang mudah terbakar. *Anti explosion network* juga berfungsi untuk memastikan hanya gas yang dapat masuk ke *sensing element*.



Gambar 3. Rangkaian Sensor MQ 137

Arduino Nano

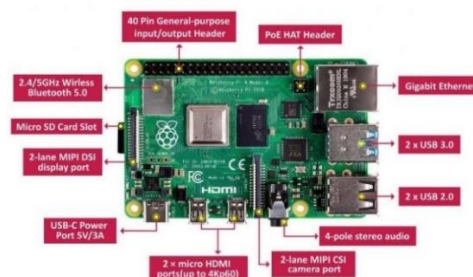
Arduino Nano merupakan board mikrokontroler berukuran kecil yang fleksibel dan opensource. Arduino Nano didasarkan pada mikrokontroler ATmega328 (untuk Arduino Nano versi 3.x) atau Atmega 16 (untuk Arduino versi 2.x). Arduino Nano memiliki fungsi yang hampir sama dengan Arduino pada umumnya. Arduino Nano tidak menyertakan konektor DC tipe barrel jack dan terhubung ke komputer melalui konektor USB Mini-B (Andrianto, 2015).



Gambar 4. Arduino Nano

Raspberry Pi 4B

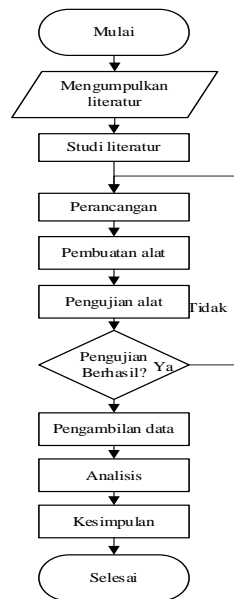
Raspberry Pi 4B merupakan komputer berukuran kecil yang sering disebut dengan SBC (*single board computer*). Dibanding pendahulunya, Raspberry Pi 4B memiliki memori yang lebih besar, performa GPU, CPU dan Input / Output ditingkatkan secara signifikan dibanding dengan generasi sebelumnya (Wicaksono, 2018). Raspberry Pi umumnya dapat digunakan di berbagai proyek elektronika yang membutuhkan sistem komputerisasi. Dikarenakan, Raspberry Pi merupakan komputer dengan basis OS Linux Raspbian yang dapat memproses berbagai program dan dapat dihubungkan dengan perangkat elektronika melalui GPIO (*General Purposes Input Output*). Sebagai contoh Raspberry Pi dapat dijadikan sebagai data *server* atau pemrosesan pengenalan objek citra.



Gambar 5. Raspberry Pi

METODE PENELITIAN

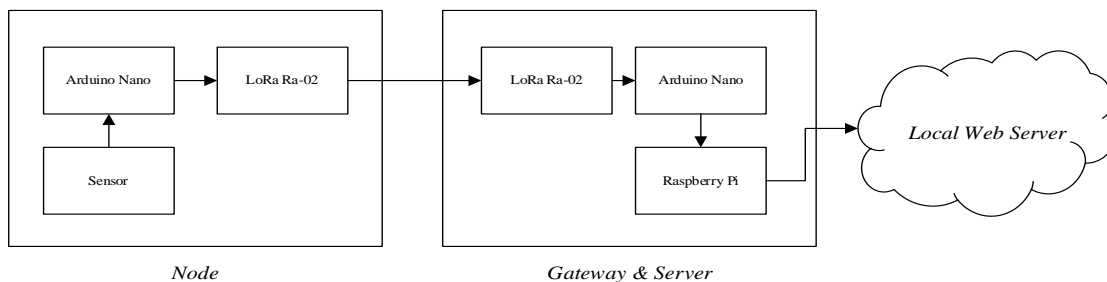
Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental. Tahapan-tahapan dalam penelitian ini meliputi sudi literatur, desain dan perancangan alat, pembuatan alat, pengujian alat, pengambilan dan analisis data dan kesimpulan.



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

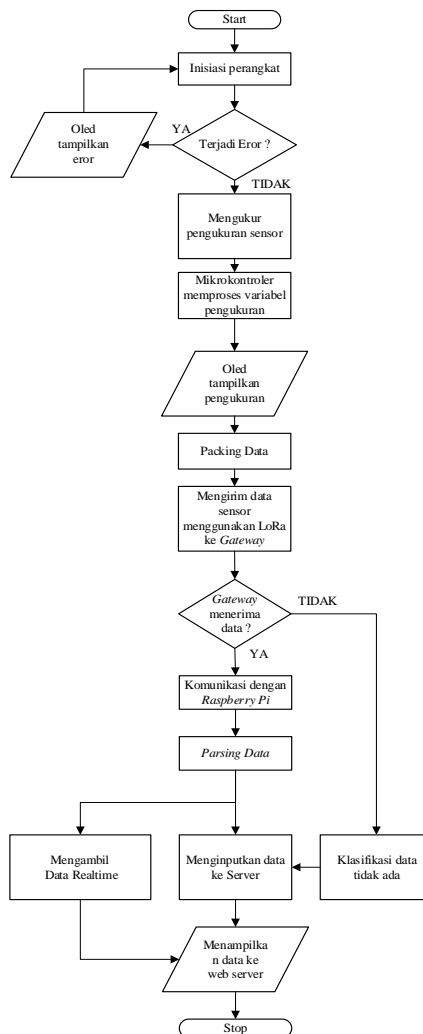
Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem ditunjukkan dalam Gambar 7 . Terdapat 2 bagian utama dalam diagram blok sistem. Bagian tersebut adalah bagian *node* serta *gateway & server*. Pada *node* terpasang sensor berupa MQ-137 dan DS18B20. Nilai sensor yang terbaca akan dikomunikasikan ke *gateway* melalui jaringan LoRa. *Gateway* akan menyimpan data sensor ke *server* Raspberry Pi dan merepresentasikannya dalam web server. Pengguna dapat mengakses web secara lokal dengan menggunakan perangkat yang menyediakan browser. Web server diakses melalui static ip Raspberry Pi yang sudah terinstal web server didalamnya.



Gambar 7. Diagram Sistem Kerja

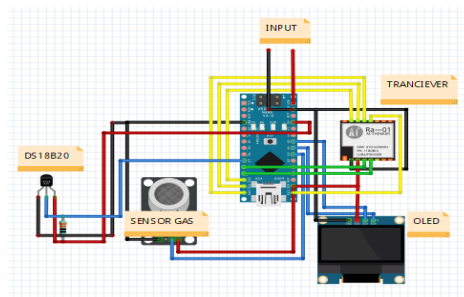
Diagram Alir Kerja



Gambar 8. Diagram Alir Kerja

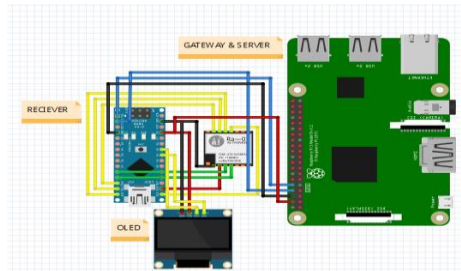
Rangkaian Sistem

Pada Gambar 9. Rangkaian *node* sensor dihubungkan dengan Arduino Nano menggunakan pin analog. Interface pada *node* menggunakan layar OLED dihubungkan dengan komunikasi I2C. Modul LoRa pada *node* bertujuan sebagai pengirim data dihubungkan dengan komunikasi SPI pada Arduino Nano. Sensor yang digunakan berupa DS18B20 untuk mengukur suhu serta MQ-137 untuk mengukur gas amonia.



Gambar 9. Rangkaian Node

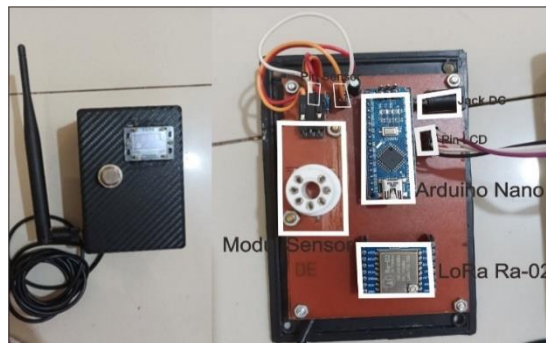
Pada Gambar 10 modul LoRa terhubung dengan Arduino Nano dengan menggunakan komunikasi SPI berfungsi sebagai receiver. Data yang diterima dikomunikasikan dengan Raspberry Pi menggunakan komunikasi UART. Layar OLED bertujuan untuk menampilkan pengukuran sensor yang didapatkan.



Gambar 10. Rangkaian Gateway

HASIL DAN PEMBAHASAN

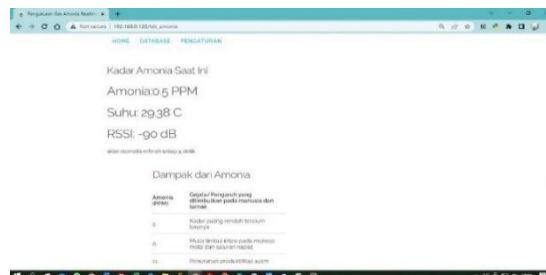
Hasil pembuatan sistem monitoring gas amonia berupa bagian *node* dan *gateway* beserta keterangan tiap bagian-bagiannya dapat dilihat pada gambar 11 dan 12, sebagai berikut:



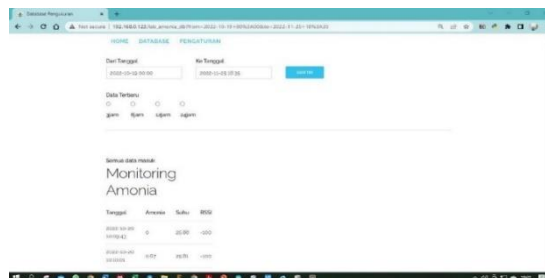
Gambar 11. Hasil Node



Gambar 12. Hasil Gateway



Gambar 13. Tampilan Laman Monitoring



Gambar 14. Tampilan Laman Database



Gambar 15. Tampilan pada Handphone

Pengujian Sensor

Eror yang didapatkan berdasarkan percobaan menggunakan amonia cair, kotoran ayam peternakan, dan kotoran ayam lain sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor

Objek	Jarak	MQ 137 (PPM)	Amonia Gas Detector AR8500 (PPM)	Eror
Amonia Cair	5 cm	27,31	43,9	37,79 %
		38,98	42	7,19 %
		33,36	39	14,46 %
		85,21	91,3	6,67 %
Kotoran Ayam Peternakan	2 cm	15,6	14,9	4,70 %
		8,95	9	0,56 %
		7,65	7,5	2,00 %
		3,94	4,2	6,19 %
Kotoran Ayam Lain	2 cm	32,55	34,7	6,20 %
		24,47	27	9,37 %
		17,23	20,2	14,70 %
		17,67	18,7	5,51 %

Pengujian Komunikasi LoRa

Pada pengujian menggunakan nilai SF sebesar 7 dan Bandwidth sebesar 125 KHz, ditambah penggunaan antenna 5 dBi. Pengujian di beberapa titik yang ditentukan berupa posisi 1-6 dan tambahan posisi mendapatkan nilai sebagai berikut. Pada pengujian ini perlu memastikan apakah data yang dikirim tidak cacat sehingga tidak mengganggu proses parsing data. Data dikirim dan diterima dilihat melalui serial monitor.

Tabel 2. Hasil Pengujian LoRa

Posisi	Jarak	RSSI (dBm)	Paket Dikirim	Paket Diterima	Packet Loss
0	0 m	-23	30	30	0%
1	67,84 m	-115	30	30	0%
2	74,08 m	-112	30	30	0%
3	52,59 m	-110	30	30	0%
4	61,04 m	-114	30	30	0%
5	40,1 m	-116	30	30	0%
6	64,8 m	-112	30	30	0%
7	88,14 m	-107	30	30	0%
8	92.02 m	-108	30	30	0%
9	111.20 m	-112	30	12	40%

Performa Server dan Penggunaan Memori

Pada Gambar 16, penggunaan NGINX sebagai web server dan SQLite sebagai database dinilai sangat ringan dengan penggunaan CPU hanya 3-12% dan memori ram yang terpakai berkisar 217 MB. Sedangkan, database dengan Logging data hanya memakan memori 86 KB.

```

Berkas Tampilan Bantuan
Manajer Tugas
Penggunaan CPU: 3% Memori: 217 MB dari 3838 MB yang digunakan
Perintah Pengguna
-rw-r--r-- 1 root root 1024 Jun 28 14:56 .lab_app_uwsgi.sock.swp
-rw-r--r-- 1 pi pi 86016 Nov 5 19:00 lab_data.db
drwxr-xr-x 3 pi pi 4096 Jun 10 20:13 lib

```

Gambar 16. Performa Raspberry dan Memori yang digunakan

Penerapan Pada Peternakan Ayam Petelur

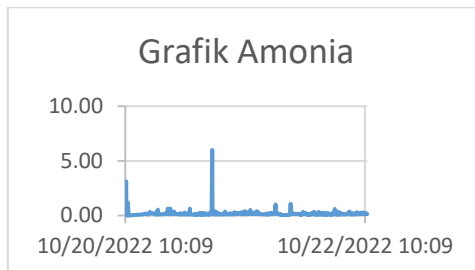
Pengaplikasian alat dilaksanakan pada tanggal 20-22 Oktober 2022 pada peternakan ayam layer di desa Kiringan Sukorejo Kendal dengan populasi kandang berkisar 2.000 ekor. Peletakan sensor diletakkan ditengah tengah kandang dengan jarak antara *node* dan *gateway* berkisar 55m seperti Gambar 17. Obstacle yang ada di sekitar berupa tanaman dan beberapa kandang. *Gateway* diletakkan didalam kantor seperti Gambar 18, dengan kondisi pintu sering tertutup terutama di malam hari, menjadikan penerapan ini dalam kondisi NLOS.



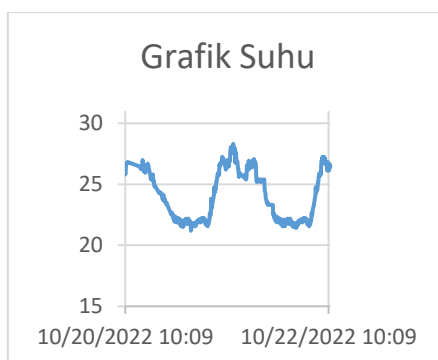
Gambar 17. Peletakan Sensor



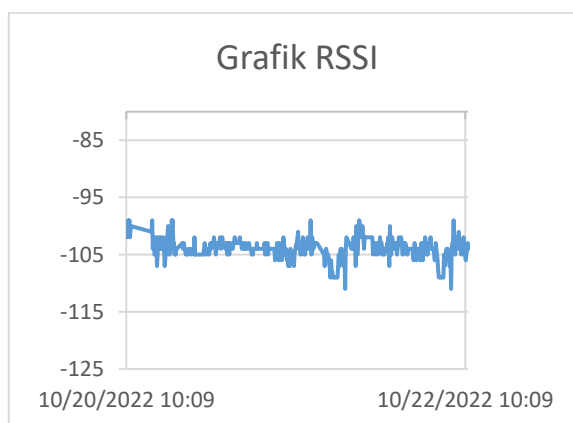
Gambar 18. Peletakan Gateway



Gambar 19. Grafik Data Amonia



Gambar 20. Grafik Suhu



Gambar 21. Grafik RSSI

Nilai pengukuran gas amonia yang didapatkan dalam penelitian ini berkisar dari 0-6 PPM tertinggi pada waktu 21/10/2022 03:35 dengan nilai 6 PPM. Nilai PPM bisa tinggi disuhu rendah dikarenakan pada siang hari dengan suhu lebih tinggi dibandingkan pada malam hari, pemuaiian gas terjadi secara signifikan dibanding dengan pada malam hari. Selain hal tersebut, aktifitas

mikroba dalam terjadinya gas amonia sangat dipengaruhi oleh kadar air di lingkungan kandang yang akan lebih tinggi apabila berada di malam hari. Pada pengujian RSSI mendapatkan range -99 sampai -111 dilokasi NLOS berjarak 55m. Hal tersebut menunjukkan bahwa LoRa SX1278 berfungsi dengan baik di pengujian NLOS dengan kondisi di lapangan banyak penghalang dan peletakan *gateway* yang berada didalam ruangan.

KESIMPULAN

MQ 137 dalam melakukan pengujian dengan konsentrasi PPM mulai dari 4-91.3. Nilai eror yang teruji terbanyak sebesar 37%. Sedangkan dalam pengaplikasian dikandang mampu mengukur kadar amonia di 6 PPM.. LoRa SX1278 mengalami packet loss pada jarak lebih dari 111m dalam kondisi NLOS dengan nilai RSSI -112. Kondisi lingkungan mempengaruhi tingkat packet loss yang ada. Performa Raspberry Pi 4B sebagai media pengolahan data pada percobaan ini cukup baik , penggunaan SQLite dan NGINX tidak melebihi memori prosesor Raspberry Pi 4B. CPU yang dipakai berkisar 3-12%, sedangkan memori hanya sebesar 217MB.

DAFTAR REFERENSI

- Andrianto, H. (2015). *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 MENGGUNAKAN BAHASA C* (2nd ed.). Informatika Bandung.
- Augustin, A., Yi, J., Clausen, T., & Townsley, W. M. (2016). A study of Lora: Long range & low power networks for the internet of things. *Sensors (Switzerland)*, 16(9).
- Batong, A. R., Murdiyat, P., & Kurniawan, A. H. (2020). Analisis Kelayakan LoRa Untuk Jaringan Komunikasi Sistem Monitoring Listrik Di Politeknik Negeri Samarinda. *PoliGrid*, 1(2), 55.
- Eridani, D., Widiyanto, E. D., Augustinus, R. D. O., & Faizal, A. A. (2019). Monitoring System in Lora Network Architecture using Smart Gateway in Simple LoRa Protocol. *2019 International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)*, 200–204.
- Fakihuddin, F., Suhariyanto, T. T., & Faishal, M. (2020). Analisis Dampak Lingkungan dan Persepsi Masyarakat Terhadap Industri Peternakan Ayam (Studi Kasus pada Peternakan di Jawa Tengah). *Jurnal Teknik Industri*, 10(2), 191–199. <https://doi.org/10.25105/jti.v10i2.8403>
- Jamal, Z., & Raharjo, A. S. (2019). *Sistem Monitoring Gas Amonia Pada Peternakan Ayam Berbasis Arduino Mega 2560 R3*. 5(September), 1–6.
- Nguyen, T. T., Nguyen, H. H., Barton, R., & Grossetete, P. (2019). Efficient Design of Chirp Spread Spectrum Modulation for Low-Power Wide-Area Networks. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(6), 9503–9515.
- Sohraby, K., Minoli, D., & Znati, T. (2007). Wireless Sensor Technology : Technology, Protocol, and Application. In *Wireless Sensor Networks*.
- Wicaksono, M. F. (2018). *Mudah Belajar Raspberry Pi*. Informatika Bandung.
- Zourmand, A., Kun Hing, A. L., Wai Hung, C., & Abdulrehman, M. (2019). Internet of Things (IoT) using LoRa technology. *2019 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems, I2CACIS 2019 - Proceedings, June*, 324–330.