

WIRELESS SENSOR SYSTEM UNTUK PEMANTAUAN KADAR GAS AMONIA (NH₃) MENGGUNAKAN ALGORITMA BERBASIS ATURAN

Arlie Siswanti dan Suryono

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: : arliensiswanti@st.fisika.undip.ac.id

ABSTRACT

Ammonia gas (NH₃) is one of gas that causes air pollution. Ammonia gas (NH₃) a colorless and has a very pungent is very dangerous if too much for by humans perhaps even cause of death. Wireless sensors system with the telemetry system can be solution measurements made from a distance. The study is done by making a wireless sensors system for monitoring levels ammonia gas (NH₃) algorithm rule based as a limit exposure to the submission of the data use the network wifi. This system allows monitoring, recording levels of gas and early warning system ammonia gas from a distance. A system that created composed from sensors MQ-135 connected with mikrokontroler ATmega8535. The sensor reading is converted from analog to digital (ADC). Microrontroller ATmega8535 has USART feature (Universal Synchronous and Ansynchronous Serial Receiver dan Transmitter) as a serial communication mode. A communication system data using protocol RS232 to connect data serial communication to personal computer (PC). The results of the data acquisition sent to the station monitoring to technique telemetry use the network wifi that can be accessed in web browser on pc and to display in real-time presented in the form of table and saved to in a database. Testing system done by sending a number of data from field will be accepted by the monitoring stations. Several variables resulting from monitoring system that is date, time, temperature, moisture, levels of ammonia gas and health effects as a rule about the exposure ammonia gas. Result of the comparison between the data sent and received data has errors by 0% so that it can be ascertained no data is lost or gained. This suggests that the system going well.

Keywords: Ammonia gas, MQ-135 sensor, Ruled base algorithm, Database, WiFi network.

ABSTRAK

Gas amonia (NH₃) merupakan salah satu gas yang menyebabkan pencemaran udara. Gas amonia (NH₃) yang tak berwarna dan memiliki bau yang sangat menyengat ini sangat berbahaya bila terlalu banyak terhirup oleh manusia bahkan dapat menyebabkan kematian. Wireless sensor system dengan sistem telemetri dapat menjadi solusi pengukuran yang dilakukan jarak jauh dari gas amonia. Penelitian ini dilakukan dengan membuat wireless sensor system untuk pemantauan kadar gas amonia (NH₃) menggunakan algoritma berbasis aturan sebagai batas paparan dengan pengiriman data menggunakan jaringan WiFi. Sistem ini memungkinkan pemantauan, pencatatan kadar gas dan sistem peringatan dini gas amonia dari jarak jauh. Sistem yang dibuat terdiri dari sensor MQ-135 yang dihubungkan dengan mikrokontroler ATmega8535. Hasil pembacaan sensor diubah dari tegangan analog menjadi digital (ADC). Mikrokontroler ATmega8535 memiliki fitur USART (Universal Synchronous and Asynchronous Serial Receiver and Transmitter) sebagai mode komunikasi serial yang digunakan. Sistem komunikasi data menggunakan protokol RS-232 untuk menghubungkan data komunikasi serial ke personal computer (PC). Data hasil akuisisi dikirim ke stasiun pemantauan dengan teknik telemetri menggunakan jaringan WiFi yang dapat diakses melalui web browser pada PC dan dapat menampilkan secara real-time yang disajikan dalam bentuk tabel dan disimpan ke dalam basis data. Pengujian sistem dilakukan dengan mengirimkan sejumlah data dari lapangan dan diterima oleh stasiun pemantau. Beberapa variabel yang dihasilkan dari sistem pemantauan yaitu tanggal, waktu, suhu, kelembaban, kadar gas amonia dan efek kesehatan sebagai aturan mengenai batasan paparan gas amonia. Hasil perbandingan antara data yang dikirim dan data yang diterima memiliki error sebesar 0% sehingga dapat dipastikan tidak ada data yang hilang atau bertambah. Hal ini menunjukkan bahwa sistem berjalan dengan baik.

Kata kunci : Gas amonia, Sensor MQ-135, Algoritma berbasis aturan, Basis data, Jaringan WiFi.

PENDAHULUAN

Udara berperan penting untuk kehidupan setiap makhluk hidup di permukaan bumi yang terdiri dari berbagai gas. Manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan tidak dapat melangsungkan kehidupannya tanpa udara. Dalam menunjang kehidupannya, berbagai kondisi dan aktivitas yang dilakukan manusia umumnya menghasilkan dan mengeluarkan zat atau partikel yang ditebarkan ke udara. Dampak dari berbagai aktivitas tersebut akan menimbulkan terjadinya pencemaran udara. Gas amonia merupakan salah satu gas yang berperan dalam menimbulkan pencemaran udara [1].

Gas amonia merupakan gas yang tidak memiliki warna dan bau yang ditimbulkan sangat menyengat. Akibat paparan gas amonia dalam kadar yang cukup tinggi dapat menyebabkan batuk dan iritasi terhadap sistem pernapasan [2]. Gas amonia (NH_3) di atmosfer terbentuk melalui siklus nitrogen. Jika di atmosfer terkandung amonia yang berlebihan akan berbahaya bagi manusia dan ekosistem. Batas ambang kadar amonia di udara hanya 25 ppm bagi manusia [3]. Namun demikian, amonia banyak diproduksi dan dimanfaatkan di banyak industri kimia dan medis, industri otomotif, serta pemantauan di peternakan [4].

Sejauh ini metode yang digunakan dalam pemantauan kadar gas amonia adalah dengan menggunakan sistem pengukuran jarak jauh atau biasa disebut sistem telemetri. Sistem telemetri tersebut digunakan karena dapat melakukan pengukuran jarak jauh, sehingga ketika dilakukan pengukuran tidak harus berada pada titik pengukuran tersebut yang selanjutnya hasil pengukuran dikirimkan ke stasiun pemantauan untuk dievaluasi menggunakan media nirkabel atau melalui *WiFi* [5]. Penggunaan *wireless sensor system* menjadi pemantau yang dapat mengurangi masalah kompleks pencemaran udara dengan pembacaan data yang diperoleh lebih cepat dan efisien [6].

Pembacaan sensor diterjemahkan menggunakan mikrokontroler yang akan mengubah bentuk sinyal analog ke bentuk sinyal digital sehingga dapat menampilkan data

berupa besar kadar gas amonia dalam ppm. Data ini akan diterjemahkan dengan menampilkan situasi ambang bahaya yang dihasilkan disetiap kadarnya berdasarkan algoritma berbasis aturan mengenai efek kesehatan akibat paparan gas amonia.

DASAR TEORI

Karakteristik Gas Amonia

Gas amonia dengan kadar yang sangat rendah menimbulkan bau yang tajam, khas dan sangat menyengat. Pada tingkat kadar sedang, gas amonia dapat mengiritasi mata dan saluran pernapasan. Sedangkan pada kadar tinggi, dapat menyebabkan ulkus pada mata dan iritasi parah pada saluran pernafasan [7]. Berikut tabel efek kesehatan yang ditimbulkan tiap kadar gas amonia.

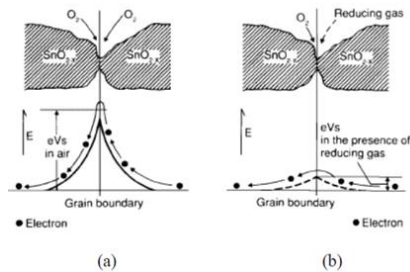
Tabel 1. Data efek kesehatan dari amonia [7]

Kadar (ppm)	Respon kesehatan
24 – 50	Iritasi mata dan saluran pernapasan atas setelah sepuluh menit paparan.
51 – 130	Iritasi hidung dan tenggorokan.
500 – 1720	Perubahan tingkat pernapasan dan timbul batuk.
2500 – 6500	Sesak napas dengan cepat, luka bakar (mata, wajah, dan mulut)
Diatas 10.000	Edema paru, berpotensi fatal akumulasi cairan di paru-paru dan kematian.

Sensor Gas Tipe Semikonduktor

Sensor gas amonia merupakan salah satu tipe semikonduktor yang tersusun dari bahan detektor gas dari sensor gas semikonduktor adalah metal oksida, khususnya senyawa SnO_2 [8]. Pada kondisi udara normal ditunjukkan Gambar 1(a), permukaan bahan semikonduktor diselimuti

oleh lapisan oksigen yang terserap dalam bentuk muatan negatif [7].



Gambar 1. (a) Pembentukan potensial penghambat tanpa gas yang pereduksi, (b) Pengurangan potensial penghambat dengan adanya gas pereduksi

Ketika ada gas pereduksi pada Gambar 1(b), kerapatan oksigen yang terserap dalam bentuk muatan negatif pada permukaan semikonduktor sensor menjadi berkurang, sehingga ketinggian penghalang pada batas antar butir berkurang. Ketinggian penghalang yang berkurang menyebabkan berkurangnya resistansi sensor [9].

Telemetri

Telemetri merupakan sistem informasi penginderaan dan pengukuran pada suatu lokasi tertentu yang kemudian informasi tersebut dikirimkan ke lokasi pusat/stasiun [10]. Dalam setiap aplikasi pemantauan menggunakan berbagai sensor untuk mendapatkan beberapa data. Data tersebut kemudian dikirimkan ke stasiun penerima terpendek yang nanti akan dianalisa [11].

Wireless Sensor Network (WSN)

WSN pada dasarnya adalah menggabungkan proses sensing, pengendalian dan komunikasi menjadi satu alat yang disebut dengan sensor node. WSN tidak berkomunikasi secara langsung dengan Base Station Controller (BSC). data dari setiap aplikasi WSN mengalami proses akuisisi data sehingga menghasilkan informasi yang dapat dikirimkan kepada user melalui berbagai macam jaringan

distribusi informasi baik melalui jaringan wireless maupun wireland [12].

Wireless Fidelity (WiFi)

WiFi adalah singkatan dari Wireless Fidelity, yaitu seperangkat standar Wireless Networking tanpa kabel, hanya dengan komponen yang sesuai dapat terkoneksi ke jaringan yang ditetapkan oleh IEEE. Ada beberapa komponen utama pada jaringan WiFi yang harus ada pada suatu sistem networking, antara lain: Access point, Wireless-LAN Device, Mobile/Desktop PC dan Ethernet LAN [13].

Mikrokontroler Atmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 merupakan mikrokontroler Atmel yang tergolong dalam keluarga AVR. Mikrokontroler ini memiliki arsitektur RISC 8 bit, di mana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit dan sebagian besar instruksi dapat dieksekusi dalam satu detak. [14].

Komunikasi Serial USART

Komunikasi serial merupakan cara menghantarkan data dengan mentransfer bit demi bit sebanyak 8 kali untuk 1 byte data yang hanya membutuhkan satu konduktor saja. Perangkat yang melakukan konversi paralel ke serial dan konversi serial ke paralel salah satunya disebut USART (Universal Synchronous and Asynchronous Serial Receiver and Transmitter) [15]. USART memiliki fleksibilitas yang tinggi, yang dapat digunakan untuk melakukan transfer data baik antar mikrokontroler maupun dengan modul-modul eksternal termasuk PC yang memiliki fitur UART. USART memiliki transmisi data baik secara synchronous maupun asynchronous [16].

Analog to Digital Converter (ADC)

ADC yang dimiliki ATmega8535 mempunyai 8 buah saluran masukan analog yang termultipleks, serta mempunyai resolusi hingga 10 bit [13]. Fitur ADC internal inilah yang menjadi salah satu kelebihan

mikrokontroler ATmega8535 bila dibandingkan dengan beberapa jenis mikrokontroler yang lain. Dengan adanya *ADC internal* ini kita tidak akan direpotkan lagi dengan kompleksitas *hardware* saat membutuhkan proses perubahan sinyal dari *analog* ke *digital* seperti yang harus dilakukan jika kita memakai IC *ADC* eksternal [16].

Sistem Berbasis Aturan

Basis aturan terdiri dari beberapa pengkodean dari sistem domain untuk keahlian. Basis aturan ini dibuat berdasarkan sebuah algoritma sebagai langkah-langkah dalam penetapannya. Basis aturan sering digunakan sebagai dasar untuk melakukan sebuah tindakan agar tindakan tersebut berjalan sesuai dengan yang telah ditetapkan. Urutan untuk menjalankan aturan ini dapat dinyatakan dalam bentuk :

If <condition>then<actions>

jika kondisi benar maka tindakan dijalankan.

Mesin kesimpulan yang memeriksa aturan, tindakan dijalankan kalau informasi yang telah ditetapkan oleh pengguna sesuai dengan kondisi dalam aturan [17].

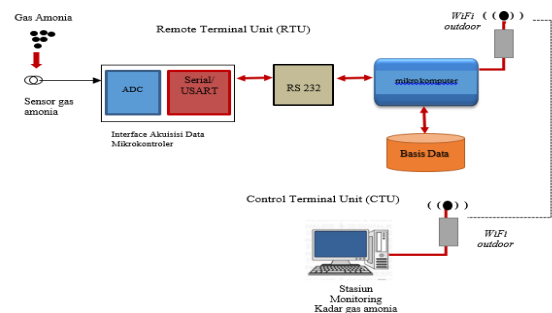
METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan pengembangan studi literatur (studi pustaka) sebagai tahap awal kemudian dilanjutkan dengan 4 tahap berikutnya. Tahap kedua yang dilakukan yaitu mendesain sistem telemetri yang terbagi menjadi dua bagian. Pertama, mendesain sistem *Remote Terminal Unit* (RTU) yang terdiri dari berbagai peralatan dan bahan pendukung antara lain kotak instrumen, tabung sensor, tiang penyangga dan *WiFi outdoor*. Kedua, pembuatan sistem minimum mikrokontroler dan RS232 untuk pembacaan *ADC* (*Analog to Digital Converter*) dan komunikasi serial. Tahap ketiga yaitu melakukan uji coba sistem minimum mikrokontroler untuk pembacaan *ADC* dari sensor gas amonia dan dilanjutkan pengujian

sistem komunikasi serial pada *WiFi*. Tahap keempat adalah pengkonversian nilai ppm dari nilai tegangan yang dihasilkan sensor gas amonia. Tahap kelima yaitu membuat sistem basis data dan antarmuka (*interface*) yang berfungsi untuk menyimpan dan menampilkan data yang terdiri dari nilai keadaan suhu, kelembaban dan kadar gas amonia.

Diagram Visualisasi Sistem

Gambar 2. Diagram visualisasi sistem

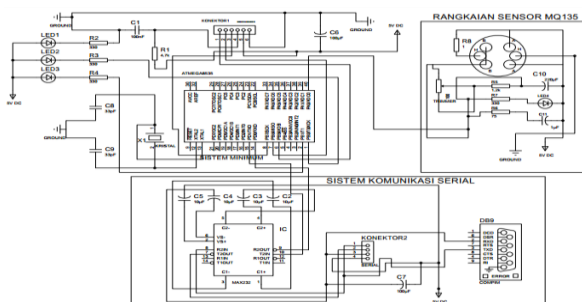


Desain visualisasi sistem pemantauan kadar gas amonia dapat dilihat pada Gambar 2. Dari gambar tersebut terbagi menjadi dua bagian yang terdiri dari *Remote Terminal Unit* (RTU) yaitu berfungsi untuk pengambilan data di lapangan dan *Control Terminal Unit* (CTU) berfungsi untuk pemantauan data yang telah didapat dari lapangan. Pada bagian RTU terdapat sensor gas amonia yang terhubung ke sebuah mikrokontroler. Keluaran sensor tersebut berupa kadar gas amonia yang diubah menjadi tegangan. *ADC* berfungsi untuk membaca sinyal berupa tegangan analog dan oleh mikrokontroler tegangan tersebut diubah menjadi data digital. Data yang sudah terbaca oleh mikrokontroler dikirim melalui sistem komunikasi serial. Komunikasi serial ini menggunakan protokol RS232, dimana protokol ini mengubah level tegangan yang bisa diterjemahkan oleh mikrokontroler. Pengiriman komunikasi data serial akan menyimpan hasil data yang diperoleh dari pemantauan di lapangan ke dalam sebuah basis data. Basis data akan menyimpan beberapa variabel diantaranya yaitu waktu, kadar gas

amonia, suhu dan kelembaban sebagai variabel pendukung. Jaringan *WiFi* digunakan sebagai media transfer basis data dari mikrokomputer di titik pemantauan ke PC server di titik pengamatan. Antarmuka penampil dibuat dengan bahasa pemrograman *php* dan *HTML* sehingga untuk menampilkan basis data dari mikrokomputer di titik pemantauan, digunakan basis data pada PC server dengan memasukan alamat IP address dari mikrokomputer yang menyimpan basis data dari gas amonia yang terpantau. Pada bagian CTU terdiri dari PC server yang mengakses sebuah basis data. Basis data yang dikirimkan dari RTU ditampilkan ke stasiun monitoring berupa kadar gas amonia yang diterjemahkan berdasarkan algoritma mengenai aturan tentang efek kesehatan yang ditimbulkan oleh besar kadar yang dipantau sebagai sebuah sistem kecerdasan dengan mengaksesnya menggunakan *web browser* yang ada pada PC server.

Rangkaian dan Sistem Akuisisi Data

Sistem yang digunakan pada penelitian ini yaitu rangkaian dari mikrokontroler yang digunakan untuk membaca sensor gas amonia dengan mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital oleh ADC dan komunikasi data serial. Komunikasi data serial ini dilakukan antara mikrokontroler dengan sebuah PC menggunakan protokol RS232 yang akan mengubah level tegangan yang bisa dibaca oleh mikrokontroler.



Gambar 3. Sistem komunikasi data

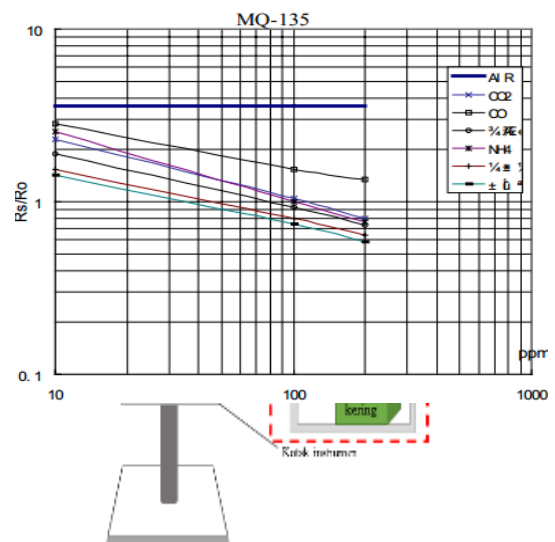
Pada Gambar 3 terdapat IC MAX232 dalam sistem komunikasi serial yang berfungsi untuk mengubah tegangan dari port serial PC 12 volt ke level tegangan TTL 5 volt. Adanya tegangan yang diubah tersebut karena tegangan

yang dihasilkan dari *comport* PC sebesar 12 volt, sedangkan tegangan kerja yang digunakan IC MAX232 sebesar TTL 5 volt. Pada IC MAX232 terdapat kaki RE yang dihubungkan pada sebuah *ground* yang berarti bahwa PC sebagai *master* akan selalu siap menerima data secara *default*. Ujung kabel data diberikan hambatan supaya sinyal tidak memantul.

Rancangan Desain Sistem Wireless Sensor System

Wireless sensor system pemantau kadar gas amonia dengan menggunakan jaringan *WiFi* ini dimulai dengan mendesain sistem tersebut menjadi beberapa bagian. Pada bagian RTU terdiri dari penyangga yaitu tiang utama, kotak besi sebagai tempat peralatan untuk pengambilan data kadar gas amonia, tabung besi sebagai tempat sensor gas dan tiang pemancar *WiFi outdoor*. Beberapa bagian tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. Desain sistem RTU

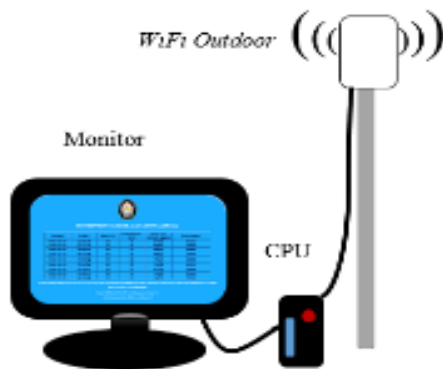


Dalam sistem pemantauan kadar gas amonia ini terdapat stasiun pengamatan yang bekerja sebagai pusat pemantauan data yang didapat dari titik pemantauan di lapangan. Pada bagian sistem CTU ini berada terpisah dari titik pemantauan. Peralatan yang dibutuhkan untuk membangun sistem RTU terdiri dari sebuah PC (*personal computer*) dan *WiFi outdoor*. Desain

sistem penerima ini dapat dilihat pada Gambar 5. *WiFi outdoor* bekerja sebagai penerima sinyal dari titik pemantauan agar data kadar gas amonia dari titik pemantauan dapat diterima. Kemudian data yang telah diterima ditampilkan pada sebuah PC menggunakan *web browser* yang dapat diakses dari PC tersebut dengan cara memasukkan alamat IP *address* dari mikrokomputer yang terpasang di titik pengamatan.

Gambar 5. Desain sistem penerima

HASIL DAN PEMBAHASAN



Hasil Konversi Nilai Kadar Gas Amonia

Proses konversi tegangan ke ppm ini sangat dibutuhkan, karena nilai pembacaan yang dihasilkan sensor masih dalam bentuk nilai bit atau tegangan, sehingga konversi diperlukan untuk mendapatkan pembacaan nilai kadar gas amonia dalam bentuk ppm (*part per million*). Langkah awal dalam konversi ini yaitu mengambil data dari grafik *datasheet* sensor MQ-135 mengenai *Rs/Ro* terhadap kadar gas amonia dalam ppm yang ditunjukkan pada Gambar 6.

Gambar 6. Grafik sensitivitas *Rs/Ro* (terhadap kadar gas amonia (ppm))

Dari data tersebut dapat diketahui nilai sensitivitas sensor MQ-135 untuk melakukan konversi dari ADC ke ppm dengan menghitung tiap kenaikan dari *Rs/Ro* terhadap kadar gas amonia (ppm) yang dibuat grafik untuk

mendapatkan persamaan $y=ax^b$. Nilai $y = 6,8323 x^{-0,407}$ adalah nilai yang akan digunakan untuk konversi tegangan ke ppm dengan x sebagai kadar gas amonia dalam ppm dan y sebagai nilai *Rs/Ro*. Setelah diperoleh nilai *Rs/Ro* tegangan bisa dikonverikan menjadi nilai ppm menggunakan persamaan dari grafik yaitu $y = 6,8323 x^{-0,407}$ menjadi persamaan $ppm=(6,8323/(Rs/Ro))^{2,457}$ yang kemudian akan dimasukkan ke dalam program akuisisi data.

Hasil Akuisisi Data Sensor

Sistem akuisisi data sensor dilakukan untuk mendapatkan nilai kadar sesungguhnya merupakan pembacaan nilai tegangan yang dihasilkan oleh sensor MQ-135 berupa tegangan analog sebesar 0-5 V diterjemahkan dalam bilangan biner 0-1024 melalui ADC.

Aplikasi program akuisisi data ditampilkan pada Gambar 7. Pada gambar tersebut merupakan tampilan program ketika menjalankan proses akuisisi data. Beberapa informasi yang didapat dari Gambar 7 sebagai berikut :

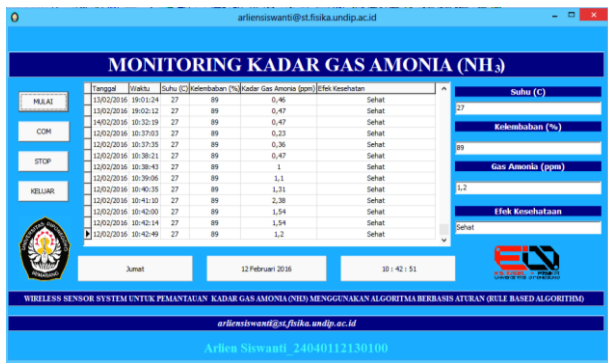
- Tombol *Button* bagian kiri digunakan untuk memulai menjalankan program akuisisi data sekaligus menyimpan data ke dalam basis

Tanggal	Waktu	Suhu (C)	Kelembaban (%)	Kadar Gas Amonia (ppm)	Efek Kesehatan
2018-02-18	14:18:01	27	89	0.84	Selamat
2018-02-18	14:17:41	27	89	0.74	Selamat
2018-02-18	14:17:19	27	89	0.91	Selamat
2018-02-18	14:16:56	27	89	1.40	Selamat
2018-02-18	14:16:30	27	89	1.66	Selamat
2018-02-18	14:15:45	27	89	1.40	Selamat
2018-02-18	14:14:01	27	89	1.31	Selamat
2018-02-18	14:13:31	27	89	0.93	Selamat
2018-02-18	14:13:00	27	89	0.95	Selamat
2018-02-18	14:12:09	27	89	0.33	Selamat

data, pengaturan *comport* untuk mengatur komunikasi serial dan pemilihan *baud rate*, berhenti melakukan akuisisi data dan keluar dari program akuisisi.

- Bagian tengah terdapat tabel hasil penyimpanan data ke dalam basis data. Tabel tersebut berisikan Tanggal, Waktu, Suhu (°C), Kelembaban (%), Kadar Gas Amonia (ppm) dan Efek kesehatan.

- Kolom sebelah kanan menunjukkan nilai yang terbaca diantaranya yaitu Suhu (°C), Kelembaban (%), Kadar Gas Amonia (ppm) dan Efek kesehatan.
- Bagian bawah tabel terdapat panel-panel yang menunjukkan waktu akuisisi data yang terdiri dari Hari, Tanggal dan Waktu terkini.



Gambar 7. Aplikasi program akuisisi data

Hasil Penampil Akuisisi Data

Data hasil akuisisi yang telah dibuat dengan pemrograman komputer disimpan pada basis data yang kemudian dikirimkan oleh RTU melalui jaringan *WiFi Outdoor* ke CTU secara terus-menerus sehingga data dapat dipantau setiap waktunya. Aplikasi penampil akuisisi data tersebut dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman *php* dan *HTML* yang memuat informasi mengenai tanggal, waktu, suhu, kelembaban, kadar gas amonia dan efek kesehatan.

Untuk menampilkan hasil akuisisi yang tersimpan pada basis data tersebut, PC pada bagian CTU hanya perlu mengaksesnya melalui *web browser* dengan memasukkan alamat IP *192.168.1.11/wsn/wsn.php* yang merupakan alamat IP dari mikrokomputer sebagai penyimpan data di bagian RTU. Aplikasi ini ditunjukkan pada Gambar 8.

Gambar 8. Aplikasi program penampil akuisisi data

Hasil Pengujian Sistem Komunikasi Data

Data hasil akuisisi yang telah disimpan dalam basis data dikirimkan melalui jaringan *WiFi* dari RTU ke CTU. Protokol TCP/IP dimanfaatkan dalam pengiriman dan penerimaan data hasil akuisisi yang terdapat pada *WiFi* maka komunikasi data telemetri dapat berjalan dengan baik. Pengujian sistem komunikasi data dilakukan dengan mengirimkan sejumlah data dari bagian RTU ke CTU yang dapat ditampilkan pada Tabel 2. Data yang dikirim merupakan data yang tersimpan pada basis data dengan variabel tanggal, waktu, suhu, kelembaban, kadar gas amonia dan efek kesehatan. Data yang diterima dapat ditampilkan dengan mengaksesnya melalui *web browser* pada PC.

Cara melakukan validasi hasil pengujian komunikasi data yaitu membandingkan data yang dikirim oleh RTU dengan data yang diterima oleh CTU pada waktu yang sama dan dalam jumlah data yang sama. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa data yang dikirim dengan data yang diterima memiliki *error* sebesar 0 %. Hal ini berarti bahwa komunikasi data antara perangkat *WiFi Outdoor* berjalan dengan baik karena tidak terdapat data yang hilang maupun terlewatkan.

Tabel 2. Perbandingan data dalam pengujian komunikasi

Tanggal	Waktu	Data dikirim (ppm)	Data diterima (ppm)
12-02-2016	14:18:01	0,82	0,82
12-02-2016	14:17:41	0,74	0,74
12-02-2016	14:17:19	0,91	0,91
12-02-2016	14:16:56	1,10	1,10
12-02-2016	14:16:30	1,66	1,66
12-02-2016	14:15:46	1,20	1,20
12-02-2016	14:14:01	1,31	1,31

12-02-2016 14:13:31 0,53 0,53

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem akuisisi data sensor gas amonia (NH₃) dapat direalisasikan menggunakan antarmuka komputer dan bahasa pemrograman komputer dengan komunikasi serial *comport* yang menghubungkan antara rangkaian sensor gas amonia MQ-135 dengan komputer, hasil akuisisi data dapat disimpan ke dalam basis data dengan variabel antara lain : tanggal, waktu, suhu, kelembaban, kadar gas amonia dan efek kesehatan.
2. Hasil pengujian antara basis data RTU dan CTU dari sistem yang dibuat menunjukkan *error* 0% sehingga komunikasi sistem dikatakan berjalan dengan baik yang terlihat pada pengiriman data yang dikirimkan sama dengan data yang diterima.
3. Algoritma komputer berbasis aturan bisa diimplementasikan dalam sistem telemetri pembacaan kadar gas amonia untuk mengetahui status bahaya paparan dari gas amonia tersebut.

SARAN

Dari penelitian yang dilakukan diberikan beberapa saran antara lain:

1. Penggunaan sumber daya mandiri dengan menggunakan panel surya untuk pemantauan di lapangan.
2. Pengujian data sebaiknya dilakukan dengan melakukan kalibrasi terhadap alat pengukur standar, sehingga didapatkan data yang memiliki ketelitian tinggi.
3. Media komunikasi pengiriman data bisa dikembangkan dengan menggunakan jaringan internet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Sastrawijaya, A. T., 2000, *Pencemaran Lingkungan*, Jakarta, Rineka Cipta.
- [2]. Meirinda, 2008. Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kualitas Udara Dalam Rumah di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Kelurahan Terjun Kecamatan Medan Marelan, *Tesis*, Medan, USU.
- [3]. Timmer, B., Olthuis, W., dan Van edn Berg, A., 2005, Ammonia Sensors and Their Application, *Sensors and Actuators B*, Nomor 107, 666677.
- [4]. Tang, Y., Li, Z., Zu, X., Ma, J., Wang, L., Yang, L., Du, B., dan Yu, Q., 2015, Room - Temperature NH₃ Gas Sensors based on Ag-doped γ -Fe₂O₃/SiO₂ Composite Films with Sub-ppm Detection Ability, *Journal of Hazardous Materials* , 298 154–161.
- [5]. Krejcar, O., 2011, *Modern Telemetry*, Intech, Croatia.
- [6]. Richards, M., Yajie, M., Ghanem, M., Guo, Y. dan Hassard, J., 2008, Air Pollution Monitoring and Mining Based on Sensor Grid in London, *Sensors*, Vol. 8(6), 3601-3623.
- [7]. *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)*, 1992, Department of Helath and Human Services, U.S.
- [8]. Pinem, M., 2010, Analisis Kemurnian Premium dengan Sensor Gas TGS 2620, *Skripsi*, Medan: Universitas Sumatra Utara.
- [9]. Adela, V., Hendrick, dan Aisuwarya R., 2014, Identifikasi Diabetes Melalui Bau Urine dengan Sensor Gas Menggunakan Metoda Pembelajaran Multilayer Percetron, *Skripsi*, Padang, Politeknik Negeri Padang.
- [10]. Bailey, D., 2003, *Practical Radio Engineering and Telemetry for Industri*, Oxford, Newnespress.
- [11]. Ibrahim, D., dan Sadikoglu, F., 2014, Teaching Radio Telemetry Using Microcontrollers with Low Power Radio Devices, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Volume 182, Pages 686-691.

- [12]. Lewis, F.L., 2004, *Wireless Sensor Network*, Arlinton, University of Texas.
- [13]. Priyambodo, T. K., dan Heriadi, D., 2005, *Jaringan Wi-Fi Teori dan Implementasi*, Yogyakarta, Penerbit Andi.
- [14]. Wardhana, L., 2006, *Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535*, Yogyakarta, Penerbit ANDI.
- [15]. Syahrul, 2012, *Mikrokontroler AVR ATmega8535*, Bandung, Informatika.
- [16]. Bejo, A., 2008, *C & AVR, Rahasia kemudahan bahasa C dalam mikrokontroler ATmega8535*, Yogyakarta, Graha Ilmu.
- [17]. Griffin, N. L., dan Lewis, F. D. 1993, *A Rule Base Inference Engine Optimal and VLSI Implementable*, Lexington, Computer Science Dept. University of Kentucky.

