

PERANCANGAN SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA MENGUNAKAN MODUL RF (RADIO FREQUENCY) XBEE

Hanif Baskara, Endah Rahmawati

Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Surabaya
e-mail : hanifbaskara@gmail.com

Abstrak

Monitoring kualitas udara merupakan suatu kegiatan pengamatan lapangan untuk mengetahui kondisi udara yang dilakukan secara kontinyu dalam waktu tertentu. Sebagai upaya mengetahui tingkat pencemaran udara dan meningkatkan kualitas instrumen monitoring, maka dalam penelitian ini peneliti merancang alat berbasis nirkabel untuk pengukuran dan pembacaan tingkat pencemaran udara yang mampu mengirimkan bacaan hasil ukur dari instrumen monitoring ke tempat lain yang dikehendaki. Penelitian ini merupakan penelitian berbasis *laboratory work* dan mempelajari relevansi antara suhu, kelembaban udara, gas karbon dioksida dan gas karbon monoksida sebagai parameter kondisi fisis lingkungan. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa hasil pengamatan suhu dan kelembaban relatif memiliki keterkaitan satu sama lain, dimana ketika suhu meningkat maka kelembaban relatif cenderung menurun. Hasil ukur rata-rata kadar gas karbon dioksida yang diperoleh selama tiga hari pengukuran di Laboratorium Elektronika Dasar dan Instrumentasi Jurusan Fisika memiliki nilai 266 - 291 ppm, dan hasil ukur rata-rata kadar gas karbon monoksida yang diperoleh selama tiga hari di tempat yang sama memiliki nilai 3 - 5 ppm.

Kata kunci : Kelembaban Relatif, Karbon Dioksida, Karbon Monoksida.

Abstract

Air quality monitoring is an activity field observations to determine the condition of the air which is done continuously in a specified time. In an effort to determine the level of air pollution, a wireless-based tool was designed for reading levels of air pollution and transmitting it to another device or PC. This research is based on laboratory work and study of relevance between temperature, humidity, carbon dioxide and carbon monoxide gas as the physical condition of the environmental parameters. The results obtained in this study indicate that the observed temperature and relative humidity dependent each other, wherein when the temperature increases, the relative humidity tends to decrease. The results of measuring the average concentration of carbon dioxide gas measurements obtained during three days in Basic Electronics and Instrumentation Laboratory of the Department of Physics has a range of 266-291 ppm, and the average results of measuring carbon monoxide gas levels obtained during three days in the same place have a range of 3-5 ppm.

Keywords: Relative Humidity, Carbon Dioxide, Carbon Monoxide.

PENDAHULUAN

Monitoring kualitas udara merupakan satu kegiatan pengamatan untuk mengetahui kondisi udara yang dilakukan secara kontinyu dalam kurun waktu tertentu. Dalam penelitian ini, monitoring kualitas udara yang dilakukan untuk mengetahui jenis polutan dan tingkat pencemaran udara. Udara yang tercemar mengandung karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), hidrokarbon (HC), dan partikulat (Wardhana, 2004:31) yang dapat mengganggu kesehatan manusia.

Perubahan tingkat pencemaran udara dimungkinkan dapat berpengaruh terhadap beberapa faktor lain, seperti kelembaban udara dan suhu. Ketika satu tempat memiliki tingkat pencemaran tinggi, maka dapat mengakibatkan peningkatan suhu udara di sekitar tempat tersebut. Ketika suhu di satu tempat mengalami peningkatan, maka kelembaban udara akan mengalami penurunan.

Sedangkan ketika suhu di satu tempat mengalami penurunan, maka kelembaban udara akan mengalami peningkatan.

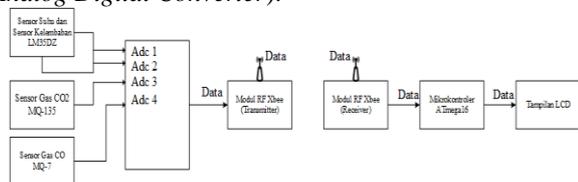
Untuk mengetahui seberapa besar tingkat pencemaran udara, maka diperlukan instrumen monitoring yang dapat menunjukkan hasil monitoring secara kualitatif dan kuantitatif yang dapat diandalkan. Telah banyak alat monitoring lingkungan yang beredar, baik itu alat monitoring yang berbasis kabel maupun tanpa kabel (nirkabel). Sebagai contoh adalah alat monitoring berbasis kabel dipasang pada beberapa tempat di kota-kota besar yang memiliki tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi. Alat tersebut memiliki keterbatasan hanya dapat memantau kondisi udara di tempat-tempat, di mana alat monitoring itu dipasang. Sedangkan alat monitoring berbasis nirkabel memiliki kelebihan dibandingkan alat monitoring berbasis kabel dalam hal informasi hasil pengukuran dapat dikirimkan ke tempat lain yang jauh

sehingga monitoring dapat dilakukan dari jarak jauh (*remote sensing*).

Penerimaan informasi hasil pengukuran kualitas udara dengan teknik monitoring berbasis nirkabel memiliki keunggulan dibanding monitoring berbasis kabel. Hal ini dapat diketahui bahwa monitoring berbasis nirkabel tidak memerlukan pengamat yang selalu siap di tempat untuk mencatat hasil pengukuran, melainkan cukup pada awal pemasangan alat. Sedangkan monitoring berbasis kabel membutuhkan pengamat yang secara rutin mencatat hasil pengukuran karena hasil informasinya tidak dapat diketahui di tempat lain yang tidak memiliki alat tersebut. Kelebihan lain dari monitoring berbasis nirkabel dapat ditempatkan pada wilayah yang memiliki risiko pencemaran yang tinggi, sehingga tidak memungkinkan pengamat untuk selalu berada di tempat tersebut. Sebagai contoh nyata dari keunggulan alat monitoring berbasis nirkabel seperti dalam penelitian Sugiarto, dkk (2009). Dalam penelitian tersebut pengamat melakukan pengamatan di beberapa tempat untuk mengetahui kondisi gas yang akan diamati (karbon dioksida dan karbon monoksida). Pada beberapa tempat yang akan diamati, pengamat cukup meletakkan sensor yang digunakan untuk mengamati kondisi jenis gas yang telah ditentukan yang terhubung modul pengirim data yang dapat mengirimkan hasil bacaan sensor tersebut. Dengan demikian pengamat dapat mengamati perubahan kondisi gas tanpa harus berada di setiap tempat yang terpasang sensor, namun cukup dengan berada pada tempat yang berfungsi sebagai tempat penerimaan hasil bacaan sensor yang dikirimkan oleh pengirim.

METODE

Alat monitoring yang akan dibuat dalam penelitian ini terdiri dari tiga buah sensor. Sensor pertama adalah sensor LM35DZ, yaitu sebuah piranti elektronika yang berfungsi sebagai pembaca perubahan suhu yang diukur dan sensor tersebut dimanfaatkan sebagai termometer. Sensor kedua adalah sensor kelembaban, yaitu sensor yang dirancang dengan memanfaatkan prinsip kerja dari psikrometer menggunakan dua sensor LM35DZ. Psikrometer merupakan alat pengukur kelembaban yang berbasis dua buah termometer (Wihantoro dkk, 2013). Sensor ketiga adalah sensor MQ-135 yang digunakan untuk mendeteksi kualitas udara berupa kadar gas CO₂. Masing-masing sensor akan dilengkapi dengan pengondisi sinyal yang sesuai sebelum dikirim ke ADC (*Analog Digital Converter*).



Gambar 1. Diagram alir penelitian

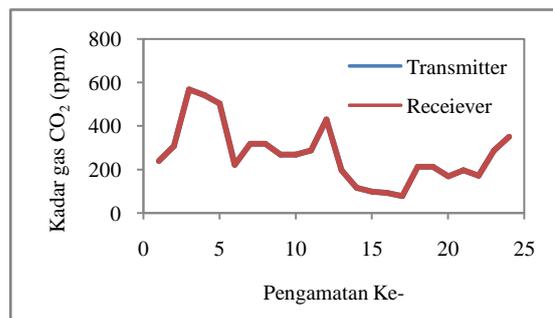
Data yang diperoleh dari masing-masing sensor di atas dihubungkan dengan mikrokontroler Atmega16. Dengan bantuan fitur ADC (*Analog-Digital Converter*) yang terdapat pada mikrokontroler Atmega16 data sinyal analog yang diperoleh dari masing-masing sensor dapat diubah menjadi data digital yang nantinya dapat diolah oleh mikrokontroler. Setelah mendapatkan data digital kemudian mengolah data tersebut agar sesuai dengan alat pembanding maupun data sheet dari masing-masing sensor.

Kemudian mengirimkan data yang telah diolah menggunakan modul RF Xbee yang dikendalikan dengan menggunakan komunikasi UART yang dimiliki oleh mikrokontroler Atmega16. Selanjutnya dilakukan proses *pairing* untuk melakukan komunikasi antar pemancar. Dalam penelitian ini terdapat dua bagian, yaitu satu pemancar sebagai *transmitter (server)* dan yang lainnya bertindak sebagai *receiver (client)*. Data yang dikirimkan oleh *server* akan diterima oleh *receiver* yang kemudian akan ditampilkan melalui LCD (**Gambar 1**).

Manipulasi kondisi lingkungan dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap perubahan suhu dan kelembaban udara. Beberapa faktor diatas merupakan kajian-kajian fisis yang dimungkinkan dapat dipengaruhi oleh perubahan kondisi pencemaran udara. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk mengetahui parameter kondisi lingkungan yang bersih sekaligus dapat mengetahui parameter kondisi lingkungan yang tercemar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

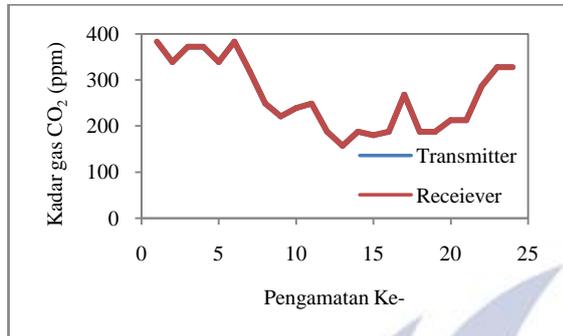
A. Pengamatan Gas Karbon Dioksida



Gambar 2. Grafik Pengamatan Gas Karbon dioksida Hari Pertama.

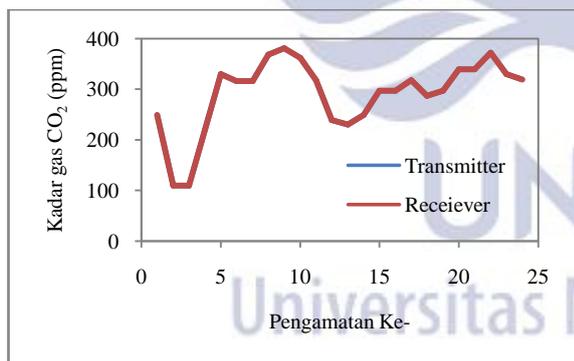
Pada hari pertama proses pengambilan data dimulai pada pukul 05:00 WIB sampai dengan 16:50 WIB. Dimana pengamatan data pertama dimulai pukul 05.00 WIB dan untuk pengamatan data selanjutnya memiliki selang waktu 30 menit. Jumlah data yang diambil pada pengamatan hari pertama ini sebanyak 24 data. Kondisi kadar gas karbon dioksida pada tempat yang diamati memiliki nilai terendah 77 ppm dan nilai terbesar 568 ppm. Pada pengamatan hari pertama pada pagi hari sekitar pukul 05:00 WIB sampai dengan pukul 07:00 WIB kadar gas karbon dioksida yang terbaca oleh alat rancangan terus mengalami peningkatan, karena pada jam

tersebut banyak mahasiswa yang beraktifitas di dalam laboratorium. Kemudian diatas jam 07:00 WIB sampai dengan pukul 10:20 WIB kondisi kadar gas dioksida yang terbaca mengalami penurunan dan relatif stabil, hal itu karena pada jam tersebut mahasiswa yang beraktifitas di laboratorium mengalami penurunan dibandingkan pada jam sebelumnya.



Gambar 3. Grafik Pengamatan Gas Karbon dioksida Hari Kedua.

Selanjutnya untuk hasil pengamatan kadar gas karbon dioksida hari kedua dilakukan sama halnya seperti pengamatan hari pertama, pengamatan pada hari kedua ini dilakukan mulai pukul 05:00 WIB sampai dengan 17:45 WIB. Jumlah data yang diambil sebanyak 24 data dan selang waktu tiap pengambilan data 30 menit. Nilai kadar gas karbon dioksida yang diperoleh pada hari kedua ini memiliki nilai terendah 157 ppm dan nilai terbesar 383 ppm. Pada pengamatan hari kedua kondisi gas karbon dioksida yang terbaca relatif stabil, hal ini disebabkan karena pada pengamatan hari kedua merupakan hari libur sehingga mahasiswa yang beraktifitas di dalam laboratorium cenderung sepi.



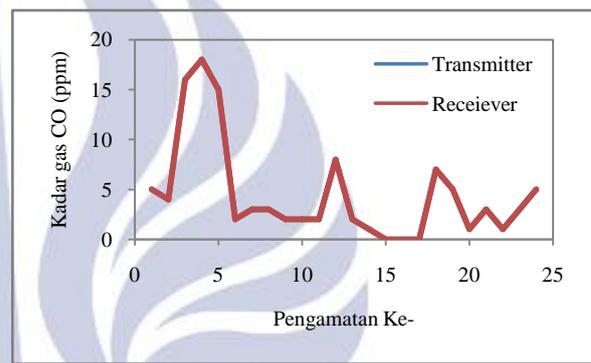
Gambar 4. Grafik Pengamatan Gas Karbon dioksida Hari Ketiga.

Untuk pengamatan pada hari ketiga pengamatan dimulai pukul 08:00 WIB sampai dengan 19:45 WIB. Jumlah data yang diambil sebanyak 24 data dan selang waktu tiap pengambilan data 30 menit. Nilai kadar gas karbon dioksida yang diperoleh memiliki nilai terkecil 110 ppm dan nilai terbesar 665 ppm. Pada pengamatan hari ketiga ini nilai kadar gas karbon dioksida yang terbaca cenderung stabil. karena pada pengamatan hari ketiga ini juga dilakukan pada hari libur. Sehingga aktifitas mahasiswa yang berada didalam laboratorium cenderung sepi.

Hasil proses pengiriman data karbon dioksida yang diperoleh selama tiga hari memperlihatkan hasil yang cukup baik karena seluruh data mampu dikirimkan dan diterima dengan baik tanpa adanya data yang hilang. Hal itu dapat terlihat pada ketiga buah grafik pengamatan hari pertama sampai hari ketiga data dari *receiever* selalu berhimpit dengan data yang diperoleh dari *transmitter*.

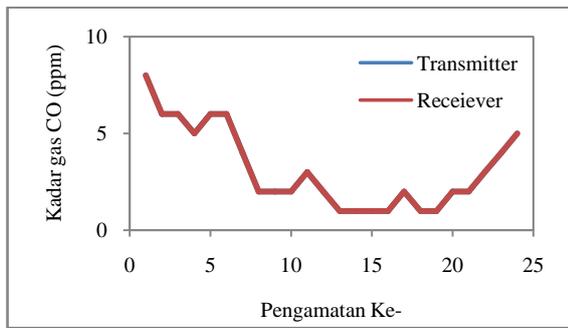
Jika dihitung kadar gas rata – rata untuk pengamatan per harinya, maka untuk pengamatan pada hari pertama diperoleh nilai kadar gas karbon dioksida sebesar 269 ppm, untuk hari kedua diperoleh nilai sebesar 266 ppm, untuk hari ketiga diperoleh nilai sebesar 291 ppm. Hasil rata – rata nilai pengamatan tersebut masih dalam batas ambang aman kadar gas karbon dioksida, karena batas ambang aman kadar gas karbon dioksida untuk suatu ruangan adalah di bawah 1000ppm (Baskoro dkk, 2011).

B. Pengamatan Gas Karbon Monoksida



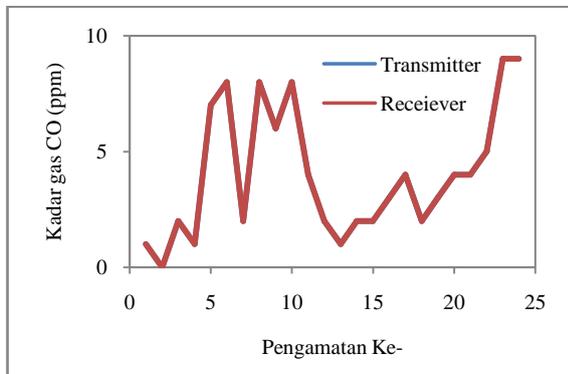
Gambar 5. Grafik Pengamatan Gas Karbon monoksida Hari Pertama.

Pada hari pertama proses pengambilan data dimulai pada pukul 05:00 WIB sampai dengan 16:50 WIB. Dimana pengamatan data pertama dimulai pukul 05.00 WIB dan untuk pengamatan data selanjutnya memiliki selang waktu 30 menit. Jumlah data yang diambil pada pengamatan hari pertama ini sebanyak 24 data. Kondisi kadar gas karbon monoksida pada tempat yang diamati memiliki nilai terkecil nol (0) ppm dan memiliki nilai terbesar 18 ppm. Pada pengamatan hari pertama ini kadar gas karbon monoksida tertinggi terekam pada pukul 06:00 WIB sampai dengan 07:00 WIB. Hal itu disebabkan pada jam tersebut adanya mahasiswa yang menyalakan rokok sehingga asap rokok yang keluar menyebabkan kadar gas monoksida yang terekam menjadi tinggi. Setelah diatas jam 07:00 WIB kadar gas karbon monoksida yang terekam relatif stabil dan cenderung lebih sedikit.



Gambar 6. Grafik Pengamatan Gas Karbon monoksida Hari Kedua.

Pada pengamatan hari kedua ini dimulai pada waktu yang sama dengan pengamatan hari pertama, yakni mulai pukul 05:00 WIB sampai dengan 17:45 WIB. Jumlah data yang diambil sebanyak 24 data dan selang waktu tiap pengambilan data 30 menit. Pada pengamatan hari kedua ini kadar gas karbon monoksida yang terekam cenderung stabil dan tidak mengalami peningkatan yang signifikan. Hal ini dikarenakan pada pengamatan hari kedua ini dilakukan pada hari libur. Hasil kadar gas karbon monoksida yang diperoleh pada pengamatan hari kedua ini memiliki nilai terkecil 1 ppm dan memiliki nilai terbesar 8 ppm.



Gambar 7. Grafik Pengamatan Gas Karbon monoksida Hari Ketiga

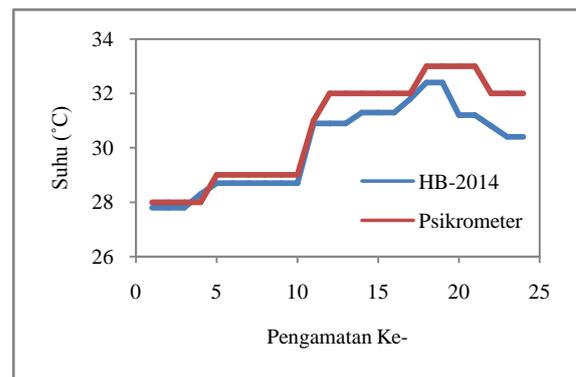
Sedangkan untuk pengamatan pada hari ketiga dimulai pukul 08:00 WIB sampai dengan 19:45 WIB. Jumlah data yang diambil sebanyak 24 data dan selang waktu tiap pengambilan data 30 menit. Hasil yang diperoleh untuk pengamatan hari ketiga ini memiliki nilai terendah nol (0) ppm dan memiliki nilai terbesar 16 ppm. Seperti halnya pada pengamatan hari kedua, pengamatan pada hari ketiga ini juga dilakukan pada hari libur. Sehingga kadar gas karbon monoksida yang terbaca relatif stabil dan tidak mengalami peningkatan yang signifikan.

Hasil proses pengiriman data karbon monoksida yang diperoleh selama tiga hari memperlihatkan hasil yang cukup baik karena seluruh data mampu dikirimkan dan diterima dengan baik tanpa adanya data yang hilang. Hal itu dapat terlihat pada ketiga buah grafik pengamatan hari pertama sampai hari ketiga data dari *receiever* selalu berhimpit dengan data yang diperoleh dari *transmitter*.

Jika dihitung kadar gas rata – rata untuk pengamatan per harinya, maka untuk pengamatan pada hari pertama diperoleh nilai kadar gas karbon monoksida sebesar 5 ppm, untuk hari kedua diperoleh nilai sebesar 3 ppm, untuk hari ketiga diperoleh nilai sebesar 5 ppm. Nilai rata-rata yang diperoleh masih dalam batas ambang aman, yaitu sebesar 25 ppm (Bachtiar dkk, 2013).

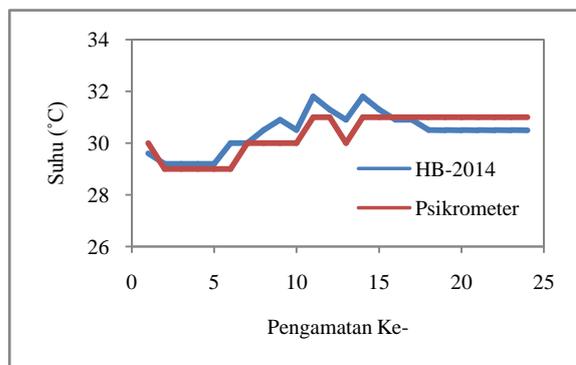
C. Pengamatan Suhu

Hasil pengamatan untuk hari pertama akan ditampilkan pada **Gambar 8**. Pada gambar tersebut terlihat bahwa nilai suhu yang diperoleh HB-2014 berkisar antara 28°C sampai dengan 32°C sedangkan untuk nilai suhu yang diperoleh Psikrometer berkisar antara 28°C sampai dengan 33°C. Perbedaan data hasil bacaan kedua alat tersebut terlihat sangat jelas pada data pengamatan ke-20 sampai dengan ke-24.



Gambar 8. Grafik Pengamatan Suhu Hari Pertama.

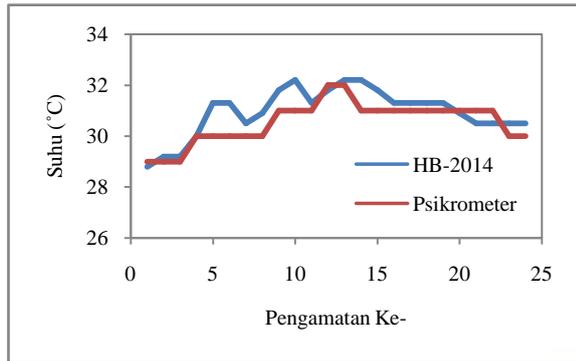
Selanjutnya untuk pengamatan suhu pada hari kedua (**Gambar 9**) juga dilakukan seperti pada pengamatan suhu hari pertama. Pada pengamatan hari kedua ini nilai suhu yang diperoleh HB-2014 berkisar antara 29°C sampai dengan 32°C sedangkan yang diperoleh Psikrometer berkisar antara 29°C sampai dengan 31°C. Pada **Gambar 9** terlihat bahwa perbedaan hasil bacaan tidak begitu drastis.



Gambar 9. Grafik Pengamatan Suhu Hari Kedua.

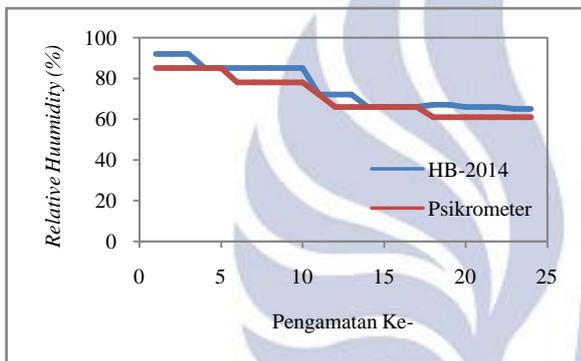
Proses pengamatan dan pengambilan data pada hari ketiga (**Gambar 10**) ini sama seperti pengamatan suhu sebelumnya. Nilai suhu yang diperoleh HB-2014 berkisar

antara 29°C sampai dengan 32°C, untuk nilai suhu yang diperoleh Psikrometer berkisar antara 29°C sampai dengan 31°C.



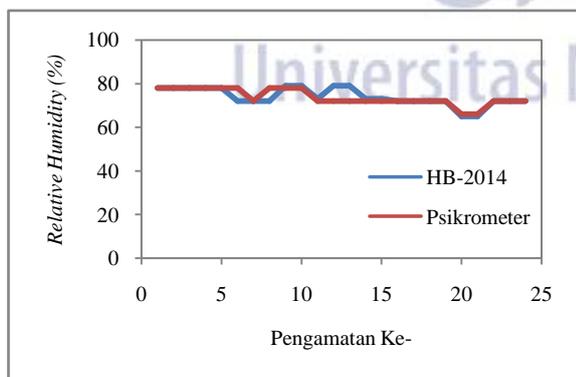
Gambar 10. Grafik Pengamatan Suhu Hari Ketiga.

D. Pengamatan Kelembaban Udara



Gambar 11. Grafik Pengamatan *Relative Humidity* Hari Pertama

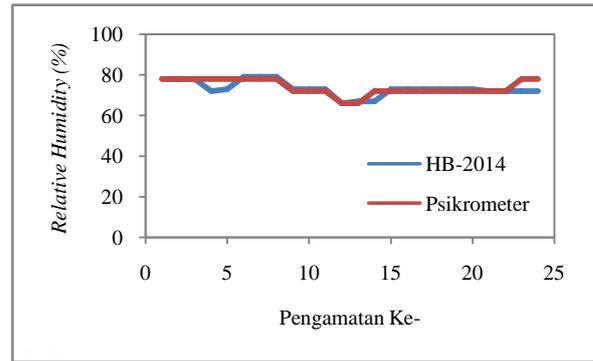
Hasil pengamatan untuk hari pertama (**Gambar 11**) menunjukkan bahwa nilai *relative humidity* berkisar antara 65% sampai dengan 92 % untuk hasil dari HB-2014 dan untuk Psikrometer berkisar antara 61% sampai dengan 85%.



Gambar 12. Grafik Pengamatan *Relative Humidity* Hari Kedua

Selanjutnya untuk hasil pengamatan hari kedua dapat dilihat pada **Gambar 12**. Pengamatan hari kedua

mendapatkan hasil bacaan *relative humidity* untuk HB-2014 sebesar 65% sampai dengan 79%, sedangkan hasil dari Psikrometer sebesar 66% sampai dengan 78%.



Gambar 13. Grafik Pengamatan *Relative Humidity* Hari Ketiga

Pengamatan hari ketiga (**Gambar 13**) memperoleh hasil bacaan *relative humidity* untuk HB-2014 sebesar 66% sampai dengan 79% dan untuk Psikrometer sebesar 66% sampai dengan 78%.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwasannya untuk pengamatan pada gas karbon dioksida dan gas karbon monoksida selama tiga hari pada tempat yang telah ditentukan memiliki nilai yang masih berada pada batas ambang aman untuk manusia.

Selanjutnya untuk pengamatan suhu dan kelembaban udara yang memanfaatkan sensor LM35DZ memiliki nilai bacaan yang relatif baik karena hasil bacaan yang diperoleh hampir mendekati alat pembanding yang digunakan.

Saran

Beberapa kendala teknis yang diperoleh dalam proses pengkalibrasian untuk sensor MQ-135 dan sensor MQ-7 adalah mencari alat pembanding yang memiliki cara pengujian yang sama dengan kedua sensor yang digunakan. Pengujian dengan ECOM-J2KN sebagai alat pembanding tidak dapat memberikan keakuratan hasil bacaan dari sensor yang digunakan. Selain kendala tersebut, penggunaan daya yang bertahan lama akan menjadikan alat monitoring ini menjadi *portable*.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan bantuan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bachthiar, Vera Surtia., Ferina, Liza. 2013. Studi Paparan Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) Di Lingkungan Kerja Petugas Parkir Dan Polisi Lalu Lintas Di Kota Padang. *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND* 10 (1) : 60-72. Universitas Andalas.
- Baskoro, Wisnu., Iwan Setiwan, Darjat. 2011. Sistem Pengaman dan Monitoring Kadar CO₂ Berlebih dalam Model Ruangan Berbasis Mikrokontroler ATMega8535. Makalah Seminar Tugas Akhir. Universitas Diponegoro.
- E, Iwan Muhammad., Sugiarto Bambang, Sakti Indra. 2009. Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN). *INKOM*, Vol.III, No. 1-2.
- Wardhana, Wisnu Arya. 2004. Dampak Pencemaran Lingkungan. ANDI. Yogyakarta.
- Wihantoro., Aziz, Abdullah N., Efendi, Mukhtar., Raharjo, Sukmaji A. 2013. Kinerja Inkubator Bayi dengan Pemanas Tanpa Listrik yang Dilengkapi Unit Pemantau Suhu dan Kelembaban Udara. *Indonesian Journal of Applied Physics*, Vol.3, No.1.