

Perancangan Sistem Monitoring Parameter Kualitas Udara (Suhu, CO, LPG dan Debu) berbasis IOT

Design of Air Quality Parameter Monitoring System (Temperature, CO, LPG and Dust) based on IOT

Jacson Victor Morin dan Darma Santi*

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Papua
Jl. Gunung Salju Amban, Manokwari; Kode Pos: 98214

*Email: d.santi@unipa.ac.id

ABSTRACT: Research has been carried out on the design of a monitoring system for air quality parameters (temperature, CO, LPG and dust) whose data is integrated in real time. The measuring instrument uses the Arduino Uno R3 microcontroller base. The MQ-9 and MQ-5 gas sensors are used to measure air pollution, while the LM35 and DSM 501A sensors are used for temperature and dust. This system is also connected with Xbee S2 as a data sender and receiver based on WIFI. The voltage source is connected to a 10 W solar panel which is regulated by the charger controller so that when the battery is full, the battery charging connection will be disconnected. The software used is Arduino IDE 1.8.1 and X-CTU. The data that can be measured by the tool is the level of air pollution of CO and LPG gas, air temperature and PM 2.5 particulates in the air. The measurement phase was tested with samples of gas (CO and LPG) as well as a heat source and a cold source for temperature. The test data shows that all sensors are able to detect the presence of CO and LPG gas, temperature differences and dust levels in the air and then display the data in real time.

Keywords: Arduino Uno R3, Xbee S2, MQ-9, MQ-5, LM35, DSM 501A

I. PENDAHULUAN

Udara merupakan komponen komponen lingkungan yang sangat penting dalam kehidupan dan perlu dipelihara kualitasnya. Kondisi kualitas udara dewasa ini semakin menampakkan kondisi yang sangat memprihatinkan. Sumber polusi udara dapat berasal dari berbagai kegiatan antara lain industri, transportasi, perkantoran dan perumahan. Berbagai kegiatan tersebut merupakan kontribusi terbesar bagi polusi udara yang secara sengaja maupun tidak sengaja dibuang ke lingkungan sekitar (Departemen Kesehatan, 2015). Pencemaran terjadi ketika kemampuan udara telah terlampaui untuk menerima zat-zat lain (Fardiaz, 2008).

Penentuan suatu wilayah akan kualitas udaranya merupakan hal yang tidak mudah dilakukan, dikarenakan biaya operasional pemantauan serta biaya analisis parameter kualitas udara yang tidak murah harganya. Data yang akurat serta *real time* juga merupakan faktor yang menjadi kendala dalam menentukan baik atau buruknya kualitas udara suatu wilayah. Salah satu solusi yang penulis ajukan yakni melakukan pemantauan kualitas udara secara *real time* dan *up to date* menggunakan sistem pengukuran otomatis. Sebagaimana telah banyak diterapkan dalam berbagai aplikasi, sistem sensor dan telemetri memungkinkan informasi yang diperoleh sensor dari lokasi yang jauh (*remote*), diketahui secara langsung (*real time*) dan kontinyu dari lokasi yang lain. Ditambah

dengan kemampuan *data logger* dalam menyimpan data untuk kurun waktu yang lama. Parameter yang dapat diukur secara langsung yaitu untuk parameter kualitas udara yaitu Suhu, kebisingan, CO, LPG serta Debu. Data implementasi dari sistem monitoring ini dikirim via Wifi melalui modul Xbee pengirim (*Transmitter*) ke modul Xbee penerima (*Receiver*), (Putu, 2015). Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis mendesain sistem monitoring untuk parameter kualitas udara (suhu, CO, LPG dan debu) berbasis Arduino Uno.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Rancangan penelitian

Pada penelitian ini Sistem pemantau lingkungan perairan dan udara yang dikembangkan menggunakan rancangan umum dari sistem yang dikembangkan. Pembuatan bagian bagian sistem monitoring ini dapat dilihat pada pembagian berikut:

2.1.1 Sistem sensor dan akuisisi data

Sensor adalah *device* yang berfungsi untuk mengubah besaran-besaran fisik yang ada di alam menjadi besaran listrik sehingga mampu diolah secara elektronika. Besaran yang diukur pada sistem monitoring ini yang dibangun terdiri atas pengukuran parameter air yaitu Suhu, *Carbon Monoksida* (CO), *Liquidified Petroleum Gas* (LPG) dan Debu

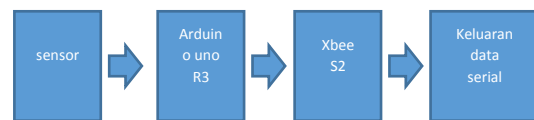
Keluaran dari sensor pada umumnya memiliki perubahan yang kecil dan cenderung tidak stabil sehingga membutuhkan rangkaian penyangga (*buffer*) yang berfungsi untuk menstabilkan perubahan keluaran sekaligus memperkuat sinyal perubahan sensor. Keluaran dari sistem sensor ini kemudian diumpankan ke sistem ADC (*Analog to Digital Converter*) untuk merubah sinyal analog sensor menjadi sinyal-sinyal dalam bentuk digital yang nantinya akan diolah oleh mikrokontroler. ADC yang digunakan

dalam sistem ini merupakan fitur *built-in* dari mikrokontroler yang digunakan. Adapun karakteristik ADC yang digunakan yaitu: Presisi 10 bit (1024 kemungkinan keluaran), Tegangan kerja 0 – 5 Volt, Frekuensi cacah 12.500 KHz, dan Tipe pencacahan *Successive Approximation*.

Mikrokontroler yang digunakan adalah tipe ATmega328. Ada tiga fungsi utama mikrokontroler dalam sistem yang dibangun yaitu: (1) Sebagai ADC yang merupakan fitur *built-in* dari mikrokontroler ini, (2) Sebagai pegolah sinyal yang telah dibaca oleh ADC, menyusun data tersebut menjadi format data dan mengatur pewaktuan serta sinkronisasi pengiriman data ke sistem pengirim (*transmitter*), dan (3) Mengirimkan data, menerima respon dari dan ke sistem pengirim melauai Xbee S2.

2.1.2 Komunikasi sensor, xbee s2 dan arduino

Blok diagram aplikasi ArduinoUno menggunakan masukan Xbee dan keluaran serial dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.1 Blok diagram komponen utama

2.1.3. Melakukan setting xbee

Sebelum menggunakan XBee terlebih dahulu harus dikonfigurasi. beberapa langkah yang dilakukan agar XBee pada Pemancar dan XBee pada penerima dapat saling bertukar data.

- Dihubungkan Xbee S2 ke PC/laptop dengan menggunakan Xbee *adapter*. Xbee harus dihubungkan secara serial dengan PC/laptop.



Gambar 2.2 Xbee adapter

- Open software XCTU pada komputer, jika modul RF berhasil terdeteksi software akan terlihat seperti pada gambar dibawah. “Port USB-to-serial Bridge..[COM1]” menandakan bahwa modul menggunakan saluran port USB COM1. Jika belum terdeteksi maka dicek status port USB komputer di Device Manager.
- Jika koneksi antara X-CTU dengan XBee gagal, maka akan muncul sebuah pesan kesalahan dan jika koneksi berhasil, maka akan tampil modem *type* dan firmware version dari XBee yang sedang digunakan.
- Mengatur Baud Rate, Flow Control, Data Bits, Parity, Stop Bits seperti pada kotak merah (gambar atas). Kemudian klik “Test/Query”, maka identitas atau versi X-Bee akan muncul
- Kemudian , dipilih menu “Modem Configuration”, kemudian diklik “Read” untuk mensetting nilai parameter dari X-Bee S2. Setelah di-read maka akan muncul parameter-parameter yang dapat disetting. Tipe dan versi *firmware* X-Bee yang terdeteksi juga akan sama seperti pada Com Test. Dipastikan bahwa Tipe dan Versi tidak diubah ke yang lain. Begitu juga dengan “Function Set.
- Untuk komunikasi *point to point*, umumnya hanya ada 3 parameter yang wajib di-setting yaitu PAN ID (*Personal Area Network ID*), DL (*Destination Address Low*), MY (*16bit Source Address*). XBee₁ dan XBee₂ dapat saling berkomunikasi.
- Diadakan komunikasi lakukan pengaturan pada beberapa parameter berikut ini :

Nilai parameter DL X-Bee₁ = MY X-Bee

Nilai parameter MY X-Bee₁ = DL X-Bee₂

X-Bee₁ dan X-Bee₂ menggunakan alamat PAN ID yang sama

Nilai parameter yang diisi berupa bilangan *hexadecimal*.

- Setelah itu dilakukan konfigurasi beberapa parameter, langkah terakhir yaitu menyimpan konfigurasi yang telah dilakukan pada XBee. Untuk menyimpan konfigurasi tersebut, cukup dengan menekan tombol “Write” pada X-CTU. Di bawah ini gambar hasil read dan writeXBee.

2.1.4. Mekanisme kerja sistem

- Input : Modul Xbee Penerima (Xbee Rx)
Output : Serial (Komputer)
- Xbee Penerima akan menerima data yang dipancarkan dari Xbee Pemancar. Data dari pin Xbee Penerima dihubungkan ke pin Rx Arduino. Pin VCC pada modul Xbee Penerima dihubungkan ke 3.3V Arduino dan Pin GND pada modul Xbee Penerima dihubungkan ke GND Arduino.
- Data yang diterima oleh Modul Xbee Penerima, akan di proses oleh Arduino. Arduino akan memproses data dari Modul Xbee Penerima untuk kemudian dikeluarkan dalam bentuk Serial (Komputer).

2.2 Alat dan bahan

Penelitian ini menggunakan hardware dan software dalam mendeteksi serta komunikasi antara pengirim dan penerima (RX-TX). Beberapa peralatan dan bahan dirincikan sebagai berikut:

2.2.1 Alat

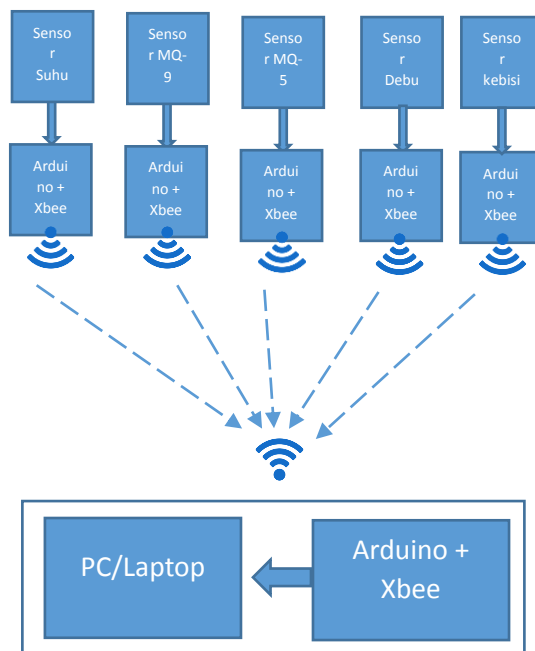
Pipa paralon 1 inch (4 m), sambungan pipa letter T (6 bh), sambungan pipa letter L (4 bh), Lem PVC, lem tembak

2.2.2 Peralatan (hardware dan Software)

Arduino uno R3 (5 unit), Xbee S2 (5 unit), Shield Xbee S2 (5 unit), Colar Cell 10 W output 12 Volt (1 unit), Controller Charger 12 Volt (1 unit), Acuu output 12 Volt 5 Ah (1 unit), Sensor LM35 (1 unit), Sensor DSM501A (1 unit), Sensor MQ-9 (1 unit), Sensor MQ-5 (1 unit), Kabel jumper Male to Female (12 buah), kabel jumper Male to Male (11 buah), kabel konektor USB arduino (2 bh), Software Arduino Uno R3 dan Software XCTU, Laptop Hp (1 unit) dan kamera nikon D90 (1 unit)

2.2.3 Perangkat lunak alat diagram alir program

Diagram alir program aplikasi ArduinoUno menggunakan masukan sensor Suhu, Carbon Monoksida, LPG, Debu dan Kebisingan dengan luaranXbee dapat dilihat pada Gambar 4.2 :

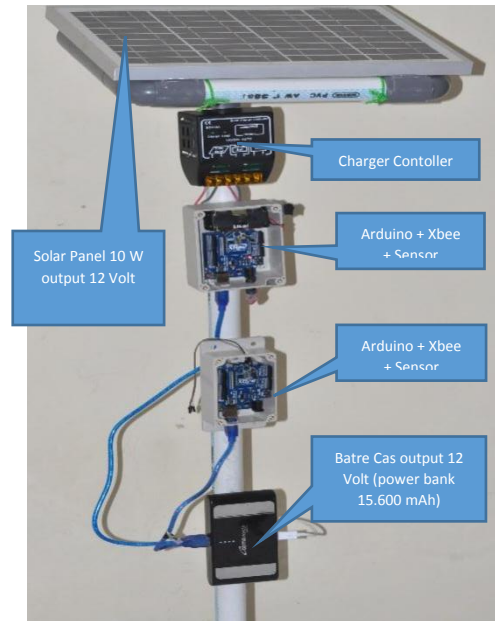


Gambar 2.3 Diagram alir program

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rangkaian sistem monitoring kualitas udara

Berdasarkan metode kerja rangkaian alat system monitoring kualitas udara, maka akan terlihat seperti pada Gambar 3.1.



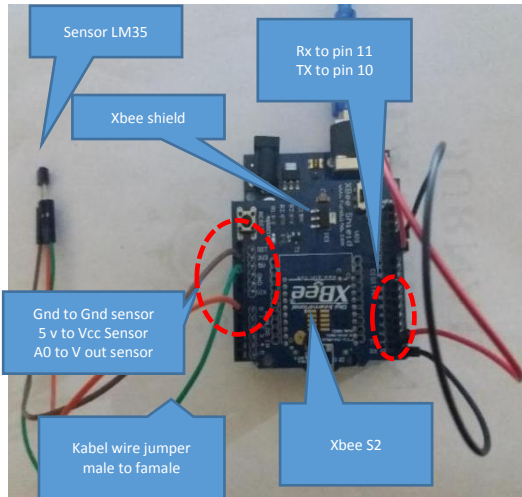
Gambar 3.1 Rangkaian sistem monitoring kualitas udara

3.2 Kombinasi alat sensor, arduino dan xbee

Penggabungan 3 (tiga) alat utama dalam medeteksi parameter suhu, gas dan debu harus sesuai dengan standar berdasarkan konektifitas arduino. Masing masing sensor secara umum memiliki 3 (tiga) bagian pin output yang berfungsi sebagai sumber tegangan (Vcc dan Gdn) dan output data (Vout). Secara detail akan dikaji sebagai berikut:

3.2.1 Rangkaian sensor suhu

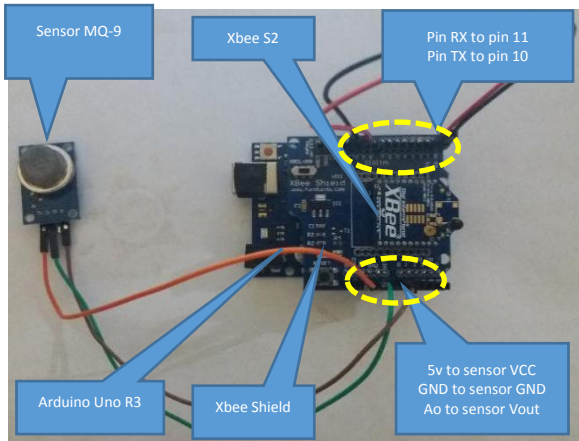
Rangkaian antara Sensor Suhu, Arduino uno R3 dan Xbee S2 dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Rangkaian LM35, Arduino Uni dan Xbee

3.2.2 Rangkaian sensor gas CO

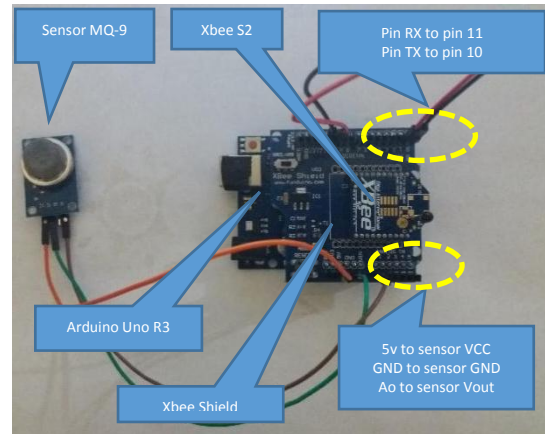
Rangkaian antara Sensor MQ-9, Arduino uno R3 dan Xbee S2 dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Rangkaian MQ-9, arduino uno R3 dan xbee

3.2.3 Rangkaian sensor gas LPG

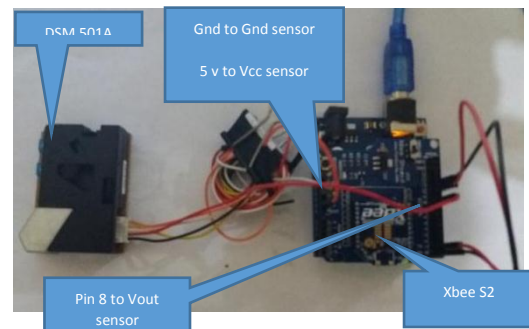
Rangkaian antara Sensor MQ-5, Arduino uno R3 dan Xbee S2 dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Rangkaian MQ-5, Arduino Uno dan Xbee

3.2.4 Rangkaian sensor debu

Rangkaian antara Sensor Debu, Arduino uno R3 dan Xbee S2 dapat dilihat pada Gambar 3.5



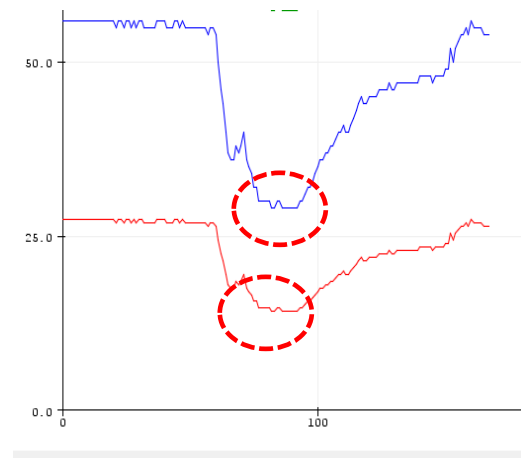
Gambar 3.5 Rangkaian DSM501A, arduino dan xbee S2

3.3 Inisiasi program library sensor

3.3.1 Inisiasi program sensor suhu (LM 35)

Inisiasi program library pada arduino IDE berjalan dengan sukses ditandai dengan tulisan pada bagian kiri bawah arduino IDE software “**DONE UPLOADING**” seperti pada Gambar 3.6

Gambar 3.9 Data penurunan suhu ketika ditempatkan dekat es batu



Gambar 3.10 Grafik data penurunan suhu penurutan suhu ketika dekat es batu

Berdasarkan data percobaan kondisi pembacaan sensor suhu ketika didekatkan dengan sumber panas dan dingin maka sangat sensitif dan akurat dalam mengirimkan data serial suhu. Ketika perbedaan suhu yang ekstrim diuji pada sensor ini maka kualitas pembacaannya masih dalam tahap penyesuaian dengan cepat tanpa mengalami kerusakan suhu. Hal tersebut dibandingkan dengan penggunaan termometer sebagai pembandingan perubahan suhu.

3.3.2 Inisiasi program sensor MQ-9 (carbon monoksida)

Koneksi sensor MQ-9 pada arduino membutuhkan library khusus untuk mengirimkan data serial dan juga deteksi gas CO. Library pemrograman dimodifikasi dari library MQ-9 yang dikombinasikan dengan penambahan RX-TX yang nantinya akan disatukan dengan Xbee S2. Inisiasi dan verifikasi library Sensor MQ-9 dapat dilihat pada Gambar 3.11.

Sensor berbahan semikonduktor digunakan untuk mendeteksi keberadaan

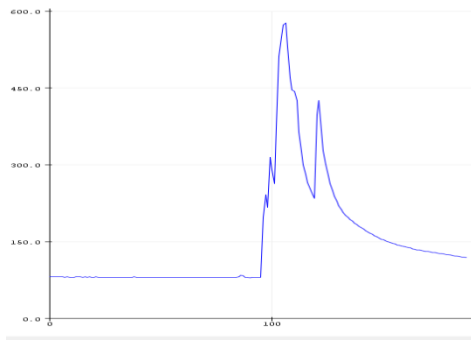
gas (Morin dan Santi, 2021). Berbagai penelitian material sensor berbasis semikonduktor telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, salah satunya dalam mendeteksi gas H₂S menggunakan TiO₂ (Chinh dkk., 2019), ataupun bahan TiO₂ doped Fe (Tong dkk., 2020).



Gambar 3.11 Verifikasi library MQ-9 pada arduino 1.8.1

Monoksida (CO) dapat dilihat pada Gambar 4.9

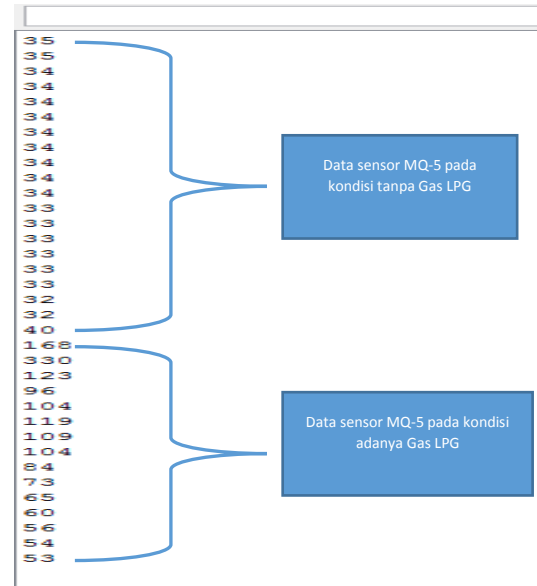
Hambatan laju aliran elektron akan memberikan pengaruh pada proses perpindahan elektron dari keadaan dasar (pita konduksi) ke pita valensi sehingga akan berpengaruh pada resistansi dan nilai konduktivitas sensor (Morin dkk., 2020).



Gambar 3.14 Grafik data deteksi sensor MQ-9 ketika diberi gas CO

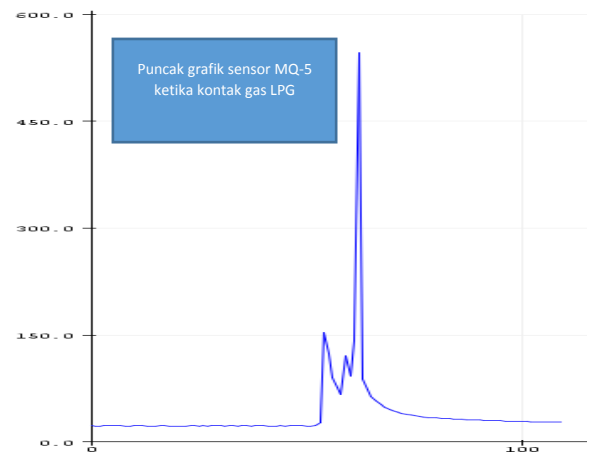
4.3.3 Inisiasi program sensor MQ-5 (LPG)

Library yang diprogram untuk pada arduino untuk menghubungkan Sensor MQ-5 dan Arduino Xbee S2 hampir menyerupai library pada sensor MQ-9. Library yang digunakan pada Arduino IDE ditunjukkan pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Data serial monitor deteksi Sensor MQ-5 terhadap Gas LPG

Sensitifitas sensor MQ-5 ketika ada gas LPG maka pada serial monitor menampilkan gas elpiji secara cepat sesuai dengan delay waktu yang telah diatur pada *library*. Bentuk data serial dapat juga di gambarkan dalam bentuk grafik melalui serial plotter arduino IDE 1.8.1 seperti pada Gambar 3.16

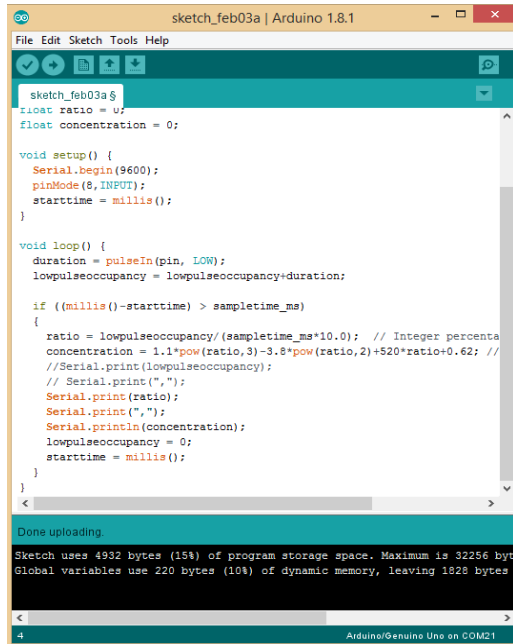


Gambar 3.16 Grafik data sensor MQ-5 ketika kontak gas LPG

4.3.3 Inisiasi Program Sensor Debu DSM501A

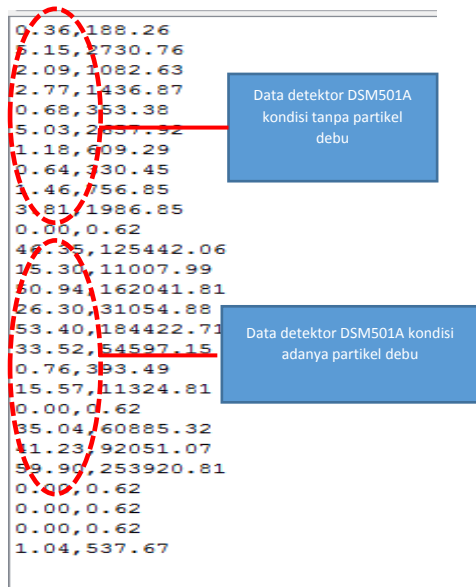
Library yang di program untuk pada arduino untuk menghubungkan

Sensor Debu dan Arduino Xbee ditunjukkan pada gambar 3.18.

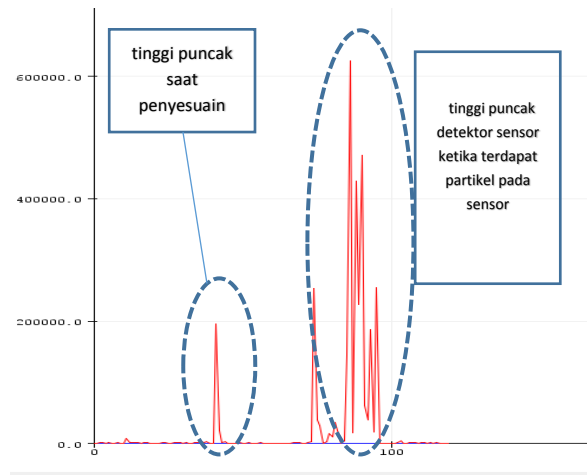


Gambar 3.18 Verifikasi *Library* DSM501A pada Arduino 1.8.1

Setelah dilakukan verifikasi kode dan upload kode *library* DSM501A pada arduino 1.8.1 maka secara otomatis detektor sensor debu mengirimkan data serial yang bisa dilihat pada serial monitor dan juga serial plotter (grafik) software Arduino IDE 1.8.1 seperti pada Gambar 3.19 dan 3.20



Gambar 3.19 Data serial DSM501A



Gambar 3.20 Grafik data serial DSM501A

Pengujian sensor debu DSM501A yakni mengamati keluaran yang dihasilkan sensor tersebut. Perlu mengaktifkan LED internal dan menunggu 280 mikrodetik sebelum mengukur sinyal output dan durasi pulsa eksitasi seluruh harus 320 mikrodetik . Pada Gambar 3.20 terdapat 2 bagian puncak dimana pada puncak pertama terjadi pada saat sensor baru dihidupkan dan harus menunggu 320 mikrodetik untuk melakukan pembacaan data. Pada kelompok puncak kedua pembacaan sensor sudah stabil dan ketika terdapat partikel debu pada sensor maka terjadi kenaikan tinggi puncak seperti pada Gambar 3.20. setelah tidak adanya debu atau partikel maka grafiknya akan normal datar dengan menghasilkan nilai kadar debu yang rendah.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang sistem monitoring pencemaran udara gas CO, LPG, Suhu dan Debu dengan protokol zigbee (Xbee S2). Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan sebuah sistem yang secara *realtime* menampilkan data tingkat pencemaran udara gas karbon monoksida (CO) yang sangat berbahaya bagi

kehidupan manusia serta adanya kebocoran gas LPG, suhu serta Debu. Sistem ini diharapkan membantu dalam pengontrolan wilayah. dari tingkat polusi udara gas CO, LPG, suhu dan debu. Pengontrolan ini dilakukan agar dapat dilakukan tindakan pencegahan pencemaran udara pada yang terdeteksi adanya peningkatan polutan tersebut.

Freestanding Fe-doped TiO₂ Nanotube Array Film for H₂S Gas Sensing Properties at Low Temperature, *Journal of Alloys Compound*, Vol.832:155015.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2015. Parameter Pencemar Udara dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. Departemen Kesehatan. <http://www.depkes.go.id>.

Chinh, N.D., Kim, C., and Kim, D., 2019. UV-Light-Activated H₂S Gas Sensing by a TiO₂ Nanoparticulate Thin Film At Room Temperature, *Journal of Alloys Compound*, Vol.778:247–255.

Fardiaz, 2008. Polusi Air dan Udara, Kanisius. Yogyakarta.

Morin, J.V dan Santi, D, 2021. Pembuatan Sistem Vakum Otomatis Gas H₂S Berbahan TiO₂-Ni/Al₂O₃ Terkoneksi Arduino Uno Pada Laboratorium Kimia. Jurnal Natural. Vol.17, No.1:1-16.

Morin, J.V., Wahyuni, E.T., Suratman, A., and Ashari, A., 2020. Activity of Ni doped TiO₂/ceramic tube as a sensor of CO gas from motor vehicles, *Rasayan Journal of Chemistry Vol.* 13, No.2: 1225–1237.

Putu, A.E.P dan Suakanto, S., 2015. Wireless Sensor Network. Informatika Press. Bandung, Indonesia.

Tong, X., Shen, W., Zhang, X., Corriou, J.P., and Xi, H., 2020. Synthesis and Density Functional Theory Study of