

## PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI KADAR POLUSI UDARA MENGGUNAKAN SENSOR GAS MQ-7 DENGAN TEKNOLOGI WIRELESS HC-05

Adam Faroqi, Eko Prabowo Hadisantoso, Dery Kurnia Halim, Mada Sanjaya WS.  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Teknik Elektro, Kimia  
[adamfaroqi@yahoo.com](mailto:adamfaroqi@yahoo.com), [ekoph@uinsgd.ac.id](mailto:ekoph@uinsgd.ac.id)

Banyaknya kendaraan yang lalu lalang datang maupun meninggalkan kota Bandung mengakibatkan udara disekitarnya panas dan berdebu, serta alat pendeteksi kadar polusi udara udah tidak terpasang lagi. Oleh sebab itu, diperlukan suatu alat pendeteksi kadar polusi di udara yang berfungsi sebagai pemantau kadar polusi serta pendeteksi dini dalam pencemaran udara, sehingga menjadi acuan guna membuat program untuk menanggulangi permasalahan pencemaran udara tersebut. Untuk mendeteksi kadar polusi udara menggunakan sensor gas MQ-7 yang peka terhadap gas karbon monoksida, stabil dan berumur panjang. Dan untuk tampilan menggunakan LCD yang sebelumnya di proses oleh mikrokontroler Arduino UNO. serta untuk tampilan menggunakan laptop sebelumnya diproses oleh software MATLAB yang ditransmisikan menggunakan teknologi wireless Hc-05 yang terdapat pada alat sehingga tampilan pada LCD dan laptop sama. Sistem ini diharapkan mampu memberikan solusi terhadap masalah pencemaran udara karena praktis, dan mudah ditemukan serta biaya yang diperlukan terjangkau dibanding dengan alat dari badan lingkungan hidup. Rancang bangun alat pendeteksi kadar polusi udara menggunakan sensor gas MQ-7 dengan Teknologi Wireless HC-05 dapat mendeteksi karbon monoksida. Masukan dari sensor gas di olah melalui arduino, menghasilkan output pada LCD dan LED serta di kirim melalui wireless HC-05 ke PC. Kadar polusi terbesar tercatat pada alat 56ppm.

Kata Kunci: polusi udara, sensor gas MQ-7, Wireless Hc-05, Arduino UNO, MATLAB

### 1. Latar Belakang

Udara merupakan faktor terpenting dalam kehidupan, namun dengan meningkatnya pembangunan kota dan pusat-pusat industri, kualitas udara telah mengalami perubahan. Yang dahulunya segar, kini kering dan kotor. Perubahan tersebut terjadi akibat dari pencemaran udara.

Pencemaran udara dapat diartikan dengan turunnya kualitas udara, sehingga udara mengalami penurunan mutu dalam penggunaannya dan akhirnya tidak dapat dipergunakan lagi sebagai mana mestinya sesuai dengan fungsinya[9].

Di kota-kota besar, pencemaran udara merupakan permasalahan

penting yang dapat mengancam kehidupan manusia. Faktor penyebab pencemaran udara kurang lebih 70% berasal dari hasil proses pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna yang dihasilkan melalui mesin-mesin pabrik, pembangkit listrik dan kendaraan bermotor. Zat-zat yang dihasilkan, antara lain[11]: CO<sub>2</sub> (karbondioksida), SO<sub>x</sub> (belerang oksida), NO<sub>x</sub> (nitrogen oksida), dan Karbon Monoksida (CO).

Karbon Monoksida (CO) adalah gas yang tak berwarna, tak berbau, dan tak berasa. Ia terdiri dari satu atom karbon yang secara kovalen berikatan dengan satu atom oksigen. Dalam ikatan ini, terdapat dua ikatan kovalen dan satu ikatan kovalen koordinasi antara atom karbon dan oksigen[12].

Karbon Monoksida (CO) dapat menimbulkan dampak negatif bagi tubuh manusia. Tanda dan gejala keracunan CO bervariasi tergantung pada kadar COHb dalam darah. Seseorang yang keracunan Karbon Monoksida (CO) akan mengalami gejala sakit kepala, gangguan mental (mental dullness), pusing, lemah, mual, muntah, kehilangan kontrol otot, diikuti dengan penurunan denyut

nadi dan frekuensi pernapasan, pingsan, bahkan sampai meninggal dunia[12].

Untuk mengetahui tingkat pencemaran udara, diperlukan suatu alat pendeteksi kadar polusi di udara yang berfungsi sebagai pemantau kadar polusi serta pendeteksi dini dalam pencemaran udara, sehingga menjadi acuan guna membuat program untuk menanggulangi permasalahan pencemaran udara tersebut.

Banyaknya kendaraan yang lalu lalang baik itu datang maupun meninggalkan kota Bandung mengakibatkan udara disekitarnya terasa panas, dan berdebu. Selain itu alat yang bisa mengetahui kadar polusi udara sudah tidak terpasang, maka munculah suatu ide untuk membuat rancang bangun alat pendeteksi kadar polusi udara menggunakan sensor gas dengan teknologi wireless.

Untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dibutuhkan suatu sensor yang peka terhadap gas karbon monoksida, seperti : sensor gas TGS2600, TGS2442, TGS5042 dan MQ-7. Namun pada penelitian ini menggunakan sensor gas MQ-7.

Kelebihan dari sensor gas MQ-7 mempunyai sensitivitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (CO), stabil, dan berumur panjang[1].

Metode *interface* diimplementasikan menggunakan *software Matlab. MATLAB* merupakan suatu program komputer yang bisa membantu memecahkan berbagai masalah matematis yang kerap kita temui dalam bidang teknis. Salah satu aspek yang sangat berguna dari MATLAB ialah kemampuannya untuk menggambarkan berbagai jenis grafik, sehingga kita bisa memvisualisasikan data dan fungsi yang kompleks[16]. Maka, hasil dari monitoring polusi dapat langsung diketahui secara cepat dalam satuan ppm dan grafik dalam laptop.

## 2. Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini akan dibahas permasalahan tentang bagaimana Perancangan alat pendeteksi karbon monoksida(CO) menggunakan sensor gas MQ-7 dengan teknologi wireless HC-05.

## 3. Tujuan

- Merancang alat pendeteksi karbon monoksida menggunakan sensor gas MQ-7 dengan teknologi wireless

Hc-05 sehingga dapat mengetahui berapa besar tingkat polusi udara.

- Membandingkan data yang ada di LCD dengan di laptop.

## 4. Tinjauan Pustaka

Pencemaran lingkungan atau polusi adalah proses masuknya polutan ke dalam suatu lingkungan sehingga dapat menurunkan kualitas lingkungan tersebut[13]. Menurut pasal 1 angka 12 undang-undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1997 tentang ketentuan pokok pengelolaan lingkungan hidup, pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan dan atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya[13].

1. Pencemaran air
2. Pencemaran tanah
3. Pencemaran udara

## Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah peristiwa masuknya, atau tercampurnya, polutan (unsur-unsur berbahaya) ke dalam lapisan udara (atmosfer) yang dapat mengakibatkan menurunnya kualitas udara (lingkungan)[13]. Pencemaran dapat terjadi dimana-mana. Bila pencemaran tersebut terjadi di dalam rumah, di ruang-ruang sekolah ataupun di ruang-ruang perkantoran maka disebut sebagai pencemaran dalam ruang (*indoor pollution*). Bahan pencemaran udara dibagi menjadi beberapa bagian, diantaranya[10]:

- a. Polutan Primer
- b. Polutan sekunder
- c. Faktor Penyebab Pencemaran Udara

### **Pengertian Karbon Monoksida (CO)**

Karbon monoksida (CO) adalah gas beracun, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa[7]. Karena sifatnya yang tidak berbau, karbon monoksida (CO) biasanya bercampur dengan gas-gas lain yang berbau sehingga karbon monoksida (CO) dapat terhirup secara tidak disadari bersamaan dengan terhirupnya gas lain yang berbau[7].

Secara umum terbentuknya gas CO melalui proses berikut ini[3]:

1. Pembakaran bahan bakar fosil dengan udara yang reaksinya tidak stoikiometris. Reaksinya :



2. Pada suhu tinggi terjadi reaksi antara karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dengan karbon (C) menghasilkan gas CO. Reaksinya :



3. Pada suhu tinggi, CO<sub>2</sub> dapat terurai kembali menjadi CO dan oksigen. Reaksinya :



### **Sistem Kontrol**

Sistem kontrol adalah suatu sistem yang bertujuan untuk mengendalikan suatu proses agar keluaran yang dihasilkan dapat dikontrol sesuai dengan yang diharapkan[18].

Sistem Kontrol berjalan apabila ada beberapa bagian diantaranya[18]:

- *Input* (masukan)
- *Output* (keluaran, respons)
- *Beban/Plant*
- Alat kontrol/kontroller
- Elemen Umpan Balik
- *Error Detector* (alat deteksi kesalahan)

- Proses
- Sensor
- Transduser
- Aktuator
- Kontroler

### Sensor

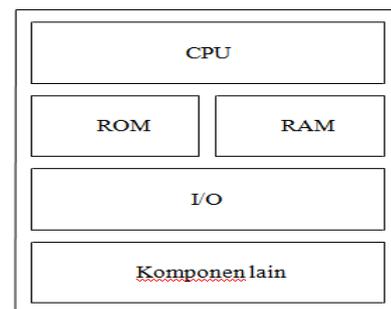
Sensor adalah alat untuk mendeteksi/mengukur sesuatu yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik[12]. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh kontroler sebagai otaknya. Sensor dalam teknik pengukuran dan pengaturan secara elektronik berfungsi mengubah besaran fisik (misalnya : temperatur, gaya, kecepatan putaran) menjadi besaran listrik yang proposional. Salah satu sensor yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini adalah sensor gas MQ-7. Penjelasan dari sensor gas MQ-7 terdapat di bawah ini.

#### Sensor Gas MQ-7

- Kondisi Standar Sensor Bekerja
- Kondisi Lingkungan
- Karakteristik Sensitivitas
- Prinsip Operasi

### Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan suatu IC yang di dalamnya berisi CPU, ROM, RAM, dan I/O. Dengan adanya CPU tersebut maka mikrokontroler dapat melakukan proses berfikir berdasarkan program yang telah diberikan kepadanya. Mikrokontroler banyak terdapat pada peralatan elektronik yang serba otomatis, mesin fax, dan peralatan elektronik lainnya.



Gambar Komponen Mikrokontroler  
 Pada gambar tersebut tampak suatu mikrokontroler standart yang tersusun atas komponen-komponen sebagai berikut[12] :

- *Central Processing Unit (CPU)*
- *Read Only Memory (ROM)*
- *Random Acces Memory (RAM)*
- *Input / Output (I/O)*
- Komponen lainnya

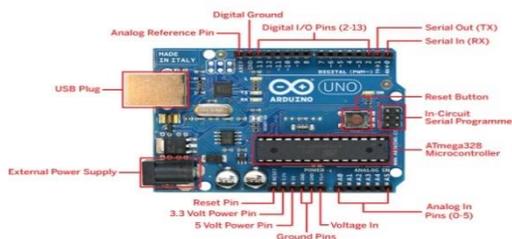
### Definisi Umum Arduino

Arduino adalah sebuah rangkaian elektronik yang berukuran kecil sebesar kartu nama, yang dapat di program untuk membaca sensor, mengendalikan aktuator, dan juga

berkomunikasi dengan komputer[4]. Arduino adalah sebuah platform komputasi fisik yang open-source berbasis papan/board mikrokontroler sederhana, dan pengembangan dapat menulis perangkat lunak untuk board ini.

### Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel Arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keeping yang secara fungsional bertidak seperti computer)[9]. Arduino Uno mengandung mikroprosesor (berupa Atmel AVR) dan dilengkapi dengan oscillator 16 MHz (yang memungkinkan operasi berbasis waktu dilaksanakan dengan tepat), dan regulator (pembangkit tegangan) 5volt.



Gambar Bagian-bagian Arduino Uno

### Bluetooth HC-05

Bluetooth adalah sebuah teknologi komunikasi wireless (tanpa kabel) yang beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 GHz unlicensed ISM (Industrial, Scientific and Medical) dengan menggunakan sebuah *frequency hopping tranceiver* yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara secara real-time antara host-host bluetooth dengan jarak jangkauan layanan yang terbatas (sekitar 10 meter).

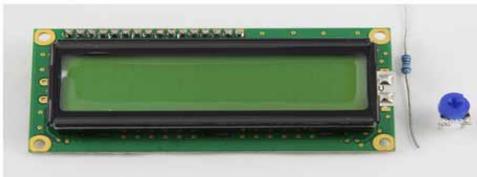
- Menggunakan CSR Bluetooth Chip, dengan Bluetooth Standard ver.2.0
- *Low supply voltage* 3.3V.
- Baudrate 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, dapat di set sesuai dengan kebutuhan user.
- Ukuran PCB : 28mm x 15 mm x 2.35mm.
- Kebutuhan Arus : Pairing 20~30MA. Setelah Pair: 8MA
- Sleep Current : No Sleep
- Aplikasi Area : Sistem GPS, Pembacaan Meter untuk Listrik, Air, dan Gas, Industrial data collection.
- Dapat di gunakan dengan menggunakan komputer,

Notebook, dan device lainnya yang men-support bluetooth



Gambar Bluetooth HC-05

### **Liquid Crystal Display (LCD)**



Gambar LCD

### **Komunikasi Data**

Komunikasi data adalah proses pengiriman informasi diantara dua titik menggunakan kode biner melewati saluran transmisi dan peralatan *switching* dapat terjadi antara komputer dengan komputer, komputer dengan terminal atau komputer dengan peralatan [8]. Komunikasi data merupakan gabungan dari teknik telekomunikasi dengan teknik pengolahan data. Tujuan dari komunikasi data adalah memungkinkan pengiriman data dalam

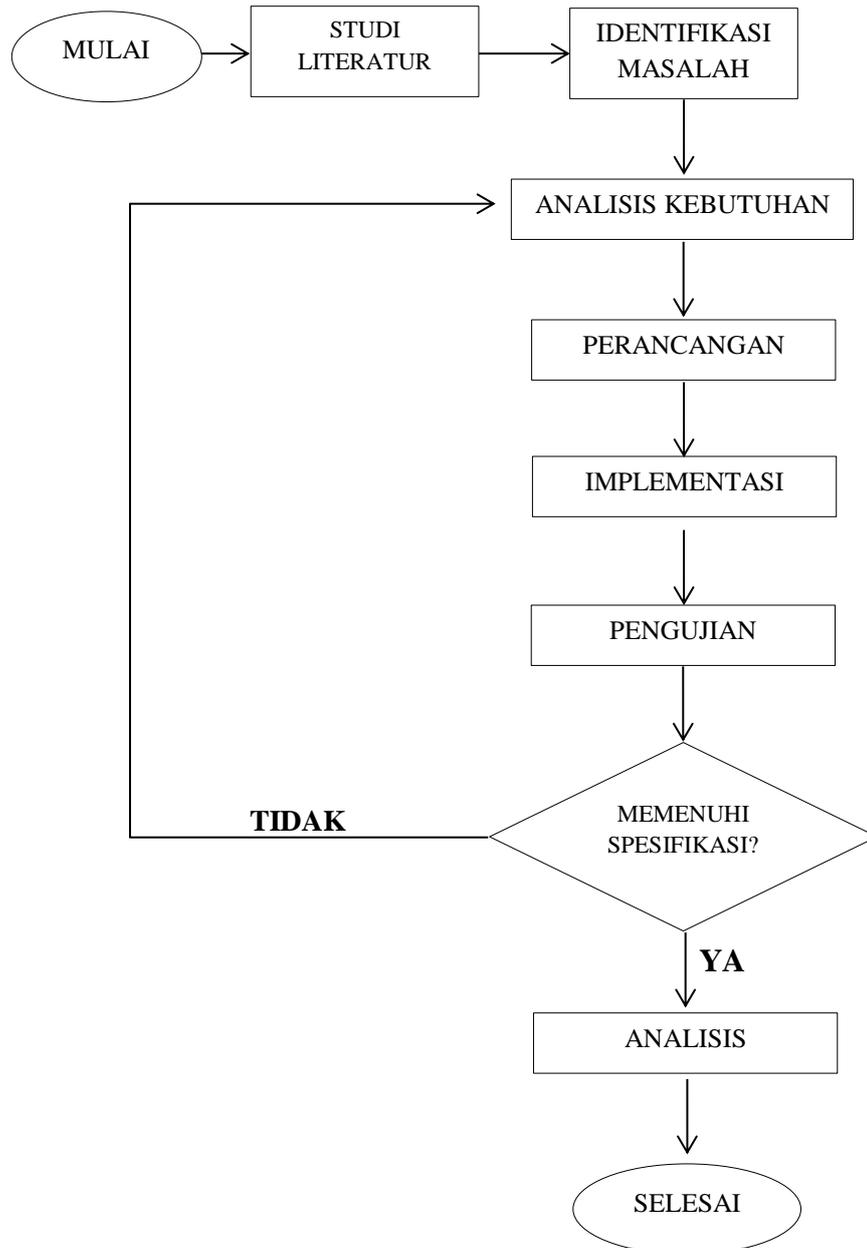
jumlah besar dan efisien, tanpa kesalahan dari suatu tempat ketempat yang lain. Memungkinkan penggunaan sistem komputer dan peralatan pendukung dari jarak jauh (*remote computer use*).

### **MATLAB**

MATLAB (*Matrix Laboratory*) adalah bahasa tingkat tinggi dan interaktif yang memungkinkan untuk melakukan komputasi secara intensif. MATLAB telah berkembang menjadi sebuah *environment* pemrograman yang canggih yang berisi fungsi-fungsi *built-in* untuk melakukan pengolahan sinyal, aljabar linear, dan kalkulasi matematis lainnya.

1. Matematika dan Komputasi
2. Pembentukan Algorithm
3. Akuisisi Data
4. Pemodelan, simulasi dan Pembuatan Prototype
5. Analisis Data, Explorasi, dan Visualisasi
6. Grafik Keilmuan dan Bidang Rekayasa

### **5. Metode Penelitian**



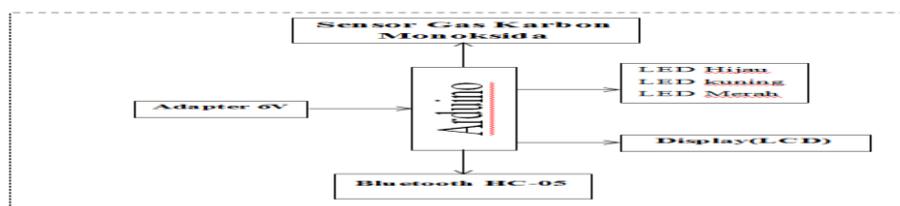
## 6. Perancangan

Pada penelitian ini, Ada beberapa prosedur yang harus di jalani

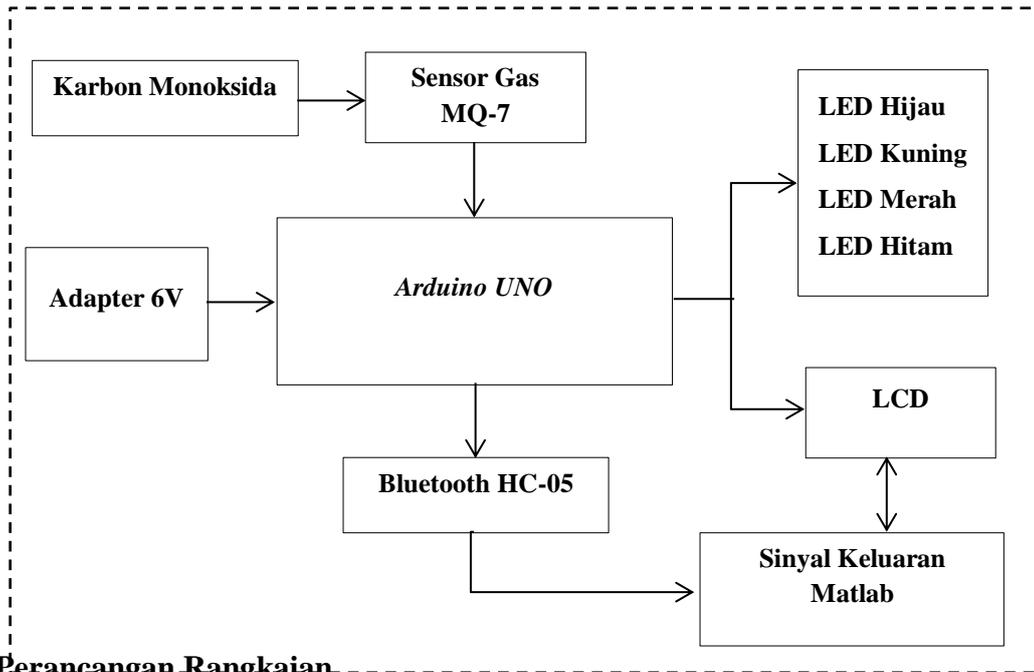
dalam perancangan alat pendeteksi kadar polusi udara, diantaranya :

- a. Perancangan Skema
- b. Perancangan rangkaian
- c. Perancangan program (*coding*)

### Perancangan Skema



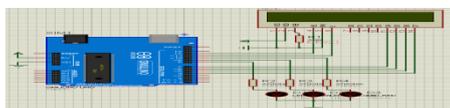
**Skema Kerja Sistem**



**Perancangan Rangkaian**

<p>Gambar Rangkaian Modul gas Mq-7</p>	<p>Gambar Pemasangan Pin gas Mq-7 ke arduino</p>

**Perancangan LCD dan LED**



Gambar Rangkaian LCD dan LED

rangkaianannya bisa dilihat bahwa bluetooth HC-05 menggunakan tegangan 3.5 volt. Maka pin-pin yang perlu adalah RX, TX, 1, 2, ground dan 3,5 volt.

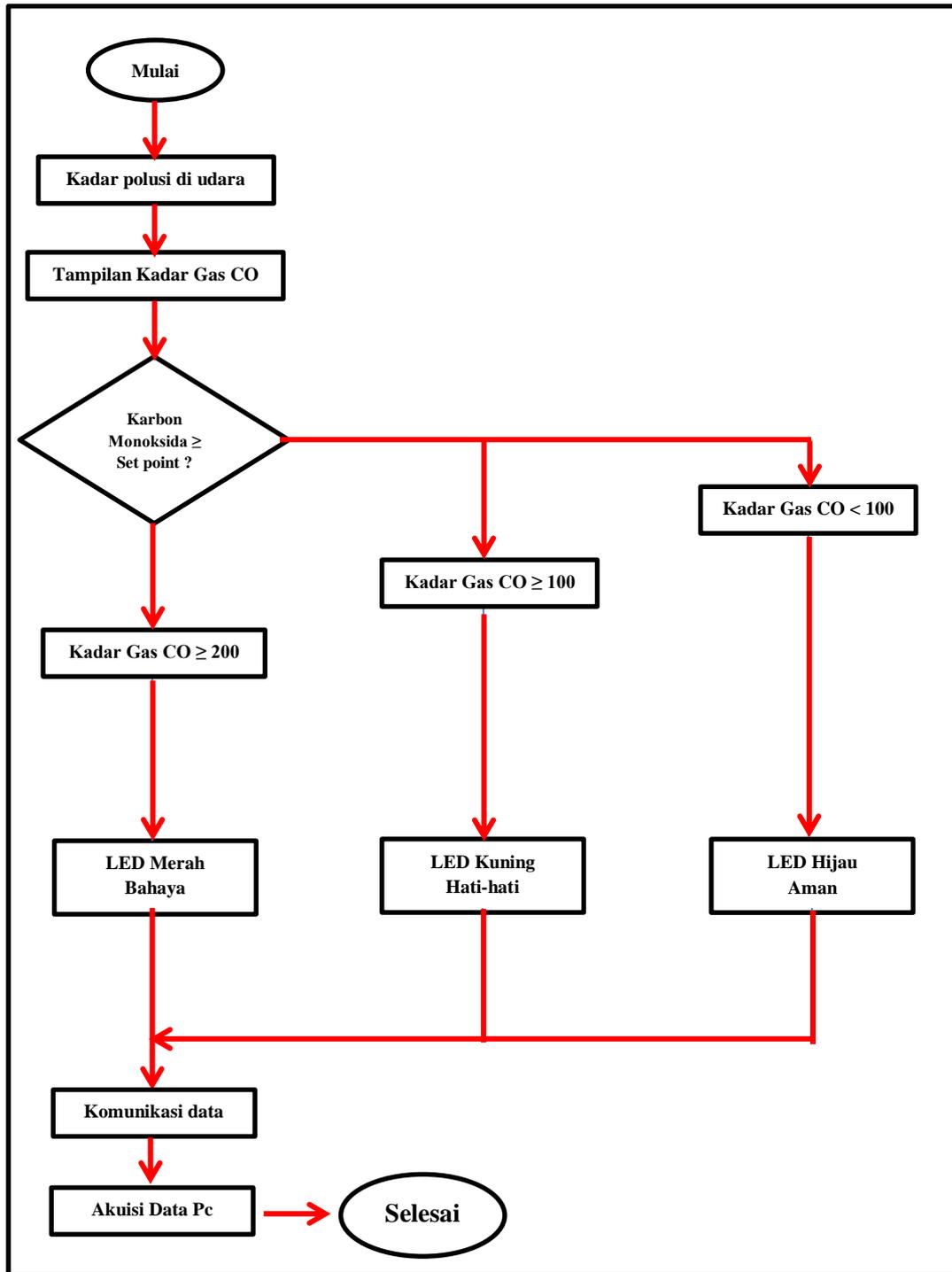
**Perancangan Bluetooth HC-05**

Untuk perancangan Wireless. Yang digunakan untuk membuat wireless adalah bluetooth HC-05 yang mudah didapatkan di pasaran. Untuk



Gambar Rangkaian Bluetooth Hc-05

## Perancangan Program



### 7. Implementasi

### Rangkaian LED

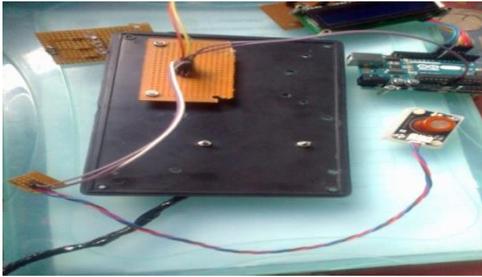


Gambar Rangkaian LCD



Gambar Rangkaian LED

## Rangkaian Sensor Gas CO



Gambar Rangkaian Sensor Gas

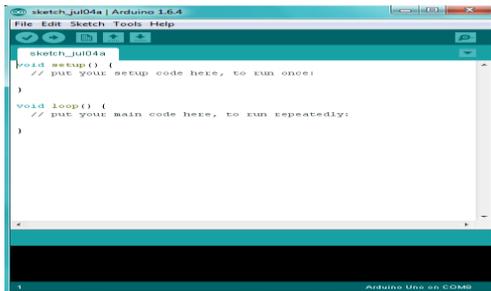
## Rangkaian Bluetooth Hc-05



Gambar Rangkaian Bluetooth hc-05

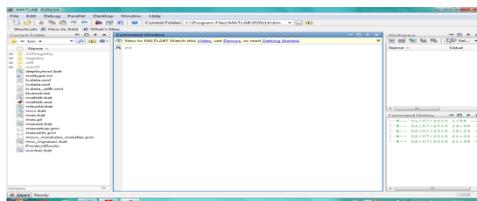
## Implementasi *Software*

### Arduino IDE

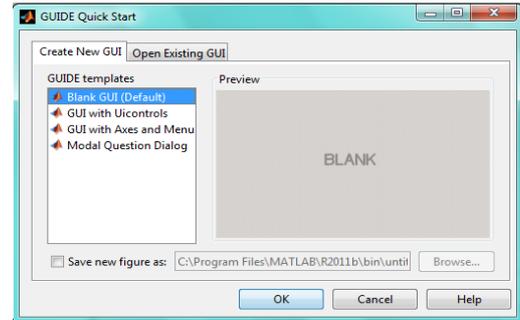


Gambar Tampilan awal *software* arduino

## Implementasi GUI (*Graphical User Interface*) MATLAB



Gambar Tampilan awal MATLAB



Gambar Memanggil *blank project* GUI MATLAB 2011

- a) Kemudian tampil *blank project* untuk membuat intergace menggunakan MATLAB. Hal yang dilakukan adalah mengabil tools yang dibutuhkan.
- b) Ketika menekan icon run pada kotak kerja tersebut, maka tampil editor. Editor berfungsi untuk mengatur tools yang diterapkan di dalam GUI. Didalamnya dibuat perintah-perintah berupa program
- c) Selanjutnya menekan tombol run untuk mengeksekusi tools yang sudah diberi program untuk membaca data yang dikirim oleh alat

## 8. Pengujian dan Analisis

### Pengujian Hardware

Pengujian hardware dilakukan untuk mengetahui bagaimana kinerja

hardware yang telah dibuat, pengujian ini meliputi :

- a. **Rangkaian LCD dan LED**
- b. **Pengujian secara keseluruhan**

#### **Pengujian software**

Pengujian program pada IDE Arduino adalah ketika program tersebut sudah bisa digunakan untuk mengirim, membaca, dan mengirimkannya kembali ke komputer. Mengenai pembuktian bahwa program tersebut sudah benar sesuai tujuan, dijelaskan pada pengujian hardware.

Sedangkan untuk pengujian GUI menggunakan MATLAB adalah ketika form penampil data sensor dapat menampilkan data sensor sesuai data yang dikirim bluetooth dari alat pendeteksi polusi dikirim kembali ke komputer dan ditampilkan oleh penampil data menggunakan GUI MATLAB

#### **Pengambilan data**

Pada tahap ini, selanjutnya melakukan pengambilan data secara langsung di daerah bunderan cibiru selama satu hari dengan pengambilan 1 jam sekali selama 10 detik, namun.

Ada beberapa langkah yang perlu dilakukan sebelumnya, diantaranya:

- a. Memastikan bahwa semua komponen, kabel dan alat terpasang dengan benar.
- b. Menyalakan adaptor dan memastikan semua rangkaian pada alat telah mendapatkan tegangan sesuai kebutuhan
- c. Melihat respon yang ditampilkan oleh sistem berupa informasi. Jika gas yang terakumulasi dari udara banyak mengandung gas karbon monoksida maka pada lampu LED akan menyala, baik itu LED berwarna hijau “aman”, kuning”hati-hati” dan merah “bahaya”. Sehingga kadar gas yang terakumulasi dapat dihitung.
- d. Selanjutnya melakukan kalibrasi dengan membandingkan hasil dari keluaran gas karbon monoksida dengan alat dari badan lingkungan hidup namun dalam penelitian ini membandingkan dengan alat yang berasal dari hyperkes.

## **9. Analisis**

### Analisis Hardware

Secara keseluruhan, rancang bangun alat pendeteksi kadar polusi udara terdiri dari rangkaian sensor MQ-7, rangkaian Led, Bluetooth hc-05 dan rangkaian LCD yang terhubung terhadap mikrokontroler arduino uno. Pin-pin yang terhubung ke mikrokontroler arduino adalah: pin 0(Rx) pin 1(Tx) pin 2(Input/output), pin A0(input sensor) pin vcc (5v dan 3,5v), pin ground, pin 4 – pin 9 output LCD dan pin 10-12 output LED.

Sensor gas MQ-7 sebagai input data yang masuk dari arduino uno. Data-data tersebut diolah oleh program yang sudah diupload sehingga bisa membaca karbon monoksida di udara secara terus menerus. Sensor gas yang telah mendeteksi karbon monoksida selanjutnya akan di proses di arduino sehingga dihasilkan keluarannya berupa nilai yang tertera di LCD dan bila yang tertera di LCD < 50ppm maka LED berwarna hijau, jika ppm di atas 50ppm dan di bawah 100ppm maka LED akan berwarna kuning dan terakhir bila nilai yang tertera melebihi 100ppm maka led berwarna merah.

### Analisis software

Secara keseluruhan, rancang bangun alat pendeteksi kadar polusi software yang digunakan 3 buah, antara lain software arduino berfungsi untuk mengkodekan perintah2 yang terdapat dari alat supaya bisa berkerja, software bleusoil berfungsi untuk menghubungkan bluetooth dari alat dan tersambung ke laptop dan terakhir software MATLAB berfungsi untuk membuat frekuensi dan nilai sehingga data yang ada di alat sama.

## 10. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan serta analisis alat pendeteksi kadar polusi di udara, diperoleh kinerja dengan kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan alat pendeteksi kadar polusi udara menggunakan sensor gas MQ-7 dengan Teknologi Wireless HC-05 dapat mendeteksi karbon monoksida. Masukan dari sensor gas di olah melalui arduino, menghasilkan output pada LCD dan LED serta di kirim ke PC.
2. Hasil dari alat pendeteksi udara terdiri atas dua bagian:

- a. Analisis hardware: rancang bangun alat pendeteksi kadar polusi udara terdiri dari rangkaian sensor MQ-7, rangkaian Led, Bluetooth hc-05 dan rangkaian LCD yang terhubung terhadap mikrokontroler arduino uno. Pin-pin yang terhubung ke mikrokontroler arduino adalah: pin 0(Rx) pin 1(Tx) pin 2(Input/output), pin A0(input sensor) pin vcc (5v dan 3,5v), pin ground, pin 4 – pin 9 output LCD dan pin 10-12 output LED.
- b. Analisis software : rancang bangun alat pendeteksi kadar polusi software yang digunakan 3 buah. antara lain software arduino berfungsi untuk mengkodekan perintah2 yang terdapat dari alat supaya bisa berkerja, software bluetooth berfungsi untuk menghubungkan bluetooth dari alat dan tersambung ke laptop dan terakhir software MATLAB berfungsi untuk membuat frekuensi dan nilai sehingga data yang ada di alat sama.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] \_\_\_\_\_.*DataSheet Sensor Mq-7*. <http://www.hwsensor.com> (Diakses tanggal 1 Maret 2015)
- [2] \_\_\_\_\_.*Module Bluetooth Untuk Serial HC05 (Master and Slave)*: <http://tokoone.com/modul-bluetooth-modul-serial/> (Diakses pada tanggal 4 September 2014)
- [3] \_\_\_\_\_.*Data CO (Karbon Monoksida)*: <http://komposisi.sains.lapan.go.id/htm/co.htm> (Diakses Pada Tanggal 4 September 2014)
- [4] Artanto, D. (2012). *yuk, membuat robot (Pembuatan Robot Virtual dan Aktual dengan Software Physical Etoys + Arduino)*. Jakarta: Grasindo.
- [5] Djuandi, F. (2011). *PENGENALAN ARDUINO*. Jakarta: Penerbit www.tobuku.com.
- [6] Eko Putro, I. A., & Abadi, I. (2012). RANCANG BANGUN ALAT UKUR EMISI GAS BUANG, STUDI KASUS: PENGUKURAN GAS KARBON MONOKSIDA (CO). *Paper of Physics Engineering, RSF 681.2 Put r, , 9*.
- [7] Indahwati, E., & Nurhayati. (Rancang Bangun Alat .(2012) Pengukur Konsentrasi Gas Karbon Monoksida(CO) -Menggunakan Sensor Gas MQ Berbasis Mikrokontroller 135 Dengan Komunikasi Serial .*USARTEjournal*, 20.
- [8] Jarin, Dipl.Ing Asril. (2010). *Komunikasi Serial*. Jurusan

- Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana. Yogyakarta.
- [9] Kadir, A. (2013). *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan Arduino*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [10] Mukono, H. J. (2005). *Toksikologi Polutan Udara*. Surabaya: Penerbit Airlangga University Press.
- [11] Rangkuti, Syahban. (2011). *Mikrokontroler Atmel AVR*. Bandung: Penerbit Informatika.
- [12] Rizki, F. (2011). *Alat Pendeteksi Polusi Udara Dari Gas Karbonmonoksida (CO) pada Ruangan Berbasis Mikrokontroler AT89S51*. SURABAYA: UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR.
- [13] Safru, U. (2009). *Polusi Udara*. Padang: <https://oerleebook.wordpress.com>.
- [14] Setyowati Anggraeni, N. I. (2009). PENGARUH LAMA PAPARAN ASAP KNALPOT DENGAN KADAR CO 1800 PPM TERHADAP GAMBARAN HISTOPATOLOGI JANTUNG PADA TIKUS WISTAR. LAPORAN AKHIR PENELITIAN KARYA TULIS ILMIAH, 29.
- [15] Susanto, T. (2001, April). *Elektro*. Retrieved Oktober Selasa, 2014, from BLUETOOTH : Teknologi Komunikasi Wireless untuk Layanan Multimedia dengan Jangkauan Terbatas: <http://www.elektroindonesia.com/elektro/khu36.html>
- [16] Team Labkomputer UMM. (2011). *Modul Praktikum MATLAB*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- [17] , Amril. (2010). Pendeteksi Kadar Gas Buang (CO) Kendaraan Bermotor Roda Dua Menggunakan Sensor Gas. **POLI REKAYASA Volume 6, Nomor 1**, hal 1-10
- [18] Ogata, K., & Leksono, E. (1995). **TEKNIK KONTROL AUTOMATIK (SISTEM PENGATURAN)** jilid 1. Jakarta: Erlangga.