

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

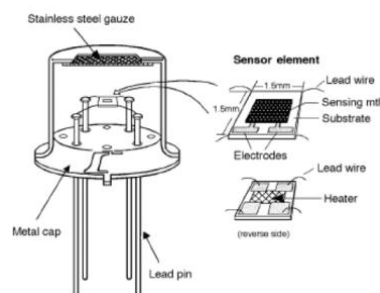
Pada bab 2 (dua) ini dipaparkan mengenai beberapa konsep dan teori yang terkait dengan penelitian. Konsep dan teori yang dipaparkan adalah tentang Diabetes Mellitus, sensor gas, sensor MQ-2, MQ-4, MQ-7, MQ-135, Sensor Kelembapan dan Suhu (DHT-11), Jaringan Saraf Tiruan (*Artificial Neural Networks*), Mikrokontroler Arduino Uno Versi R-3, LCD 16x2, dan MATLAB (*Matrix Laboratory*), yang menjadi dasar pemikiran peneliti dalam menyusun kerangka konsep penelitian.

2.1 Diabetes Mellitus

Diabetes Mellitus adalah penyakit saat tubuh tidak dapat memproduksi insulin (Filho, 2005) atau jumlah insulin cukup tetapi kerjanya kurang baik ditandai dengan tingginya kadar gula dalam darah (Kariadi, 2009). Insulin membantu proses penghancuran dan penyerapan glukosa, asam lemak dan asam amino. Bila insulin tidak diproduksi oleh pankreas atau terjadi resistensi insulin maka kadar glukosa dalam darah meningkat sehingga ginjal tidak dapat memproses glukosa tersebut dan dikeluarkan melalui urin. Faktor keturunan dan lingkungan (D'adamo & Whitney, 2009), obesitas dan kurangnya olah raga sangat mempengaruhi Diabetes Mellitus (Filho, 2005).

2.2 Sensor Gas

Sensor adalah komponen yang digunakan untuk mendeteksi suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu. Sensor merupakan bagian dari transduser yang berfungsi untuk merasakan dan menangkap apadanya perubahan energi eksternal yang akan masuk ke bagian input dari transduser, sehingga perubahan kapasitas energi yang ditangkap segera dikirim kepada bagian konvertor dari transduser untuk dirubah menjadi energi listrik. (Rusmandi Dedy, 2001). Bahan detektor gas dari sensor gas semikonduktor adalah metal oksida, khususnya senyawa SnO_2 .



Gambar 2.1. Struktur Sensor Gas Semikonduktor

Didalam sensor, arus elektrik mengalir melewati daerah sambungan (*grain boundary*) dari kristal SnO_2 . Pada daerah sambungan penyerapan oksigen mencegah muatan untuk bergerak bebas. Jika ada gas pereduksi, proses deoksidasi akan terjadi, rapat permukaan dari muatan negatif oksigen akan berkurang dan mengakibatkan menurunnya ketinggian penghalang dari daerah sambungan. Dengan menurunnya penghalang maka resistansi sensor akan juga ikut menurun.

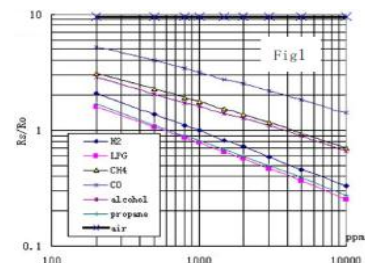
2.3 Sensor MQ (MQ-2, MQ-4, MQ-7 dan MQ-135)

2.3.1 Sensor MQ-2

Sensor MQ-2 adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara serta asap dan output terbaca sebagai tegangan analog. Sensor gas asap MQ-2 dapat langsung diatur sensitifitasnya dengan memutar trimpotnya. Sensor ini biasa digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas baik di rumah maupun di industri. Gas yang dapat dideteksi diantaranya LPG, butane, propane, methane, alkohol, hidrogen dan asap pada konsentrasi gas mudah terbakar dari 300 sampai 10.000 ppm dan beroperasi pada suhu dari -20°C sampai 50°C dan mengkonsumsi arus kurang dari 150 mA pada 5V, (Monster Arduino Vol.3, 2017).



Gambar 2.2. Sensor MQ-2



Gambar 2.3. Grafik MQ-2

2.3.2 Sensor MQ-4

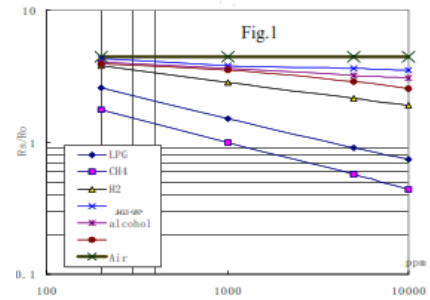
Sensor MQ-4 merupakan sensor yang mampu melakukan pendeteksian kadar gas metana serta gas natural yang terdapat pada udara. Modul ini sudah dilengkapi dengan beberapa komponen pendukung seperti resistor *pull-up*, LED indikator serta *jumper* yang ditujukan untuk memudahkan proses penggunaannya.

Spesifikasi :

1. Tegangan kerja : 5 VDC.
2. Target gas : metana (CH₄) dan gas natural.
3. *Range* deteksi : 200 - 10000 ppm.
4. UART TTL : 38400 bps, 8-bit data, 1-bit stop, *no parity, no flow control*.
5. I2C : dapat di-*cascade* hingga 8 buah modul dalam satu jalur komunikasi.
6. Menggunakan ADC 10-bit untuk konversi data analog dari sensor.
7. Memiliki *output* berupa data digital dengan nilai 0 - 1023 (hasil konversi ADC).
8. Terdapat 1 buah *variable resistor* untuk pengaturan nilai *threshold* secara manual.
9. Disediakan beberapa *jumper* untuk konfigurasi *pull-up* I2C, resistor beban, serta *variable resistor threshold*.
10. Memiliki fitur kendali *on/off* dengan 2 (dua) mode kerja pilihan yaitu *hysteresis* dan *window*.
11. Pin I/O yang kompatibel dengan *level* tegangan TTL dan CMOS.
12. Memiliki 2 buah LED sebagai indikator.
13. Dilengkapi dengan rangkaian EMI filter untuk mengurangi gangguan elektromagnetik.



Gambar 2.4. Sensor MQ-4



Gambar 2.5. Grafik MQ-4

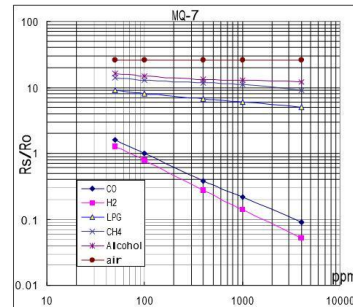
2.3.3 Sensor MQ-7

MQ-7 merupakan sensor gas yang digunakan dalam peralatan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari, industri, atau mobil. Fitur dari sensor gas MQ-7 ini adalah mempunyai sensitivitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (CO), stabil, dan berumur panjang. Sensor ini menggunakan catu daya heater : 5V AC/DC dan menggunakan catu daya rangkaian : 5VDC, jarak pengukuran : 20 - 2000 ppm untuk mengukur gas karbon monoksida.

Struktur dan konfigurasi sensor gas MQ-7 ditunjukkan pada gambar 2.6 (Konfigurasi A atau B), sensor disusun oleh mikro AL₂O₃ tabung keramik, Tin Dioksida (SnO₂) lapisan sensitif, elektroda pengukuran dan pemanas adalah tetap menjadi kerak yang dibuat oleh plastik dan stainless steel bersih. Pemanas menyediakan kondisi kerja yang diperlukan untuk pekerjaan komponen sensitif. MQ-7 dibuat dengan 6 pin, 4 dari mereka yang digunakan untuk mengambil sinyal, dan 2 lainnya digunakan untuk menyediakan arus pemanasan.



Gambar 2.6. Sensor MQ-7



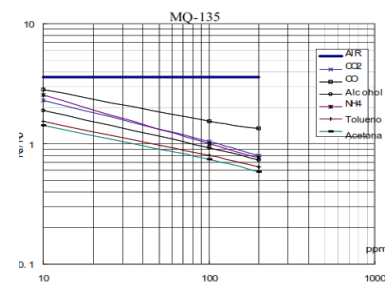
Gambar 2.7. Grafik MQ-7

2.3.4 Sensor MQ-135

MQ-135 Air Quality Sensor adalah sensor yang memonitor kualitas udara untuk mendeteksi gas amonia (NH_3), natrium dioksida (NO_x), alkohol/ethanol (C_2H_5OH), benzena (C_6H_6), karbondioksida (CO_2), gas belerang/sulfur hidroksida (H_2S) dan asap/gas-gas lainnya di udara.



Gambar 2.8. Sensor MQ-135



Gambar 2.9. Grafik MQ-135

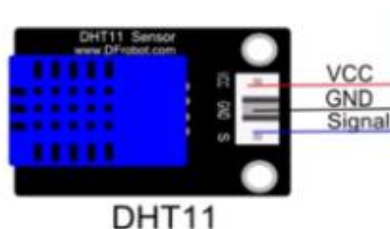
Spesifikasi :

1. Sumber catu daya menggunakan tegangan 5 Volt.
2. Menggunakan ADC dengan resolusi 10 bit.
3. Tersedia 1 jalur output kendali ON/OFF.
4. Pin Input/Output kompatibel dengan level tegangan TTL dan CMOS.
5. Dilengkapi dengan antarmuka UART TTL dan I2C.
6. Signal instruksi indikator output.

7. Output ganda sinyal (output analog, dan output tingkat TTL).
8. TTL output sinyal yang valid rendah ; (output sinyal cahaya rendah, yang dapat diakses mikrokontroler IO port).
9. Analog output dengan meningkatnya konsentrasi, semakin tinggi konsentrasi, semakin tinggi tegangan.
10. Memiliki umur panjang dan stabilitas handal.
11. Karakteristik pemulihan respon cepat.

2.4 Sensor

DHT-11 adalah sensor suhu dan kelembaban, dia memiliki keluaran sinyal digital yang dikalibrasi dengan sensor suhu dan kelembaban yang kompleks. Teknologi ini memastikan keandalan tinggi dan sangat baik stabilitasnya dalam jangka panjang. Mikrokontroler terhubung pada kinerja tinggi sebesar 8 bit. Sensor ini termasuk elemen resistif dan perangkat pengukur suhu NTC. Memiliki kualitas yang sangat baik, respon cepat, kemampuan anti gangguan dan keuntungan biaya tinggi kinerja.



Gambar 2.10. Sensor kelembapan dan suhu (DHT-11)

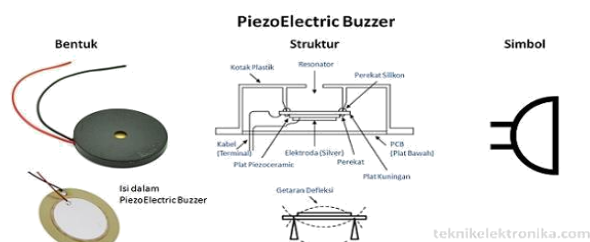
Spesifikasi :

1. Pasokan Voltage : 5 V.

2. Rentang temperatur :0-50 ° C kesalahan ± 2 ° C.
3. Kelembaban : 20-90% RH $\pm 5\%$ RH error.
4. Interface: Digital (Monster Arduino Vol.3, 2017).

2.5 Jaringan Saraf Tiruan (*Artificial Neural Networks*)

Jaringan Syaraf Tiruan adalah sistem komputasi yang arsitektur dan operasinya diilhami dari pengetahuan tentang sel syaraf biologis di dalam otak. Jaringan Syaraf Tiruan merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba menstimulasi proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Jaringan Syaraf Tiruan dapat digambarkan sebagai model matematis dan komputasi untuk fungsi aproksimasi non-linear, klasifikasi data cluster dan regresi non-parametrik atau sebuah simulasi dari koleksi model jaringan syaraf biologi, (Hermawan, 2006).



Gambar 2.11. Backpropagation

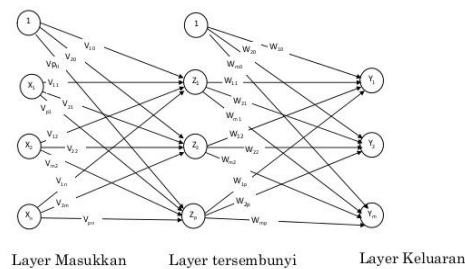
2.5.1 Backpropagation

Backpropagation merupakan salah satu bagian dari Neural Network. Backpropagation merupakan metode pelatihan terawasi (*supervised learning*), dalam artian mempunyai target yang akan dicari. Ciri dari backpropagation adalah meminimalkan error pada output yang

dihasilkan oleh jaringan. Dalam metode backpropagation, biasanya digunakan jaringan multilayer.

2.5.2 Arsitektur Jaringan Backpropagation

Pada gambar 2.12 diperlihatkan arsitektur jaringan backpropagation dengan satu unit hidden layer. X_i adalah unit input layer, Z_j adalah unit hidden layer, dan Y_k adalah unit output layer. Setiap unit memiliki bobotnya masing-masing. V_{ij} adalah bobot dari unit input layer ke unit hidden layer dan W_{jk} adalah bobot dari unit hidden layer ke unit output layer, (Hermawan. 2006).



Gambar 2.12. Arsitektur Jaringan Backpropagation

2.5.3 Algoritma Pelatihan Backpropagation

Algoritma pelatihan Backpropagation dengan satu layer tersembunyi dan dengan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner. Contoh Arsitektur JST Backpropagation dengan X : unit masukan, Z : unit layer tersembunyi, Y : Unit keluaran, X_i : unit input layer, Z_j : unit hidden layer, Y_k : unit output layer, v_{ij} : bobot unit input layer dan W_{jk} : bobot unit output layer.

1. Langkah 0 → inialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil.
2. Langkah 1 → jika Kondisi penghentian belum terpenuhi lakukan langkah 2 sampai 8.

3. Langkah 2 → untuk setiap pasang data pelatihan, lakukan langkah 3 sampai 8.

4. Langkah 3 → tiap unit masukkan menerima sinyal dan meneruskan ke unit tersembunyi.

5. Langkah 4 → hitung semua keluaran di unit tersembunyi (Z):

$$= v_j 0 + \sum_{j=1}^n z_j = f(z_{netj}) = \frac{1}{1 + e^{-z_{netj}}}$$

6. Langkah 5 → hitung semua jaringan di unit keluaran (y_k)

$$y_{netk} = w_k 0 + \sum_{j=1}^n x_j v_{kj}$$

$$y_k = f(y_{netk}) = \frac{1}{1 + e^{-y_{netk}}}$$

7. Langkah 6 → hitung factor δ unit keluaran berdasarkan kesalahan setiap unit keluaran y_k ($k=1,2,3,\dots$) $\delta_k = (t_k - y_k)$
 $f(y_{netk}) = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k) \delta_k$ merupakan unit kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot layer dibawahnya (langkah 7). Hitung suku perubahan bobot W_{kj} dengan laju perubahan $a \Delta w_{kj} = a \delta_k z_j$; $k=1,2,3,\dots,m$; $j=0,1,2,\dots,p$.

8. Langkah 7 → hitung factor δ unit tersembunyi berdasarkan kesalahan di setiap unit tersembunyi z_j ($j=1,2,3,\dots,p$).

$$\text{Factor unit } \delta_{netj} = \sum_{k=1}^n \delta_k w_{kj} \delta_j = \delta_{netj} f(z_{netj})$$

$$= \delta_{netj} z_j (1 - z_j)$$

hitung suku perubahan bobot v_{ji}
 $\Delta v_{ji} = a \delta_j x_i$; $j=1,2,\dots,p$; $i=0,1,2,\dots,n$.

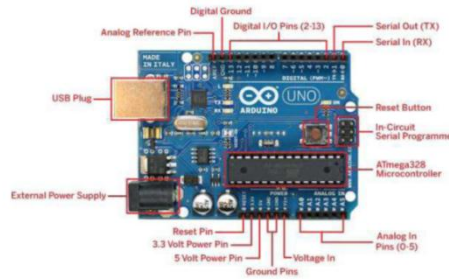
9. Langkah 8 → perubahan bobot garis yang menuju unit keluaran

$$W_{kj}(\text{baru}) = w_{kj}(\text{lama}) + \Delta w_{kj}$$

Perubahan bobot garis yang menuju unit tersembunyi $V_{ji}(\text{baru}) = V_{ji}(\text{lama}) + \Delta V_{ji}$.

2.6 Mikrokontroler Arduino Uno Versi R-3

Arduino adalah sebuah board mikrokontroller yang berbasis Atmega 328. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu *men-support* mikrokontroller, dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB. Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding board mikrokontroler yang lain selain bersifat open source, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan ketika kita memprogram mikrokontroler didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan *board* mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial, (Monster Arduino Vol.3, 2017).



Gambar 2.13. Mikrokontroler Arduino Uno Versi R-3

Mikrokontroler Arduino Uno versi-R3 berbeda dengan semua board sebelumnya, karena Arduino Uno R3 ini tidak menggunakan *chip driver* FT232RL to serial. Melainkan menggunakan fitur dari ATmega 16U2 yang diprogram sebagai konverter *USB to serial*. Board Arduino Uno memiliki fitur – fitur baru sebagai berikut :

1. *Pinout* : menambahkan SDA dan SCL *pin* yang dekat ke *pin* aref dan dua *pin* baru lainnya ditempatkan dekat ke *pin* RESET, dengan I/O REF yang memungkinkan sebagai *buffer* untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari *board* sistem. Pengembangannya, sistem akan lebih kompatibel dengan *prosesor* yang menggunakan AVR, yang beroperasi dengan 5V dan dengan *Arduino* karena beroperasi dengan 3,3V. Yang kedua adalah *pin* yang tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan pengembangannya.
2. Sirkuit reset.
3. ATmega 16U2 ganti 8U yang digunakan sebagai konverter *USB-to-serial*, (Monster Arduino Vol.3, 2017).

2.7 LCD 16x2

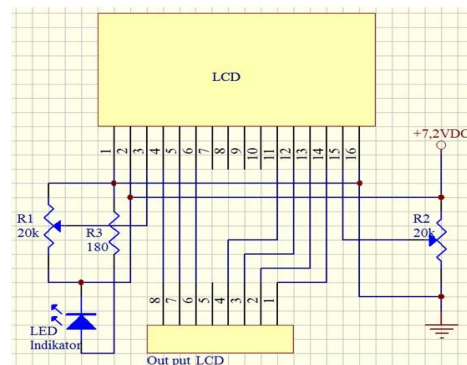
LCD yang digunakan dalam penelitian ini adalah *display* LCD 16x2 yang mempunyai lebar display 2 baris dan 16 kolom atau biasa disebut sebagai LCD karakter 16x2, (Victor.VK, 2017).



Gambar 2.14 Bentuk Fisik LCD 16 x 2

Spesifikasi :

1. Pin 1 : Ground
2. Pin 2 : VCC
3. Pin 3 : Pengatur kontras
4. Pin 4 : RS (Instruktion/Register Select)
5. Pin 5 : R/W (Read/Write LCD Register)
6. Pin 6 : EN (Enable)
7. Pin 7-14 : Data I/O Pins
8. Pin 15 : VCC
9. Pin 16 : Ground



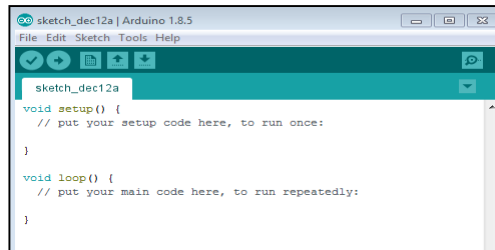
Gambar 2.15. Skematik LCD 16 x 2.

2.8 Arduino 1.8.5 IDE

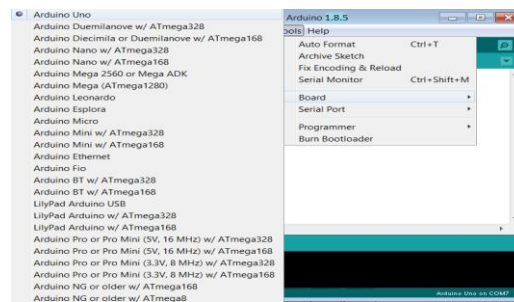
Arduino 1.8.5 merupakan software terintegrasi atau Integrated Development Environment (IDE) yang dapat digunakan untuk mengkompilasi, men-debug dan mengupload kode source/program pada perangkat mikrokontroler. Arduino IDE 1.8.5. digunakan untuk melakukan pemrograman *microkontroler* ARM Cortex M0, M3, M4 yang mana umumnya kita kenal dengan keluarga modul IC Arduino dan STM. Namun agar aplikasi Arduino 1.8.5.dapat digunakan untuk memprogram IC STM32F1C8T6, harus diatur terlebih dahulu enviromentnya dengan cara menginstall Arduino Sam Boards (32-bits ARM Cortex-M3) pada menu *Board Manager*. Bahasa program yang digunakan pada software Arduino menggunakan bahasa C yang telah ditingkatkan sehingga penggunaan bahasa pada arduino dapat lebih mudah. Berikut cara membuat project baru pada Arduino IDE 1.8.5 :

1. Membuat project baru dengan cara membuka aplikasi.
2. Pilih “*Tools*” untuk memilih Arduino Uno.
3. Pilih “*Board*”.

4. Lalu pilih pada menu IC “*Arduino Uno*” sebelah kanan dari “*BoardGeneric*” pada perintah nomor pertama.



Gambar 2.16. Tampilan *Sketch Board* Project baru Arduino IDE 1.8.5.



Gambar 2.17. Tampilan Pemilihan *Arduino Uno*

Jika Arduino Uno sudah dipilih pada menu Boards, seperti diatas maka proses pemrograman sudah bisa dilakukan pada *sketch board* yang ditampilkan pada Gambar 3.10. Sehingga bahasa C atau adaptasi *library* bisa diketik untuk memprogram Arduino Uno, (Monster Arduino Vol.3, 2017).

2.9 MATLAB

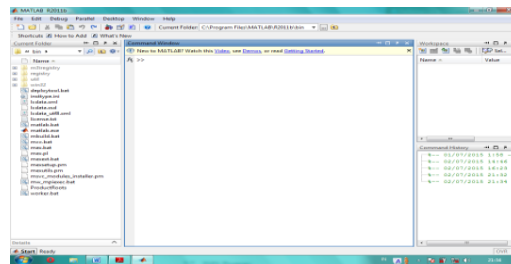
MATLAB (*Matrix Laboratory*) adalah bahasa tingkat tinggi dan interaktif yang memungkinkan untuk melakukan komputasi secara intensif. MATLAB telah berkembang menjadi sebuah *environment* pemrograman yang canggih yang berisi

fungsi-fungsi *built-in* untuk melakukan pengolahan sinyal, aljabar linear, dan kalkulasi matematis lainnya, yaitu :

1. Matematika dan komputasi
2. Pembentukan algoritma
3. Akuisisi data
4. Pemodelan, simulasi dan pembuatan prototype
5. Analisis data, eksplorasi, dan visualisasi

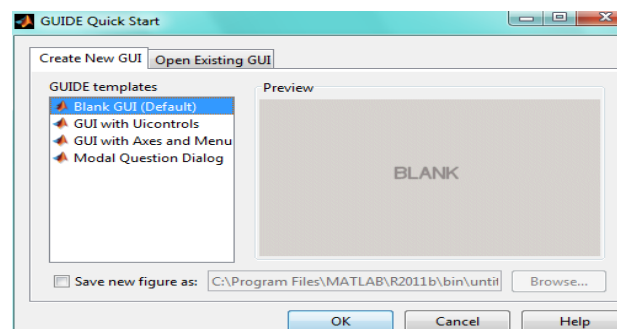
Pada Pembuatan software alat ini dibutuhkan fitur Implementasi GUI (*Graphical User Interface*) MATLAB berikut cara mengaktifkannya :

1. Klik dan Run Aplikasi MATLAB 2011 atau versi lainnya.



Gambar 2.18. Halaman awal aplikasi Matlab

2. Buat lembar kerja baru *Create New*, Kemudian tampil *blank project* untuk membuat intergace menggunakan MATLAB. Hal yang dilakukan adalah mengambil tools yang diinginkan.



Gambar 2.19. Memanggil *blank project* GUI MATLAB 2011

3. Selanjutnya menekan tombol run untuk mengeksekusi tools yang sudah diberi program untuk membaca data yang dikirim oleh alat dan menampilkan data sensor sesuai data yang dikirim dari alat pendeteksi polusi kemudian dikirim kembali ke komputer dan ditampilkan oleh penampil data menggunakan GUI MATLAB (Adam F, 2017).