MODUL
ARDUINO - MATLAB INTERFACING TRAINING

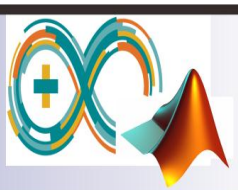
Content :

1. Basic Arduino Programming and Matlab Interfacing
2. Arduino Input-Output Digital & Interfacing
3. Arduino Interrupt-Timer & Interfacing
4. Arduino ADC-PWM & Interfacing

LABORATORIUM PENGUKURAN FISIS · TEKNIK FISIKA ITS ·

Teknik Fisika ITS

www.lpf-its.org



KATA PENGANTAR

Pada era globalisasi seperti ini dibutuhkan pengetahuan dan pengalaman yang cukup memadai. Dengan begitu seorang pelajar Indonesia diharapkan dapat bersaing dan memiliki kompetensi yang tinggi dalam usaha – usaha pengembangan di sektor ilmu pengetahuan maupun teknologi.

Begitu pula dalam pengembangan dunia mikrokontroller, mikrokontroller merupakan devais yang sangat penting dalam kemajuan teknologi di berbagai bidang. Baik dalam sektor otomotif, industri, robotika, dan sektor penting lainnya. Mikrokontroller memiliki peran yang sangat vital yaitu sebagai pusat pengolahan data yang berfungsi menyerupai otak manusia. Arduino merupakan salah satu pengembangan teknologi mikrokontroller yang saat ini menjadi sangat populer di kalangan mahasiswa maupun kalangan insinyur. Adapun Matlab disini digunakan sabagai interface data Arduino sehingga memudahkan dalam pengamatan.

Dikarenakan hal tersebut di atas, maka disusunlah Modul Pelatihan Arduino. Modul ini disusun untuk memudahkan dan sebagai pemandu bagi para peserta "*Arduino-Matlab Interfacing Training*". Modul ini juga menguraikan prinsip dasar pemrograman Arduino hingga pengaplikasian fungsi – fungsi yang terdapat pada Arduino.

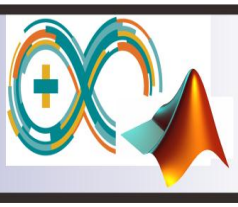
Dengan terselesaikannya Modul Pelatihan Arduino-Matlab ini, tim penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Ny, *Arduino-Matlab Interfacing Training* dapat terlaksana.
2. Rekan – rekan Pengurus Laboratorium Pengukuran Fisis Teknik Fisika – ITS, karena atas loyalitas dan dedikasiny, *Arduino Matlab Training* dapat terealisasi.
3. Semua pihak yang turut mendukung dalam berjalannya kegiatan *Arduino Training* dan penerbitan modul ini secara langsung maupun tidak langsung.

Akhir kata, tidak ada gading yang tak retak, penulis menyadari bahwa modul pelatihan ini masih jauh dari sempurna, karena kesempurnaan hanyalah milik Tuhan Yang Maha Esa. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangatlah diharapkan guna perbaikan modul ini pada edisi berikutnya. Semoga bermanfaat.

Surabaya, 25 April 2015

Tim Penyususn



MODUL I

ARDUINO & MATLAB

1. ARDUINO

Arduino adalah sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat *open source.* Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory microcontroller. Ada banyak projek dan alat-alat dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino.

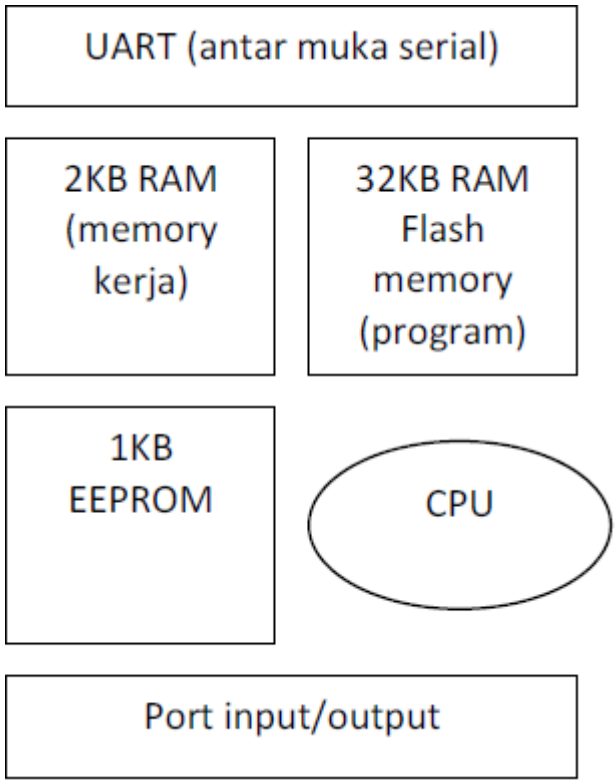
Arduino dikembangkan oleh sebuah tim yang beranggotakan orang-orang dari berbagai belahan dunia. Anggota inti dari tim ini adalah:

- Massimo Banzi, Milano, Italy
- David Cuartielles, Malmoe, Sweden
- Tom Igoe, New york, USA
- Gianluca Martina, Torino, Italy
- David A. Melis, Boston, USAMateri 2 : instalasi arduino

Saat ini ada bermacam-macam bentuk papan Arduino yang disesuaikan dengan peruntukannya seperti diperlihatkan berikut ini:
Menggunakan USB sebagai antar muka pemrograman atau komunikasi komputer. Contoh:

- Arduino Uno
- Arduino Duemilanove
- Arduino Diecimila
- Arduino NG Rev. C
- Arduino NG (Nuova Generazione)
- Arduino Extreme dan Arduino Extreme v2
- Arduino USB dan Arduino USB v2.0

Komponen utama di dalam papan Arduino adalah sebuah microcontroller 8 bit dengan merk **ATmega** yang dibuat oleh perusahaan **Atmel Corporation**. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe ATmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh Arduino Uno menggunakan ATmega328 sedangkan Arduino Mega 2560 yang lebih canggih menggunakan ATmega2560. Untuk memberikan gambaran mengenai apa saja yang terdapat di dalam sebuah microcontroller, pada gambar berikut ini diperlihatkan contoh diagram blok sederhana dari microcontroller ATmega328 (**dipakai pada Arduino Uno**).

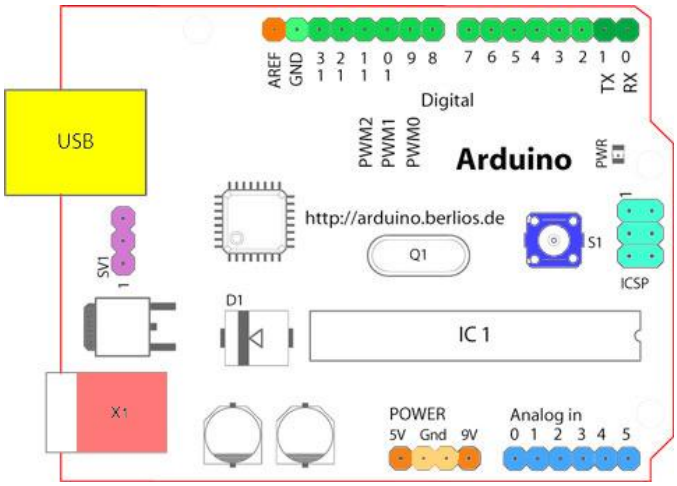


Blok-blok di atas dijelaskan sebagai berikut:

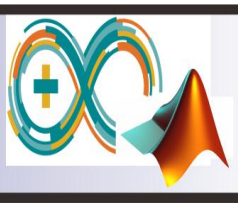
- ***Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART)*** adalah antar muka yang digunakan untuk komunikasi serial seperti pada RS-232, RS-422 dan RS-485.
- **2KB RAM** pada memory kerja bersifat *volatile* (hilang saat daya dimatikan), digunakan oleh variable-variabel di dalam program.
- **32KB RAM** flash memory bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan program yang dimuat dari komputer. Selain program, flash memory juga menyimpan *bootloader*. **Bootloader** adalah program inisiasi yang ukurannya kecil, dijalankan oleh CPU saat daya dihidupkan. Setelah bootloader selesai dijalankan, berikutnya program di dalam RAM akan dieksekusi.
- **1KB EEPROM** bersifat non-volatile, digunakan untuk menyimpan data yang tidak bolehhilang saat daya dimatikan. Tidak digunakan pada papan Arduino.
- ***Central Processing Unit (CPU)***, bagian dari microcontroller untuk menjalankan setiap instruksi dari program.
- **Port input/output**, pin-pin untuk menerima data (input) digital atau analog, dan mengeluarkan data (output) digital atau analog.
-

1.1. Bagian-Bagian Papan Arduino

Dengan mengambil contoh sebuah papan Arduino tipe USB, bagian-bagiannya dapat dijelaskan sebagai berikut.



- **14 pin input/output digital (0-13)** Berfungsi sebagai input atau output, dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin analog output dimana tegangan output-nya dapat diatur. Nilai sebuah pin output analog dapat diprogram antara 0 – 255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.
- **USB** Berfungsi untuk:
  1. Memuat program dari komputer ke dalam papan
  2. Komunikasi serial antara papan dan komputer
  3. Memberi daya listrik kepada papan
- **Sambungan SV1** Sambungan atau *jumper* untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan Arduino versi terakhir karena pemilihan sumber daya eksternal atau USB dilakukan secara otomatis.
- **Q1 – Kristal (*quartz crystal oscillator*)** Jika microcontroller dianggap sebagai sebuah otak, maka kristal adalah jantung-nya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada microcontroller agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detak-nya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz).
- **Tombol Reset S1** Untuk me-reset papan sehingga program akan mulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol reset ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan microcontroller.
- ***In-Circuit Serial Programming (ICSP)*** Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram microcontroller secara langsung, tanpa melalui bootloader. Umumnya pengguna Arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.
- **IC 1 – Microcontroller Atmega** Komponen utama dari papan Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM.
- **X1 – Sumber Daya Eksternal** Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, papan Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9-12V.
- **6 pin input analog (0-5)** Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin input antara 0 – 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.



Secara umum Arduino terdiri dari dua bagian, yaitu:

1. Hardware: Papan input/output (I/O)
2. Software: Software Arduino meliputi IDE untuk menulis program, *driver* untuk koneksi dengan komputer, contoh program dan *library* untuk pengembangan program.

1.2. Bahasa Pemrograman Arduino

Bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa C. Tetapi bahasa ini sudah dipermudah menggunakan fungsi-fungsi yang sederhana sehingga pemula pun bisa mempelajarinya dengan cukup mudah. Untuk membuat program Arduino dan mengupload ke dalam board Arduino, anda membutuhkan software Arduino IDE (Integrated Development Enviroment) yang bisa di download gratis di http://arduino.cc/en/Main/SoftwareSebelum kita mulai menggunakan Arduino, terlebuih dahulu kita harus mengetahui struktur pemrograman Arduino. Berikut ini adalah macam-macam struktur pemrograman pada Arduino:

Strukture

Berikut ini adalah struktur yang terdapat pada bahasa pemrograman arduino:

a. Struktur

Struktur dasar dari bahasa pemrograman Arduino adalah sederhana, yang hanya terdiri dari dua bagian.

```
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:

}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:

}
```

Dimana setup() merupakan bagian untuk inisialisasi yang hanya dijalankan sekali di awal program, sedangkan loop() untuk mengeksekusi bagian program yang akan dijalankan berulang-ulang.

b. {} Curly Braces

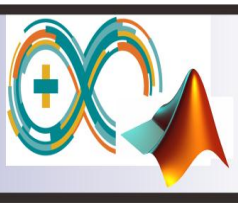
Curly brace mendefinisikan awal dan akhir dari sebuah blok fungsi. Apabila programer lupa memberi curly brace, maka ketika di-compile akan mengalami eror.

c. Semicolon

Semicolon harus diberikan pada setiap statement program, karena berfungsi sebagai pembatas setiap statement program yang dibuat.

d. /*...*/ Block Comment

Semua statement yang ditulis dalam block comment tidak akan dieksekusi dan tidak akan di-compile sehingga tidak mempengaruhi program yang dibuat.



e. //Line Comment

Sama halnya dengan block comment, line comment pun sama hanya saja yang dijadikan komentar adalah perbaris.

Variabel

Variabel adalah sebuah penyimpan nilai yang dapat digunakan dalam program. Variabel dapat diubah sesuai dengan instruksi yang dibuat. Ketika mendeklarasikan variabel harus diikutsertakan type variabe; serta nilai awal variabel.

Type variabelName = 0;

Contoh :

Int inputVariable = 0;

Mendefinisikan sebuah variabel bernamam inputVariable dengan nilai awal 0.

Kemudian skop variabel/variable scope. Variabel ini dapat dideklarasikan pada awal void setup() secara lokal di dalam sebuah fungsi dan terkadang di dalam sebuah blok statement pengulangan. Yang terakhir adalah variabel global, variabel ini dideklarasikan di setiap blok fungsi dan dideklarasikan pada awal program sebelum void setup().

Tipe Data

Seperti dipemrograman bahasa C, di Arduino terdapat beberapa tipe data yang harus dipahami dan diketahui agar dapat menggunakan suatu tipe data dengan benar. Berikut adalah tipe data yang terdapat dalam pemrograman Arduino:

a. Byte

Tipe byte dapat menyimpan 8-bit nilai angka bilangan asli tanpa koma. Byte memiliki range 0 - 255.

Contoh :

Byte biteVariabel=180;

Mendeklarasikan ‘biteVariable’ sebagai type byte.

b. Integer

Integer adalah tipe data yang utama untuk menyimpan nilai bilangan bulat tanpa koma. Penyimpanan integer sebesar 16-bit dengan range 32767 – 32768.

Contoh :

Int integerVariable = 1600;

mendeklarasikan ‘integerVariable’ sebagai type integer

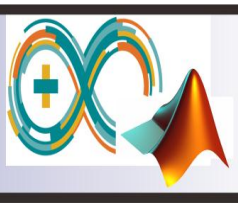
c. Long

Perluasan ukuran untuk long integer, penyimpanan long integer sebesar 32-bit dengan range 2147483647 sampai -2147483647.

Contoh :

Long longVariable = 100000;

mendeklarasikan ‘longVariable’ sebagai type long.



d. Float

Float adalah tipe data yang dapat menampung nilai desimal, float merupakan penyimpan yang lebih besar dan dapat meyimpan sebesar 32-bit dengan range 34028235E+38 sampai -34028235E+38.

Contoh :

Int integerVariable = 3,14;

mendeklarasikan 'integerVariable' sebagai type float.

e. Array

Array adalah kumpulan nilai yang dapat diakses dengan index number, nilai yang terdapat dalam array dapat dipanggil dengan cara menuliskan nama array dan index number. Array dengan index 0 merupakan nilai dari array. Array perlu dideklarasikan dan kalau perlu diberi nilai sebelum digunakan.

Int arraysName[] = {nilai0, nilai1, nilai2...}

Contoh :

Int arrayAku[] = {2,3,4,8,9};

x = arrayAku[5];

maka x sekarang adalah 9.

Aritmatik

Operator aritmayik terdiri dari penjumlahan, pengurangan, pengkalian, dan pembagian (+, -, *, /).

Compound Assignments

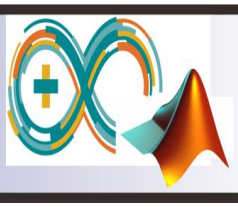
Compound assignments merupakan kombinasi dari aritmatika dengan sebuah variabel. Ini biasanya dipakai pada pengulangan.

x ++; // sama seperti x = x + 1 atau menaikkan nilai x sebesar 1
x --; // sama seperti x = x – 1 atau mengurangi nilai x sebesar 1
x +=; // sama seperti x = x + y
x-=y; // sama seperti x = x – y
x*=y; // sama seperti x = x*y
x/=y; // sama seperti x = x/y

Comparison

Statement ini membandingkan dua variabel dan apabila terpenuhi akan bernilai 1 atau true. Statement ini banyak digunakan dalam operator bersyarat.

x ==y; // x sama dengan y
x!=y; // x tidak sama dengan y
x<y; // x lebih kecil dari y
x>y; // x lebih besar dari y
x<=y; // x lebih kecil dari sama dengan y
x>=y; // x lebih besar dari sama dengan y



Logic Operator

Operator logikal digunakan untuk membandingkan 2 expresi dan mengembalikan nilai balik benar atau salah tergantung dari operator yang digunakan. Terdapat 3 operator logik AND, OR, dan NOT, yang biasanya digunakn pada IF statement.

Logika AND
If(x>0&&x<5); // bernilai benar apabila kedua operator pembanding terpenuhi
Logika OR
If(x>0||y>0); // bernilai benar apabila salah satu operator pembanding terpenuhi
Logika NOT
If(!x>0); // bernilai benar apabila ekspresi operator bernilai salah

Konstanta

Arduino mempunyai beberapa variabel yang sudah dikenal yang kita sebut konstanta. Ini membuat lebih mudah untuk dibaca. Konstanta diklasifikasikan berdasarkan grup.

a. True/False
   Merupakan konstanta Booleab yang mendefinisikan logic level. FALSE mendefinisikan 0 dan TRUE mendifinisaikan 1
b. High/Low
   Konstata ini mendefinisikan aktifitas pin HIGH atau LOW dan digunakan ketika membaca dan menulis ke digital pin. HIGH didefinisikan sebagai 1 sedangkan LOW sebagai 0.
c. Input/Output
   Konstanta ini digunakan dengan funsi pinMode() untuk mendefinisikan mode pin digital, sebagai input atau output.

Flow Control

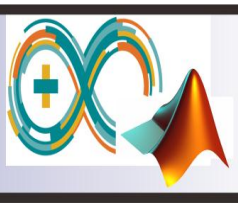
Flow control merupakn sebuah operator yang memiliki pengaruh atau dapat pengkontrol suatu keadaan dalam pemrograman. Berikut ini flow control yang ada pada Arduino:

a. If
   Operator if mengeset sebuah kondisi berdyarat, jika kondisi ini terpenuhi maka program akan dijalankan.
   Contoh:

```
If(someVariable?? value)
{
//Do something;
}
```

b. If...else
   Operator if...else mengeset sebuah kondisi bersyarat, apabila tidak sesuai dengan kondisi pertama maka akan mengeksekusi kondisi yang ada di else.
   Contoh:

```
if(inputPin==HIGH)
```



```
{
//Do first plan;
else
//Do second plan;
}
```

c. For

Operator for digunakan dalam blok pengulangan tertutup.

Contoh:

```
For(initialization;condition;expression)
{
//Do something;
}
```

d. While

Operator while akan terus mengulang baris perintah yang ada dalam blok sampai ekspresi sebagai kondisi pengulangan bernilai salah.

Contoh:

```
While(someVariable??value)
{
//Do something
}
```

e. Do...while

Sama halnya dengan while() hanya saja pada operator Do...While tidak melakukan pengecekan pada awal tapi di akhir, sehingga otomatis akan melakukan satu kali baris perintah walaupun pada awalnya sudah terpenuhi.

Contoh:

```
Do
{
//Do something;
}
While(someVariable//value);
```

Digital I/O

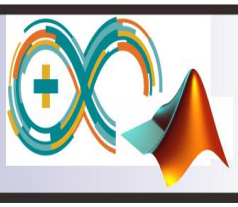
Input/output digital pada breadboard Arduino Uno ada 14, pengalamatanya 0 – 13, ada saat tertentu I/O 0 dan 1 tidak bisa digunakan karena dipakai untuk komunakasi serial, sehingga harus hati-hati dalam pengalokasian I/O. berikut ini merupak istilah dalam bahasa pemrograman digital I/O Arduino:

a. Pin Mode (pin, Mode)

Digunakan dalam void setup() untuk mengkonfigurasi pin apakah sebagai input atau output. Pin-pin Arduino digital secara default dikonfigurasi sebagai input sehingga untuk merubahnya harus menggunakan operator pinMode (pin, mode).

Contoh:

```
pinMode(pin,OUTPUT); //mengeset pin sebagai output;
pinMode(pin,INPUT): // mengeset pin sebagai input.
```



b. Digital Read (pin)
   Membaca nilai pin yang kita kehendaki dengan hasil HIGH atau LOW.
   Contoh:
   ```
   Value = digitalRead(pin); //membaca 'value' pin HIGH atau LOW
   ```
c. Digital Write (pin)
   Digunakan untuk mengset pin digital. Arduino memilki 14 pin digital.
   Contoh:
   ```
   digitalWrite(pin, HIGH); //seet pin to HIGH
   ```

Analog I/O

Input/output analog pada breadbroad Arduino UNO ada 6 pengalamatanya 0 – 5. berikut ini merupak istilah dalam bahasa pemrograman analog I/O Arduino:

a. Analog Read (pin)
   Membaca nilai pin analog yang memiliki resolusi 10-bit. Fungsi ini hanya dapat bekerja pada analog pin (0 - 5). Hasil dari pembacaa berupa nilai integer dengan range 1023.
   Contoh:
   ```
   Value = analogRead (pin); // membaca 'value' sama dengan nilai analog
   ```
b. Analog Write (pin, value)
   Mengirimkan nilai analog pada pin analog Arduino.
   Contoh:
   ```
   analogWrite(pin, value) // menulis ke pin analog
   ```

Time

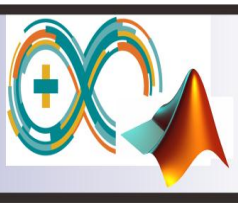
Ardunio memiliki istilah bahasa pemrograman dalam mendeklarasikan waktu. Berikut ini adalah time yang ada pada Arduino:

a. Delay (ms)
   Menghentikan program untuk sesaat sesuai dengan yang di kehendaki, satuanya dalam millisecond.
   Contoh:
   ```
   delay(1000); // menggu selama 1 detik
   ```
b. Millis ()
   Mengembalikan nilai dalam millisecond, dihitung sejak arduino board menyala. Penapungnya harus long integer.
   Contoh:
   ```
   Value = millis(); //set 'value' equal to millis()
   ```

Math

Berikut ini merupakan istilah math dalam bahasa pemroraman arduino:

a. Min (x,y)
   Membandingkan 2 variabel dan akan mengembalikan nilai yang paling kecil.
   Contoh:



Value = min(value, 100); // set ‘value’ sebagai yang paling kecill

b. Max (x,y)
Max merupakan kebalikan dari min.
Contoh:

Value = max(value, 1000); //set ‘value’ sebagai nilai yang paling besar dari kedua nilai

Serial

Statement ini digunlan untuk mengaktifkan komunikasi serial pada Arduino. Berikut ini adalah istilah komunikasi serial pada bahasa pemrgraman Arduino:

a. Serial.begin (rate)
Staement ini digunakan untuk mengaktifkan komunikasi serial dan mengeset baudrate.
Contoh:

```
void setup()
{
Serial.begin(9600); //mengaktifkan seeria; poert dan mengeset baudrate 9600 bps
}
```

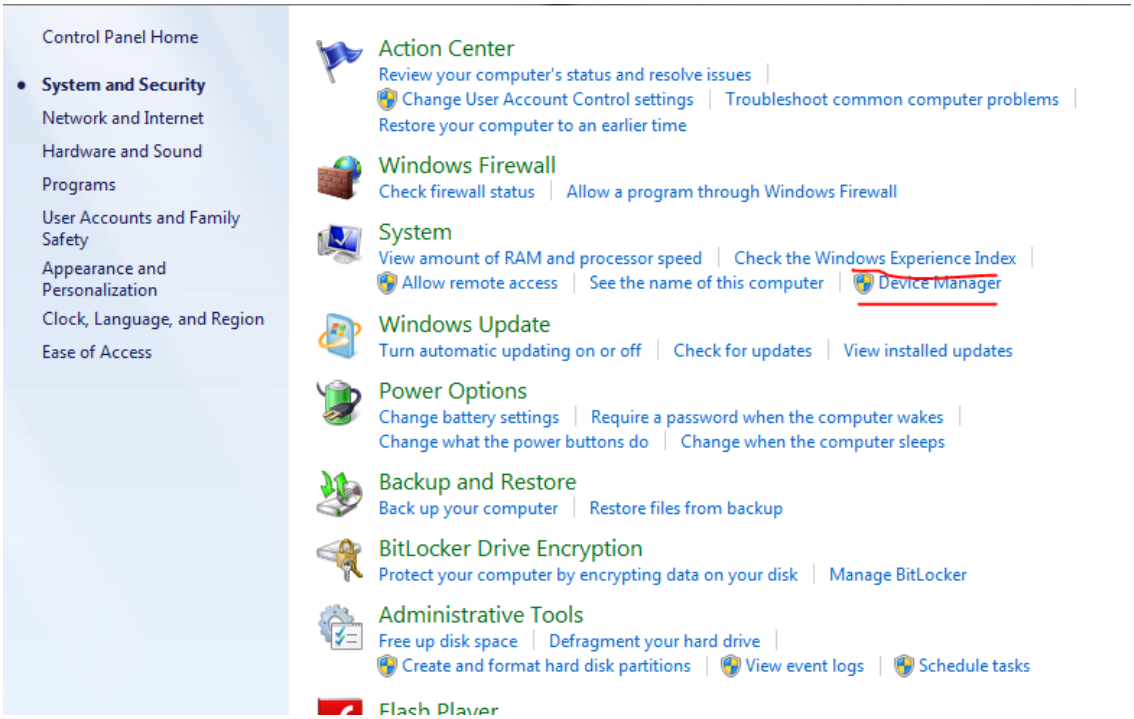
b. Serial Printing (data)
Mengirim data ke serial port.
Conoh:

```
Serial.print(100); //mengirimkan nilai 100 setiap baris

Serial.println(100); //mengirimkan 100 setiap kolom
```

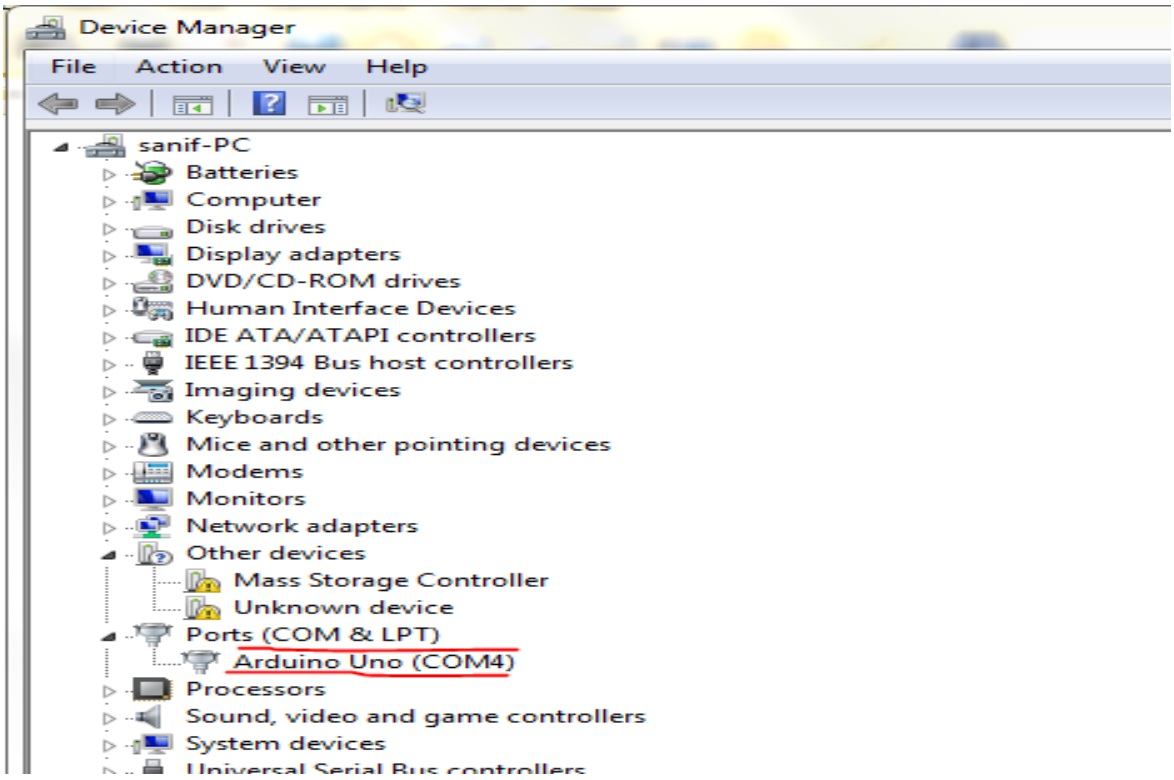
1.2. Instalasi Arduino IDE

Arduino IDE merupakan software Arduino yang digunakan sebagai media penghubung antara user dan hardware Arduino. Sofware Arduino IDE ini tersedia di http://arduino.cc/en/Main/software, disana juga terdapat petunjuk langkah-langkah pengisntalan software Arduino IDE ke laptop/Pc. Berikut adalah langkah-langkah menginstal software arduino pada windows:

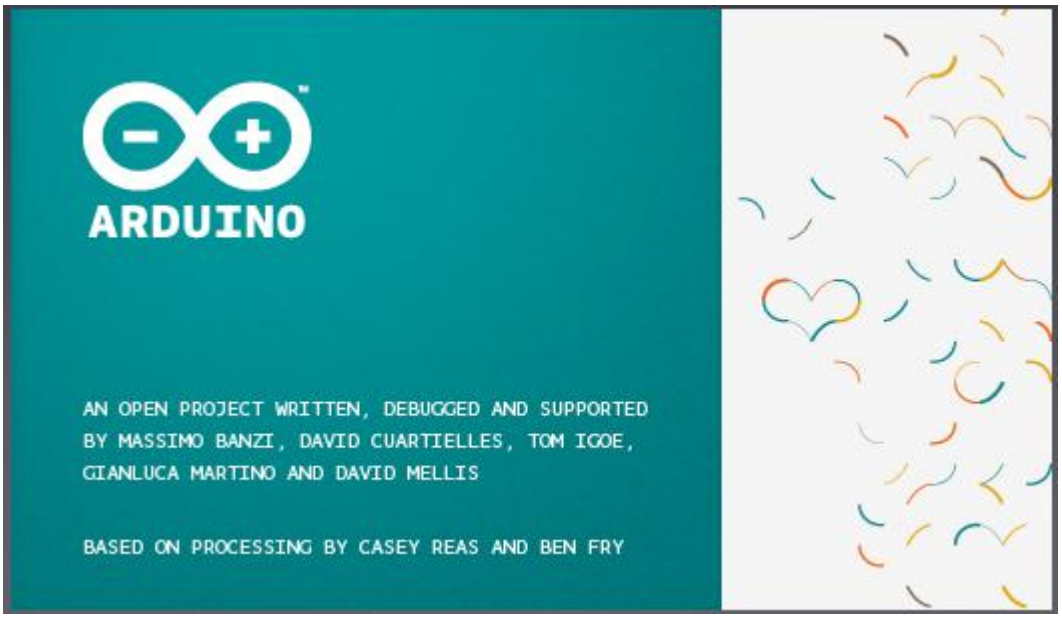
1. Tancapkan kabel USB Arduino uno ke laptop/PC.
2. Instal software ardunio yang telah anda miliki. Instal dengan mengikuti intruksi yang muncul.
3. Akan muncul perintah menginstal USB driver. Klik Yes.
4. Setelah proses instalasi selesai, klik pada Start Menu, dan buka Control Panel.
5. Didalam Control Panel, arahkan ke System and Security. Kemudian, klik pada System window. Ketika System windows muncul, buka Device Manager.



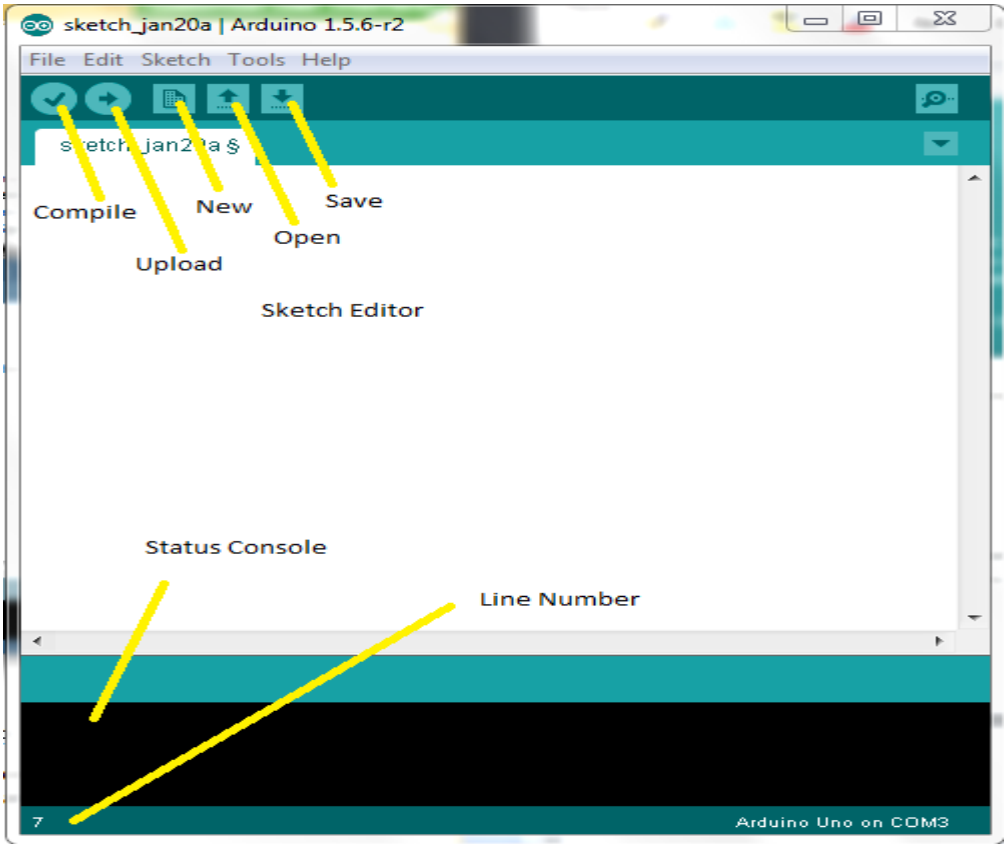
6. Pada Device Manager, arahkan ke Ports (COM & PLT) dan pastikan port Arduino telah terdeteksi. Sepeti gambr dibawah ini:



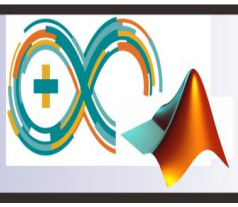
7. Dan ingat bahwa Arduino anda berada pada pada COMxx.



Berikut ini adalah penjelasan mengenai tampilan muka dari Arduino IDE:



Compile: proses sebelum program instruksi di kirim ke board, compile dibutuhkan untuk merubah instruksi agar dimengerti oleh board.



Upload: meng-Compile dan kemudian mengirim program instruksi ke board.

Skecth Editor: tempat menulis program instruksi.

Open: membuka skecth yang telah ada dalam laptop/PC.

Save: menyimpan program instruksi.

New: membuka skecth edit or baru.

Status Console: menampilkan running IDE dan menampilkan eror yang terjadi jika terdapat eror.

Line Number: menuntukkan baris dimana krusor berada.

2. MATLAB

MATLAB (**mat**rix **lab**oratory) adalah sebuah lingkungan komputasi numerikal dan bahasa pemrograman komputer generasi keempat. Dikembangkan oleh The MathWorks, MATLAB memungkinkan manipulasi matriks, pem-plot-an fungsi dan data, implementasi algoritma, pembuatan antarmuka pengguna, dan peng-antarmuka-an dengan program dalam bahasa lainnya. Meskipun hanya bernuansa numerik, sebuah kotak kakas (*toolbox*) yang menggunakan mesin simbolik MuPAD, memungkinkan akses terhadap kemampuan aljabar komputer. Sebuah paket tambahan, Simulink, menambahkan simulasi grafis multiranah dan Desain Berdasar-Model untuk sistem terlekat dan dinamik. Pada tahun 2004, MathWorks mengklaim bahwa MATLAB telah dimanfaatkan oleh lebih dari satu juta pengguna di dunia pendidikan dan industri

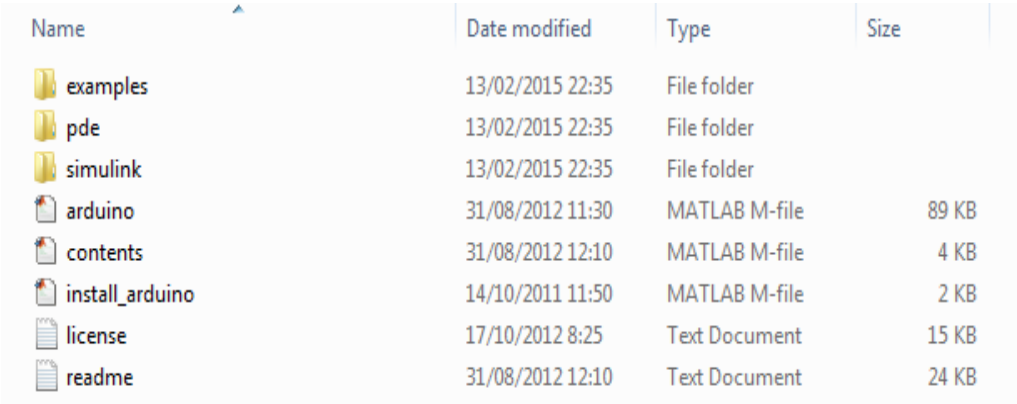
MATLAB (yang berarti "*matrix laboratory*") diciptakan pada akhir tahun 1970-an oleh Cleve Moler, yang kemudian menjadi Ketua Departemen Ilmu Komputer di Universitas New Mexico. Ia merancangnya untuk memberikan akses bagi mahasiswa dalam memakai LINPACK dan EISPACK tanpa harus mempelajari Fortran. Karyanya itu segera menyebar ke universitas-universitas lain dan memperoleh sambutan hangat di kalangan komunitas matematika terapan. Jack Little, seorang insinyur, dipertemukan dengan karyanya tersebut selama kunjungan Moler ke Universitas Stanford pada tahun 1983. Menyadari potensi komersialnya, ia bergabung dengan Moler dan Steve Bangert. Mereka menulis ulang MATLAB dalam bahasa pemrograman C, kemudian mendirikan The MathWorks pada tahun 1984 untuk melanjutkan pengembangannya. Pustaka yang ditulis ulang tadi kini dikenal dengan nama JACKPAC.[*butuh rujukan*] Pada tahun 2000, MATLAB ditulis ulang dengan pemakaian sekumpulan pustaka baru untuk manipulasi matriks, LAPACK.

MATLAB pertama kali diadopsi oleh insinyur rancangan kontrol (yang juga spesialisasi Little), tapi lalu menyebar secara cepat ke berbagai bidang lain. Kini juga digunakan di bidang pendidikan, khususnya dalam pengajaran aljabar linear dan analisis numerik, serta populer di kalangan ilmuwan yang menekuni bidang pengolahan citra.

3. MENGINTEGRASIKAN ARDUINO DAN MATLAB

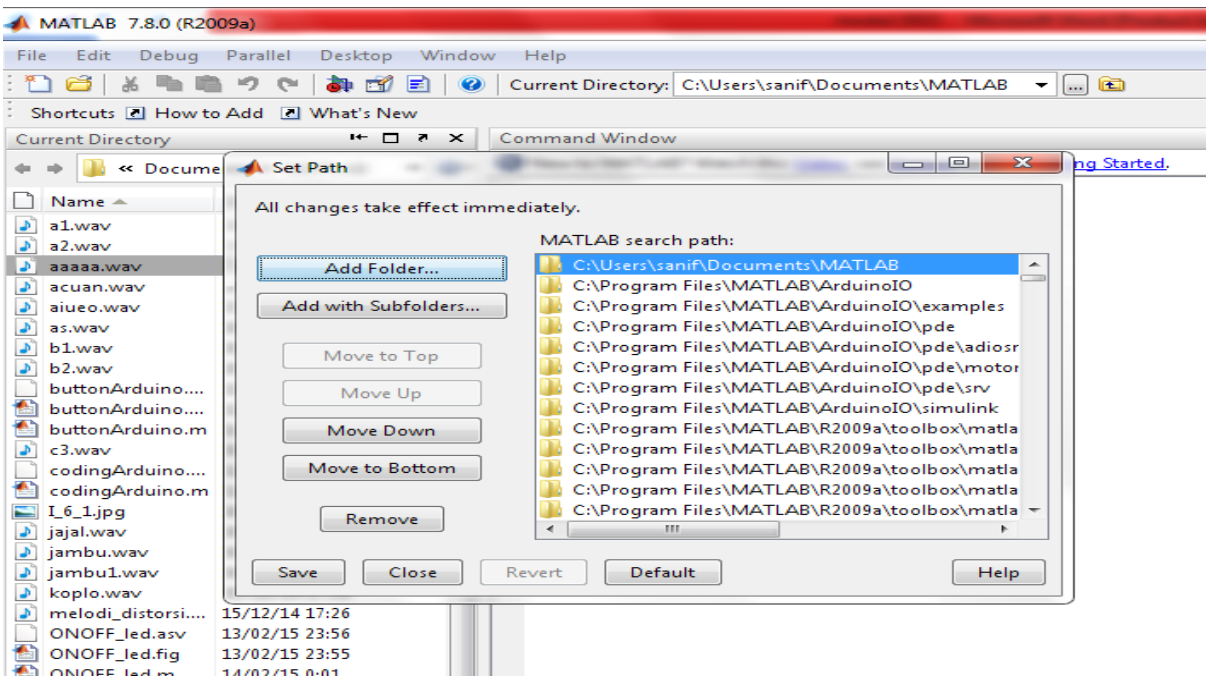
Pada pelatihan kali ini kita akan mengintegerasikan Arduino dengan software Matlab. Ketika kita telah dapat mengintegerasikan keduanya, maka kita dapat mengontrol Arduino menggunakan Matlab. Secara khusus, kita dapat menampilkan grafik, diagram, ataupun interface menggunakan GUI (sebuah interface interaktif bawaan Matlab). Langsung saja kita ke langkah pengintergrasian kedua sofware ini:

1. Pastikan kita telah mempunyai file : "ArduinoIO.exe".
2. Ekstrak file tersebut, maka didalamnya akan muncul 6 file berikut:



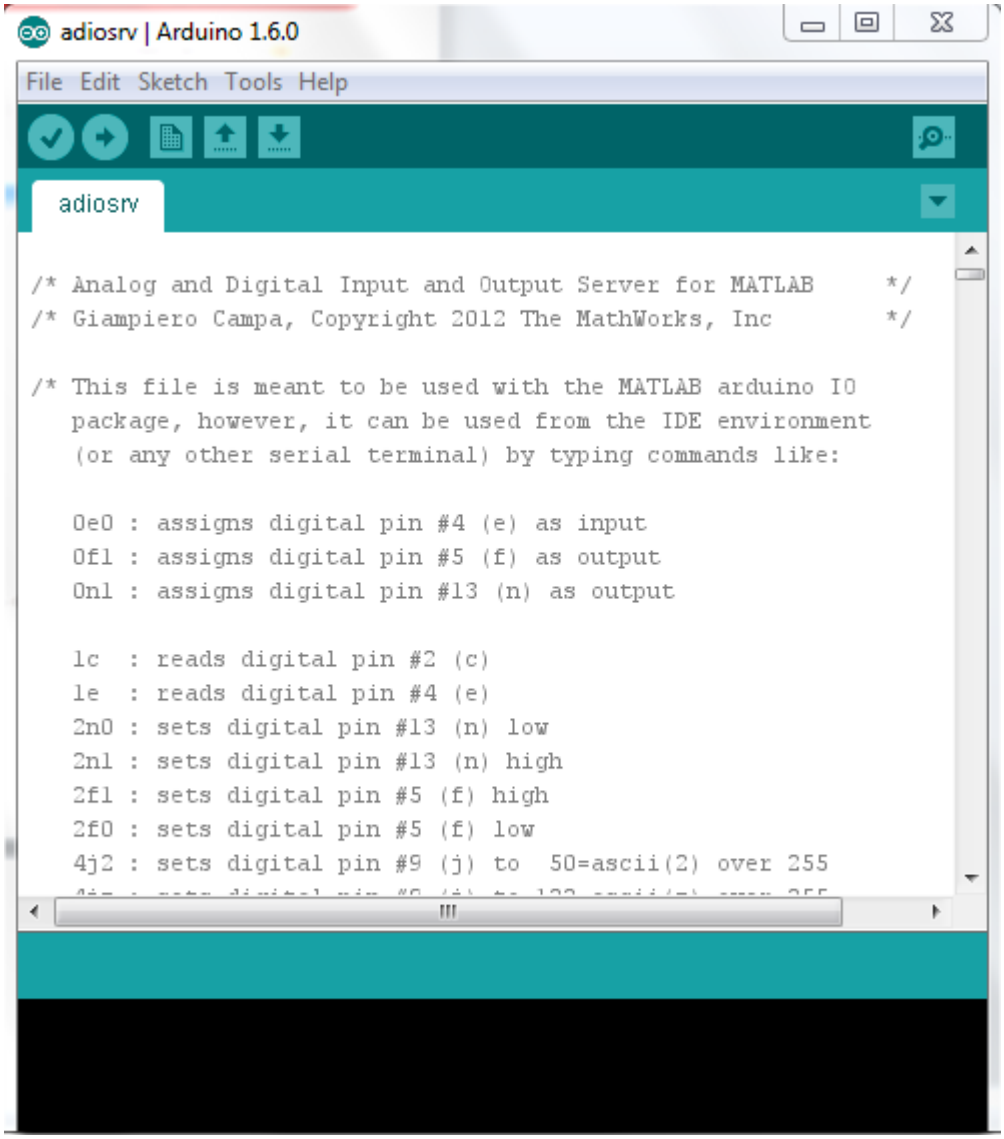
Name	Date modified	Type	Size
examples	13/02/2015 22:35	File folder	
pde	13/02/2015 22:35	File folder	
simulink	13/02/2015 22:35	File folder	
arduino	31/08/2012 11:30	MATLAB M-file	89 KB
contents	31/08/2012 12:10	MATLAB M-file	4 KB
install_arduino	14/10/2011 11:50	MATLAB M-file	2 KB
license	17/10/2012 8:25	Text Document	15 KB
readme	31/08/2012 12:10	Text Document	24 KB

3. Copy filie "pde", kemudian masuk ke Local Disk C (tempat instalasi arduino) - Program Files –Arduino –Libraries - paste "pde". Atau dengan langkah: buka sofware Arduino - tools - add libraries - "pde".
4. Buka software Matlab, klik file- Set Path. Akan muncul tampilan seperti dibawah ini:

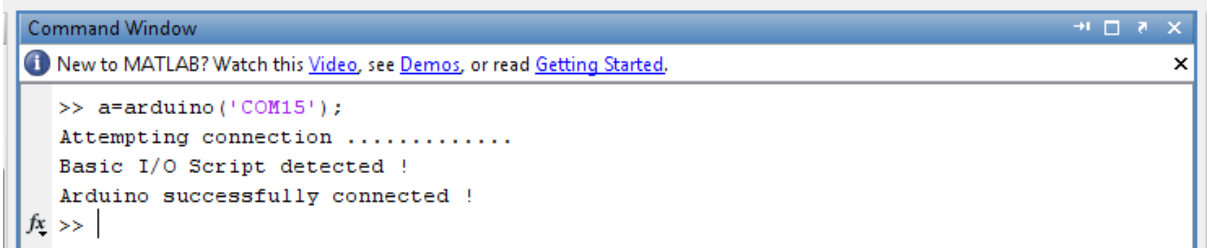


Kemudian pilih "Add folder" – arahkan ke file ArduinoIO – save.

5. Langkah selanjutnya adalah mengunggah fungsi Matlab ke Arduino. Buka software Arduino – file - example – ArduinoIO – adiosrv.



6. Langkah terakhir adalah menggunggah fungsi Arduino ke Matlab. Buka Matlab – ketikkan "a = arduino('COM15') pada Command Window. Untuk port COMxx disesuaikan dengan port yang terinstal.



MODUL II
INPUT DAN OUTPUT DIGITAL

Input/output digital pada breadboard Arduino Uno ada 14, pengalamatanya 0 – 13. Arduino Uno menggunakan Atmega328. Sebagai pemula kali ini kita akan belajar mengenai input/output digital pada arduino dengan menggunakan proyek sederhana yang cukup untuk membuka pengertian akan akses pin pada arduino uno board.

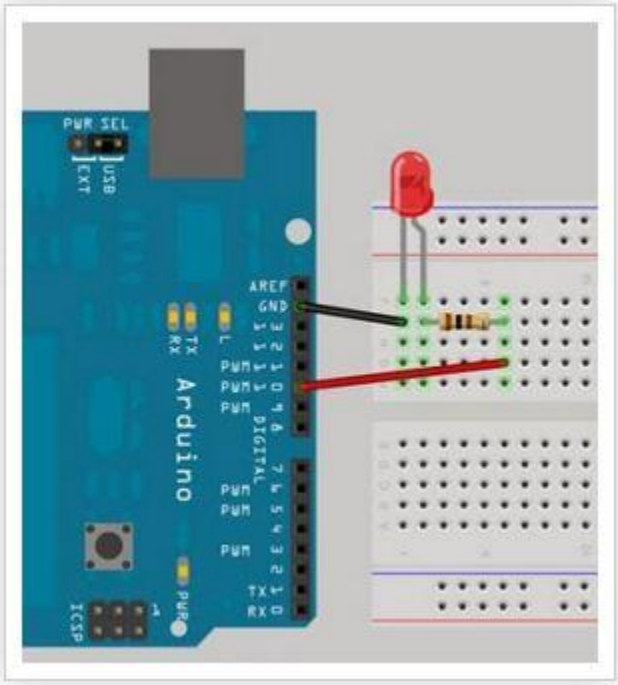
Proyek pertama LED Berkedip

Komponen yang dibutuhkan :

a. 1 LED
b. 1 Resistor 220 ohm
c. Kabel jumper

Langkah-langkah :

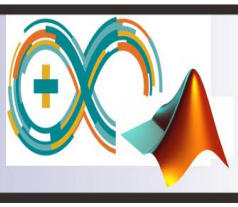
a. Buat rangkaian seperti gambar 1



Gambar 1 . Rangkain LED pada arduino uno

b. Coding pada arduino

```
// Project 1 - LED Blink

// Membuat LED nyala selama 1 detik kemudian mati dan
```

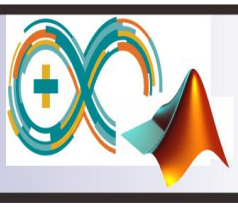


nyala lagi.

```
// Hubungkan Pin 8 Arduino dengan sebuah Led.
int ledPin = 8; // Deklarasi Awal nilai integer= 8


void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // Pendefinisian pin 8 sebagai output
}


void loop() {
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // membuat LED nyala
  delay(1000); // tunggu 1 detik
  digitalWrite(ledPin, LOW); // membuat LED mati
  delay(1000); // tunggu 1 detik
}
```

Latihan!

- Buatlah 2 buah led berkedip
- Variasikan delay
- Buatlah 2 buah led berkedip secara bergantian



Proyek kedua

Tuliskan sketch dibawah ini:

```
int pin0 = 0;
int pin1= 1;
int pin2= 2;
int pin3= 3;
int pin4= 4;
int pin5= 5;
int pin6= 6;
int pin7= 7;

void setup(){
  pinMode(pin0, OUTPUT);
  pinMode(pin1, OUTPUT);
  pinMode(pin2, OUTPUT);
  pinMode(pin3, OUTPUT);
  pinMode(pin4, OUTPUT);
  pinMode(pin5, OUTPUT);
  pinMode(pin6, OUTPUT);
  pinMode(pin7, OUTPUT);
}

void loop() {
digitalWrite(pin0,HIGH);
digitalWrite(pin1,HIGH);
digitalWrite(pin2,HIGH);
digitalWrite(pin3,HIGH);
digitalWrite(pin4,HIGH);
digitalWrite(pin5,HIGH);
digitalWrite(pin6,HIGH);
digitalWrite(pin7,HIGH);
delay(500);
digitalWrite(pin0,LOW);
digitalWrite(pin1,LOW);
digitalWrite(pin2,LOW);
digitalWrite(pin3,LOW);
digitalWrite(pin4,LOW);
digitalWrite(pin5,LOW);
digitalWrite(pin6,LOW);
digitalWrite(pin7,LOW);
delay(500);
}
```

Latihan !

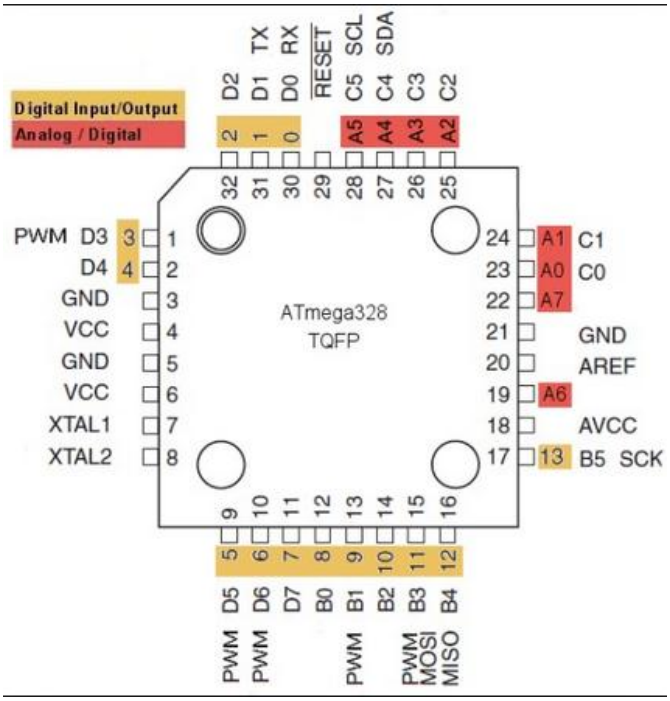
Buatlah 4 led dengan kondisi led 1saja yang menyala, kemudian led 2 saja yang menyala kemudian led 3 saja yang menyala, dan kemudian led 4 saja yang nyala.

- **Pengenalan Bilangan Heksa**

Heksadesimal atau **sistem bilangan basis 16** adalah sebuah sistem bilangan yang menggunakan 16 simbol. Berbeda dengan sistem bilangan desimal, simbol yang digunakan dari sistem ini adalah angka 0 sampai 9, ditambah dengan 6 simbol lainnya dengan menggunakan huruf A hingga F. Sistem bilangan ini digunakan untuk menampilkan nilai alamat memori dalam pemrograman komputer.

$0_{hex} = 0_{dec}$	0	0	0	0
$1_{hex} = 1_{dec}$	0	0	0	1
$2_{hex} = 2_{dec}$	0	0	1	0
$3_{hex} = 3_{dec}$	0	0	1	1
$4_{hex} = 4_{dec}$	0	1	0	0
$5_{hex} = 5_{dec}$	0	1	0	1
$6_{hex} = 6_{dec}$	0	1	1	0
$7_{hex} = 7_{dec}$	0	1	1	1
$8_{hex} = 8_{dec}$	1	0	0	0
$9_{hex} = 9_{dec}$	1	0	0	1
$A_{hex} = 10_{dec}$	1	0	1	0
$B_{hex} = 11_{dec}$	1	0	1	1
$C_{hex} = 12_{dec}$	1	1	0	0
$D_{hex} = 13_{dec}$	1	1	0	1
$E_{hex} = 14_{dec}$	1	1	1	0
$F_{hex} = 15_{dec}$	1	1	1	1

Bilangan yang berada di sebelah kanan (0 dan 1) merupakan bilangan biner. Yang dibentuk dari 2 pangkat n (nilai bit). Aplikasi bilangan heksa pada Arduino Uno dapat dideklaasikan sebagai nilai OUTPUT-INPUT dan HIGH-LOW. DDR merupakan singkatan dari Data Direction Register dimana ini berfungsi sebagai set input dalam fungsi konfigurasi register sedangkan PORT merupakan parameter yang berfungsi sebagai set nilai pin pada fungsi konfigurasi register. baik lah langsung saja sebagai contoh kita akan membandingkan antara fungsi arduino dan fungsi konfigurasi register.



Projek ketiga –bilangan Heksa

Tuliskan sketch dibawah ini:

```
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
DDRD=0xFF;
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
PORTD=0xFF;
delay(500);
PORTD=0x00;
delay(500);
}
```

Keterangan:

DDRD=0xFF (pin 0-7 sebagai OUTPUT)

PORTD=0xFF (pin 0-7 bernilai HIGH)

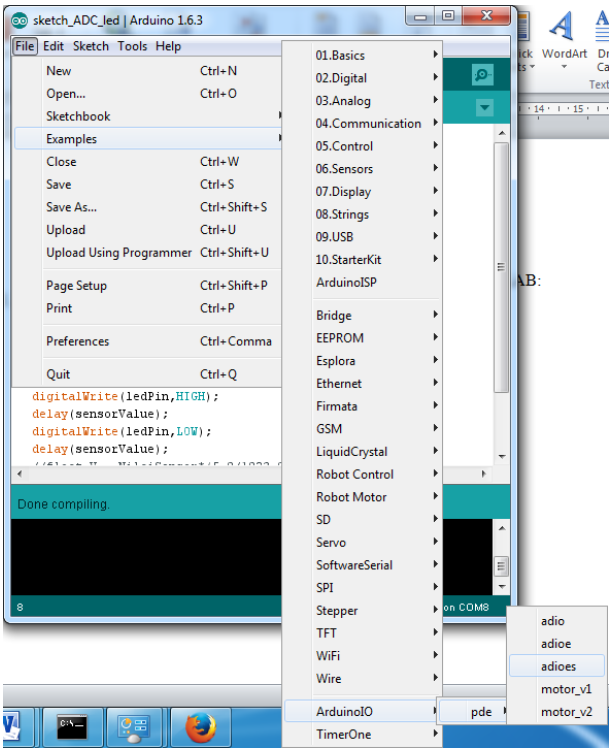
Latihan !

Dengan menggunakan bilangan Heksa, buatlah 4 led dengan kondisi led 1saja yang menyala, kemudian led 2 saja yang menyala kemudian led 3 saja yang menyala, dan kemudian led 4 saja yang nyala.

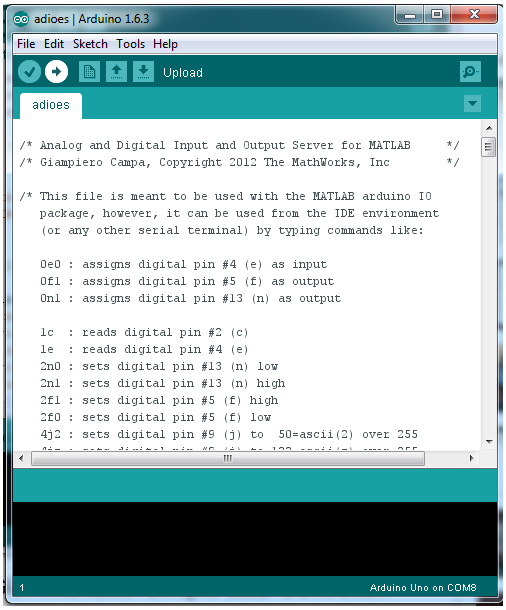
INTERFACING ARDUINO TO MATLAB

Berikut adalah langkah-langkah untuk interface dari arduino ke MATLAB untuk menyalakan dan mematikan LED:

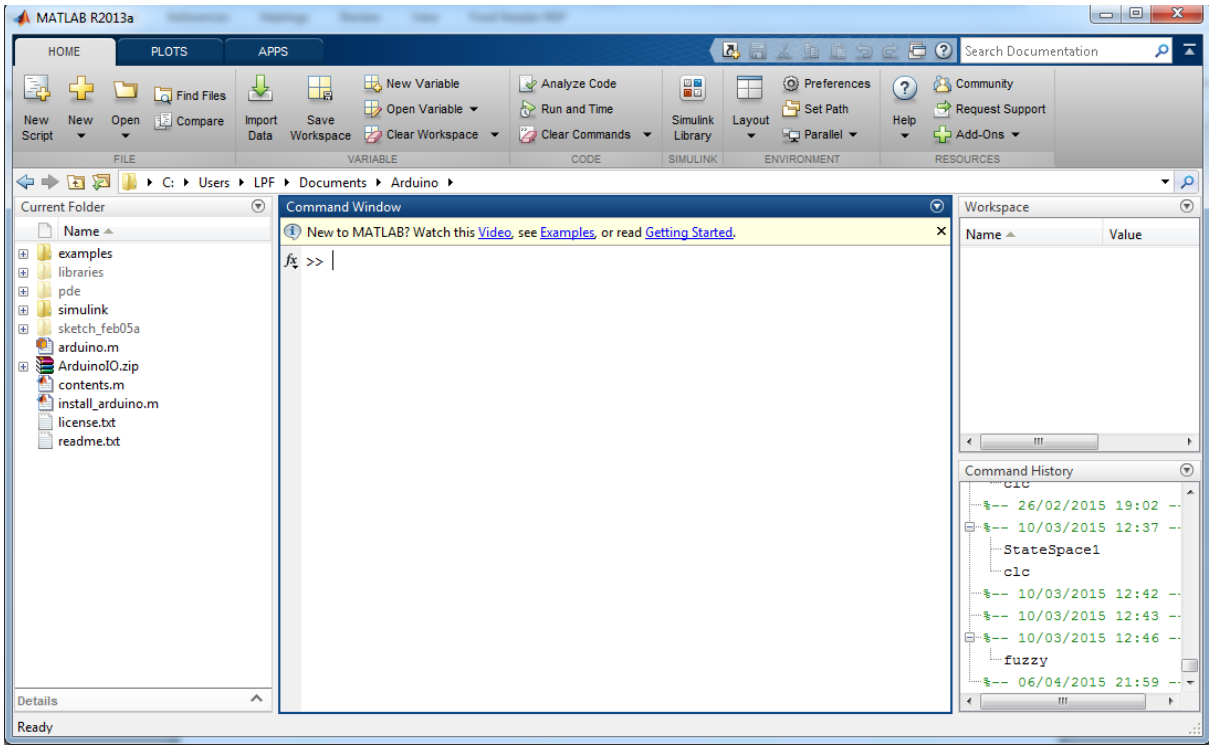
1. Pertama instal driver yang telah ada pada CD agar dapat melakukan interface Arduino pada MATLAB.
2. Buka arduino, lalu klik File → Examples → pde → adioes



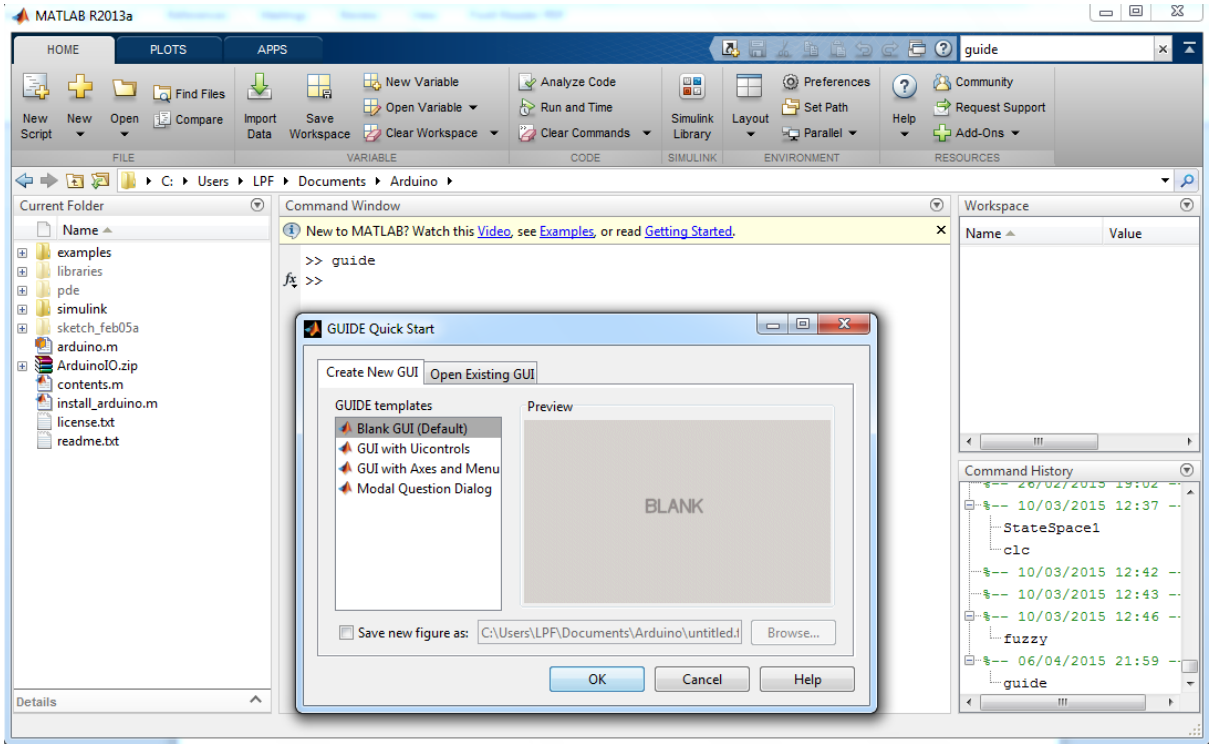
3. Setelah terbuka, klik tanda  untuk mengupload file arduino ke MATLAB



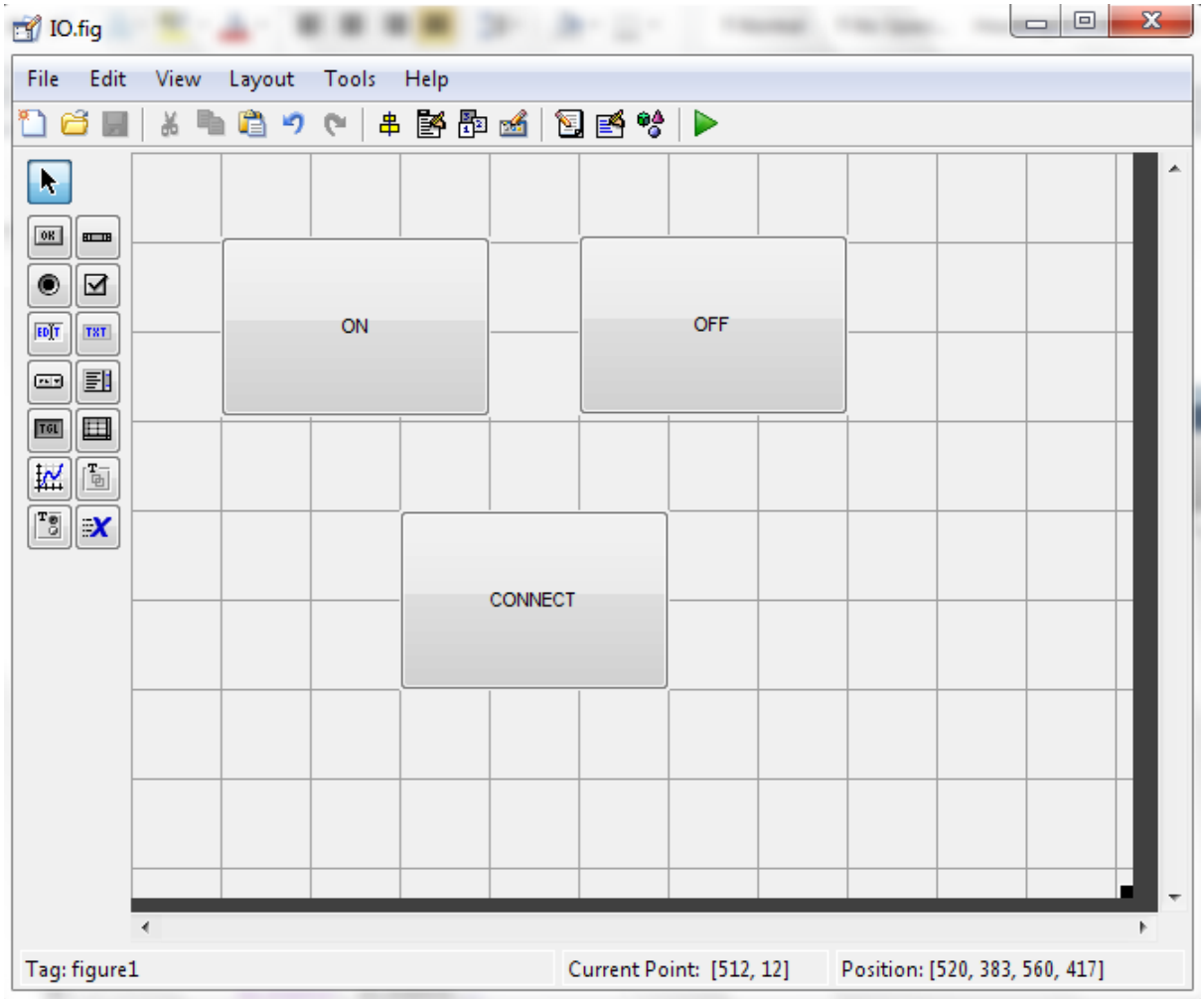
4. Setelah file arduino ter upload, buka software MATLAB. Lalu ganti folder dengan folder arduino yang berisi adioes tersebut.



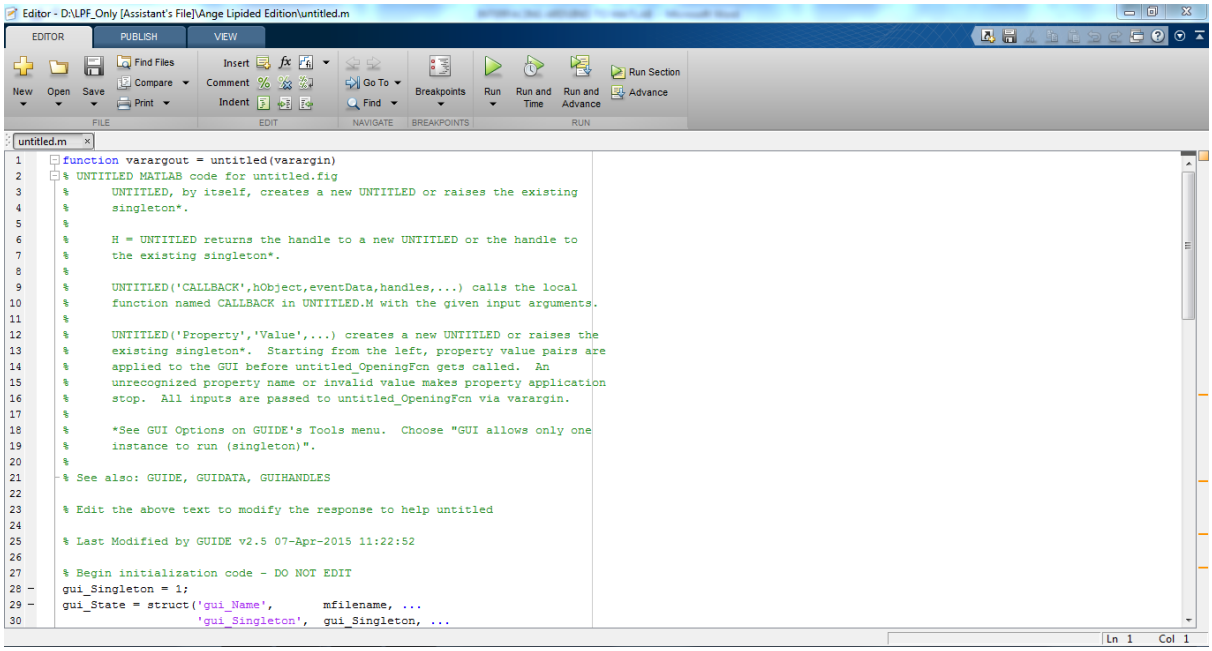
5. Ketik “guide” pada command window untuk membuat GUI editor lalu enter, lalu pilih “create new GUI” → Blank GUI (default) → OK



6. Setelah GUI editor terbuka, untuk menyalakan dan mematikan LED pada rangkaian serta menghubungkan MATLAB dengan Arduino, gunakan 3 push button. Untuk membuat push button, pilih icon push button (OK) pada toolbar dan letakan pada worksheet. Untuk me-rename push button menjadi ON, OFF dan CONNECT sehingga memudahkan penggunaan, klik kiri 2x pada kotak push button lalu ganti nama push button dengan ON, OFF dan CONNECT pada kotak string.



7. Setelah itu, untuk meng kode push button sehingga berfungsi untuk menyalakan dan mematikan LED serta menghubungkan MATLAB dengan Arduino yaitu dengan masuk command window MATLAB yang telah berisi file arduino. Klik kanan pada push button → editor → save terlebih dahulu lalu masuk ke command window.



8. Untuk menghubungkan MATLAB dengan Arduino dengan push button CONNECT, maka ketik kode dibawah function_pushbutton3:
   delete(instrfind({'Port'},{'COMxx'}));
   Global a;
   a=arduino('COMxx') → xx adalah port masukan dari arduino, dapat dilihat pada device manager
   a.pinMode(y,'ouput') → y adalah pin pada arduino yang disambungkan pada led, pin yang bisa dipakai adalah pin 8.

```
93
94      % --- Executes on button press in pushbutton3.
95      function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
96      % hObject    handle to pushbutton3 (see GCBO)
97      % eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
98      % handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
99 -    delete(instrfind({'Port'},{'COM21'}));
100 -   global a;
101 -   a=arduino('COM21');
102 -   a.pinMode(8, 'output');
```

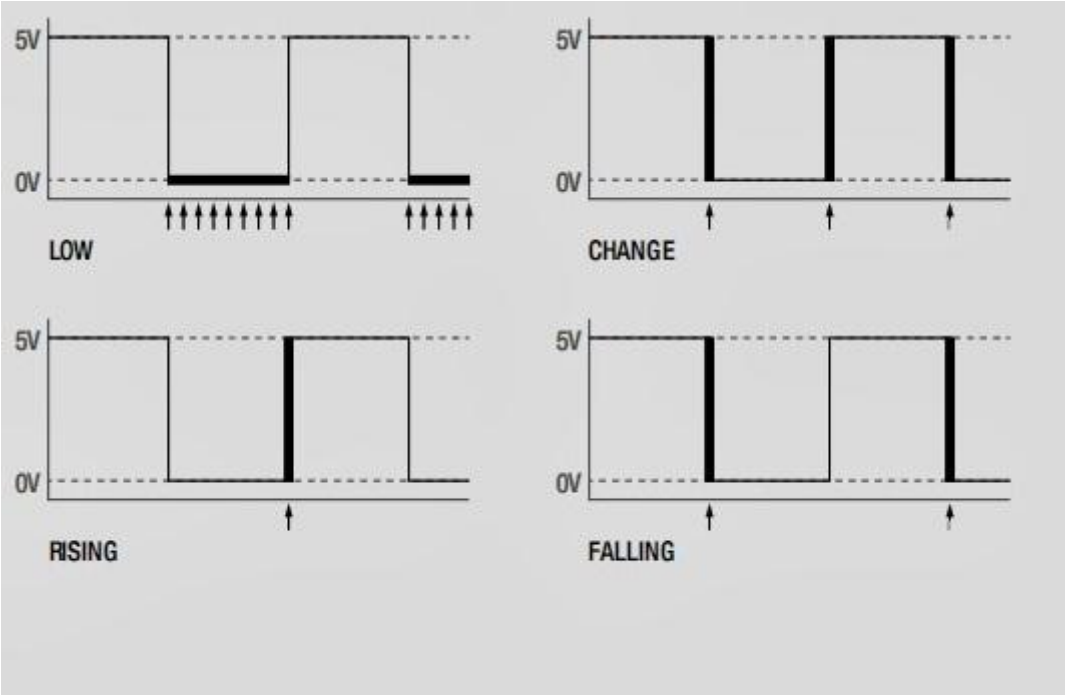
9. untuk menyalakan dan mematikan led pada push button, menggunakan koding dibawah function_pushbutton1 dan function_pushbutton2. Jika push button 1 bertujuan untuk menyalakan led, maka dibawah funtion_pushbutton1:
   global a;
   a.digitalWrite(y,1); → 1 adalah logika high yang mana artinya akan menyalakan led
   jika push button 2 bertujuan untuk mematikan led, maka dibawah funtion_pushbutton2:
   global a;
   a.digitalWrite(y,0); → 0 adalah logika low yang mana artinya akan mematikan led

MODUL III

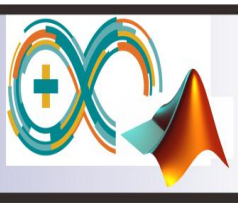
TIMER DAN INTERRUPT

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia Interrupt/Intrupsi adalah menyela atau memutus. Interrupt dalam pemograman arduino, merupakan sebuah *class* yang digunakan untuk mengolah program, dimana ketika sebuah program sedang berjalan , sebuah interrupt dapat dijalankan untuk menghentikan program secara internal interrupt dengan misalnya mengatur timer, dan external interrupt dengan memberikan interrupt melalui sebuah rangkaian hardware contohnya switch. Arduino uno memiliki 2 pin interrupt yaitu INT0 pada pin 2 digital dan INT1 pada pin 3 digital.

Arduino memiliki 4 keadaan yang dapat memicu interrupt. Yang pertama adalah mode LOW. Pada mode ini interrupt akan diaktifkan saat pin int memiliki logika low dan akan aktif selama masih berlogika low. Kemudian yang kedua adalah mode CHANGE. Interrupt akan diaktifkan saat terjadi perubahan logika baik dari low ke high ataupun high ke low. Namun pengaktifan hanya bersifat sementara dan beberapa saat kemudian program akan berjalan kembali seperti sedia kala. Ketiga adalah mode RISING. Pengaktifan interrupt akan terjadi jika pin mengalami perubahan logika dari low ke high. Sama seperti mode CHANGE, pengaktifan interrupt hanya sesaat saja dan kemudian arduino akan kembali menjalankan program yang berjalan sebelumnya. Terakhir mode FALLING. Perubahan logika pada pin int dari high ke low akan mengaktifkan fungsi interrupt. hanya sesaat saja dan kemudian arduino akan kembali menjalankan program yang berjalan sebelumnya.



Interrupt di bedakan menjadi dua yaitu Interrupt Internal dan External. Interrupt Internal seperti USART, Timer Comparator, SPI, TWI, ADC. Sedangkan Interrupt External itu seperti RESET, INT0, dan INT1. Timer dan Counter adalah bagian dari Fitur yang



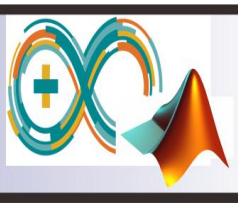
dibangun di microcontroller Arduino. Hal ini seperti sebuah jam, dan dapat digunakan untuk mengukur waktu kejadian. Timer dapat diprogram oleh beberapa register khusus. Anda dapat mengkonfigurasi pra-scaler untuk timer, atau modus operasi dan banyak hal lainnya. Board Arduino yang dibangun dengan Atmel AVR ATmega168 atau ATmega328. Chip ini adalah pin yang kompatibel dan hanya berbeda dalam ukuran memori internal. Keduanya memiliki 3 timer, disebut Timer0, Timer1 dan Timer2. Timer0 dan Timer2 adalah waktu 8bit, di mana Timer1 adalah timer 16bit. Perbedaan yang paling penting antara 8bit dan 16bit timer resolusi timer. 8bits berarti 256 nilai (dua dengan kekuatan 8) di mana 16bit berarti nilai 65536 (dua pangkat 16) yang merupakan resolusi lebih tinggi. Seri Arduino Mega didasarkan pada Atmel AVR ATmega1280 atau ATmega2560. Mereka hampir sama dengan chip sebelumnya, tetapi hanya berbeda dalam ukuran memori. Chip ini memiliki 6 timer. 3 timer pertama (Timer 0, Timer1 dan Timer2) yang identik dengan ATmega168/328. 3 timer kedua Timer3, Timer4 dan Timer5 semua timer 16bit, mirip dengan Timer1.

Kondisi yang memicu atau memaksa mikrokontroler untuk menghentikan program utama dan memaksa untuk menjalankan program interupsi. Interrupt di bedakan menjadi dua yaitu Interrupt Internal dan External. Interrupt Internal seperti USART, Timer Comparator, SPI, TWI, ADC. Sedangkan Interrupt External itu seperti RESET, INT0, dan INT1.

Timer dan Counter adalah bagian dari Fitur yang dibangun di microcontroller Arduino. Hal ini seperti sebuah jam, dan dapat digunakan untuk mengukur waktu kejadian. Timer dapat diprogram oleh beberapa register khusus. Anda dapat mengkonfigurasi pra-scaler untuk timer, atau modus operasi dan banyak hal lainnya.

Board Arduino yang dibangun dengan Atmel AVR ATmega168 atau ATmega328. Chip ini adalah pin yang kompatibel dan hanya berbeda dalam ukuran memori internal. Keduanya memiliki 3 timer, disebut Timer0, Timer1 dan Timer2. Timer0 dan Timer2 adalah waktu 8bit, di mana Timer1 adalah timer 16bit. Perbedaan yang paling penting antara 8bit dan 16bit timer resolusi timer. 8bits berarti 256 nilai (dua dengan kekuatan 8) di mana 16bit berarti nilai 65536 (dua pangkat 16) yang merupakan resolusi lebih tinggi.

Seri Arduino Mega didasarkan pada Atmel AVR ATmega1280 atau ATmega2560. Mereka hampir sama dengan chip sebelumnya, tetapi hanya berbeda dalam ukuran memori. Chip ini memiliki 6 timer. 3 timer pertama (Timer 0, Timer1 dan Timer2) yang identik dengan ATmega168/328. 3 timer kedua Timer3, Timer4 dan Timer5 semua timer 16bit, mirip dengan Timer1.



- TCCRx - Timer/Counter Control Register. The pre-scaler can be configured here.
- TCNTx - Timer/Counter Register. The actual timer value is stored here.
- OCRx - Output Compare Register
- ICRx - Input Capture Register (only for 16bit timer)
- TIMSKx - Timer/Counter Interrupt Mask Register. To enable/disable timer interrupts.
- TIFRx - Timer/Counter Interrupt Flag Register. Indicates a pending timer interrupt.

Sumber clock yang berbeda dapat dipilih untuk setiap waktu secara independen.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	COM1A1	COM1A0	COM1B1	COM1B0	FOC1A	FOC1B	WGM11	WGM10	TCCR1A
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	W	W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	ICNC1	ICES1	–	WGM13	WGM12	CS12	CS11	CS10	TCCR1B
Read/Write	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Untuk menghitung frekuensi waktu (misalnya 2Hz menggunakan Timer1) Anda akan perlu:

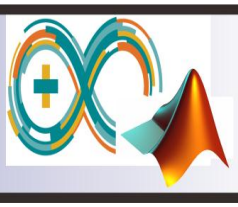
1. CPU frekuensi 16MHz untuk Arduino

2. Maksimum nilai timer counter (256 untuk 8bit, 65536 untuk 16bit timer)

3. Bagilah frekuensi CPU melalui dipilih pra-scaler (16000000/256 = 62500)

4. Bagilah hasil melalui frekuensi yang diinginkan (62500/31250 = 2Hz)

5. Verifikasi hasil melawan maksimum nilai timer counter (31250 <65536 sukses) jika gagal, pilih pra-scaler yang lebih besar.



CS12	CS11	CS10	Description
0	0	0	No clock source (Timer/Counter stopped).
0	0	1	clkI/O/1 (No prescaling)
0	1	0	clkI/O/8 (From prescaler)
0	1	1	clkI/O/64 (From prescaler)
1	0	0	clkI/O/256 (From prescaler)
1	0	1	clkI/O/1024 (From prescaler)
1	1	0	External clock source on T1 pin. Clock on falling edge.
1	1	1	External clock source on T1 pin. Clock on rising edge.

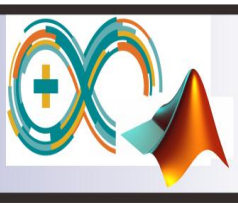
Mode	WGM13	WGM12 (CTC1)	WGM11 (PWM11)	WGM10 (PWM10)	Timer/Counter Mode of Operation	TOP	Update of OCR1x at	TOV1 Flag Set on
0	0	0	0	0	Normal	0xFFFF	Immediate	MAX
1	0	0	0	1	PWM, Phase Correct, 8-bit	0x00FF	TOP	BOTTOM
2	0	0	1	0	PWM, Phase Correct, 9-bit	0x01FF	TOP	BOTTOM
3	0	0	1	1	PWM, Phase Correct, 10-bit	0x03FF	TOP	BOTTOM
4	0	1	0	0	CTC	OCR1A	Immediate	MAX
5	0	1	0	1	Fast PWM, 8-bit	0x00FF	BOTTOM	TOP
6	0	1	1	0	Fast PWM, 9-bit	0x01FF	BOTTOM	TOP
7	0	1	1	1	Fast PWM, 10-bit	0x03FF	BOTTOM	TOP
8	1	0	0	0	PWM, Phase and Frequency Correct	ICR1	BOTTOM	BOTTOM
9	1	0	0	1	PWM, Phase and Frequency Correct	OCR1A	BOTTOM	BOTTOM
10	1	0	1	0	PWM, Phase Correct	ICR1	TOP	BOTTOM
11	1	0	1	1	PWM, Phase Correct	OCR1A	TOP	BOTTOM
12	1	1	0	0	CTC	ICR1	Immediate	MAX
13	1	1	0	1	(Reserved)	–	–	–
14	1	1	1	0	Fast PWM	ICR1	BOTTOM	TOP
15	1	1	1	1	Fast PWM	OCR1A	BOTTOM	TOP

Register TIMSK dan TIFR

Register TIMSK (Timer/Counter Interrupt Mask Register) dan TIFR (Timer Interrupts Flag Register) adalah dua buah register yang sering di atur pada saat, menggunakan interupsi timer, lebih-lebih para pengguna assembler pasti lebih familiar dengan kedua register ini.Register TIMSK (Timer/Counter Interrupt Mask Register) memiliki skema seperti ini:

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	OCIE2	TOIE2	TICIE1	OCIE1A	OCIE1B	TOIE1	OCIE0	TOIE0	TIMSK
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

berikut keterangan setiap bit-nya:



1. bit 0 __TOEI0: Timer/Counter 0 Interrupt Enable

Jika bit tersebut diberi logika satu dan bit 1 register SREG juga set maka bisa dilakukan enable interupsi overflow timer/counter0.

2. bit1__OCIE0: Timer/Counter0,Output Compare Match Interrupts Enable

Jika bit ini diberi logika satu dan bit 1 register register SREG, maka bisa dilakukan enable interupsi output compare match timer/counter0.

3. bit2__TOEI1:Timer/Counter 1 Interrupt Enable

Jika bit tersebut diberi logika satu dan bit 1 register SREG juga set maka bisa dilakukan enable interupsi overflow timer/counter1.

4. bit3__OCIE1B: Timer/Counter1,Output Compare B Match Interrupts Enable

Jika bit ini diberi logika satu dan bit 1 register SREG juga set, maka bisa dilakukan enable interupsi output compare B match timer/counter1.

5. bit4__OCIE1A: Timer/Counter1,Output Compare A Match Interrupts Enable

Jika bit ini diberi logika satu dan bit 1 register SREG juga set, maka bisa dilakukan enable interupsi output compare A match timer/counter1.

6. bit5__TICIE1: Timer/Counter 1,Input Capture Interrupt Enable

Jika bit ini diberi logika satu dan bit 1 register SREG juga set, maka bisa dilakukan enable interupsi Input Capture timer/counter1.

7. bit6__TOEI2: Timer/Counter2, Overflow Interrupts Enable

Jika bit ini diberi logika satu dan bit 1 register SREG juga set, maka bisa dilakukan enable interupsi overflow timer/counter2.

8. bit7__OCIE2: Timer/Counter2, OutputCompare Match Interrupts Enable

Jika bit ini diberi logika satu dan bit 1 register SREG juga set, maka bisa dilakukan enable interupsi OutputCompare Match timer/counter2.

Register TIFR (Timer Interrupts Flag Register) memiliki skema seperti ini:

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	OCF2	TOV2	ICF1	OCF1A	OCF1B	TOV1	OCF0	TOV0	TIFR
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

1. bit0__TOV0: Timer/Counter0 Overflow Flag

Bit akan bernilai satu jika timer/counter0 overflow. Bit dapat dinolkan lagi dengan memberikan logika 1 ke bit flag ini.

2. bit1__OCF0: Output Compare Flag 0

Bit akan bernilai 1 jika nilai padaTimer/Counter 0 sama dengan nilai pada OCR0__Output Compare Register 0.Bit dapat dinolkan lagi dengan memberi logika 1 pada bit flag ini.

3. bit2__TOV1: Timer/Counter1 Overflow Flag

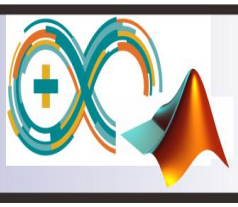
Bit akan bernilai satu jika timer/counter1 overflow. Bit dapat dinolkan lagi dengan memberikan logika 1 ke bit flag ini.

4. bit3__OCF1B: Output Compare 1B Match Flag

Bit akan bernilai 1 jika nilai pada Timer/Counter1 sama dengan pada OCR1B__Output Compare Register 1B.Bit dapat dinolkan lagi dengan memberikan logika 1 ke bit flag ini.

5. bit4__OCF1A: Output Compare 1A Match Flag

Bit akan bernilai 1 jika nilai pada Timer/Counter1 sama dengan pada OCR1B__Output Compare Register 1A.Bit dapat dinolkan lagi dengan memberikan logika 1 ke bit flag ini.



6. bit5__ICIF1: Timer/Counter 1, Input Capture Flag

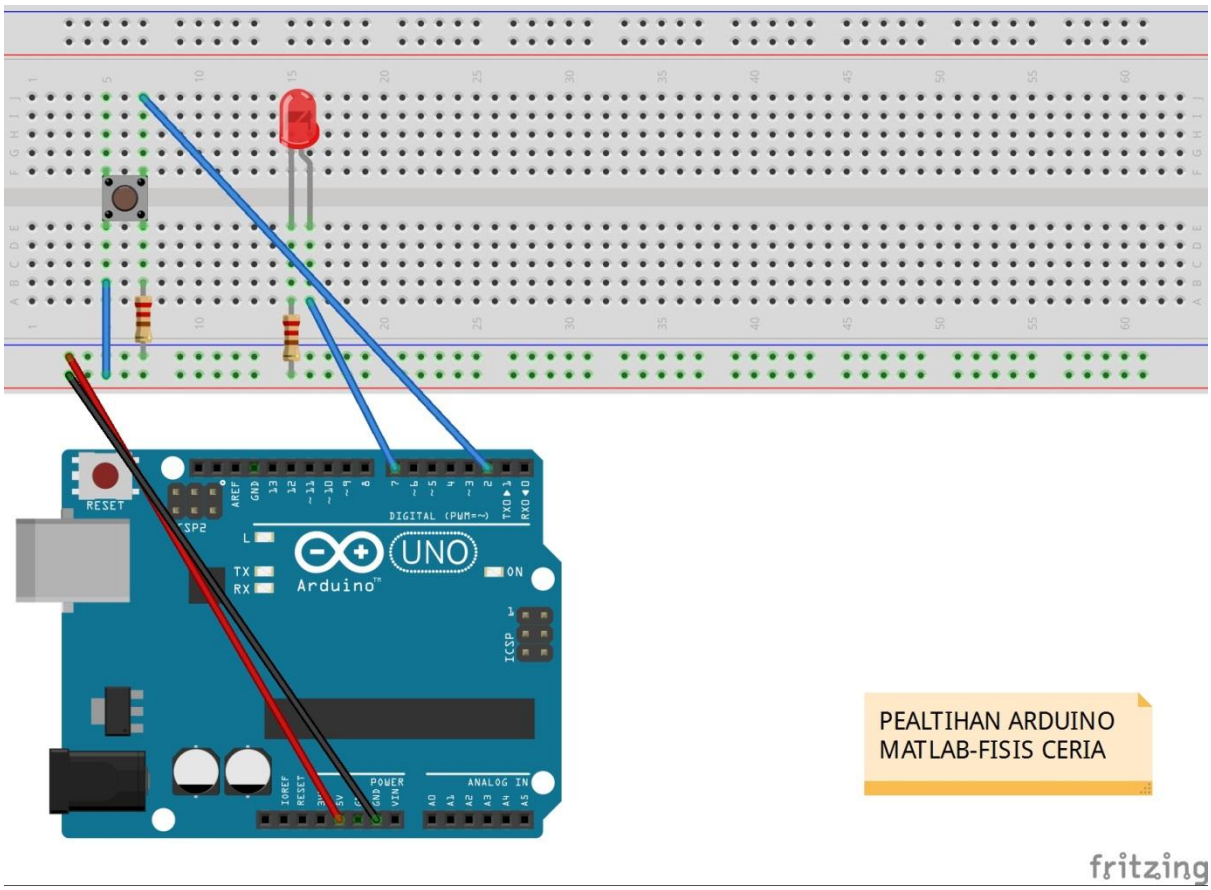
7. bit6__TOV2: Timer/Counter 2 Overflow Flag

Bit akan bernilai satu jika timer/counter 2 overflow. Bit dapat dinolkan lagi dengan memberikan logika 1 ke bit flag ini.

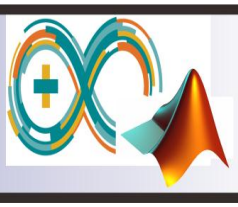
8. bit7__OCF2: Output Compare Flag 2

Bit akan bernilai 1 jika nilai padaTimer/Counter 2 sama dengan nilai pada OCR0__Output Compare Register 2. Bit dapat dinolkan lagi dengan memberi logika 1 pada bit flag ini.

INTERRUPT EKSTERNAL :



1. Hubungkan kolom paling kanan ke pin GNDArduino.
2. Hubungkan kolom selanjutnya ke pin 5V Arduino.
3. Letakkan kaki-kaki pushbutton di e5, e7, f5, f7(jika tidak sesuai, putar pushbutton 90˚) .
4. Hubungkan j7 ke pin 2 Arduino.
5. Hubungkan e7 dengan sebuah resistor 10kΩ ke 5V.
6. Tancapkan LED ke e16 (kaki panjang) dan e15.
7. Hubungkan a15 dengan sebuah resistor 330Ω ke GND.
8. Hubungkan pin 7 ke a16
9. Upload sketch dibawah ini:



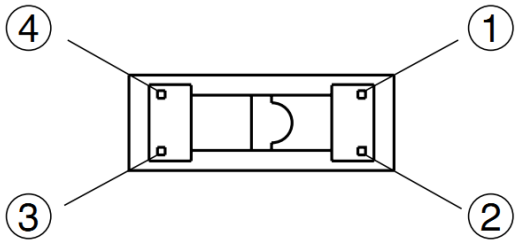
```
int pin = 7;
volatile int state =LOW;
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
pinMode(pin, OUTPUT);
attachInterrupt(0, fisis, LOW);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
digitalWrite(pin,LOW);

}
void fisis()
{
digitalWrite(pin, HIGH);

}
```

Latihan !

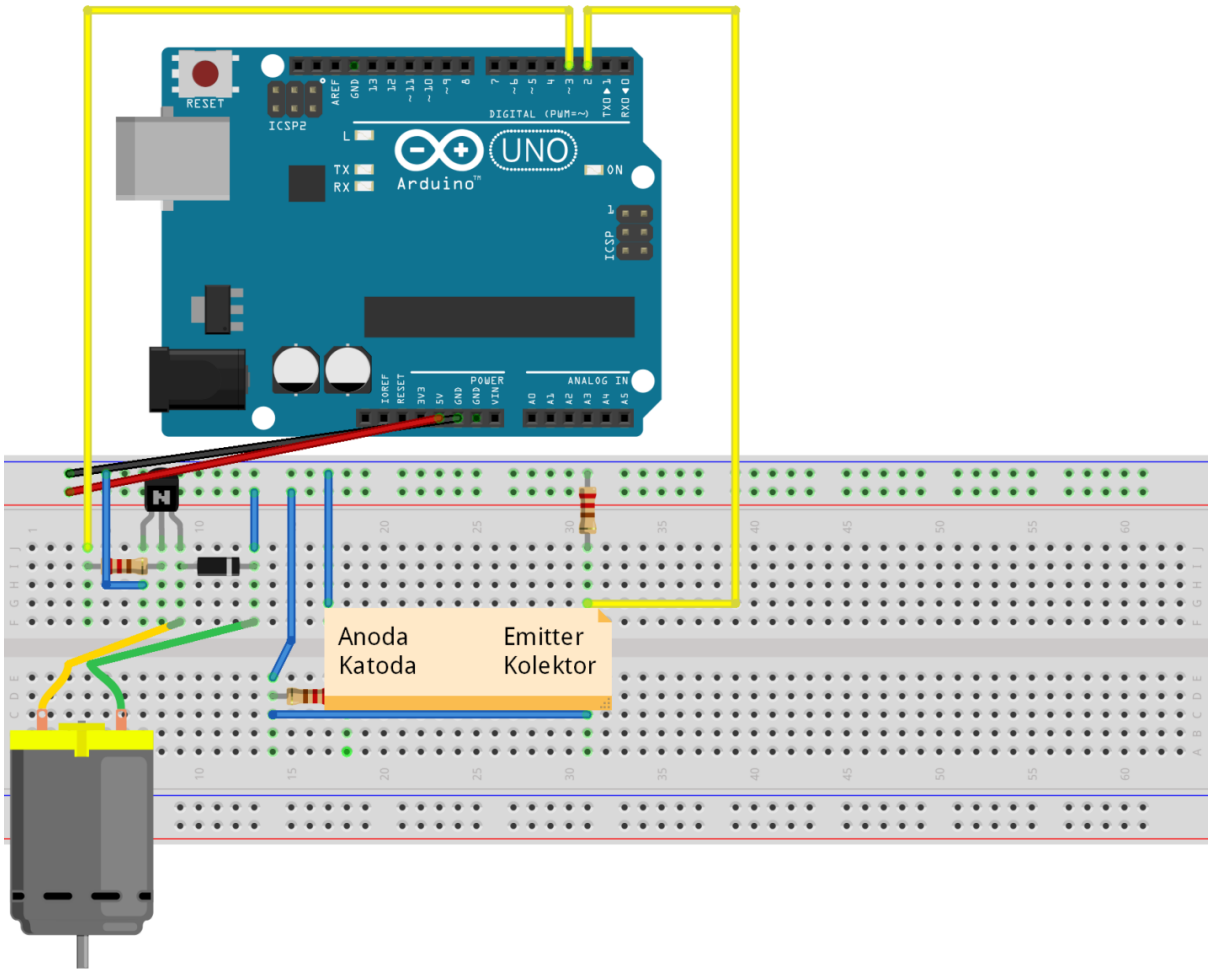
- Cobalah memasang tiga LED untuk menampilkan.
- Buatlah sebuah keadaan interupt yang menyatakan ketika pushbutton ditekan maka akan terjadi kedipan pada led. Gunakan delay 5000 ms
- Cobalah mengganti keadaan interrupt dengan FALLING, RISING, CHANGE. Dengan merubah sketch seperti dibawah ini:

```
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
digitalWrite(pin,state);

}
void fisis()
{
state=!state;

}
```

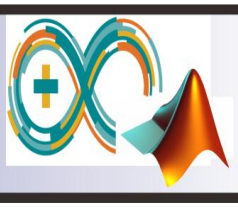
MENGHITUNG RPM:



1. Katoda
2. Anoda
3. Kolektor
4. Emiter

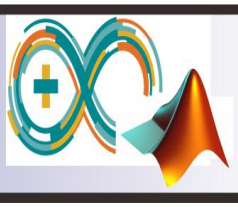


1. Hubungkan pin GND ke kolom paling kanan.
2. Hubungkan pin 5V ke kolom berikutnya.
3. Hubungkan transistor ke j7, j8, j9.
4. Hubungkan resistor 100 kΩ diantara i4 dan i8.
5. Hubungkan diode diantara i9 dan i13.
6. Hubungkan j4 dengan pin 3.
7. Hubungkan i7 dengan GND.



8. Hubungkan j13 dengan 5V.
9. Hubugkan kaki motor DC ke f9 dan f13.
10. Hubungkan Optocupler ke breadboard (anoda ke e18, katoda ke f18, kolektor ke pin e22, dan emitter ke f22).
11. Hubungkan reisitor 220Ω diantara d18 dan d14, kemudian hubungkan e14 ke 5V.
12. Hubungkan g18 ke GND.
13. Hubungkan c14 dan c22.
14. Hubungkan resitor 4,7 kΩ diantara j22 dan GND.
15. Hubungkan pin i22 ke pin 2
16. Upload skecth dibawah ini:

```
int motorPin = 3;
volatile int rpmcount = 0;
int rpm = 0;
unsigned long lastmillis = 0;
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
pinMode(motorPin, OUTPUT);
Serial.begin(9600);
attachInterrupt(0, rpm_fan, FALLING);
// menghidupkan fungsi interrupt eksternal (Timer ke-, ISR, keadaan)
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
analogWrite(motorPin,200);
// mengatur kecepatan motor diantara 0-255
if(millis()- lastmillis == 1000UL){
// menghitung rpm ketika satu detik
detachInterrupt(0);

rpm = rpmcount*60/20;
Serial.print("RPM=\t");
Serial.print(rpm);
Serial.print("\t HZ=\t");
Serial.println(rpmcount);

rpmcount = 0;
lastmillis = millis();
attachInterrupt(0, rpm_fan,FALLING);
}

 }

 void rpm_fan(){
   rpmcount++;
 }
```



PLOT RPM

Setelah kita berhasil menghitung rpm sebuah motor DC, selanjutnya plot hasil perhitungan rpm anda dengan durasi 10 detik. Ikuti langkah-langkah dibawah ini:

1. Ubahlah sketch diatas sesuai petunjuk dibawah ini:

```
rpm = rpmcount*60/20;
//Serial.print("RPM=\t");
Serial.println(rpm);
//Serial.print("\t HZ=\t");
//Serial.println(rpmcount);
```

2. Selanjutnya buka Matlab - New M-File, tulislah *script* dibawah ini pada editor, kemudian *save* :

```
clear all;
arduino=serial('COM15','BaudRate',9600);
fopen(arduino);
x= 1:10;

for rpm=1:10
    y(rpm)=fscanf(arduino,'%d');
end
fclose(arduino);
disp('making plot')
plot(x,y);
```

3. Sesuaikan port (COMxx) pada script poin 2.
4. Klik tombol “run”.

Latihan!

- Ubahlah kecepatn motor menjadi 50, 100, 150, 200, dan 250.
- Ubahlah durasi ploting menjadi 20 dan 30.