BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Dalam penelitian dan penyusunan laporan ini menggunakan beberapa metode antara lain:

1. Studi Literatur

   Mencari sumber terkait seperti jurnal atau paper, buku-buku pustaka, karya ilmiah yang dimaksudkan untuk menjadikan referensi dan informasi serta landasan yang akan dipakai untuk mencapai suatu tujuan penelitian.

2. Desain dan Pembuatan *Wireless Smart Sensor*

   Smart Sensor sebagai alat yang digunakan untuk mengukur getaran dari sistem didesain mulai dari membuat PCB (*Printed Circuit Board*) dengan software PCB maker sampai dengan pembuatan secara manual *hardware* dari *Smart Sensor.*

3. Pembuatan *Interface* untuk Monitoring Getaran

   Untuk memonitoring getaran yang diukur oleh *wireless smart sensor* pada sistem secara *realtime,* dibuatlah sebuah interface pada base station yaitu sebuah PC untuk memonitoring getaran yang di visualisasikan sebagai plot grafik dalam domain waktu.

4. Pengujian *Wireless Smart Sensor*

   Wireless Smart Sensor diujicobakan pada sistem secara real untuk mengukur getaran yang terjadi pada sistem. Dalam hal ini *Wireless Smart Sensor* diujicobakan pada mesin uji kegagalan / *machinery fault simulator.*

5. Analisa Data Pengujian

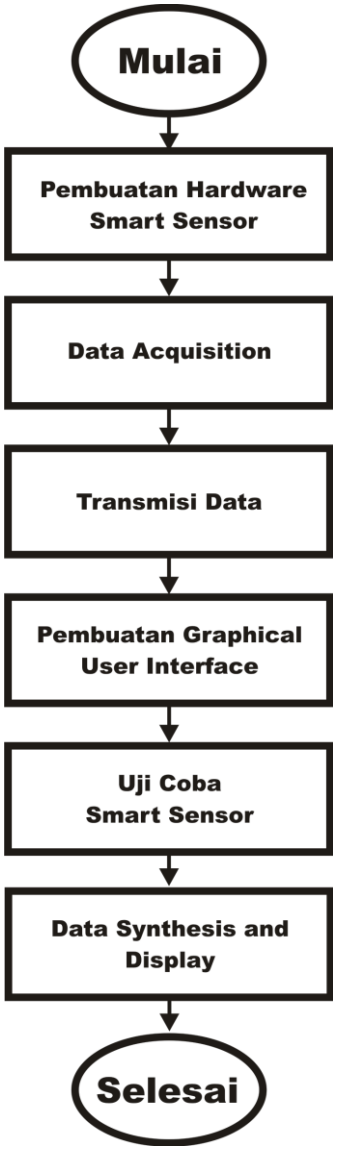
   Data yang didapatkan pada saat pengujian dianalisa sesuai dengan landasan teori dan studi literature yang telah dilakukan.

6. Konsultasi dengan Dosen Pembimbing

   Berkonsultasi dengan dosen pembimbing baik pada saat pengujian, analisis maupun pembuatan laporan.

3.2 Diagram Alir Penelitian

Beberapa tahapan dalam melakukan penelitian dan pembuatan *wireless smart sensor* dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Keterangan:

1. Pembuatan Hardware Smart Sensor

   Pembuatan Hardware dilakukan dengan cara manual / *hand made* misalnya pembuatan *printed circuit board,* pemasangan komponen elektronika, PCB *drilling, painting,* dan *soldering.*

2. Data Acquisition

   Pada hardware smart sensor terdapat sensor akselerometer 3 axis yang harus diujicoba apakah sensor tersebut mengeluarkan data akselerasi dan ini disebut data acquisition dimana mikrokontroller sebagai master akan mengakses data dari sensor akselerometer ADXL345.

3. Transmisi Data

   Transmisi data dilakukan antara *Wireless Smart Sensor* dengan *Base Station* melalui jalur *wireless.* Ujicoba dilakukan dengan mengirimkan data getaran yang diakuisisi dari sensor akselerometer secara *realtime.*

4. Pembuatan Interface

   Untuk keperluan monitoring dan analisis sinyal diperlukan sebuah visualisasi dari data yang didapatkan oleh sensor akselerometer. Pembuatan interface bertujuan untuk memudahkan user untuk memantau sistem secara realtime dan continous, selain itu melalui pembuatan aplikasi yang berdasarkan GUI diharapkan dapat mempermudah ketika dilakukan pengoperasian dan pengujian getaran.

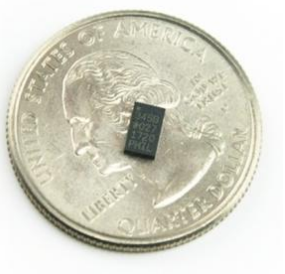
5. Uji coba smart sensor & base station

   Data hasil pengujian kemudian di visualisasikan kedalam grafik *time domain* dan *frequency domain* untuk kemudian dapat dilakukan analisis lebih lanjut apabila diperlukan.

3.3 Alat yang Digunakan dalam Penelitian

- Mikrokontroller ATmega 128 (Gambar 3.2)
- Accelerometer 3 axis ADXL345 (Gambar 3.3)
- Modul komunikasi wireless radio frequency 2,4 Ghz (Gambar 3.4)
- Baterai lithium polymer 1300mAh (Gambar 3.5)
- USB to serial converter FT232BL (Gambar 3.6)
- Smart Sensor secara keseluruhan (Gambar 3.7)
- Base Station (Gambar 3.8)
- Hot air blower (Gambar 3.9)
- Soldering iron (Gambar 3.10)
- Multimeter digital (Gambar 3.11)
- Third hand tool (Gambar 3.12)

Gambar 3.2 Mikrokontroller ATmega 128

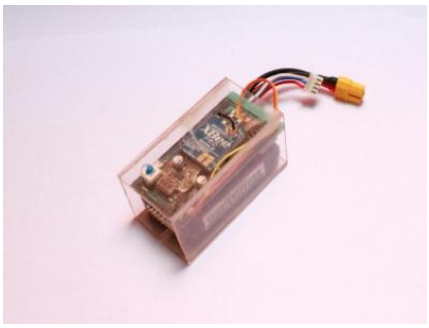


Gambar 3.3 Accelerometer ADXL345

Gambar 3.4 Modul RF XBee – Pro Series 2

Gambar 3.5 Baterai Lithium Polymer

Gambar 3.6 USB to Serial Converter



Gambar 3.7 Smart Sensor

Gambar 3.8 Base Station

Gambar 3.9 Hot Air Blower

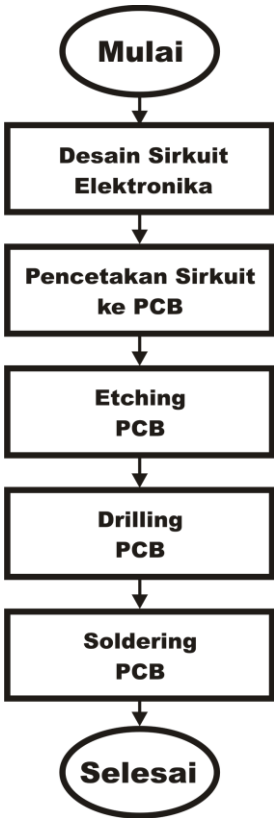
Gambar 3.10 Soldering Iron

Gambar 3.11 Digital Multimeter

Gambar 3.12 Third Hand Tool

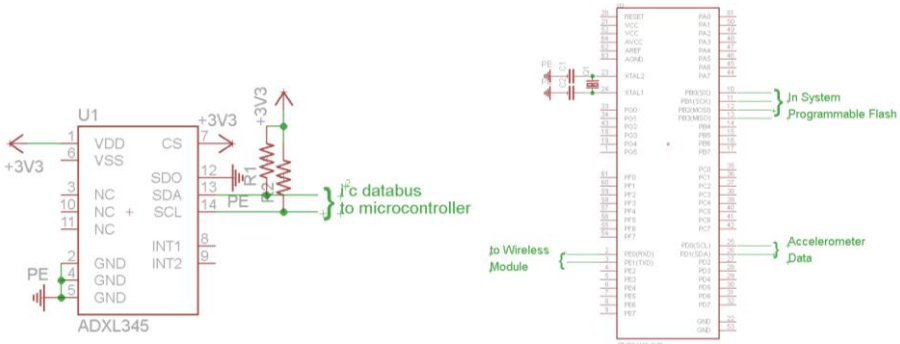
3.4 Pembuatan *Hardware Smart Sensor* dan *Base Station*

Gambar 3.13 dibawah ini menunjukkan diagram alir pembuatan hardware *Smart Sensor* dan *Base Station.*



Gambar 3.13 Diagram Alir proses pembuatan hardware *Smart Sensor*

Pembuatan Hardware *Smart Sensor* dan *Base Station* diawali dengan mendesain sebuah sirkuit elektronika pada software pcb maker. Software pcb maker yang digunakan kali ini adalah eagle versi 5.11.0. Dapat dilihat pada gambar 3.14 hasil desain pcb dari *smart sensor* dan *base station* dengan menggunakan eagle 5.11.0.



Gambar 3.14 Desain pcb *smart sensor* (*schematic*)

Kemudian setelah desain pcb selesai dilanjutkan dengan memindahkan pola rangkaian yang sudah dibuat dengan software eagle ke pcb yang ditentukan. Hal ini dapat dilakukan dengan mentransfer pola rangkaian yang telah dibuat pada sebuah media (kertas glossy / plastik transsparan) dengan menggunakan tinta laser kemudian memindahkan pola dari media ke pcb gambar 3.15 a, b dan c.

Gambar 3.15 Transfer pola rangkaian elektronika ke pcb

Setelah pola tercetak ke pcb kemudian dilakukan etsa, tujuan melakukan etsa adalah untuk membuang bagian dari tembaga yang berada pada pcb yang tidak diperlukan. Proses etsa pcb dilakukan dengan memasukkan pcb ke dalam larutan *ferric chloride* ($FeCl_3$) sehingga pcb yang tidak tertutup pola rangkaian yang telah dicetak akan larut bersama *ferric chloride.*

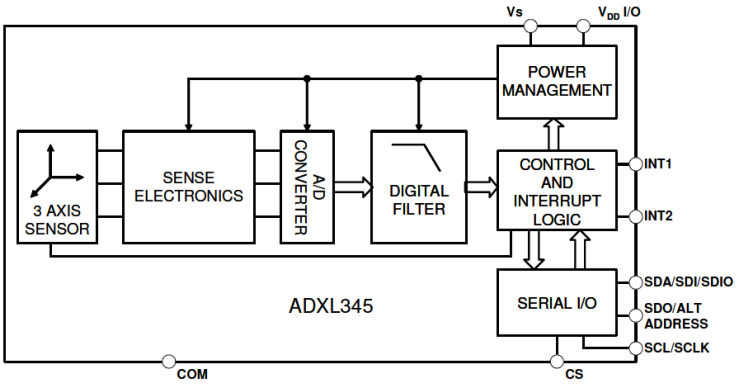
Gambar 3.16 (a) proses etsa pcb (b) hasil etsa

Proses selanjutnya adalah melakukan drilling pada pcb, kemudian setelah dilakukan drilling pcb dapat diberikan warna (*painting*) dan kemudian melakukan pemasangan komponen ke pcb yang sudah siap (*soldering*). Gambar 3.17 menunjukkan perangkat *base station* yang telah selesai tahap pembuatannya.

Gambar 3.17 ***Base Station Device***

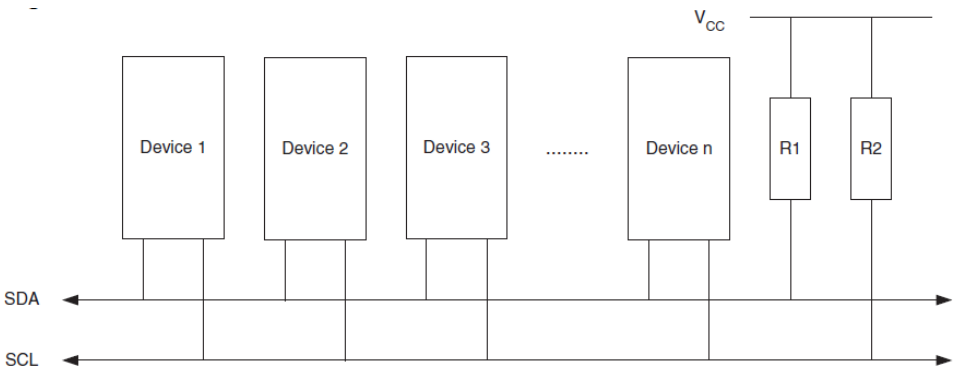
3.5 *Data Acquisition*

ADXL345 merupakan sensor akselerometer 3 axis yang berukuran kecil, tipis, *low power*, dengan resolusi tinggi (13bit) dan range pengukuran akselerasi sampai dengan ±16g. Sensor ini dapat diakses dengan menggunakan SPI (3 or 4 wire serial interface) atau I^2C (Two Wire Interface). Berikut merupakan fungsional block diagram dari sensor akselerometer ADXL345



Gambar 3.18 ADXL345 ***simplified block diagram***

Akuisisi data oleh mikrokontroller ATmega128 untuk mendapatkan data dari sensor akselerometer ADXL345 menggunakan protocol I^2C (Two Wire Interface). Protocol TWI dapat digunakan untuk menghubungkan 128 device yang berbeda dengan hanya menggunakan 2 jalur bus data yaitu SDA (Serial Data) dan SCL (Serial Clock), interkoneksi protokol TWI dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

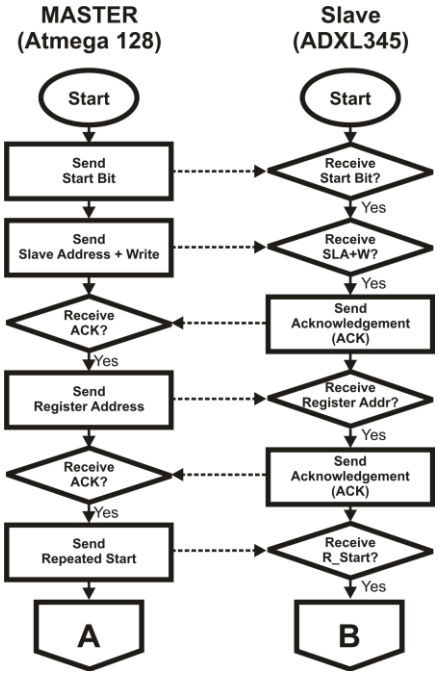


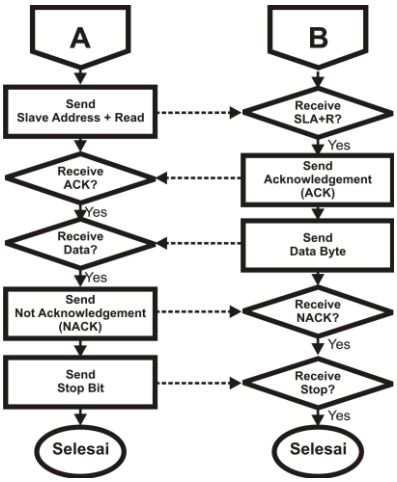
Gambar 3.19 TWI hardware interconnection

Data keluaran dari akselerometer adalah data dengan bentuk format digital dimana dari spesifikasi produk chip akselerometer ADXL345 resolusi minimum yang dapat dibaca adalah sebesar 4mg/LSB. Untuk menghitung besarnya akselerasi yang terjadi dapat dilakukan dengan mudah yaitu mengalikan nilai output digital dari akselerometer dengan skala sensitivitas pada range pengukuran tertentu. Skala sensitivitas dapat dihitung dengan :

$$scale = \frac{\pm g}{2^{resolution}} \ldots [3.1]$$

Proses jalannya pengambilan data dapat dilihat pada flowchart pada gambar 3.20.

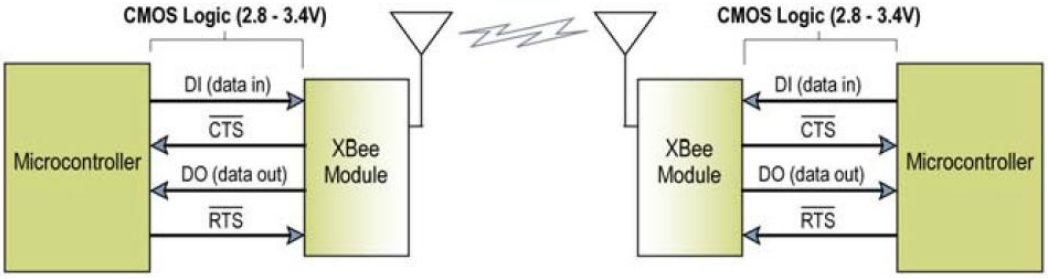




Gambar 3.20 Diagram Alir proses pengambilan data akselerometer

3.6 Transmisi data *Smart Sensor* dengan *Base Station*

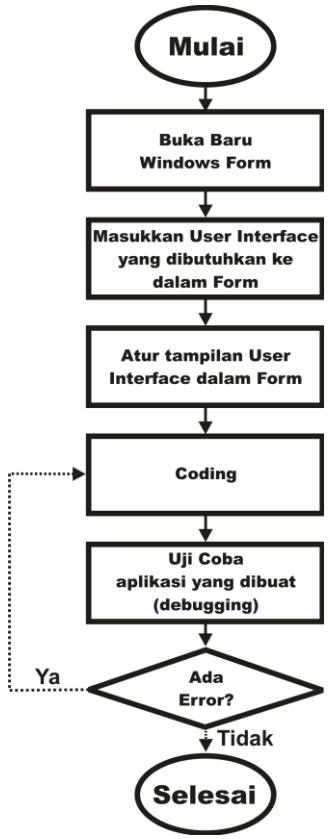
Transmisi Data antara smart sensor dengan *base station* menggunakan modul X-Bee pro sehingga dapat mengirimkan data melalui jalur *wireless* dengan frekwensi 2.4 Ghz dan kecepatan transfer data 9600bps. Sistem komunikasi *wireless* secara umum antara *Base Station* dan *Smart Sensor* dapat dilihat pada Gambar 17



Gambar 3.21 System Data Flow through UART transparent mode

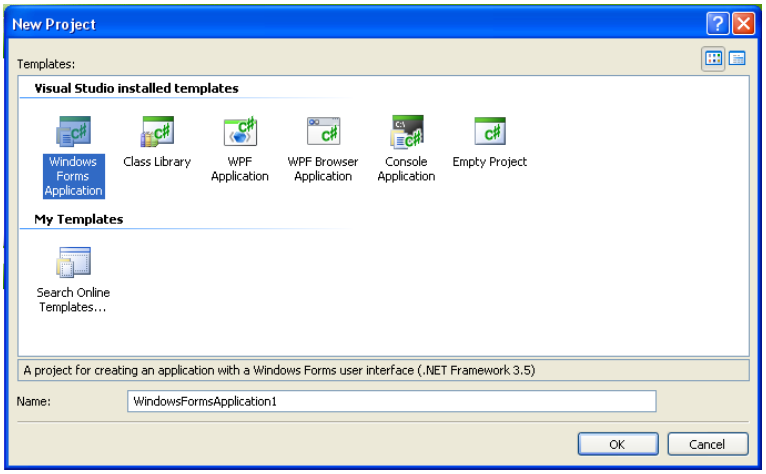
3.7 *Vibration Scope Graphical User Interface* (GUI)

GUI untuk vibration scope yang digunakan kali ini dibuat dengan menggunakan software visual studio yaitu visual C# dan ditambah dengan menggunakan mitov library yaitu plotlab untuk melakukan plot grafik hasil pengukuran akselerometer dari *smart sensor*. Berikut merupakan diagram alir pembuatan *vibration scope interface v1.1* pada visual C# *express edition* 2008.



Gambar 3.22 Diagram Alir pembuatan *Vibration Scope Interface v1.1*

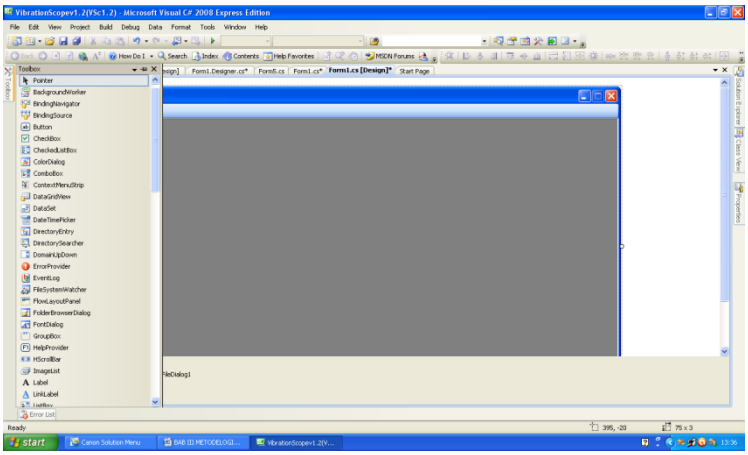
a) Buka baru file windows form pada visual C# (gambar 3.23).
   - Klik file => New Project => Windows Form.
   - Beri nama form "*Vibration Scope v1.1*".
   - Klik OK



Gambar 3.23 Membuat Aplikasi Windows Form

b) Masukkan User Interface yang dibutuhkan (gambar 3.24)

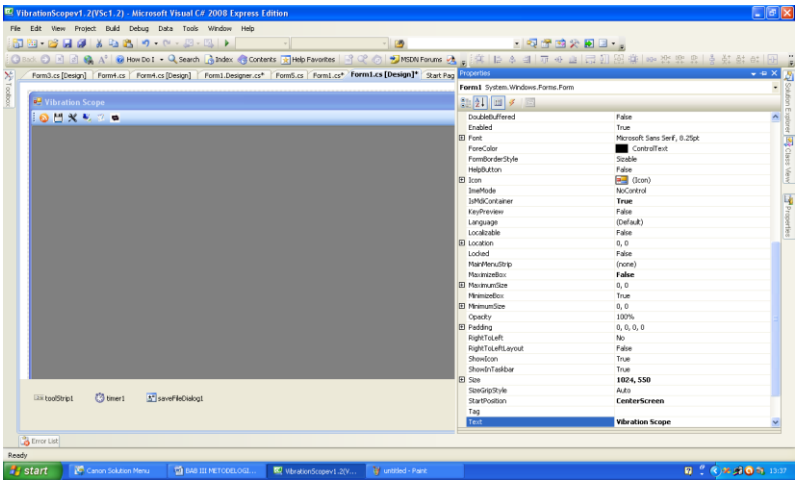
- Drag dari toolbox user interface yang dibutuhkan ke dalam form seperti : Button, Textbox, Datagridview, Plotlab=>Scope dll.



Gambar 3.24 Penambahan User Interface ke dalam Form

c) Atur Tampilan User Interface dalam form

- Untuk mengatur posisi dapat dilakukan dengan mengatur properties dari user control dengan meng-klik kanan kemudian pilih properties, pada properties tentukan posisi dengan mengubah nilai location (gambar 3.25). Untuk mengubah ukuran dari user control dapat dilakukan dengan hal yang sama.



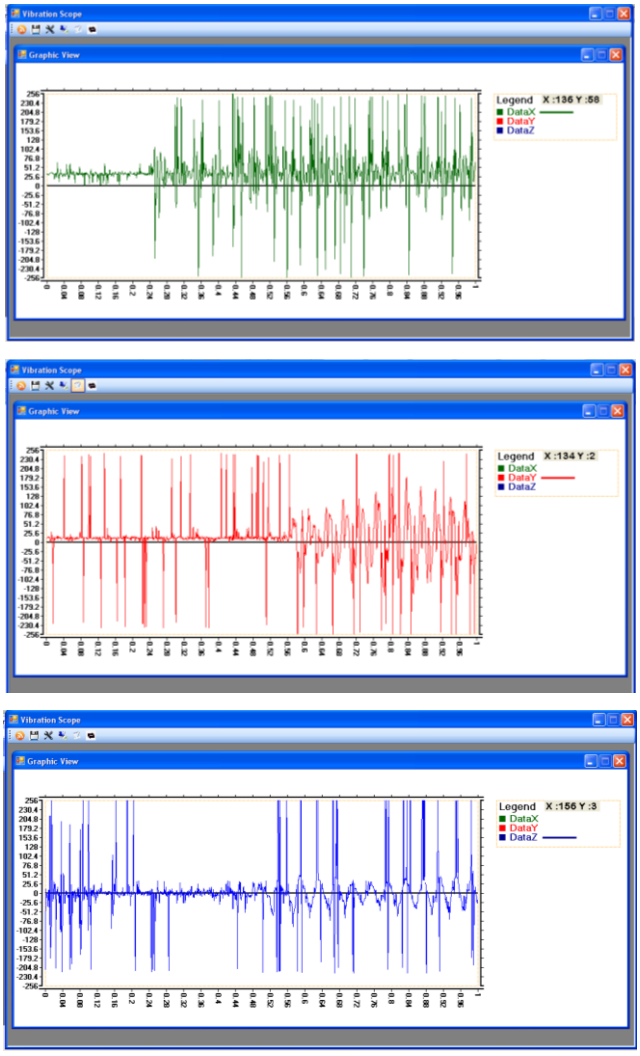
Gambar 3.25 Pengaturan tata letak dari user control

d) Memasukkan Code pada interface yang akan digunakan

- Keuntungan menggunakan visual studio adalah ketika kita mengetik kode pada *code editor*, apabila terjadi kesalahan code maka ketika program akan coba dijalankan (debugging) maka akan terdapat sebuah peringatan error. Selain itu visual studio juga dilengkapi dengan feature intel Isense dimana kita hanya butuh mengetikkan sebuah huruf pada *code editor* maka akan terdapat sebuah panduan untuk pemilihan penggunaan fungsi dan lainnya.

e) Debugging/menjalankan program

- Untuk menjalankan program dapat dilakukan dengan cara klik pada standard toolbar Debug => Start debugging. Atau dapat meng-klik ikon tanda panah berwarna hijau.



Gambar 3.26 Hasil Akhir Vibration Scope v1.2 Interface