

BAB 3

PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem ditujukan untuk melakukan pengukuran jumlah langkah dengan, jarak langkah dan konsumsi energi pada aktivitas berjalan dengan menggunakan akselerometer MMA7260Q yang mempunyai 3 sumbu pengukuran yaitu sumbu X, Y dan Z dan pengiriman data via bluetooth untuk ditampilkan ke *Personal Computer (PC)*. Secara garis besar skematik alat ini dapat dilihat pada blok diagram berikut ini :



Gambar 3.1 Blok diagram sistem.

3.1 PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

Sistem pada penelitian ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Tetapi untuk sistem perangkat keras telah berbentuk modul alat yang disebut WiTilt V2.5 MMA7260Q Triple Axis Wireless Accelerometer (Spark Fun Electronics, Texas, USA). Data yang diperoleh tersebut ditransfer ke dalam *pc* dengan menggunakan perangkat *Bluetooth*. Kemudian data ini diolah dengan menggunakan program perangkat lunak LabVIEW™ dari National Instruments Corp. (Texas, USA).

3.1.1 Akselerometer MMA7260Q

Pada penelitian yang dilakukan dengan menggunakan akselerometer MMA7260Q berbentuk WiTilt V 2.5 yang dapat mengukur percepatan dinamis maupun statis seperti pada Gambar 2.2. Sensor tersebut mempunyai 3 sumbu pengukuran yaitu sumbu X, Y dan Z [28,29]. Sensor ini dilengkapi oleh g-select yang berfungsi untuk memilih sensitivitas sensor sesuai dengan aplikasi sensor,

mulai dari 0g, 1,5g, 2g, dan 6g. MMA 7260Q [29] merupakan akselerometer *micromachined* kapasitif yang dilengkapi dengan pengondisi sinyal, filter low-pass 1-kutup, kompensasi suhu dan *g-Select* yang memberikan pilihan 4 sensitivitas. *Zero-g offset full scale span* dan *filter cut-off* turut melengkapi akselerometer ini sehingga tidak membutuhkan filter dari luar. Akselerometer ini juga dilengkapi *Sleep Mode* sehingga membuat akselerometer ini ideal untuk aplikasi pemakaian baterai [29].



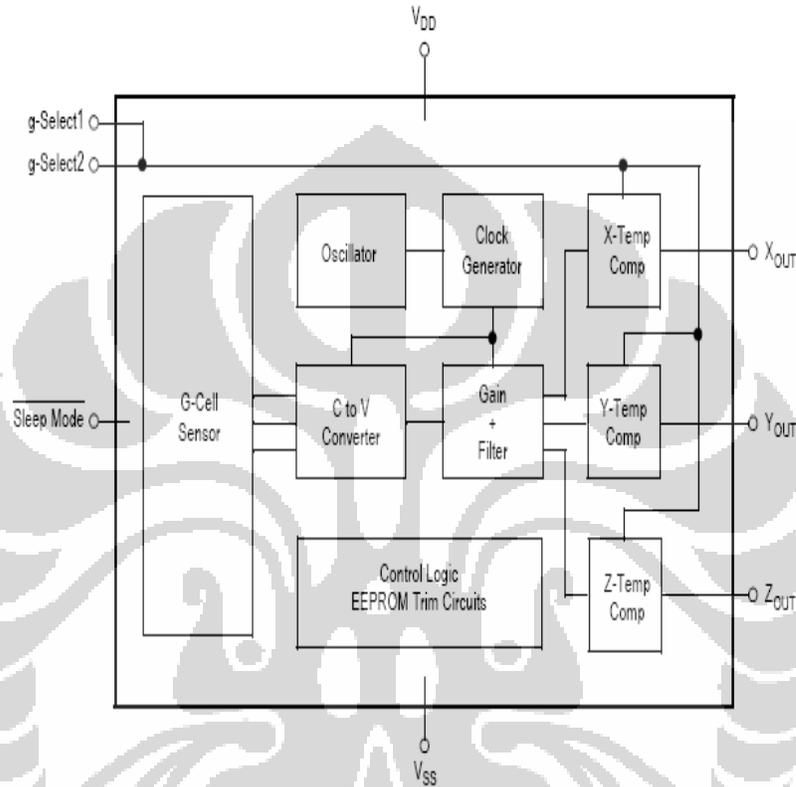
Gambar 3.2 Akselerometer WiTilt V 2.5

Sensor tersebut bekerja pada tegangan 2,2 – 3,6 VDC [29], dan menggunakan arus yang sangat kecil yaitu 500 μ A [29]. Mempunyai tiga analog keluaran seperti pada Gambar 3.3 mengenai rangkaian MMA7260Q, satu pada masing-masing sumbu. Akselerasi pada masing-masing sumbu menghasilkan tegangan dari 0 sampai mendekati 3,3V. Saat tidak ada akselerasi pada sumbunya, tegangan keluaran masing sumbu tersebut adalah setengah dari tegangan suplai yaitu sekitar 1,65 V [30]. Dengan akselerasi pada arah positif, maka tegangan keluaran pada sumbu tersebut akan muncul. Jika akselerasi negatif yang ada, maka tegangannya akan turun. Artinya :

- Pada saat berhenti, tegangan keluarannya di tengah
- Pada saat akselerasi ke atas, tegangannya akan naik
- Pada saat akselerasi ke bawah, tegangannya akan turun

Tegangan yang keluar dari masing-masing sumbu ditapis melalui single pole switched capacitor filter yang sudah terintegrasi dengan sensor tersebut, filter tersebut merupakan gabungan resistor 1 K Ω dan 0,1 μ F. Tegangan keluaran dari

masing-masing sumbu ditransfer ke masing-masing filter. Sinyal dari filter tersebut yang menjadi masukan pengondisi sinyal [29,30]



Gambar 3.3 Rangkaian MMA7260Q

G-select 1 (g-s1) dan g-select 2 (g-s2) adalah untuk menentukan sensitivitas sensor tersebut, tergantung pada aplikasinya. Untuk aktivitas dengan gaya kecil seperti mengukur kemiringan maka settingannya pada yang terendah yaitu 1,5g. Jika yang dilakukan adalah test tabrakan maka sensitivitas yang paling baik adalah 6g. Lengkapnya adalah sebagai berikut [29]:

Tabel 3.1 Pilihan sensitivitas

g-s1	g-s2	g-range	Sensitivitas
Gnd	Gnd	1.5g	800mV/g
Gnd	3,3V	2g	600mV/g
3,3V	Gnd	4g	300mV/g
3,3V	3,3V	6g	200mV/g

3.1.2 Pengukuran Sinyal Percepatan

Penelitian ini menggunakan perangkat lunak LabVIEW [36], yaitu sebuah bahasa pemrograman grafis yang menggunakan sistem *icon* sebagai pengganti barisan teks untuk membuat program aplikasi di bidang pengujian dan pengukuran. LabVIEW menggunakan pemrograman *dataflow* (aliran data) dalam menentukan eksekusi dan tidak menggunakan pemrograman berbasis teks sebagaimana bahasa pemrograman pada umumnya, yang dimana eksekusi program ditentukan oleh instruksi. Dalam LabVIEW, *user interface* berfungsi sebagai *front panel* dibangun dengan seperangkat tool dan obyek. Kode instruksi untuk mengontrol obyek-obyek pada *front panel* ini dimasukkan dengan menggunakan representasi grafis dari berbagai fungsi pada *block diagram* yang identik dengan flowchart (diagram alir).

Pada WiTilt V 2.5 sebelum melakukan pengambilan data dengan menggunakan program LabVIEW, dilakukan pengaktifan koneksi Bluetooth. Alat tersebut dapat menggunakan aplikasi hyperterminal yang sudah terdapat dikomputer yang tersedia dan terdapat koneksi bluetooth, sehingga dapat dioperasikan untuk proses pengukuran data percepatan. Sebelum memulai pada aplikasi hyperterminal, sudah dipastikan koneksi bluetooth telah berhasil terhubung dengan memilih COM yakni COM 40 yang sesuai pada WiTilt V 2.5. Jika sudah terkoneksi maka aplikasi pada hyperterminal seperti pada Gambar 3.4 yang menampilkan 8 pilihan fasilitas yang dapat diset sebelum memulai melakukan pengukuran.

```

WiTilt V2.5, Firmware V4.1 - Configuration Menu:
=====
[1] Start Tri-Ax detection (hit spacebar to stop)
[2] Set Active Channels (XYZ Active)
[3] Calibrate
[4] Sensor Range (+/-2g)
[5] Display Mode (Binary)
[6] Set Threshold (Currently +/-0.0g)
[7] Set Output Frequency (610Hz)
[8] Set Bluetooth (Currently Inactive)

```

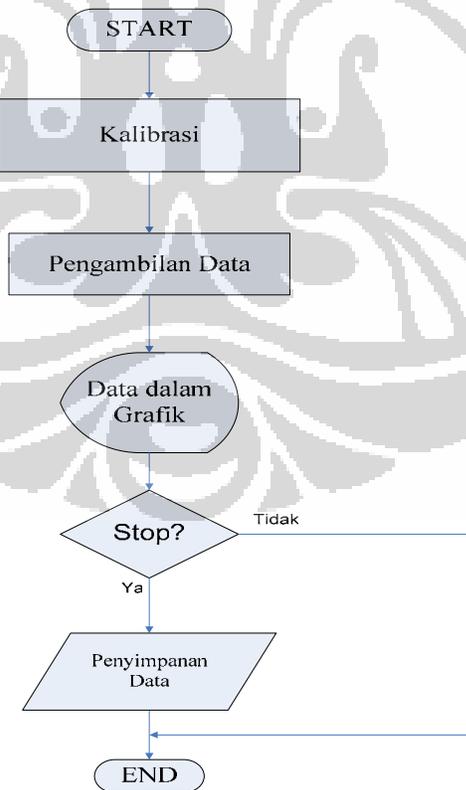
Gambar 3.4 Tampilan WiTilt V 2.5 pada hyperterminal.

Fasilitas [1] *StartTri- Ax detection* merupakan fasilitas untuk melakukan pengambilan data atau pengukuran yang kita lakukan untuk setiap sumbu. [2] *Set Active Channels (XYZ Active)* adalah fasilitas untuk memfungsikan sumbu X, Y dan Z yang diinginkan, sehingga output yang ditampilkan hanya pada sumbu yang dipilih saja. [3] *Calibrate* adalah fasilitas yang disediakan bagi user untuk melakukan kalibrasi, terutama pada saat memulai pengukuran. [4] *sensor Range (+/- 2g)* adalah fasilitas ini berfungsi sebagai g select, dan mempunyai pilihan 1.5g, 2g, 4g, dan 6g. Namun pada penelitian ini dipilih 2 g. [5] *Display Mode (Gravity)* Fasilitas ini berfungsi memberikan pilihan bagi user untuk menentukan jenis output akselerometer. Terdapat 3 pilihan diantaranya adalah menampilkan nilai gravitasi, nilai mentah (raw ADC) dan nilai biner. [6] *Set Threshold (Currently +/- 2g)* berfungsi memberikan pilihan bagi user untuk menentukan thresold yang diinginkan. Threshold ini layaknya berfungsi sebagai filter, ketika status nilai diinput sebagai threshold misal 2g, maka yang akan ditampilkan pada layar hanya nilai kanal yang sama atau lebih besar dari 2g. [7] *set Output Frequency(135Hz)* merupakan fasilitas ini berfungsi memberikan pilihan bagi user untuk menentukan frekuensi yang diinginkan. Frekuensi ini akan mempengaruhi pengiriman data akselerometer. Untuk Frekuensi maksimum pada setting nilai gravitasi yakni 135 Hz, raw ADC 220Hz dan pada biner sebesar 610 Hz. Kemudian fasilitas yang terakhir [8] *Set Bluetooth (Currently Inactive)*

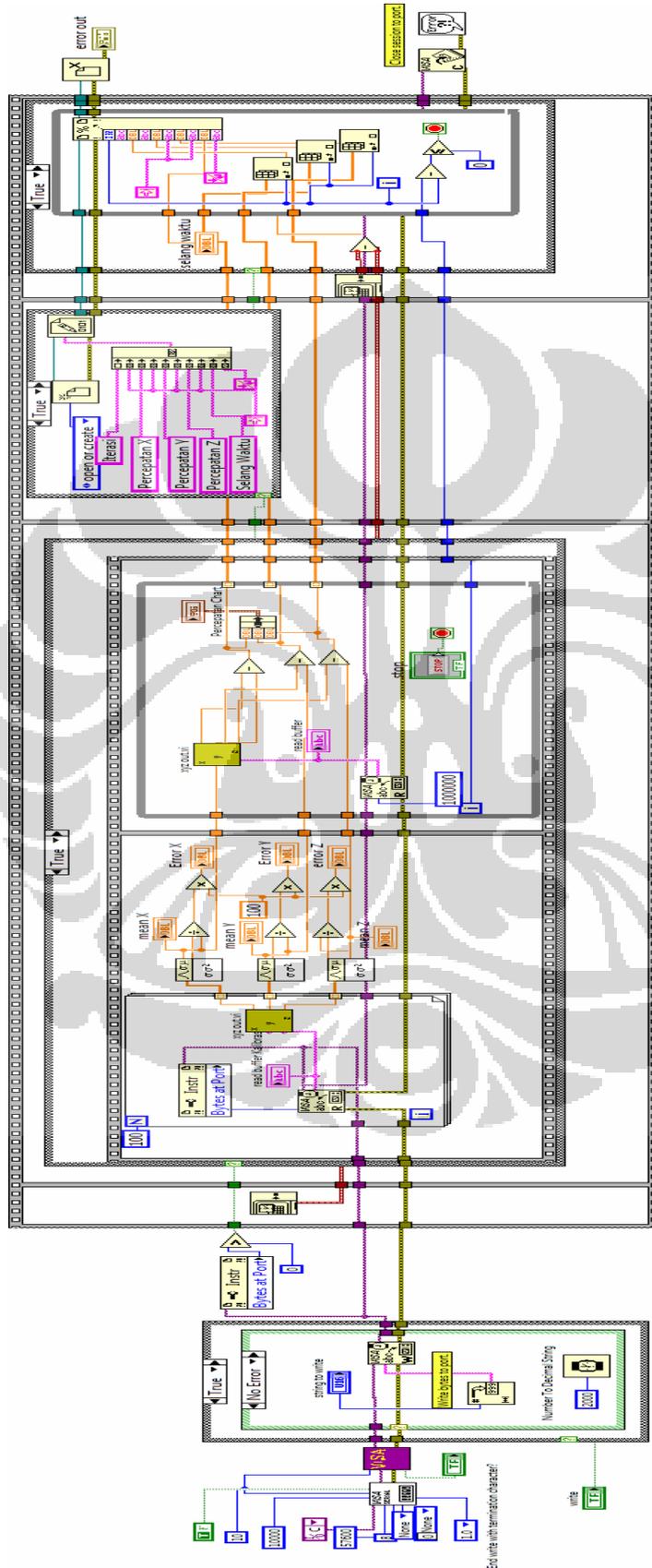
merupakan fasilitas pilihan untuk mengaktifkan bluetooth atau tidak mengaktifkan bluetooth.

Pengukuran sinyal percepatan diawali dengan pengukuran periode output digital sebanyak 100 kali dan menghitung rata-ratanya. Kemudian dilanjutkan dengan mengukur kesalahan dari sinyal output tersebut. Nilai rata-rata dan kesalahan ini digunakan sebagai kalibrasi sinyal output percepatan.

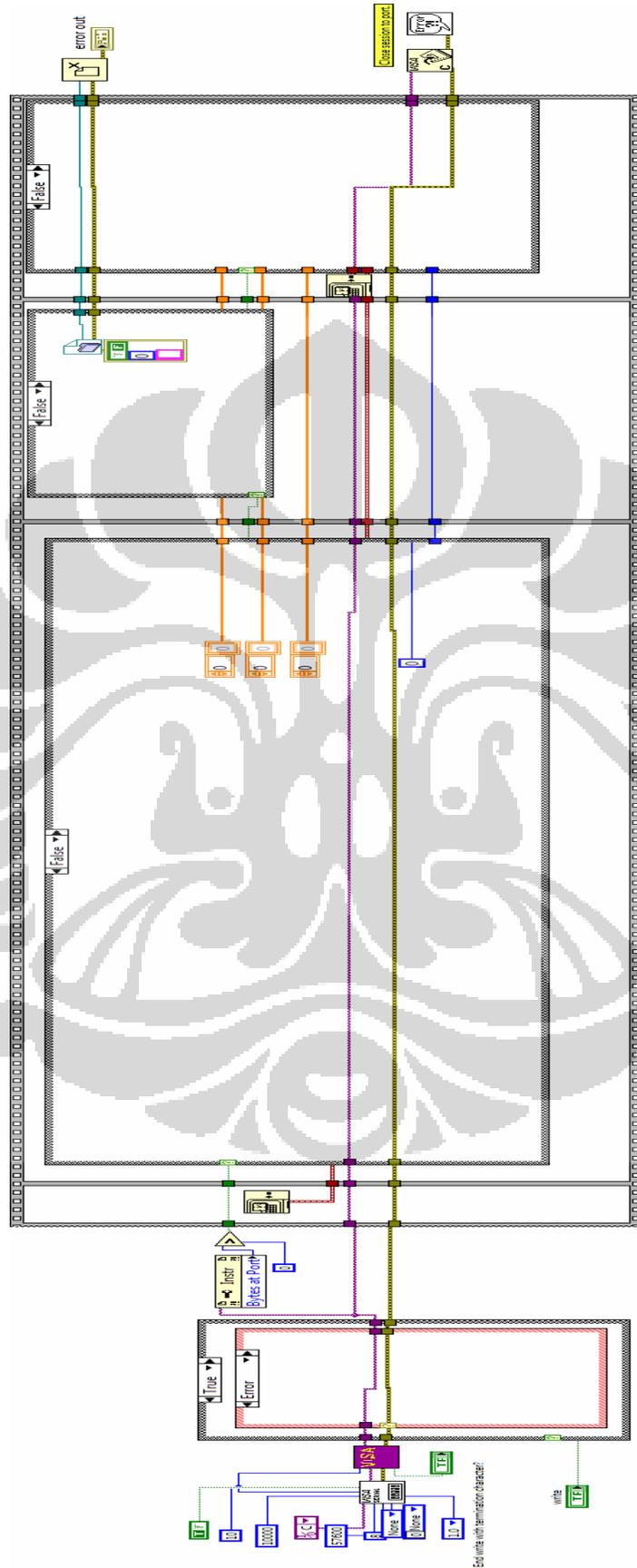
Gambar 3.5 memperlihatkan diagram alir LabVIEW untuk program pengukuran percepatan. Dimana dapat dibagi menjadi 3 bagian proses dalam pengukuran percepatan yaitu proses pertama merupakan proses *komunikasi data secara serial*, kedua proses kalibrasi dan pengukuran percepatan, dan ketiga merupakan bagian proses penyimpanan data hasil pengukuran yang diformat pada *file Excel*.



Gambar 3.5. Diagram alir program pengukuran percepatan.

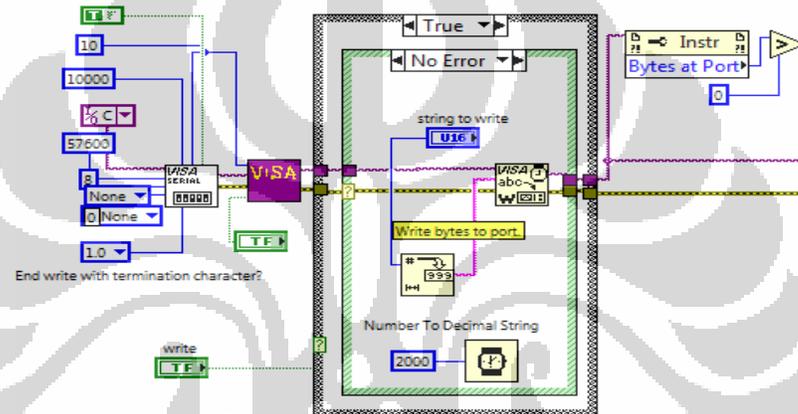


Gambar 3.6 Diagram LabVIEW untuk program pengukuran percepatan pada kondisi True.



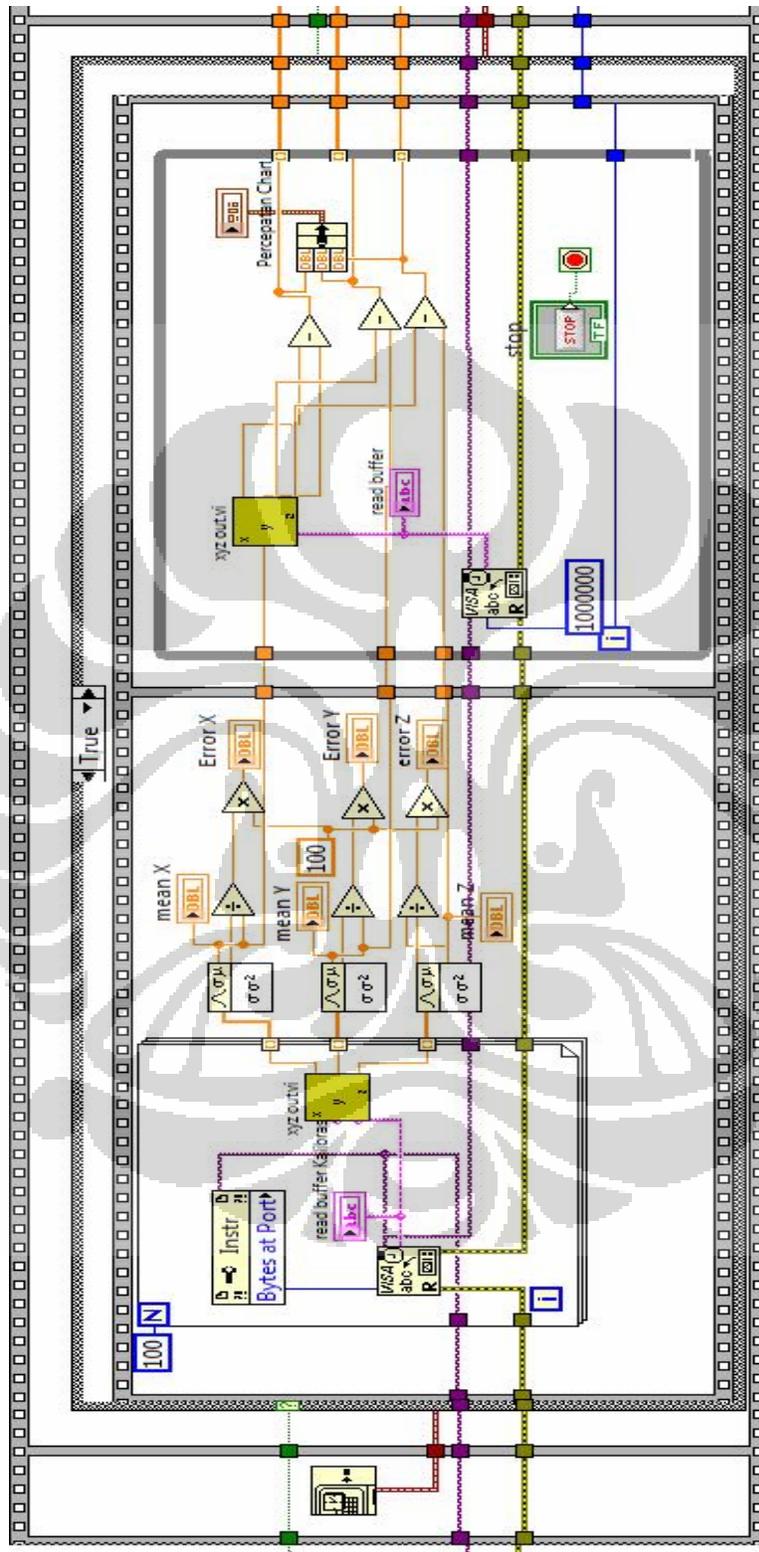
Gambar 3.7 Diagram LabVIEW untuk program pengurangan percepatan pada kondisi False.

Pada Gambar 3.6 dapat dilihat bahwa program tersebut terdiri atas 1 *case structure* yang merupakan bagian proses terjadinya komunikasi data secara serial dan 1 *flat sequence structure* yang merupakan bagian proses kalibrasi dan pengambilan data percepatan, serta bagian proses penyimpanan data hasil pengukuran yang diformat pada file Excel.



Gambar 3.8 Bagian komunikasi data secara serial dan flow control.

Pada komunikasi data secara serial seperti Gambar 3.8 diatas tersebut menggunakan *subroutine VISA SERIAL* dimana terdapat bagian input seperti *visa resource name*, *bound rate*, *data bits*, *parity*, *error in*, dan *flow control*. Sedangkan bagian ouputnya *visa resource name out* dan *error out*. Selanjutnya output tersebut masuk pada *case structure* yang terdapat *subroutine VISA WRITE* untuk menuliskan output tersebut jika terdapat output yang akan diteruskan pada program *flat sequence structure* sebagai input seperti pada Gambar 3.6. Tetapi jika tidak terdapat input pada *case structure* menjadi *False* dan *error* yang akan diteruskan ke program berikutnya sebagai input error seperti Gambar 3.7.

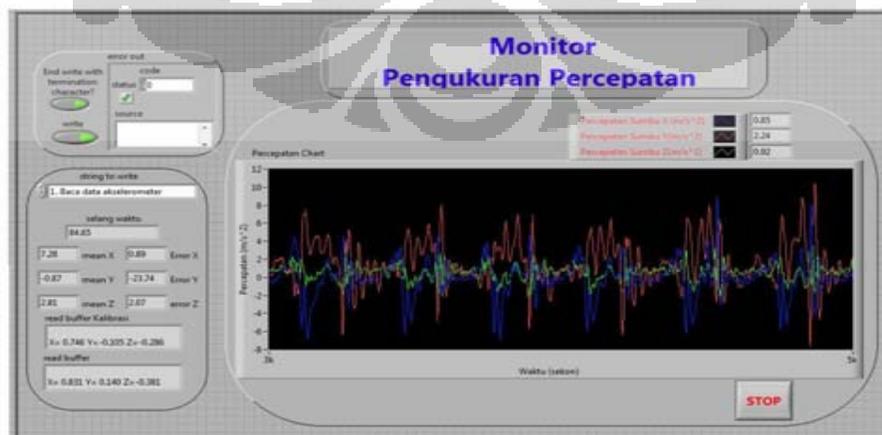


Gambar 3.9 flat sequence frame bagian pertama dan kedua program kalibrasi dan pengambilan data percepatan.

Gambar 3.9 memperlihatkan *flat sequence frame* bagian pertama dan kedua yang merupakan proses kalibrasi dan pengambilan data percepatan. Dimana input dari program sebelumnya diproses oleh *subroutine VISA READ* lalu dipisahkan menjadi input setiap arah yakni sumbu X, Y dan Z. Untuk dihitung proses kalibrasi sehingga mendapatkan nilai rata-rata dan error dengan menggunakan *subroutine Standar deviation and Variance*. Lalu kemudian melakukan proses pengukuran dan pengambilan data yang ditampilkan dalam grafik yang menggabungkan tiga (3) arah yakni X, Y, dan Z menjadi satu tampilan grafik. Sehingga dapat difungsikan sebagai monitor pengukuran percepatan yang dilakukan.

Kemudian *Flat sequence frame* ketiga dan keempat merupakan program untuk menyimpan data pengukuran dalam format file. Dimana kita dapat memilih format file yang akan digunakan misalnya *.xls* atau *.txt* sesuai kebutuhan dan keinginan pengguna.

Pada front panel untuk mengoperasikan program pengukuran percepatan sesudah terkoneksi dengan bluetooth dapat menekan tombol *Run Button* pada barisan *Toolbars* yang telah disediakan, sesudah pengukuran percepatan maka harus menekan tombol *Stop* pada program sehingga data-data tersebut dapat disimpan dengan format file yang ditentukan oleh pengguna. Di bawah ini gambar program pengukuran percepatan dimana diberikan nama sebagai monitor pengukuran percepatan.

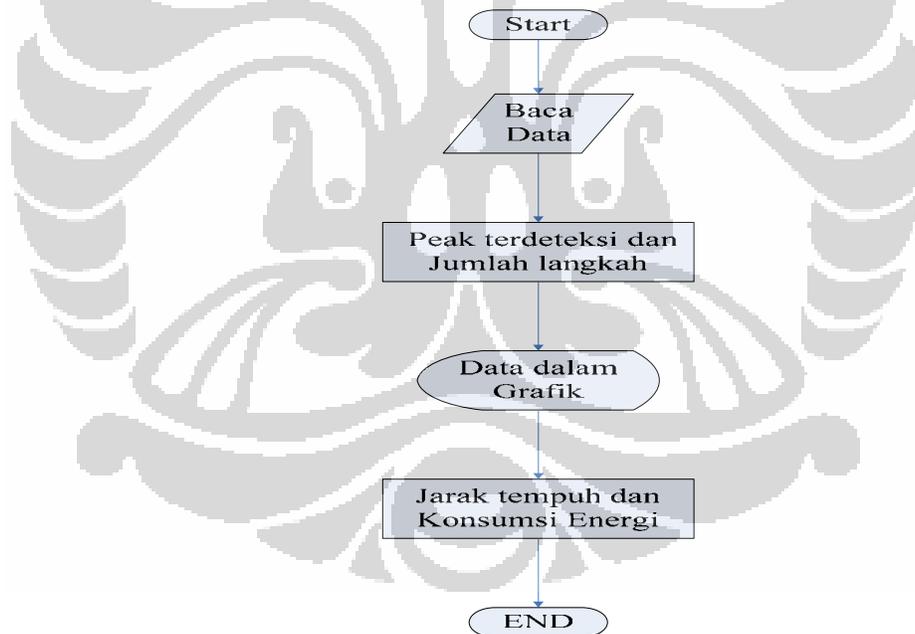


Gamb

ar 3.10 Tampilan front panel LabVIEW untuk program pengukuran percepatan.

3.1.3 Pengukuran Jumlah Langkah dan Konsumsi Energi

Dalam penelitian ini akselerometer tersebut diaplikasikan sebagai pedometer yang berfungsi untuk mengukur jumlah langkah dan konsumsi energi. Pengukuran jumlah langkah menggunakan prinsip *peak detection* (deteksi puncak) dari sinyal percepatan yang diperoleh. Banyaknya langkah ditentukan dari banyaknya *peak* yang terdeteksi. Untuk itu perlu ditentukan nilai *threshold peak*, yaitu batas nilai sinyal percepatan yang dideteksi sebagai *peak*. Pada penelitian ini *threshold peak* yang digunakan sebesar $-8 \frac{m^2}{s^2}$. Artinya setiap sinyal percepatan di bawah $-8 \frac{m^2}{s^2}$ dideteksi sebagai *peak*. Dibawah ini terdapat diagram alir program untuk pengukuran jumlah langkah dan konsumsi energi.



Gambar 3.11 Diagram alir program pedometer.

Untuk melakukan pengukuran jumlah langkah dan konsumsi energi, pada program pedometer diawali dengan memasukkan data MET, lebar langkah, berat badan pengguna, width threshold dan jumlah data yang terukur dari iterasi yang didapat pada pengukuran percepatan. Kemudian dilanjutkan dengan mengoperasikan program pedometer, dimana akan mengkonfirmasi data yang sudah tersimpan pada format *.xls* sehingga program tersebut akan melakukan

pengukuran jumlah langkah dan konsumsi energi.

Pada pengukuran jumlah langkah *peak* dari sinyal percepatan dideteksi merupakan *peak* yang berasal dari arah sumbu X. Hal ini karena sumbu X menunjukkan arah hentakan yang terjadi pada proses berjalan. Arah tersebut berkaitan dengan penempatan WiTilt V 2.5 yang dipasang pada kaki kiri, sehingga didapat arah X sebagai arah hentakan seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.12 WiTilt V 2.5 pada kaki kiri.

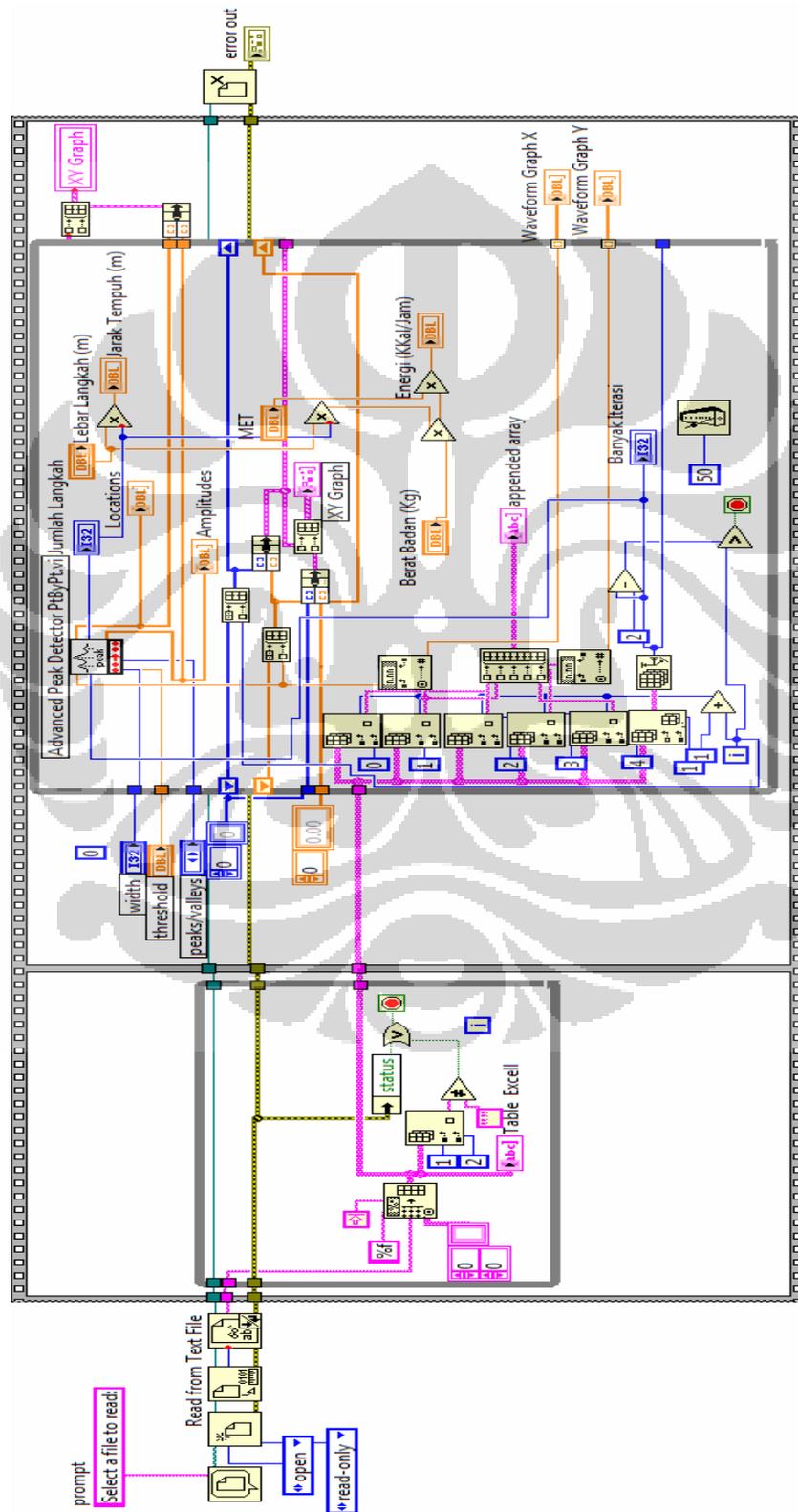
Dengan menggunakan *subroutine Advanced Peak Detector PtByPt*. Banyaknya *peak* yang terdeteksi merupakan banyaknya langkah yang telah ditempuh pengguna. Banyaknya langkah yang terdeteksi ini digunakan bersama-sama dengan data lebar langkah dan berat badan pada algoritma penghitungan penggunaan energi untuk orang berjalan menggunakan nilai 3,3 MET sebesar $3,84 \frac{J}{kg \cdot jam}$. Gambar 3.12 dan 3.13 memperlihatkan *front panel* dan blok diagram

program pedometer. Pada blok diagram program pedometer dibawah ini, dapat dibagi menjadi tiga bagian penting. Bagian merupakan program untuk membuka file data dari data yang sudah diambil sebelumnya. Dimana program tersebut akan meminta file yang akan dioperasikan pada program pedometer dalam bentuk *.xls*. Pada bagian kedua yakni *flat sequence frame* pertama, merupakan program untuk mengubah data *string* menjadi *array* dengan menggunakan *spreadsheet to array*. Kemudian data *array* tersebut akan diubah menjadi *index array* pada bagian

ketiga program atau *flat sequence frame* kedua. Sehingga dapat digunakan untuk mendapatkan *peak*. Untuk pengukuran penggunaan energi pada orang yang berlari dilakukan berdasarkan banyaknya langkah yang terdeteksi dengan menggunakan nilai MET sebesar $5 \frac{\text{kcal}}{\text{kg.jam}}$ atau $5.82 \frac{\text{J}}{\text{kg.jam}}$ untuk aktivitas berlari dengan langkah sedang pada permukaan datar.



Gambar 3.13 Front panel pedometer.



Gambar 3.14 Blok diagram pedometer