

PENGEMBANGAN ACCELEROMETER BERBASIS PERSONAL COMPUTER UNTUK MENGETAHUI KARAKTERISTIK LARI JARAK PENDEK MENGGUNAKAN TEKNOLOGI WIRELESS

Cahyo Yuwono

Esta_2407@yahoo.co.id, Fakultas Ilmu Keolahragaan Unnes

Wahyudi

Wahyudi_unnes@yahoo.com, Fakultas Teknik Unnes

Andry Akhiruyanto

aakhiruyanto@yahoo.com, Fakultas Ilmu Keolahragaan Unnes

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan: a) merancang alat pemantau aktifitas lari jarak pendek menggunakan akselerometer berbasis *personal computer* dengan teknologi *wireless* yang akurat dan reliabel; b) mengetahui kecepatan sesaat, panjang dan frekuensi langkah lari jarak pendek secara *real time*; c) menghasilkan produk akselerometer berbasis *personal computer* (PC) yang dapat mengetahui karakteristik lari jarak pendek. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian pengembangan yang meliputi model pengembangan, prosedur pengembangan dan uji coba produk. Tahap model dan prosedur pengembangan merupakan langkah-langkah pembuatan produk dimulai dari mempersiapkan akselerometer *witilt v3.0* tiga sumbu dengan pengaturannya hingga pembuatan program menggunakan *Microsoft Visual Basic (VB)*. Uji coba produk dilakukan dengan validasi ahli telemetri dan programmer VB. Subjek penelitian merupakan atlet pemula. Lembar observasi dipersiapkan untuk mengambil data Raw ADC sebagai output akselerometer dan kuisioner sebagai respon pengguna produk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akselerometer dapat mengirimkan data dan diolah oleh program yang telah dibuat. Program selanjutnya menampilkan informasi karakteristik lari yaitu kecepatan, panjang dan jumlah langkah. Terjadi peningkatan kecepatan mulai dari jarak 0 meter hingga 30 meter, selanjutnya terjadi penurunan kecepatan dan kenaikan kembali pada jarak menjelang 40 meter. Di atas 40 meter terjadi kehilangan data yang diakibatkan jangkauan bluetooth yang terganggu oleh bangunan di sekitar lokasi uji. Dapat disimpulkan bahwa akselerometer dan program yang dibuat telah secara *real time* memberikan informasi karakteristik lari jarak pendek namun perlu pembenahan untuk mengurangi gangguan sinyal sehingga dapat diperoleh data lari lengkap hingga 100 meter.

Kata kunci: akselerometer, personal computer, *real time*, karakteristik lari

PENDAHULUAN

Perkembangan atletik di Indonesia masih dalam kondisi yang belum menggembirakan, karena prestasi atlet-atlet nasional masih jauh tertinggal baik kualitas maupun kuantitasnya dengan prestasi yang dapat dicapai oleh negara-negara di tingkat ASEAN, Asia maupun negara-negara Eropa, Afrika dan Amerika.

Lari 100 meter merupakan salah satu nomor lari jarak pendek yang terdapat dalam cabang atletik. Nomor ini merupakan nomor yang sangat menarik dan bergengsi, karena pelari yang menjuarai nomor ini akan cepat dikenal oleh masyarakat dan menjadi ukuran kemampuan manusia untuk mengatasi keterbatasan alamiah.

Menurut Ballesteros (1993) komponen kecepatan merupakan salah satu faktor yang sangat penting untuk nomor lari jarak pendek. Lari jarak pendek bila dilihat dari tahap-tahap berlari terdiri dari beberapa tahap yaitu : a) tahap reaksi dan dorongan, b) tahap percepatan, c) tahap transisi/perubahan, dan d) tahap pemeliharaan kecepatan. Kecepatan lari ditentukan

oleh panjang langkah dan frekuensi langkah (jumlah langkah persatuan waktu). Oleh karena itu, seorang pelari harus dapat meningkatkan satu atau kedua-duanya. Pentingnya karakteristik lari jarak pendek tersebut seperti percepatan, kecepatan, panjang dan frekuensi langkah membutuhkan suatu alat ukur yang dapat secara akurat menampilkan informasi-informasi yang diperlukan.

Dalam banyak cabang olahraga, kecepatan merupakan komponen fisik yang sangat penting. Kecepatan menjadi faktor penentu dalam lari jarak pendek. Kecepatan adalah kemampuan untuk melakukan gerakan-gerakan yang sejenis secara berturut-turut dalam waktu yang sesingkat-singkatnya, atau kemampuan untuk menempuh suatu jarak dalam waktu yang sesingkat-singkatnya (Harsono, 1988:216).

Kecepatan menurut Astrand (1986:345) yaitu jarak per satuan waktu. Laju gerak yang dapat berlaku untuk tubuh secara keseluruhan atau bagian tubuh. Menurut Jerver (1982:21) kecepatan yaitu kemampuan untuk bergerak dengan sangat baik, cepat dan tepat.

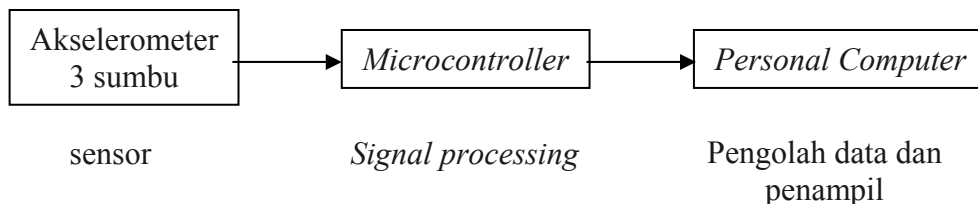
Pengamatan terhadap aktifitas lari seperti kecepatan umumnya dilakukan menggunakan *stopwatch* dengan akurasi yang bervariasi. Meskipun demikian, pengoperasian *stopwatch* oleh seseorang dapat menghasilkan pengukuran yang belum tentu reliabel jika dipengaruhi faktor kelelahan, ketelitian dan ketangkasan operator. Selain itu, penggunaan *stopwatch* hanya dapat mengukur kecepatan rata-rata dan bukan percepatan maupun kecepatan sesaat. Percepatan dan kecepatan sesaat pada saat berlari sangat penting diketahui untuk dapat mengetahui karakteristik pelari. Oleh karena itu diperlukan alat yang dapat memantau aktifitas lari yang akurat, reliabel dan dengan biaya yang cukup murah.

Suatu sensor dapat digunakan untuk melakukan pemantauan terhadap fenomena fisik seperti kecepatan, percepatan, gaya, tekanan atau aliran ke dalam besaran listrik. Besaran listrik yang dihasilkan sebanding dengan percepatan yang dialaminya. Nilai parameter fisik awal dapat dihitung ulang dengan mengacu karakteristik sinyal listrik seperti amplitude, frekuensi atau lebar denyut listrik. Sinyal listrik tersebut selanjutnya dapat dinalisis secara real time maupun untuk keperluan analisa kemudian.

Ukuran sensor sangat penting. Semakin kecil sensor makin mudah diaplikasikan untuk banyak kebutuhan. Selain ukuran, kebutuhan terhadap sensor juga meliputi kemudahan penggunaan, tingkat sensitifitas dan harga. Kemajuan teknologi memungkinkan terbentuknya sensor dengan ukuran yang sangat kompak. Salah satunya adalah *microelectromechanical systems* (MEMS). Contoh aplikasi teknologi ini adalah akselerometer yang dapat mengukur percepatan atau perlambatan suatu benda pada satu arah atau lebih. Ukuran akselerometer yang sangat kecil membuatnya mampu dibuat dengan biaya murah. Dengan data percepatan yang dihasilkan oleh sensor akselerometer maka dimungkinkan dirancang sistem pemantau aktifitas lari dengan biaya murah, akurat dan reliabel.

Akselerometer merupakan sensor yang mendeteksi perubahan kecepatan gerak (percepatan atau perlambatan) pada satu arah atau lebih dalam bentuk sinyal listrik. Sensor harus dipasang pada bagian yang ingin diukur. Aplikasi sensor akselerometer sangat banyak mulai dari kesehatan, otomotif, teknologi informasi hingga satelit seperti pengembangan roket. Pada bidang otomotif, akselerometer dipasang pada sistem *airbag* yang akan melindungi penumpang saat terjadi benturan dengan bantal udara yang seketika mengembang ketika terjadi tabrakan. Pada bidang kesehatan, akselerometer dipakai untuk mendeteksi keadaan darurat seperti terjatuh, serangan jantung, tekanan darah atau epilepsi.

Penelitian tentang penggunaan akselerometer untuk pengukuran telah banyak dilakukan di antaranya: kecepatan gerak tangan (Graham, 2000), kecepatan kendaraan (Widada dan Kliwati, 2007), aktifitas harian anak (Quigg, 2010) dan konsumsi energi manusia saat berjalan (Goutama, 2008). Foster (2005) menerapkan akselerometer yang



Gambar 1. Blok diagram akselerometer dan proses lanjut

dikombinasikan dengan *treadmill* untuk menghitung langkah kaki dan energi yang dikeluarkan. Penggunaan akselerometer sangat banyak dikarenakan sistem ini murah, mudah diinstalasi dan dipakai.

Akselerometer bekerja dengan merubah fenomena fisik perubahan kecepatan ke dalam sinyal listrik berupa tegangan dengan nilai voltase bervariasi tergantung percepatan yang dihasilkan. Akselerometer yang ada di pasaran dapat mengukur percepatan pada satu arah atau lebih sehingga akselerometer dibedakan dari jumlah sumbu arah yang dapat diukur (*single axis X*, *double axis X-Y* atau *triple axis X-Y-Z*). Ketika terjadi percepatan maka tegangan yang dihasilkan akan naik, jika perlambatan maka tegangan akan turun dan jika kecepatan konstan atau percepatan nol maka output tegangan berada pada nilai tengah yang telah ditentukan.

Dengan ukuran yang kecil (rata-rata sebesar mata uang kagam), sensor akselerometer sangat cocok dipakai pada orang dengan aktivitas lari dikarenakan tidak mengganggu. Percepatan yang dihasilkan akselerometer yang dipakai orang yang berlari dapat diolah menjadi kecepatan dan jarak tempuh dengan menggunakan rumus perhitungan fisika dasar tentang gerak. Meskipun demikian sinyal listrik yang dihasilkan oleh akselerometer akan membentuk sinyal fluktuatif apalagi jika dicoba untuk diterapkan pada gerakan lari. Oleh karena itu diperlukan pemrosesan sinyal dan filtering untuk memperhalus sinyal yang dihasilkan. Alat ini merupakan *microcontroller* yang sekaligus merubah sinyal analog dari akselerometer menjadi digital (*Analog to Digital Converter*) untuk dapat diproses pada *personal computer* (PC).

Komunikasi antara *microcontroller* dan *personal computer* membutuhkan komunikasi yang sama. Komunikasi data dari *microcontroller* dengan *personal computer* dapat menggunakan berbagai cara di antaranya teknologi *wireless* (nirkabel) melalui gelombang radio atau dengan teknologi *Bluetooth*. *Bluetooth* merupakan standar teknologi nirkabel yang dipakai untuk melakukan tukar-menukar informasi di antara peralatan-peralatan. *Bluetooth* beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 Ghz dengan menggunakan sebuah *frequency hopping traceiver* yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara secara *real time* antara *host-host bluetooth* dengan jarak tertentu. Guna menampilkan data aktifitas lari dalam *personal computer* membutuhkan suatu program yang secara mudah dapat di-*customize* dalam tampilan numerik dan grafis. Salah satu program yang dapat dipakai adalah *Microsoft Visual Basic*. *Microsoft Visual Basic* (sering disingkat sebagai VB saja) merupakan sebuah bahasa pemrograman yang menawarkan *Integrated Development Environment* (IDE) visual untuk membuat program perangkat lunak berbasis sistem operasi *Microsoft Windows* dengan menggunakan model pemrograman (COM) dan menawarkan pengembangan perangkat lunak komputer berbasis grafik dengan cepat.

Penelitian ini bertujuan: a) merancang alat pemantau aktifitas lari jarak pendek menggunakan akselerometer berbasis PC dengan teknologi *wireless* yang akurat dan reliabel; b) mengetahui kecepatan sesaat, panjang dan frekuensi langkah lari jarak pendek secara *real time*; c) menghasilkan akselerometer berbasis PC yang dapat mengetahui karakteristik lari.

METODE PENELITIAN

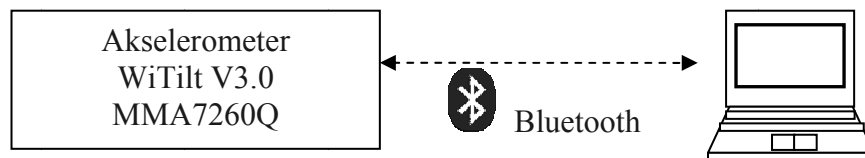
Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian pengembangan yang meliputi model pengembangan, prosedur pengembangan dan ujicoba produk. Tahap model dan prosedur pengembangan merupakan langkah-langkah pembuatan produk dimulai dari mempersiapkan akselerometer witilt v3.0 tiga sumbu dengan pengaturannya hingga pembuatan program menggunakan Microsoft Visual Basic (VB). Ujicoba produk dilakukan dengan validasi ahli telemetri dan programmer VB. Subjek penelitian merupakan atlet pemula. Lembar observasi dipersiapkan untuk mengambil data Raw ADC sebagai output akselerometer dan kuisioner sebagai respon pengguna produk.

Dari gambar 3 selanjutnya dibuat rancangan wadah untuk dapat ditempatkan pada tubuh orang yang akan diuji. Pemilihan penempatan posisi akselerometer akan mempengaruhi akurasi pengukuran (Godfrey, 2008). Untuk menghindari terjadinya perubahan posisi akselerometer sebelum dioperasikan maka direncanakan akselerometer ditempatkan pada bagian tubuh yang relatif lebih sedikit gerakannya yaitu di pinggang. Dengan demikian akselerometer akan dibuat dalam bentuk menyerupai sabuk dengan akselerometer berada pada posisi pinggang bagian belakang. Penempatan pada pinggang dipilih karena lokasi ini dekat dengan pusat gravitasi dan dengan demikian mencerminkan keseluruhan gerak tubuh (Gibney, et al, 2008). Bentuk sabuk dipakai agar terikat kuat pada tubuh dan menghindari perekaman yang bukan karena gerak tubuh.

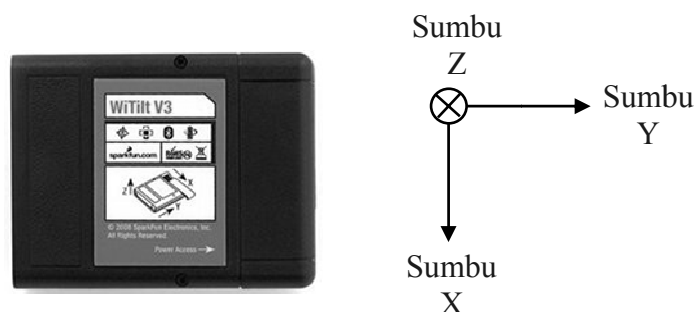
Validasi Ahli

Validasi ahli diperlukan untuk memastikan bahwa data-data yang diperoleh dan diolah dalam sistem yang dibuat sebelumnya benar-benar valid dan reliable. Ahli yang akan dilibatkan adalah pelatih atletik dan dosen.

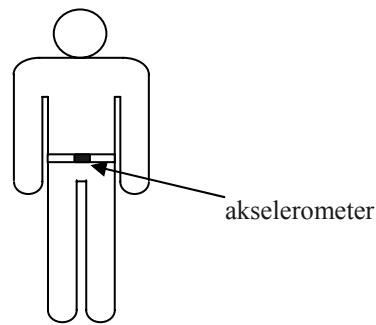
Uji coba lapangan



Gambar 2. Diagram rancangan sistem pemantau aktifitas lari



Gambar 3. WiTilt V 3.0 MMA7260Q 3 sumbu



Gambar 4. Posisi penempatan akselerometer

Tahap uji coba dilakukan terlebih dahulu ke dalam kelompok kecil subjek terbatas untuk memastikan keandalan sistem dan selanjutnya baru diuji cobakan pada skala yang lebih luas dengan melibatkan lebih banyak subjek. Pada akhir uji coba kelompok kecil, jika ditemukan penyimpangan akan dilakukan usaha perbaikan seperlunya untuk mengatasinya.

Revisi dan perbaikan hasil masukan dari ahli dan hasil ujicoba

Tahap ini sangat penting dilakukan untuk menghindari kesalahan ketika sistem yang telah dibuat siap dijadikan produk akhir.

Instrumen yang digunakan dalam pengembangan produk, berupa pedoman observasi, kuesioner, dan pedoman penilaian. Observasi digunakan untuk mengetahui tentang efisiensi dan efektifitas sistem operasional produk, kuesioner digunakan untuk mengetahui umpan balik subyek dan pendapat ahli. Pedoman penilaian digunakan untuk memperoleh informasi berupa penilaian nominatif terhadap produk yang akan dihasilkan.

Pengukuran kecepatan sesaat dan jarak tempuh adalah dengan melakukan integrasi terhadap data percepatan yang telah diperoleh dari akselerometer:

$$v(t) = \int_0^t a(t) dt \quad (1)$$

$$s(t) = \int_0^t v(t) dt \quad (2)$$

Dalam persamaan diskrit menjadi

$$v(n) = v(n-1) + \frac{\{a(n) + a(n-1)\} \tau}{2} \quad (3)$$

$$s(n) = s(n-1) + \frac{\{v(n) + v(n-1)\} \tau}{2} \quad (4)$$

dengan

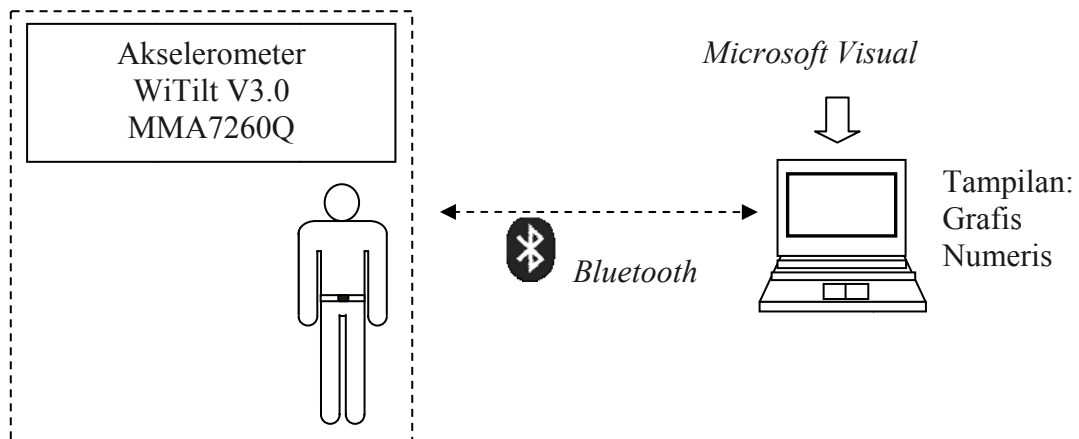
v = kecepatan lari (m/s)

a = percepatan lari (m/s²)

s = jarak (m)

n = sampling

τ = beda waktu (s)



Gambar 5. Diagram sistem

Proses dua kali integral (*double integral*) ini dilakukan pada PC bersamaan dengan analisa data-data tersebut. Pengukuran panjang dan jumlah langkah dilakukan dengan deteksi puncak (*peak detection*) dari sinyal percepatan yang diperoleh dimana jumlah langkah merupakan jumlah *peak*.

Data hasil ujicoba akan dianalisis secara diskriptif analitik, dengan melakukan pencermatan dan telaah mendalam terhadap informasi dan atau umpan balik yang dapat dijaring dari subjek ujicoba. Prototipe produk akan dikatakan berfungsi dengan baik bilamana, dapat dioperasikan sesuai dengan rancangan, mudah, cepat dan dapat memberikan informasi yang akurat dan akuntabel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan sistem bertujuan untuk melakukan pengukuran kecepatan, panjang dan jumlah langkah lari menggunakan *accelerometer* Witilt v 3.0 yang memiliki 3 sumbu pengukuran (X, Y, Z) dan pengiriman data menggunakan *Bluetooth* untuk diolah dan ditampilkan di *personal computer* menggunakan program *Microsoft Visual Basic*.

Sesuai diagram sistem di atas, langkah-langkah perancangan dan pembuatan produk adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan akselerometer Witilt V3.0 MMA7260Q – 3 sumbu wireless (Sparkfun, USA) dan mempelajari karakteristiknya
2. Mempersiapkan wadah akselerometer dalam bentuk sabuk.
3. Mempersiapkan personal computer yang dilengkapi *Bluetooth* dan mengatur jalur komunikasi (COM) yang akan digunakan
4. Membangun program pengolah dan penampil data yang dikirimkan dari akselerometer menggunakan *Microsoft Visual Basic*.

Prosedur Penelitian

Penelitian pengembangan akselerometer berbasis *personal computer* untuk mengetahui karakteristik lari menggunakan prosedur sebagai berikut:

1. Mengenali karakteristik akselerometer witilt v3.0. Sensor akselerometer MMA7260Q 3 sumbu dapat mengukur percepatan dinamis pada 3 arah yaitu sumbu X, Y dan Z. Sensor tersebut memiliki fitur: a) *Active channels* untuk memilih dari ketiga sumbu tersebut sumbu manakah yang akan diaktifkan sebagian atau keseluruhan; b) Fitur kalibrasi untuk melakukan kalibrasi akselerometer setiap pengambilan data; c) *Sensor range* untuk

```

WiTilt v3 Configuration Menu:

1) Start Tri-Ax detector.
   (Press any key stop)
2) Set active channels (XYZBR
   Active)
3) Calibrate
4) Sensor range (1.5 g)
5) Display mode (Gravity)
6) Set/View threshold values
7) Set output frequency
   (130Hz)

```

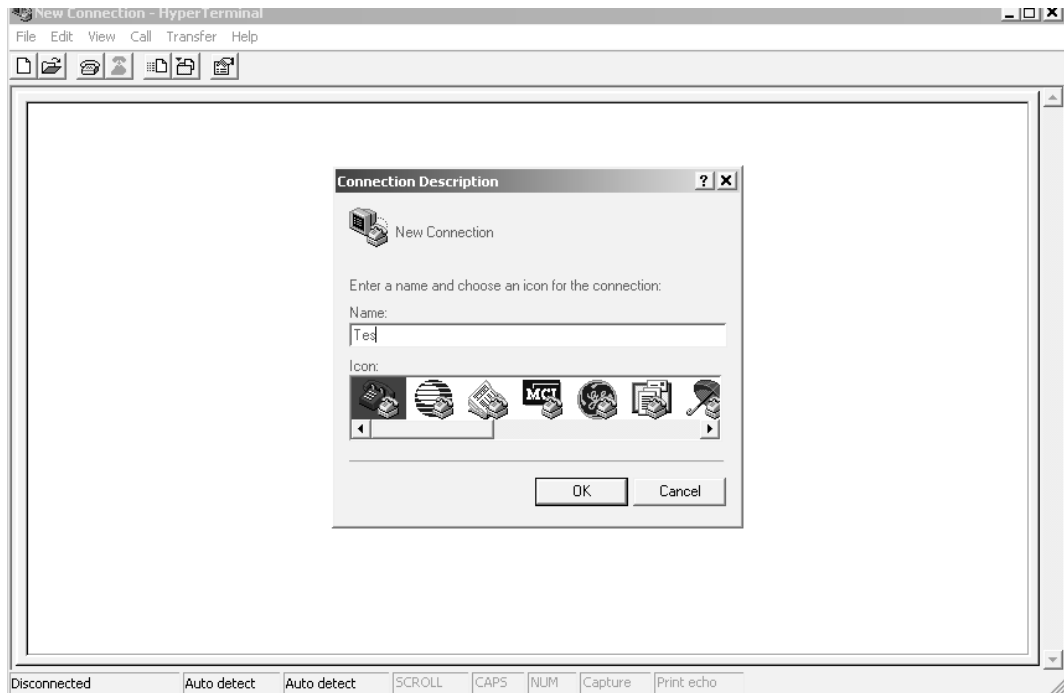
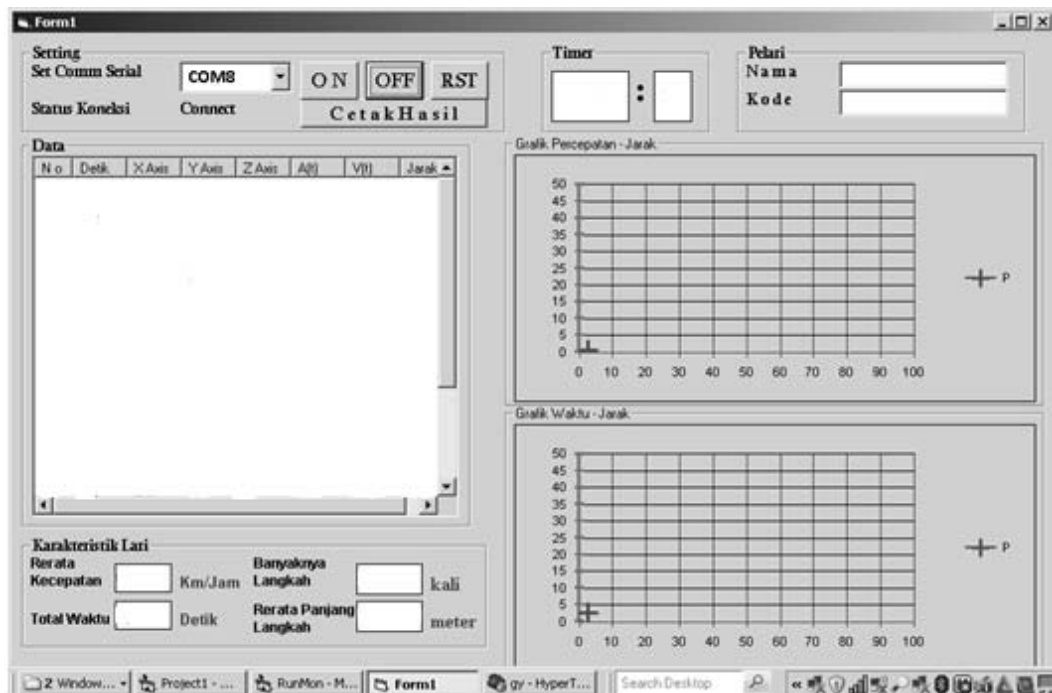
Gambar 6. Menu konfigurasi pada Witilt v3.0

memilih sensitivitas alat dalam pengukuran (1,5g, 2g, 4g dan 6g); d) *Display mode* untuk memilih output data (*Raw ADC*, *gravity*, *binary* atau derajat); e) *Threshold set* untuk memilih output data hanya berdasarkan nilai tertentu yang telah ditetapkan; f) Frekuensi output untuk menentukan frekuensi maksimum yang diinginkan (50Hz untuk derajat, 135Hz untuk *gravity*, 220Hz untuk *Raw ADC* dan 610 Hz untuk *binary*). Selain fitur di atas, witilt v3.0 juga dilengkapi *built in rechargeable battery*, status aktivasi (LED) dan koneksi Bluetooth kelas 1 yang mampu menjangkau 100m (*line of sight*) atau 30m indoor.

2. Sabuk sebagai wadah sensor akselerometer harus fleksibel sesuai dengan lingkaran pinggang pelari namun terpasang kencang untuk memastikan tidak ada pengiriman data selain disebabkan gerak lari. Witilt v3.0 dapat dilepas atau dipasang pada kantung sabuk dan dikencangkan dengan perekat. Sabuk terbuat dari jalinan benang elastik untuk menyesuaikan kekencangan.
3. Mempersiapkan *personal computer* dengan koneksi *Bluetooth*. Witilt v3.0 dilengkapi *passkey* untuk dapat berhubungan dengan *Bluetooth* pada komputer. Standar *passkey* adalah 4 karakter angka yaitu 1234. Karakter ini harus dimasukkan agar witilt v3.0 dikenali oleh komputer dan menggunakan aplikasi *hyperterminal* yang tersedia pada sistem operasi *Microsoft Windows* (*Start>All Programs>Accessories>Communications>Hyperterminal*).



Gambar 7. Sabuk akselerometer

Gambar 8. Aplikasi *hyperteminal*

Gambar 9. Tampilan program

4. Merancang dan membuat program untuk memonitor karakteristik lari jarak pendek. Program dibuat menggunakan Visual Basic 6 dan memuat informasi tentang identitas pelari, waktu lari (hari, tanggal, jam), karakteristik lari yang terdiri dari percepatan, kecepatan, panjang langkah serta jumlah langkah untuk lari sejauh 100m.

Dari tampilan program di atas terlihat bahwa program memiliki fitur-fitur yang meliputi: data pelari, setting koneksi, timer, informasi karakteristik lari secara numeric dan grafis, fasilitas mencetak hasil pengujian dan tombol untuk menjalankan dan menghentikan program.

1. Setelah akselerometer witilt v3.0 terhubung dengan *Bluetooth* komputer dan aplikasi *hyperterminal* maka akan muncul konfigurasi menu seperti terlihat pada gambar 4.2. Selanjutnya untuk memperoleh hasil yang reliabel perlu melakukan: a) mengeset *sensor range* (dipilih 1,5g); b) kalibrasi sensor dengan menentukan output tertinggi dan terendah tiap sumbu diperoleh hasil X axis midpoint 468, width 250; Y axis midpoint 461, width 251; Z axis midpoint 515, width 252; c) mengeset *display mode* (dipilih Raw ADC); d) mengeset frekuensi output (dipilih 220Hz); mengeset *channel* aktif (diambil keluaran dari ketiga sumbu sekaligus X, Y, Z); e) Siap pengambilan data.
2. Sebelum pengambilan data, perlu dipersiapkan instrumen penelitian meliputi lembar observasi untuk mengambil data Raw ADC dari ketiga sumbu, lembar kuesioner untuk mengetahui respon subyek penelitian dan lembar validasi ahli untuk program yang telah dibuat. Data yang diperoleh kemudian diolah oleh program Visual Basic yang telah dibuat.

Ujicoba Produk

Ujicoba produk dapat dilaksanakan setelah rancangan produk selesai. Ujicoba bertujuan untuk mengetahui apakah produk yang dibuat layak digunakan atau tidak juga untuk melihat sejauhmana produk yang dibuat dapat mencapai tujuan atau sasaran.

Ujicoba yang dilakukan adalah 3 kali meliputi:

1. Uji ahli dengan responden para ahli perancangan program. Pada tahap ini, program yang telah dibuat diperagakan di depan ahli atau dioperasikan langsung oleh ahli. Responden ahli adalah *programmer Microsoft Visual Basic* dan ahli telemetri. Tujuan pengujian adalah untuk mereview produk awal dan member masukan perbaikan.
2. Uji terbatas dilakukan terhadap kelompok kecil sebagai pengguna produk. Pengujian dilakukan terhadap atlet pemula lari dalam pemakaian akselerometer dan pelatih lari untuk kemudahan penggunaan sistem akselerometer (program).
3. Uji-lapangan (*field testing*). Uji lapangan dilakukan pada kondisi penggunaan yang sebenarnya untuk memastikan semua komponen perangkat produk bekerja dengan baik. Hasil pengujian yang masih belum sesuai diperbaiki. Dengan uji coba, kualitas produk akselerometer yang dikembangkan betul-betul teruji secara empiris dan siap digunakan.

Tabel 1. Hasil Uji oleh Ahli

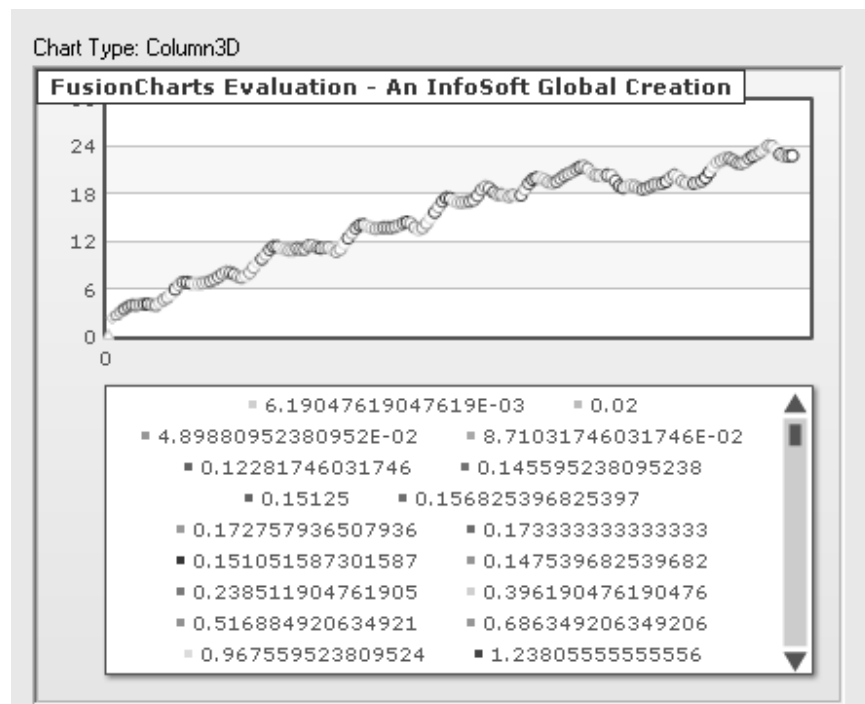
Hal Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Saran
Kalibrasi	Sesuai metode benar	-
Prosedur persiapan penggunaan dan penggunaannya	Sesuai SOP pabrikan benar	Kantong sabuk sebagai wadah akselerometer perlu dibuat lebih rapat
Pengiriman data	Terputus ketika lebih dari 40 m	Pengambilan data hindari noise dari lingkungan
Algoritma	Sudah tepat termasuk analisis datanya	-
Tampilan User interface	Cukup Mudah dioperasikan	Grafik perlu diperjelas Tambahkan fitur untuk menampilkan data-data: lokasi dan waktu pengujian

Pengambilan Data dan Analisis Data

Langkah-langkah pengambilan data:

1. Siapkan subyek ujicoba, perangkat akselerometer, laptop yang memiliki fitur Bluetooth dan berisi program yang telah dibuat.
4. Siapkan instrumen penelitian berupa lembar observasi dan lembar kuesioner.
5. Lakukan komunikasi antara akselerometer dan komputer (*Bluetooth* dan *hyperterminal*). Lakukan pengesetan kalibrasi dan pengaturan lain akselerometer sesuai langkah (5) prosedur penelitian.
6. Akselerometer dalam kondisi aktif kemudian dimasukkan ke dalam kantung sabuk dan dipasang pada pinggang pelari. Posisi akselerometer berada pada bagian pinggang belakang.
7. Jalankan program dan input data pelari.
8. Dengan pelari siap pada posisinya, selanjutnya berikan aba-aba untuk siap berlari. Di akhir aba-aba tekan tombol ON dan program secara otomatis menampilkan data-data yang diinginkan selama pelari melakukan aktifitas lari jarak pendek. Selama berlari inilah akselerometer mengirimkan data-data yang diolah oleh program untuk menampilkan informasi yang diinginkan.
9. Data yang diperoleh berupa Raw ADC dari akselerometer selanjutnya diolah oleh program menggunakan persamaan 3 dan 4 untuk mendapatkan informasi kecepatan dan jarak tempuh. Program berikutnya mengolah data-data tersebut dengan metode *peak detection* yaitu melakukan proses filter untuk mengambil data percepatan di atas nilai 1g yang dianggap sebagai satu puncak kurva atau satu langkah lari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sampai jarak 40 meter dilakukan 15 langkah dengan panjang langkah rata-rata 2,3 meter.

Gambar 10 menunjukkan bahwa terjadi kenaikan kecepatan terus menerus. Sempat terjadi penurunan kecepatan di atas 30 meter namun naik kembali saat mendekati 40 meter. Hal ini dikarenakan data yang dikirimkan oleh akselerometer terputus jika pelari melebihi



Gambar 10. Grafik karakteristik lari (Kecepatan sebagai fungsi jarak)

jarak 40 meter. Hal ini mungkin disebabkan karena jangkauan *Bluetooth* kelas 1 yang maksimalnya 100 meter (*line of sight*) ternyata dipengaruhi lingkungan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa:

1. Perancangan alat pemantau aktifitas lari jarak pendek menggunakan akselerometer berbasis *personal computer* dengan teknologi *wireless* dapat secara akurat dan reliable mengukur hingga jarak 40 meter.
2. Secara *real time*, selama berlari program dapat menampilkan informasi kecepatan sesaat, panjang dan jumlah langkah lari .
3. Telah dihasilkan produk akselerometer berbasis *personal computer* (PC) yang dapat mengetahui karakteristik lari jarak pendek hingga 40 meter.

Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, saran yang dapat penulis sampaikan adalah:

1. Diperlukan pemilihan lokasi uji yang tidak mempengaruhi pengiriman data dari akselerometer ke komputer.
2. Perlunya perbaikan tampilan program terutama informasi secara grafis.

DAFTAR PUSTAKA

- Astrand, P.O. 1986. *Textbook of Work Physiologi – Physiological Basis of Exercise*. New York: Mc Graw-Hill Book Company.
- Ballesteros, Jose Manuel. 1984. *Field and Track Athletics. Basic Coaching Manual*. England: AAF.
- Foster, R.C. 2005. Precision and Accuracy of an Ankle-Worn Akselerometer-based Pedometer in Step Counting and Energy Expenditure. *Jurnal Preventive Medicine*, Volume 41, hal 778-783.
- Gibney, M.J, et al. 2008. *Public Health Nutrition*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Godfrey, et al. 2008. Direct Measurement of Human Movement by Accelerometry. *Jurnal Medical Engineering and Physics*. Vol. 30. Hal 1364 – 1386.
- Gotama, Andreas. 2008. Pemantauan Aktifitas Fisik Langkah Kaki Menggunakan Akselerometer Berbasis Teknologi Bluetooth. *Artikel Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Graham, Brian Barkley. 2000. Using an Akselerometer Sensor to Measure Human Hand Motion. *Tesis*. Massachusetts Institute of Technology.
- Harsono. 1988. *Coaching dan Aspek-Aspek Psikologis dalam Coaching*. Jakarta: P2LPTK, Depdikbud.
- Moritz, E.F dan Steve Haake (Editor).2009. *The Engineering of Sport 6. Vol. 3. Developments of Innovation*. New York: Springer.
- Quigg, Robin., et al. 2010. Using Akselerometers and GPS Units to Identify the Proportion of Daily Physical Activity Located in Parks with Playgrounds in New Zealand Children. *Jurnal Preventive Medicine*, Volume 50, hal 235-240.