



# JURNAL IPTEK OLAHRAGA

**Volume 17, Nomor 1, Januari-April 2015**

**Rancang Bangun Prototipe Bola Pintar sebagai Alat Ukur  
Dinamika Gerak Bola**  
*(Taufik Hidayah)*

**Pengaruh Pelatihan Praktik Distribusi dan Praktik Padat terhadap  
Hasil *Shooting* Bolabasket**  
*(I Ketut Widnyana Putra)*

**Pengembangan Variasi Pembelajaran Pendidikan Jasmani  
Menggunakan Media VCD**  
*(Heru Widijoto)*

**Pengaruh Permainan Tradisional, Kecepatan Reaksi dan Motivasi Berolahraga  
terhadap Kebugaran Jasmani Siswa Putra SMP Negeri 17 Kota Jambi**  
*(Ilham)*

**Pengaruh Latihan Daya Ledak Otot Lengan dan Latihan Kelenturan terhadap  
Kemampuan *Front Handspring* Atlet Senam Klub PT. Semen Padang**  
*(Sri Gusti Handayani)*

**Peningkatan Kekuatan, Kecepatan dan *Power* Otot Tungkai  
Atlet Lompat Tinggi**  
*(Saifuddin, Nyak Amir & Febi Aulia)*

Diterbitkan oleh:

**KEMENTERIAN PEMUDA DAN OLAHRAGA R.I.**

Gedung PPITKON Lantai 3, Jalan Gerbang Pemuda No. 3

Senayan Jakarta Pusat-10270

Email: [jurnal\\_iptekor@yahoo.co.id](mailto:jurnal_iptekor@yahoo.co.id)

# **JURNAL IPTEK OLAHRAGA**

Volume 17, Nomor 1, Januari-April 2015

Terbit tiga kali setahun pada bulan Januari-April, Mei-Agustus, dan September-Desember, berisi naskah hasil penelitian, gagasan konseptual, kajian teori atau aplikasi Iptek olahraga.

## **Pembina**

H. Imam Nahrawi, S.Ag. (Menteri Pemuda dan Olahraga R.I.)

## **Penasihat**

Dr. Alfitra Salamm, APU (Sekretaris Kemenpora R.I.)  
Prof. Dr. Djoko Pekik Irianto, M.Kes., AIFO. (Deputi Kemenpora Bidang Peningkatan Prestasi Olahraga)

## **Penanggung Jawab**

Dr. Joko Sulistyono, M.Pd. (Asisten Deputi Penerapan Iptek Keolahragaan)

## **Ketua Penyunting**

Dr. Wahjoedi, M.Pd. (Universitas Pendidikan Ganesha Bali)

## **Wakil Ketua Penyunting**

Prof. Dr. M.E. Winarno, M.Pd. (Universitas Negeri Malang)

## **Mitra Bestari**

Prof. Dr. Hari Setijono, M.Pd. (Universitas Negeri Surabaya)  
Prof. Dr. Tandiyo Rahayu, M.Pd. (Universitas Negeri Semarang)  
Prof. Dr. Adang Suherman, M.A. (Universitas Pendidikan Indonesia)  
Prof. Dr. Hari A. Rachman, M.Pd. (Universitas Negeri Yogyakarta)  
Prof. Dr. Ali Maksum, M.Si. (Universitas Negeri Surabaya)  
Dr. Asep Suharta, M.Pd. (Universitas Negeri Medan)  
Dr. Ermita Isfandiary Ibrahim Ilyas, M.Si. (Universitas Indonesia)  
Dr. Johansyah Lubis, M.Pd. (Universitas Negeri Jakarta)  
Dr. Achmad Sofyan Hanif, M.Pd. (Universitas Negeri Jakarta)  
Dr. Setya Rahayu, M.Pd. (Universitas Negeri Semarang)  
Dr. Dimiyati, M.Si. (Universitas Negeri Yogyakarta)  
Dr. Yudy Hendrayana, M.Kes., AIFO. (Universitas Pendidikan Indonesia)  
Dr. Asim, M.Pd. (Universitas Negeri Malang)  
Dr. Sugiharto, M.S. (Universitas Negeri Malang)  
Dr. Saichudin, M.Kes. (Universitas Negeri Malang)  
Dr. Hernawan, M. Pd. (Universitas Negeri Jakarta)  
Drs. Toto Subroto, M.Pd. (Universitas Pendidikan Indonesia)

## **Penyunting Pelaksana**

Dr. Ir. Deswan, S.E., M.Si., Drs. Bambang Sutiyono, M.Pd., Drs. Hery Yansen Manurung, Muhammad Alfin, M.Pd., dan Prayogi Dwina Angga, M.Pd.

## **Sekretariat**

Ali Gunawan, Sutrisno, Sugiarti, S.E., Sugeng Winanto dan Dini Yusliyanti

**JURNAL IPTEK OLAHRAGA:** Diterbitkan oleh Asisten Deputi Penerapan Iptek Olahraga, Deputi Peningkatan Prestasi Olahraga, Kementerian Pemuda dan Olahraga R.I. **Perintis:** Pusat Pengkajian dan Pengembangan Iptek Olahraga (PPPITOR).

**Publikasi Naskah:** Penyunting menerima naskah/artikel yang belum pernah diterbitkan dalam jurnal lain (Petunjuk bagi Penulis: baca pada bagian dalam sampul belakang).

**Alamat Penyunting dan Sekretariat:** Kementerian Pemuda dan Olahraga R.I., c.q Asisten Deputi Penerapan Iptek Olahraga, Gedung PPITKON Lantai 3, Jalan Gerbang Pemuda No. 3 Senayan, Jakarta Pusat (10270), Telp/Fax (021) 5731106, email: jurnal\_iptekor@yahoo.co.id.

**JURNAL IPTEK OLAHRAGA**

Volume 17, Nomor 1, Januari-April 2015

**DAFTAR ISI**

Taufiq Hidayah	Rancang Bangun Prototipe Bola Pintar sebagai Alat Ukur Dinamika Gerak Bola.....1-16
I Ketut Widnyana Putra	Pengaruh Pelatihan Praktik Distribusi dan Praktik Padat terhadap Hasil <i>Shooting</i> Bolabasket.....17-29
Heru Widiyanto	Pengembangan Variasi Pembelajaran Pendidikan Jasmani Menggunakan Media VCD.....30-53
Ilham	Pengaruh Permainan Tradisional, Kecepatan Reaksi, dan Motivasi Berolahraga terhadap Kebugaran Jasmani Siswa Putra SMP Negeri 17 Kota Jambi.....54-67
Sri Gusti Handayani	Pengaruh Latihan Daya Ledak Otot Lengan dan Latihan Kelenturan terhadap Kemampuan <i>Front Handspring</i> Atlet Senam Klub PT. Semen Padang.....68-81
Saifuddin, Nyak Amir & Feby Aulia	Peningkatan Kekuatan, Kecepatan dan <i>Power</i> Otot Tungkai Atlet Lompat Tinggi.....82-101

# RANCANG BANGUN PROTOTIPE BOLA PINTAR SEBAGAI ALAT UKUR DINAMIKA GERAK BOLA

**Taufiq Hidayah**

*Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang, Semarang*  
*E-mail: tfqhidayah@gmail.com*

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah prototipe bola pintar sebagai langkah awal dalam rangka penerapan teknologi pada dunia keolahragaan. Prototipe ini berbentuk piranti sebuah perangkat telepon pintar berbasis *android* beserta sensor-sensornya dimasukkan ke dalam sebuah bola dengan tujuan agar setiap kali bola digerakkan maka akan juga menggerakkan perangkat telepon seluler yang ada di dalam bola tersebut. Gerakan-gerakan tersebut akan diukur oleh sensor-sensor menjadi data-data digital yang dapat disimpan dalam memori. Data-data tersebut kemudian diolah menjadi data-data yang berguna bagi pengguna dan ditransmisikan melalui jaringan *wifi*. Semua fungsi-fungsi tersebut diatur oleh perangkat lunak (*software*) bola pintar. Metode penelitian adalah penelitian pengembangan (R & D). Berdasarkan keseluruhan proses rancang bangun prototipe bola pintar ini dapat disimpulkan beberapa hasil sebagai berikut: (1) Hasil akhir pengembangan menunjukkan bahwa data-data dinamika gerakan bola telah dapat ditampilkan pada *netbook* pengguna; dan (2) Banyak perbaikan-perbaikan yang masih perlu dilakukan untuk mendapatkan sebuah prototipe bola pintar yang sempurna.

**Kata kunci:** teknologi sensor gerak, bola pintar

Kemajuan peralatan olahraga sebagai sarana berlatih maupun bertanding saat ini mengalami kemajuan yang pesat. Bahkan sudah menjadi kebutuhan bagi atlet bahwa menggunakan peralatan olahraga mutakhir menjamin pencapaian prestasi yang maksimal. Pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) keolahragaan di Indonesia memerlukan kerja keras, pandangan bahwa Indonesia hanya sebagai pengguna nampaknya sudah harus dihilangkan. Banyak Perguruan Tinggi berlomba-lomba untuk menciptakan teknologi terbaru dalam berbagai bidang dan menciptakan peluang pula untuk lahirnya teknologi olahraga hasil karya Indonesia. Ketersediaan laboratorium lengkap di berbagai daerah merupakan modal untuk riset dan pengembangan produk keolahragaan.

Pengembangan iptek olahraga dalam upaya menunjang prestasi nasional sangat ditumpukan pada peran Lembaga Pendidikan Tinggi Olahraga (LPTO). Hal ini wajar karena di Perguruan Tinggi olahraga tersebut tersedia sumber daya manusia yang mengetahui dan mempelajari iptek olahraga. Berdasarkan kondisi tersebut maka pengembangan teknologi

yang memanfaatkan peralatan sederhana yang tersedia di sekitar kebutuhan manusia menjadi peluang yang harus dimanfaatkan.

Kebutuhan yang paling utama dalam pengembangan teknologi keolahragaan adalah mengupayakan untuk mengefektifkan tes dan pengukuran di dalam kegiatan olahraga. Salah satu alat yang sangat penting yang harus dikembangkan adalah pemanfaatan teknologi sensor gerak yang dapat digunakan untuk mendeteksi sebuah obyek yang bergerak. Objek yang bergerak dapat memberikan informasi berupa kecepatan geraknya, ketepatan gerak dan kekuatan gerak serta arah geraknya.

Sebagian besar cabang olahraga menggunakan bola sebagai perangkat berolahraga. Kemampuan atlet dalam mengolah bola berbanding lurus dengan prestasi yang dicapainya. Berbagai program latihan yang keras meskipun sangat membantu kemampuan atlet namun juga diperlukan analisa kemampuan atlet dalam menjalani program-program latihan tersebut. Dalam usaha menganalisa kemampuan atlet ini diperlukan data-data yang relevan sehingga hasil analisis tersebut menjadi akurat dan bermanfaat. Selain data-data diri atletnya sendiri, diperlukan pula data-data dari hasil kemampuan atlet tersebut dalam mengolah bola.

Untuk itu diperlukan sebuah rancangan awal berupa prototipe "bola pintar" yang dapat merekam data-data geraknya setelah diolah oleh atlet seperti data gerakan bola setelah ditendang dalam sepakbola, data gerakan bola setelah dilemparkan dalam bolabasket, maupun data gerakan bola setelah *dismash* dalam *volley*.

Data-data gerakan bola yang diperlukan adalah kecepatan bola, percepatan bola, *trajectory* bola, jarak hasil tendangan/lemparan dan waktu tempuh bola. Selain data-data tersebut mungkin pula diperlukan data putaran bola (*spin*), kecepatan putar dan arah gerakan putar. Data-data tersebut akan sangat membantu dalam menganalisa kemampuan atlet dalam mengolah bola.

Beberapa tahapan akan dilakukan dalam penelitian ini diantaranya: (1) Tahap pertama kegiatan ini adalah bertujuan untuk memfungsikan sebuah peralatan yang akan dimasukkan dalam bola (fungsionalisasi peralatan) yaitu merekam data-data yang di dapat dari sensor yang terdapat di dalam peralatan tersebut; (2) Tahap kedua kegiatan ini adalah bertujuan untuk mengembangkan kemampuan peralatan yang dimasukkan ke dalam bola tersebut agar dapat menghasilkan data-data yang berguna untuk analisa kemampuan atlet seperti posisi bola, kecepatan bola, arah bola dan lain-lain; (3) Tahap ketiga kegiatan ini adalah

peningkatan kemampuan peralatan dengan penambahan sensor-sensor untuk mendapatkan data-data tambahan yang berguna; dan (4) Tahap keempat adalah finalisasi prototipe “bola pintar” dan finalisasi desain peralatan dan rekomendasi desain peralatan yang dapat diletakkan di dalam bola-bola yang lebih kecil sehingga konsep bola pintar ini dapat diterapkan pada bola *softball*, bola sepak takraw, bola tenis dan permainan lainnya.

### **Teknologi Sensor**

Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya (Sharon, 1982). William (1993) mengatakan bahwa *transduser* adalah sebuah alat yang bila digerakan oleh suatu energi di dalam sebuah sistem transmisi, akan menyalurkan energi tersebut dalam bentuk yang sama atau dalam bentuk yang berlainan ke sistem transmisi berikutnya. Transmisi energi ini bisa berupa listrik, mekanik, kimia, optik (radiasi) atau termal (panas). Contohnya adalah generator yang merupakan *transduser* yang merubah energi mekanik menjadi energi listrik, motor adalah *transduser* yang merubah energi listrik menjadi energi mekanik, dan sebagainya.

William (1993) mengatakan alat ukur adalah sesuatu alat yang berfungsi memberikan batasan nilai atau harga tertentu dari gejala-gejala atau sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi, contoh: *voltmeter*, *amperemeter* untuk sinyal listrik; *tachometer*, *speedometer* untuk kecepatan gerak mekanik, *lux-meter* untuk intensitas cahaya, dan sebagainya.

Secara umum berdasarkan fungsi dan penggunaannya sensor dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu: (1) sensor *thermal* (panas); (2) sensor mekanis; (3) sensor optik (cahaya). Sensor *thermal* adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi gejala perubahan panas/temperatur/suhu pada suatu dimensi benda atau dimensi ruang tertentu, contohnya: *bimetal*, *termistor*, *termokopel*, *Resistance Thermal Detector (RTD)*, *photo transistor*, *photo dioda*, *photo multiplier*, *photovoltaik*, *infrared pyrometer*, *hygrometer*, dan sebagainya.

Dalam aplikasi mekanika sensor mekanis dapat berfungsi sebagai sensor yang dapat mendeteksi perubahan gerak mekanis, seperti perpindahan atau pergeseran atau posisi, gerak lurus dan melingkar, tekanan, aliran, level dan sebagainya. Contohnya *strain gage*, *linear*

*variable deferential transformer (LVDT), proximity, potensiometer, load cell, bourdon tube, dan sebagainya.*

### **Tranduser**

*Self generating transduser* adalah *transduser* yang hanya memerlukan satu sumber energi. Contohnya *piezo electric, termocouple, photovoltaic, termistor*. Ciri *transduser* ini adalah dihasilkannya suatu energi listrik secara langsung. Dengan demikian maka *transduser* berperan sebagai sumber tegangan. *External power transduser* adalah *transduser* yang memerlukan sejumlah energi dari luar untuk menghasilkan suatu keluaran. Contohnya *Resistance Thermal Detector (RTD), strain gauge, Linier Variable Differential Transformer (LVDT)*.

### **Teknologi Sensor dalam Pendeteksian Gerakan**

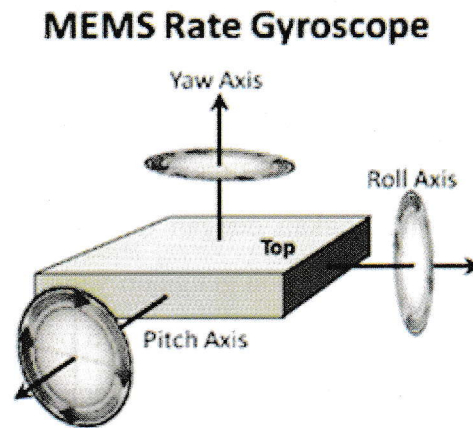
Pada pertengahan tahun 2010, *iPhone 4* dari *Apple* menjadi telepon genggam pertama yang memasang *gyroscope* di samping sebuah *accelerometer*, sensor *proximity* dan sensor cahaya lingkungan. Penggabungan sebuah *gyroscope* dengan sebuah *accelerometer* membuat perangkat tersebut dapat mendeteksi gerakan dalam enam sumbu, kiri-kanan, atas-bawah, depan-belakang, dan juga gerakan putar *roll, pitch* dan *yaw*.



Gambar 1. Jenis *iPhone 4G*  
(Sumber: <http://www.imore.com>, 2010)

Perangkat *iPhone 4* ini menggunakan *gyroscope MEMs* yang sangat kecil sebesar kepala jarum pentul tetapi mempunyai kemampuan bisa diintegrasikan dengan *accelerometer*

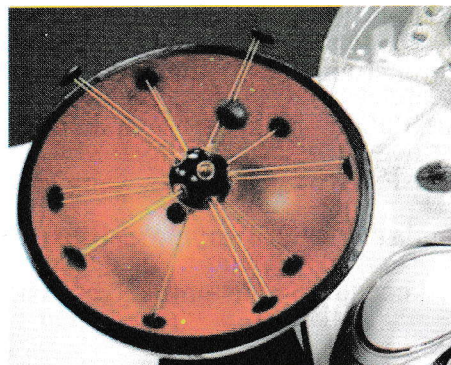
untuk mendapatkan gerakan-gerakan yang akurat. Teknologi sensor ini selain digunakan pada telepon genggam, juga digunakan dalam peralatan medis yang digunakan di dalam tubuh manusia.



Gambar 2. Skematis Gyroscope  
(Sumber: <http://www.findmems.com>, 2010)

*Gyroscope MEMs* 3 sumbu ini terdiri dari elemen getaran mini yang dapat mendeteksi perubahan yang sangat kecil dalam gaya getar ketika telepon genggam dipindahkan. Telepon-telepon genggam yang lain diperkirakan akan memasang sensor ini dan mulai memasarkannya pada tahun 2013.

Teknologi pada perangkat *iPhone* inilah yang akan diadopsi pada kegiatan rancang bangun prototipe "bola pintar". Dengan mengembangkan perangkat lunak yang berfungsi untuk merekam data-data *gyroscope* dan *accelerometer* untuk kemudian diolah secara matematis, akan dihasilkan data-data tentang gerakan bola seperti yang diharapkan.



Gambar 3. Skematis Pemasangan Piranti ke Sebuah Bola  
(Sumber: <http://www.starlino.com>, 2011)



Berdasarkan kecanggihan piranti-piranti tersebut maka pengembangan untuk memanfaatkan sebuah *iPhone* ditambah sebuah program aplikasi yang dikembangkan sendiri untuk mendapatkan data-data, kemudian perangkat ini dimasukkan ke dalam sebuah bola, maka akan didapatkan sebuah prototipe sebuah bola yang dapat memberikan informasi apa yang terjadi dalam gerakan bola tersebut.

Dalam pengembangan perlu upaya untuk mengatasi kendala yang ditemui yaitu, ukuran *iPhone* ini cukup besar untuk dimasukkan ke dalam bola dan pengembangan aplikasi untuk *iPhone* lebih rumit dibandingkan dengan telepon-telepon genggam lainnya. Namun begitu, karena pada saat ini telepon-telepon genggam yang beredar di pasar belum memasang *gyroscope*, maka perlu dilakukan pengkajian kelayakan penggunaan *gyroscope* eksternal dan menyambungkan pada telepon-telepon genggam yang ada.

Berdasarkan sistem operasi telepon genggam sekarang, dapat digolongkan menjadi tiga sistem operasi besar, yaitu *android*, *microsoft windows mobile* dan *blackberry 6*. Tiap-tiap sistem operasi tentu mempunyai kelebihan dan kekurangan dalam hal antarmuka (*interfacing*) dengan peralatan tambahan seperti penambahan sensor *gyroscope* dan *accelerometer*.

### **Dinamika Gerak Bola**

Bola adalah peralatan olahraga yang elastis; sifat yang elastis ini untuk melawan benturan. Saat kaki menendang bola sepak, bentuk bola menjadi 1/3 bagian dari bentuk semula. Bola *baseball* saat dipukul berubah bentuknya menjadi 3/4 bagian, sedang bola tenis menjadi 1/2 bagian. Bola golf akan melesak 1/10 bagiannya (Hidayat, 1982).

Bola yang dijatuhkan dan membentur lantai akan memantul kembali ke atas. Saat menbentur lantai, terjadi distorsi (bola tertekan dan berubah bentuk) = (a). Gaya  $G_1$  yang menyebabkan berubah bentuk (deformasi) atau terjadinya distorsi disebut gaya distorsi. Oleh karena ada gaya dari dalam, bola berusaha kembali ke bentuk yang semula atau bentuk asli, disebut restitusi = (b). Gaya  $G_2$  yang merupakan kecenderungan untuk kembali ke bentuk semula disebut gaya restitusi (Hidayat, 1982). Gaya yang menyebabkan distorsi dan kecenderungan untuk restitusi, merupakan suatu karakteristik yang disebut elastisitas bola.

Seperti dikatakan dalam hukum Newton III,  $G_1$  dan  $G_2$  sama besar, berlawanan arah dan bekerjanya pada satu garis lurus.  $G_1$  dan  $G_2$  disebut “gaya tekan (= *stress*)”. Kalau  $G_1$  yang menyebabkan perubahan bentuk (deformasi) disebut tegangan (= *strain*), sedangkan  $G_2$  yang menyebabkan pemulihan kembali disebut gaya elastis.

Harrison (1987) mengatakan gerakan angular bola ini merupakan gerakan melengkung tetapi dalam arah vertikal ke bawah, tidak menyamping. Untuk selang waktu yang sangat pendek dan kecepatan yang besar lengkungan parabolik tersebut mendekati bentuk garis lurus. Gerakan kedua berupa gerak *spin*, yaitu gerak melingkar terhadap suatu sumbu putar. Kombinasi kedua gerak ini yang memungkinkan bola membelok ke arah samping kiri atau kanan. Jadi tendangan pisang yang populer di sepakbola merupakan tendangan yang membuat bola memiliki kedua macam gerak di atas.

Ketika bola hanya melakukan gerakan *spin* saja maka setiap bagian dari bola bergerak dengan kecepatan sudut yang sama. Arah kecepatan linearnya sesuai dengan arah gerak, namun dengan besar yang berbeda bergantung pada jaraknya terhadap sumbu putar. Jika dipandang dari bola, udara di sekitar bergerak dengan kecepatan linear yang arahnya berlawanan dengan arah bola. Sumbu putar untuk gerak *spin* ini berbentuk garis lurus yang melewati pusat bola dan tegak lurus dengan arah kecepatan dari setiap bagian bola.

## METODE

Prosedur pengembangan merupakan langkah-langkah yang harus diikuti sebelum menghasilkan sebuah produk. Borg & Gall (1983) menyatakan pada dasarnya prosedur penelitian dan pengembangan terdiri dari dua tujuan utama, yaitu mengembangkan produk (sebagai fungsi pengembangan) dan menguji keefektifan produk dalam mencapai tujuan (fungsi validasi). Prosedur atau langkah-langkah penelitian dan pengembangan tidak harus menggunakan langkah-langkah baku yang harus diikuti, tetapi setiap pengembang dapat memilih dan menentukan langkah yang paling tepat bagi penelitiannya berdasarkan kondisi dan kendala yang dihadapinya.

Prosedur atau langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan lima langkah atau prosedur yang utama, yaitu: (1) Melakukan analisis produk yang akan dikembangkan dengan melakukan analisis kelemahan metode penilaian ketepatan, kecepatan dan kekuatan lemparan yang saat ini banyak digunakan dan analisis kelemahan dan kelebihan

teknologi sensor; dan (2) mengembangkan produk awal dengan menyusun rancangan dan menyusun pola penempatan sensor pada media bola, menentukan tingkat akurasi, menentukan klasifikasi hasil penilaian, dan mengembangkan perangkat lunak.

Desain uji coba dalam penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif analitik. Untuk uji coba produk dalam penelitian ini menggunakan dua (2) tahap yang akan dilalui, yaitu uji skala kecil dengan melibatkan 5 objek akan dilakukan di laboratorium Balai Pengkajian dan Penelitian Hidrodinamika (BPPH) Surabaya dan uji skala luas dengan melibatkan sekitar 50 objek akan dilakukan di laboratorium olahraga Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang (FIK Unnes).

Subjek uji coba merupakan sasaran produk yaitu atlet cabang olahraga sepakbola, bolavoli sebagai objek yang akan diukur kemampuan lemparannya, serta operator *software* yang dalam kesempatan uji coba akan melibatkan teknisi BPPH dan dosen tes pengukuran FIK Unnes.

Data yang dihasilkan dalam proses uji coba produk ini berupa data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari hasil observasi terhadap sistem operasional produk, kepuasan operan dan pendapat ahli. Sementara data kuantitatif akan diperoleh melalui penilaian oleh para pengguna terhadap produk yang diujicobakan dengan menggunakan pedoman penilaian yang akan disusun kemudian.

Instrumen pengumpulan data dalam uji coba produk ini menggunakan pedoman observasi, kuesioner dan pedoman penilaian. Observasi dilakukan untuk mengumpulkan informasi tentang efisiensi dan efektifitas sistem operasional produk. Kuesioner digunakan untuk mendapatkan atau menjaring informasi tentang kepuasan operan dan pendapat ahli. Penilaian digunakan untuk memperoleh informasi berupa penilaian nominatif terhadap produk yang dihasilkan.

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

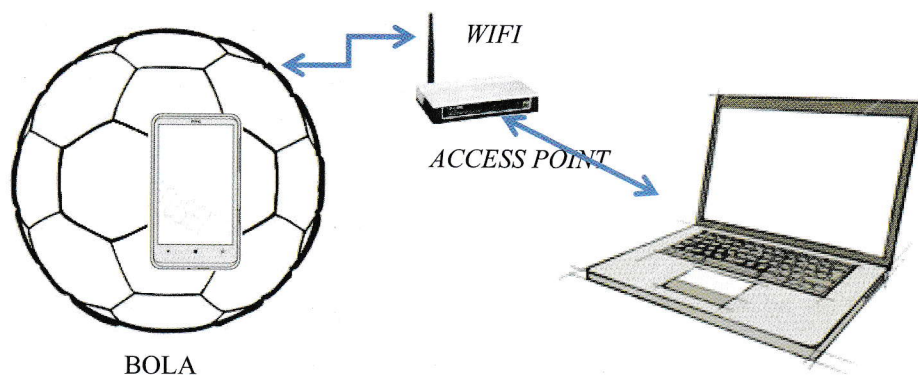
Penelitian dan pengembangan dilakukan dalam waktu sekitar 4 (empat) bulan, mulai Agustus sampai dengan November 2011, di laboratorium BPPH Surabaya, dan laboratorium olahraga FIK Unnes.

## HASIL

Bola pintar adalah sebuah bola yang dapat menginformasikan data-data gerakan bola tersebut kepada pengguna. Sebuah bola pintar memerlukan komponen-komponen berikut untuk dapat menjalankan fungsinya, yaitu: (1) Sensor-sensor gerakan *gyroscope*, *accelerometer*, *global positioning system* (GPS); (2) Modul data yang besar untuk penyimpanan data; (3) Modul data *processing* untuk pengolahan data; (4) Modul *transceiver* untuk pengiriman data; (5) Modul monitoring untuk menampilkan data; dan (6) Perangkat lunak (*software*) yang bisa menjalankan semua fungsi-fungsi tersebut.

Kendala utama dari pelaksanaan riset ini adalah waktu pelaksanaan riset yang hanya 2,5 bulan efektif sehingga pengembangan perangkat lunak (*software*) tidak bisa maksimal. Untuk itu diharapkan adanya keberlanjutan riset ini sehingga dapat terlahirnya prototipe kedua dan/atau prototipe ketiga bola pintar sehingga pengguna dapat mendapatkan manfaat dari data-data gerakan bola secara maksimal.

Mengingat segala keterbatasan yang ada maka untuk penyederhanaan proses desain bola pintar ini perlu dibuat beberapa asumsi-asumsi: (1) Penambahan berat bola karena penambahan peralatan di dalam bola diabaikan; (2) Kualitas estetika prototipe bola pintar sementara juga diabaikan; (3) Jarak jangkauan pengiriman data diabaikan; (4) Batas toleransi kesalahan pengukuran dilonggarkan; dan (5) Prioritas utama adalah fungsionalitas perangkat lunak (*software*).



Gambar 4. Skematis Prototipe Rangkaian Bola Pintar  
(Sumber: Penulis, 2011)

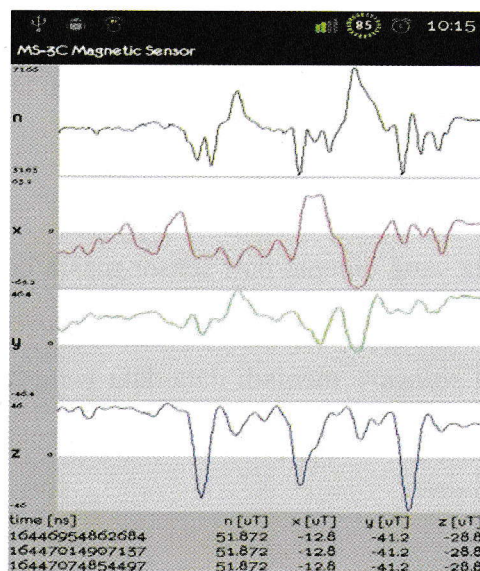
## PEMBAHASAN

Hasil dari pengembangan ini adalah terciptanya sebuah bola yang berisi perangkat telepon pintar berbasis *android* beserta sensor-sensornya. Setiap kali bola digerakkan maka akan juga menggerakkan perangkat yang ada di dalam bola tersebut. Gerakan-gerakan bola akan diukur oleh sensor-sensor menjadi data-data digital yang dapat disimpan dalam perangkat. Data-data tersebut kemudian diolah menjadi data-data yang berguna bagi pengguna dan ditransmisikan melalui jaringan *wifi*. Untuk itu sebuah *access point wifi* berguna sebagai jembatan penghubung antara bola pintar dan *netbook* pengguna. Semua fungsi-fungsi tersebut diatur oleh perangkat lunak (*software*) dalam bola.

*Software* yang ada dalam bola disebut sebagai *software* "bola pintar" secara garis besar dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu *software* yang berada di dalam bola ukur dan *software* tampilan pada *netbook* pengguna. Namun yang paling utama adalah *software* yang berada dalam bola ukur. Pengembangan *software* ini melalui beberapa fase dan beberapa langkah pemrograman. Fase-fase yang telah dilalui dalam pengembangannya adalah: fase fungsionalitas sensor, fase fungsionalitas sistem komunikasi data dan yang terakhir fase pengolahan dan penampilan data.



Gambar 5. Tampilan Fungsionalitas Sensor dalam Bentuk Angka-angka  
(Sumber: Penulis, 2011)

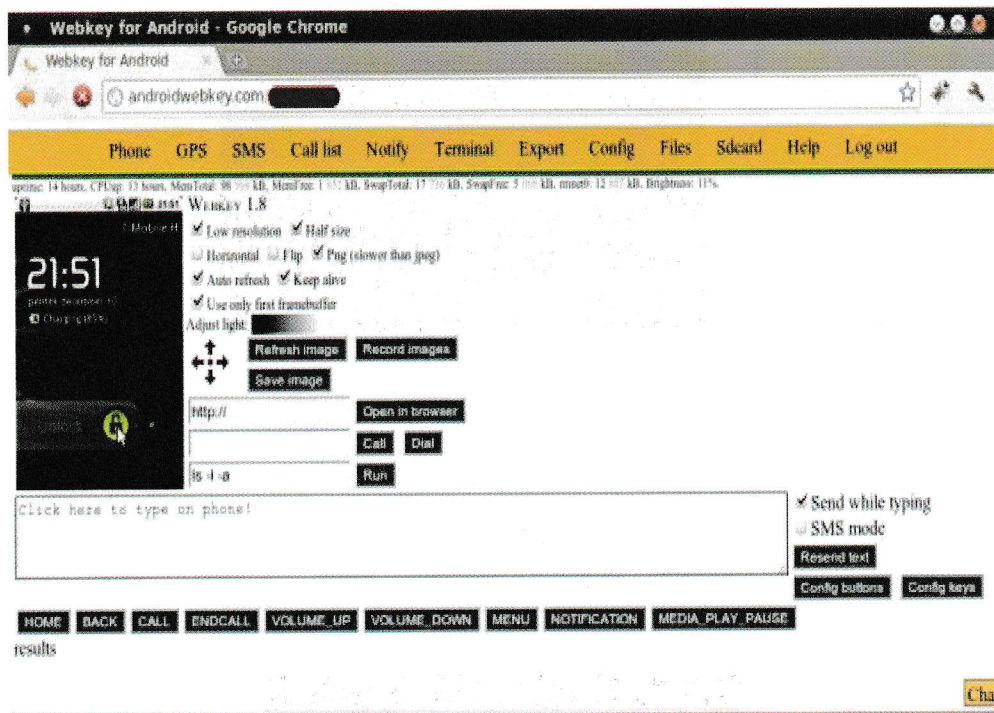


Gambar 6. Tampilan Fungsionalitas Sensor dalam Bentuk Grafik  
(Sumber: Penulis, 2011)

### Fase Fungsionalitas Sistem Komunikasi Data

Pada fase ini *software* telah mampu menampilkan hasil dari fase sebelumnya yaitu fungsionalitas *software* pada *netbook* pengguna dengan menggunakan *wifi*. Dengan demikian semua aktivitas pengembangan lebih lanjut dari *software* bisa dilakukan di *netbook* pengguna

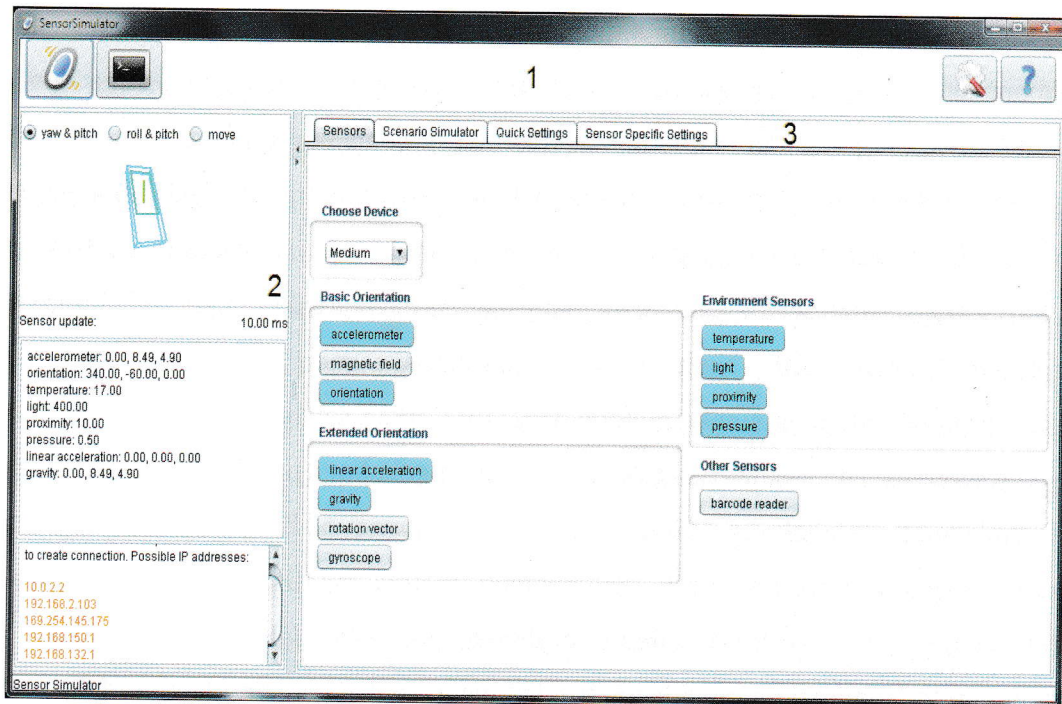
dan tanpa harus berinteraksi langsung dengan perangkat yang sudah berada di dalam bola ukur.



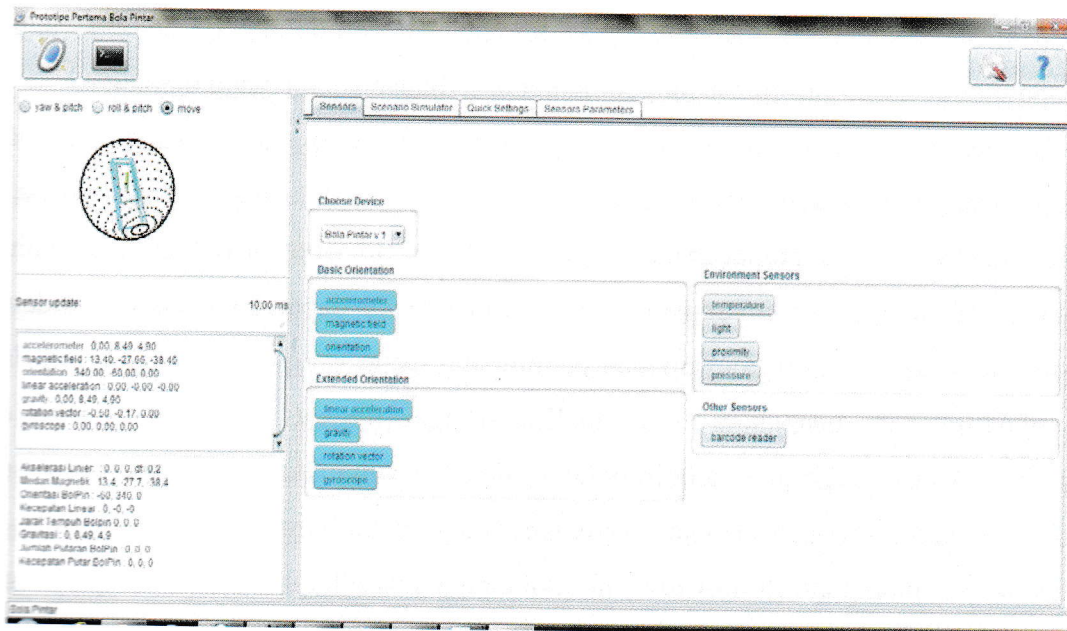
Gambar 7. Tampilan Fungsionalitas Sistem Komunikasi Data di Netbook Pengguna (Sumber: Penulis, 2011)

### Fase Pengolahan dan Penampilan Data

Pada fase ini data-data yang didapat dari sensor masih berupa data mentah yaitu data akselerasi dari *accelerometer*, data *roll*, *pitch*, *yaw* dari *gyroscope* dan lain-lain. Data-data mentah ini perlu diolah oleh *software* menjadi data-data yang berguna bagi pengguna yaitu data-data kecepatan bola, perputaran bola dan lain-lain.



Gambar 8. Tampilan Awal *Software* Pengolah Data  
(Sumber: Penulis, 2011)



Gambar 9. Tampilan Awal *Software* Pengolah dan Penampil Data Gambar Berupa Bola yang Berputar  
(Sumber: Penulis, 2011)



Pengembangan *software* ini memerlukan waktu yang lebih lama daripada pengembangan *software* pada fase-fase sebelumnya. Berbagai macam algoritma dan rumus matematika perlu diujicobakan untuk mendapatkan hasil yang akurat.

Manfaat langsung dari ketersediaan data-data pengukuran ini adalah menciptakan sebuah metode analisa baru bagi pelatih olah raga. Pada saat ini metode analisa tersebut belum terpikirkan sama sekali karena memang data-data pengukuran ini sebelumnya tidak pernah tersedia sama sekali. Namun pada kasus khusus pada tiap-tiap cabang olahraga, beberapa kemungkinan penggunaan metode dapat dipikirkan sebagai berikut: (1) Pada cabang olahraga sepakbola, data-data pengukuran dapat digunakan untuk menciptakan metode analisa tendangan melengkung (pisang); (2) Pada cabang olahraga bolabasket, data-data pengukuran dapat digunakan untuk menciptakan metode analisa pengukuran konsistensi lemparan bebas; dan (3) Pada cabang olahraga bolavoli, data-data pengukuran dapat digunakan untuk menciptakan metode analisa kekuatan *smash* pemain, dan lain-lain.

Manfaat tidak langsungnya adalah sebuah investasi yang tidak hanya dalam *hardware* atau *software* tetapi juga yang paling utama adalah dalam *brainware*. Karena dengan ketersediaan data-data baru, memungkinkan terciptanya metode-metode analisa yang baru yang dapat memberikan informasi yang lebih detail terhadap subjek yang dianalisa.

Dengan jenis data yang sama, tetapi dengan metode analisa yang berbeda dan ditujukan pada cabang olahraga yang berbeda maka akan didapatkan hasil analisa yang berbeda pula yang bermanfaat pada cabang olahraga tersebut. Contohnya adalah data akselerasi, pada seorang insinyur kapal, data akselerasi ini dapat dianalisa dan didapatkan hasil analisa sebagai tingkat kenyamanan penumpang. Data yang sama bagi pelatih dayung dapat dianalisa dan didapatkan hasil analisa sebagai tingkat kekompakan atlet dalam mendayung. Data itu juga bagi pelatih bolavoli dapat menunjukkan kekuatan *smash* pemain bolavoli. Dengan demikian dengan tersedianya data-data baru ini pada akhirnya akan meningkatkan kemampuan (*brainware*) insan olahraga dalam lebih memahami apa yang akan menjadi perhatiannya.

Di samping peluang pemanfaatan prototipe ini, produk ini juga memiliki beberapa hal yang perlu menjadi pertimbangan yaitu: (1) Bola ukur mempunyai sebuah ponsel pintar didalamnya sehingga memerlukan pengisian *batterey* secara berkala tergantung pemakaian. Dengan menggunakan aplikasi *webkey* pada *netbook* pengguna, dapat diketahui level *batterey*

dari ponsel pintar tersebut. Selain itu bola ukur mempunyai sebuah kartu seluler yang harus juga dijaga masa aktifnya sehingga pengisian pulsa secara berkala juga diperlukan. Aplikasi *webkey* juga dapat digunakan untuk menjalankan semua fungsi-fungsi ponsel seperti pengecekan pulsa dan masa aktif kartu; (2) Kekuatan perangkat di dalam bola ukur (ponsel dan sensor-sensornya) dapat diandalkan karena tidak memakai bahan mekanik dan semua berbasis elektronik yang lebih tahan terhadap perlakuan mekanik pada bola ukur; (3) *Access Point* mempunyai batasan jangkauan yaitu sekitar 200 meter LOS (*Line of Sight*) dan lebih kecil dari itu pada ruangan-ruangan bersekat; dan (4) *Netbook* pengguna tidak mempunyai persyaratan tertentu sehingga laptop atau *notebook* apapun dapat digunakan oleh pengguna.

## SIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan proses rancang bangun prototipe bola pintar ini dapat disimpulkan: (1) Hasil akhir pengembangan menunjukkan bahwa data-data dinamika gerakan bola telah dapat ditampilkan pada netbook pengguna; (2) Banyak perbaikan-perbaikan yang masih perlu dilakukan untuk mendapatkan sebuah prototipe bola pintar yang sempurna.

Mengingat semua keterbatasan-keterbatasan yang ada, maka prototipe pertama ini masih jauh dari sempurna dan sebagai pengembangan awal, banyak sekali kendala-kendala yang harus dihadapi. Untuk itu perbaikan-perbaikan prototipe bola pintar masih perlu dilakukan terutama dalam beberapa hal sebagai berikut: (1) Pengembangan lebih lanjut *software* bola pintar dengan algoritma-algoritma rumus matematika yang lebih bagus untuk mendapatkan data-data yang lebih akurat; (2) Pengembangan lebih lanjut pada perangkat dalam bola ukur dengan mempertimbangkan tambahan berat pada bola dan pada jenis-jenis bola; (3) Pengembangan lebih lanjut pada *software* komunikasi data sehingga dapat menambah jarak jangkauan komunikasi antara bola dan *netbook* pengguna; dan (4) Pengembangan lebih lanjut pada tampilan *software* untuk pengguna sehingga bisa lebih informatif dan *user friendly*

## DAFTAR PUSTAKA

Borg, W.R. & Gall, M.D. 1983. *Educational Research: An Introduction* (4<sup>th</sup> Ed.). New York: Longman Inc.

Harrison, C.H. & Harrison, D.H. 1987. *Application of Measurement to Physical Education* (6<sup>th</sup> Ed.). New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Hidayat, I. 1982. *Senam Lantai*. Jakarta: Depdikbud.

<http://www.imore.com>, diakses 7 Juli 2010.

<http://www.findmems.com>, diakses 7 Juli 2010.

<http://www.starlino.com>, diakses 7 Juli 2010.

Sharon. 1982. *Sensor Photoelectric*. London: DRG.

William, D.C. 1993. *Sensor and Transducer*. Michigan: Coonmero.