

Potensi *Smartwatch* untuk Kesehatan

Smartwatch Potentials for Healthcare

Yahdi Siradj

Teknik Komputer, Universitas Telkom
Email : yahdi@tass.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Sebagai salah satu *wearable devices*, *smartwatch* menyimpan potensi besar berkontribusi meningkatkan taraf sehat kehidupan manusia. Saat ini *smartwatch* sudah didukung dengan berbagai macam sensor yang dulu tidak pernah terbayangkan dapat disematkan kepada perangkat sekecil jam tangan. Sensor itu seperti accelerometer, gyrometer, motion tracking, temperature, kelembaban dan lainnya. Integrasi berbagai macam sensor ini didukung dengan teknologi *Big Data*, dan AI (*Artificial Intelligent*) akan semakin membawa kebermanfaatan *smartwatch* ke tingkat yang lebih tinggi lagi, khususnya di bidang kesehatan. Setidaknya masa depan *smartwatch* akan berkontribusi di bidang monitoring kesehatan preventif yang terus berlanjut, terapi penyakit, alat bantu untuk pasien dengan penyakit khusus dan teknologi rekam medik digital. Dengan teknologi sensor yang terus dikembangkan dan semakin bertambah, *smartwatch* punya harapan besar merevolusi gaya hidup sehat manusia di masa yang akan datang.

Kata kunci : *Smartwatch*, kesehatan, sensor

Abstract

As a member of wearable devices family, the smartwatch is having big potentials to contribute improving the healthcare and wellness of human being. At this time, smartwatch has been supported by varies sensor chips which are unthinkable for recent decades that can be fitted into small devices as small as a wristwatch. Such sensors as accelerometer, gyro meter, motion tracking, temperature, humidity etc. Integrating those sensors with big data technology, together with Artificial Intelligence will leverage smartwatch's impact into another higher level, especially in healthcare and wellness domain. At least, the future of smartwatch will be fully contributing around Continuous monitoring enables prevention, Therapy, Tools for specific patient groups, Electronic patient records. With continuous improving sensor technology and more sensor will be produced in the future, smartwatch is giving high opportunity to revolutionize the way human being undergo healthy life in the day after tomorrow.

Keywords : *Smartwatch*, healthcare, sensor

I. PENDAHULUAN

Kondisi saturasi dari penggunaan dan penjualan *smartphone* dipengaruhi salah satunya oleh ledakan pasar *wearable devices* -terutama *smartwatch*- di berbagai penjuru dunia. [1] *Smartwatch* menawarkan pengguna pengalaman baru dalam berinteraksi di dunia digital. Salah satu hal yang paling penting adalah kemampuannya memonitor dan menampilkan data berkaitan dengan kesehatan pengguna. *Smartwatch* dengan ukurannya yang kecil dan menyerupai jam tangan pada umumnya telah dibanamkan dengan prosesor yang powerfull, subsistem memori dan berbagai variasi sensor seperti *Acceleromater*, *gyroscope* dan sensor optik. [2]

Dukungan sensor pada *smartwatch* telah membuka operabilitas perangkat cerdas untuk berkontribusi meningkatkan kesehatan manusia. *Accelerometer* dan sensor Giroskop contohnya, sangat ideal untuk pengukuran gait-based biometrics[3]

Daya tarik *smartwatch* terletak pada harganya yang relatif murah, perangkatnya yang bisa dikenakan dan dibawa kemana – mana, dan kemampuannya untuk mengirim data dan hasil perhitungan via Bluetooth, atau dengan bantuan *smartphone* via internet. [3] Dengan begitu *smartwatch* lebih reliable dalam memantau kesehatan manusia dibanding *smartphone* yang tidak selalu berada bersama penggunaannya dan penggunaan baterainya yang relatif boros.

Seiring semakin banyak teknologi sensor yang bisa ditenamkan ke dalam *smartwatch*, semakin besar pula peluang *smartwatch* meningkatkan daya sehat manusia dengan berbagai aspeknya.

II. KONTRIBUSI DAN ORGANISASI PAPER

Paper ini menjelaskan potensi *smartwatch* khususnya terkait dengan peningkatan taraf kesehatan manusia dengan menyediakan sistem sensorik yang mampu membaca dan mengolah berbagai data kesehatan seperti detak jantung, pergerakan, tekanan darah, kadar glukosa darah, nutrisi, suhu tubuh dan sederet parameter lainnya yang akan hadir tidak lama lagi.

Kontribusi dari paper ini teringkas sebagai berikut :

- Melakukan kajian teknologi *smartwatch* terkini, berikut sensor – sensor yang sudah di-embed hingga tahun 2015.
- Melakukan *review* mendalam terkait penerapan *smartwatch* di berbagai aktivitas yang terkait dengan kesehatan dan gaya hidup sehat
- Memaparkan dan memberi catatan penting mengenai potensi *smartwatch* yang lebih besar lagi di masa yang akan datang

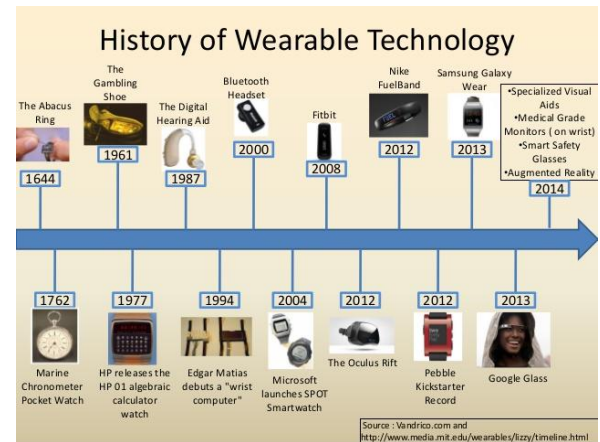
Sisa dari paper ini merujuk pada pengorganisasian sebagai berikut. Bagian 3 membahas *wearable devices* secara umum. Bagian 4 Membahas *Smartwatch* lebih mendalam berikut sejarah dan perkembangannya, Teknologi sensor yang ditenamkan ke dalam *smartwatch*, dan beberapa *smartwatch* canggih yang menuai minat pengguna *smartdevices* dunia. Bagian 5 membahas Penerapan *smartwatch* di bidang kesehatan baik yang sudah maupun yang masih dalam penelitian. Sementara kesimpulan akan dibahas di bagian 6.

III. WEARABLE DEVICES

Wearable devices mengacu pada istilah *wearable computing* karena kemampuan komputasi disematkan pada perangkat tersebut.

Wearable computer pertama kali ditemukan oleh Ed Thorp dan Claude Shannon di 1966 berupa komputer analog seukuran kotak rokok yang digunakan untuk menebak roda *roulette*. Setahun setelahnya, Hobert Upton membuat *wearable analog computer* yang digunakan di mata untuk membantu membaca bahasa bibir. Di Tahun 1993, BBN menyelesaikan sistem Pathfinder, yaitu

wearable computer dengan GPS dan pendeteksi radiasi. Di tahun 1994 Edgar matias mengeluarkan debut komputer lengan dengan *keyboard half-QWERTY*. [5]



Gambar 1. linimasa Sejarah *Wearable Technology* [4]

Pada tahun 2013 Google mengeluarkan *optical head-mounted display* (OHMD) kepada sekelompok orang dan mulai dijual secara massal di tahun 2014, masih di tahun 2013, fitbit mengeluarkan *fitness tracker* (Fitbit Surge) berupa *smartwatch* yang kompatibel dengan sistem operasi Android dan iOS.

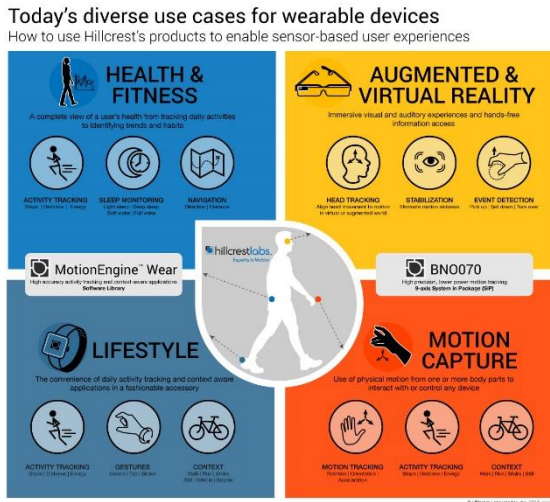
Di tahun 2015 Intel mengeluarkan prosesor sub-miniatur Intel Curie yang diperuntukkan untuk *wearable devices* yang ukurannya seperti tombol keypad. Di dalamnya sudah mendukung accelerometer 6-axis, DSP sensor hub, unit Bluetooth dan pengontrol baterai charge. [6]

Dengan semakin canggih prosesor dan sensor yang ditemukan, maka perkembangan *wearable devices* akan semakin cepat dan maju, tidak hanya *smartwatch* untuk bagian tubuh tangan, namun juga untuk bagian tubuh lainnya.

IV. SMARTWATCH

Smartwatch adalah salah satu bagian dari begitu banyak varian *wearables devices*.

Contoh *wearable devices* lainnya adalah *smart eyeglass* untuk *Augmented* dan *Virtual Reality*, *wristband* dan *ankleband* untuk *health and fitness*, dan *wearable devices* yang menangkap *motion*.



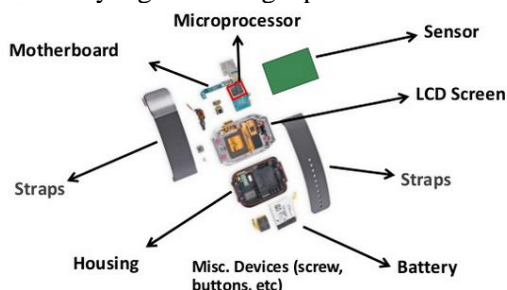
Gambar 2. Varian lain dari waerable devices [7]

A. Komponen Smartwatch

Terlepas dari berbagai merek yang beredar di pasaran, setidaknya *smartwatch* memiliki beberapa komponen utama sebagai *computing devices* dan beberapa komponen tambahan sebagai komponen pelengkap bergantung dari tujuan pemakaian *smartwatch* tersebut.

GodsTale [8] membuat sebuah *instructable* sederhana membuat *smartwatch* “RetroWatch” yang terdiri dari Arduino Microcontroller dengan chipboard ATmega328 dan RAM 2KBytes, Bluetooth modul HC-06 yang memiliki LED untuk status, low power display dengan ukuran sekitar 1 inchi yang mendukung I2C, SPI karena mengharuskan compatible dengan board Arduino dan Baterai berbahan Lithium polymer. *Smartwatch* ini mampu menjalankan sistem operasi Android v4.3 dan mendukung layanan notifikasi.

Sementara itu *smartwatch* yang dijual di pasaran dilengkapi dengan komponen yang lebih canggih dan sensor yang lebih lengkap.



Gambar 3. Komponen Smartwatch infra V [9]

Berikut komponen utama dan komponen pelengkap tersebut.

Tabel 1. Komponen Utama dan Pelengkap *Smartwatch*

Komponen Utama	Komponen Pelengkap
Mikroprosessor	Package
Sensor	Mut dan Baut
Motherboard	Tombol
Baterai	Straps
LCD Screen	

B. Sensor Smart Devices

Di tahun 2014, produk Samsung Galaxy merupakan gadget dengan sensor terbanyak (sebanyak 10), dan merupakan yang terbanyak dibanding produk serupa [10] Sensor ini bisa disematkan di *smartphone*, *smartwatch* atau *wearable devices* lainnya. Selain kamera, berikut selengkapnya sensor yang sudah disematkan ke *smartdevices* sejak kemunculannya di 2005 hingga saat ini :

- Accelerometer.** *Accelerometer* bisa mengukur berbagai parameter diantaranya : *Acceleration*, *Tilt* dan *tilt angle*, *Incline*, *Rotation*, *Vibration*, *Collision*, dan *Gravity*[11] – digunakan pada Samsung SCH-S310
- Proximity Ambient.** Digunakan untuk mendeteksi keberadaan dan jarak user dengan device melalui pemanfaatan pantulan infra merah. Dengan integrasi sinar *ambient*, membuat monitor LCD mati saat *smartdevice* ditempelkan ke telinga. [12] Umumnya digunakan oleh kebanyakan *smartphone*.
- Magnetometer.** Nama lainnya *e-compasses* atau lebih lengkapnya *e-compasses gaussmeters* yang umumnya digunakan untuk mengukur medan magnet yang lebih besar dari 1 nT. [13] digunakan di iPhone3 dan aplikasi kompas atau arah kiblat.
- Gyroscope.** Sensor ini digunakan untuk mengukur orientasi berdasarkan prinsip rotasi yang kemudian digunakan untuk mengukur berat, bentuk dan kecepatan. [14] Digunakan di iPhone4.
- RGB.** Sensor RGB digunakan untuk mengukur temperatur warna dari sebuah lingkungan melalui gelombang cahaya merah (*red*), hijau(*green*) dan biru(*blue*). Penggunaan di *smartphone* adalah untuk mengatur keseimbangan warna putih di monitor.[15] Digunakan di iPhone4.
- High Performance Mems Microphones.** Apple membenamkan 2 microphone di iPhone4 yang salah satunya adalah High

- Performance Mems Microphones yang memiliki sensor suara yang jauh lebih baik.
7. **Accel/Magneto combo.** Di tahun 2011 Accelerometer difabrikasi dengan menggabungkan sensor Magnetometer menjadikannya lebih padat dan hemat ruang.[10]
 8. **Accel/Gyro combo.** Tidak lama setelah kemunculan Accel/Magneto combo, keluar juga fabrikasi Accelerometer yang digabung dengan Gyrometer.[10]
 9. **Pressure / Barometer.** Di tahun 2011 juga kecerdasan samsung semakin lengkap dengan kehadiran barometer yang bisa mengukur tekanan udara. Istilah sensor “*pressure*” juga muncul di iPhone 5 hanya saja untuk konteks yang berbeda, yaitu menghadirkan fitur 3D touch di monitor LED.
 10. **Hall Effect.** Sensor Hall Effect umumnya digunakan untuk mengukur kecepatan roda atau mengetahui posisi dari crankshaft atau camshaft. Cara kerjanya secara sederhana yaitu transducer yang memberi output voltase tertentu jika diberi trigger medan magnet. Sensor ini salah satunya digunakan untuk mengunci tampilan *smartphone* jika casing ditutup dikarenakan pada casing diselipkan lempengan magnet. Digunakan di Samsung Galaxy.
 11. **Temperature Humidity.** Galaxy S4 menjadi *smartphone* pertama yang menggunakan sensor suhu dan kelembaban.[16] Untuk mengukur suhu dan kelembaban Samsung Galaxy S4 sudah menyertakan aplikasi yang bernama S Health.
 12. **9 Axis Motion tracking.** 9 axis adalah varian sensor motion tracking terbaru setelah kemunculan 1, 2, 3 dan 6 axis motion tracking sensor. Sensor ini menggabungkan kemampuan dari 3 sensor yang sudah dibahas sebelumnya yaitu Accelerometer X/Y/Z, Gyro X/Y/Z dan Compass X/Y/Z compass.[17] Integrasi ketiganya menjadikan sensor ini bisa menangkap pergerakan anggota tubuh manusia secara akurat dalam ruang 3 dimensi. Banyak digunakan pada *wearable devices* seperti *smartwatch* dan fitness tracker.
 13. **Fingerprint.** Sensor fingerprint jadi andalan banyak *smartphone* untuk pengamanan tambahan dengan unsur pengenalan biometrik misalnya *system screen unlock*. Research Capsule menilai tahun 2014 adalah awal penetrasi penggunaan sensor fingerprint di *smartphone* dan diperkirakan akan terus meningkat hingga 50% pengkapalan *smartphone* di tahun 2019. [18] Apple berencana menggunakan sensor fingerprint sebagai autentikasi untuk layanan dompet digital ‘Apple Pay’.
 14. **Heart rate.** Pada awal kemunculannya, sensor heart rate merupakan *wearable devices* yang dililitkan ke dada dan melalui koneksi bluetooth, mengirimkan data ke devais penerima seperti *smartphone*. Namun Samsung GEAR Fit yang dikenakan layaknya jam tangan sudah bisa mengukur detak jantung di pergelangan tangan dan menampilkannya langsung di layar LED.
 15. **RGB, Proximity, gesture.** Di tahun 2014 Samsung mengintegrasikan 3 sensor yaitu RGB, *proximity* dan *gesture* menjadi satu chip yang menjadikan ukurannya lebih kecil dibanding 3 sensor yang terpisah.
 16. **Pedometer.** Pedometer banyak digunakan di perangkat *fitness tracking* untuk menghitung jumlah langkah pengguna. Biasanya fungsi ini bisa ditangani oleh accelerometer, namun sebuah pedometer yang terdedikasi bisa memberikan hasil yang lebih akurat dan efisiensi power.[19]
- Sementara itu, beberapa sensor yang kemunculannya diperkirakan tidak lama lagi di antaranya :
17. **Force sensor.** Huawei ingin menjadi OEM pertama yang menghadirkan sensor Force di jajaran *smartphone* terbarunya. Saat demo prototype, Huawei menunjukkan bagaimana sebuah jeruk bisa dihitung beratnya dengan hanya meletakkannya di atas layar *smartphone*. [20]
 18. **Gas/chemical.** Salah satu prototype dari sensor gas/bahan kimia adalah yang dikembangkan oleh Joseph M. Azzarelli dan kawan – kawan. Sensor ini memanfaatkan cara kerja NFC (*Near Field Communication*) yang diintegrasikan dengan nanomaterial yang bersifat *chemiresponsive*. Prototype ini bisa mendeteksi keberadaan ammonia, hydrogen peroxida, cyclohexanone dan air di setiap ppt (part-per-thousand) dan ppm (*part-per-million*) konsentrasi.[21]
 19. **UV Radiation Sensor.** Thoma Fahrini dari Lab *Computer Engineering and Networks* ETH Zurich memperkenalkan Sundroid, sebuah paketan sensor pendeteksi radiasi sinar UV dan aplikasi Android yang mengolah hasil pembacaan menjadi informasi yang bermanfaat untuk kesehatan. Sundroid mengukur insiden radiasi UV

menggunakan unit sensor yang dikenakan di badan dan berkomunikasi secara nirkabel dengan *smartphone*. [22]

20. **Thermal imaging.** Sensor *Thermal imaging* bermanfaat untuk mendeteksi kebocoran gas. Cara kerjanya adalah dengan memanfaatkan sinar infra merah yang menembus lidah api dan melihat celah kebocoran pipa gasnya dan mengembalikannya lagi ke penangkap infra merah. Salah satu contoh produk komersial dari sensor ini adalah FLIR T640, namun harganya masih sangat mahal. FU Feng Lee dan kawan-kawan mengembangkan prototip sensor *thermal imaging* yang murah dan bisa diintegrasikan ke mobile phone bernama MTIS (*Mobile Thermal Imaging System*). MTIS ini terdiri dari *Thermal Infrared Module* (TIM) dan Mobile Phone dengan perangkat lunak eksklusif terembed bernama IRAPP. [23]
21. **Harmful radiation.** Kamera CMOS yang banyak ditemukan di telepon selular (ponsel) sensitif dengan elektron yang terionisasi. Sinar Gama yang menembus ponsel dan memproduksi elektron terionisasi bisa dideteksi oleh kamera. Untuk memperolehnya diperlukan sebuah algoritma high-delta yang bisa menghilangkan noise thermal dan noise lainnya pada kamera sehingga menjadikannya sensor pendeteksi sinar Gama. [24]

V. PENERAPAN SMARTWATCH UNTUK KESEHATAN

Semakin bertambah teknologi sensor berukuran kecil berpeluang besar menambah jajaran produk *wearables* inovatif yang bisa menyokong kesehatan manusia. *Smartwatch* Group [25] membagi 4 kategori dari peluang penerapan *smartwatch* untuk kesehatan manusia yaitu :

1. Monitoring berkelanjutan untuk mencegah suatu gangguan kesehatan
2. Terapi
3. Alat untuk digunakan pasien dengan penyakit tertentu
4. Rekam medik pasien

A. Monitoring berkelanjutan untuk mencegah suatu gangguan kesehatan

Smartwatch dengan tujuan pembuatan untuk memonitor kesehatan pada saat ini umumnya dibekali dengan sensor pergerakan dan detak jantung. Dua sensor ini sudah jadi fitur yang wajib ada di setiap pabrikan *smartwatch* saat ini.

Smartwatch B1 yang dikembangkan oleh Basic Science Inc. Adalah *smartwatch* yang bisa mendeteksi beberapa aktivitas seperti tidur, berjalan, kondisi aktif. Basis B1 *smartwatch* digunakan untuk kajian mengenai tidur oleh Patel et al [26].

Diperkirakan akan semakin banyak parameter yang akan dimonitor di masa yang akan datang seperti tekanan darah, kadar gula darah, nutrisi di darah, dan lainnya [25]

B. Terapi

Meski masih pada tahap pengembangan, Chrono Therapeutics mendapat suntikan dana banyak agar bisa mewujudkan *smartwatch* yang bisa secara otomatis menyuntikkan obat di waktu dan konteks yang tepat [25]

C. Alat untuk digunakan pasien dengan penyakit tertentu

Beberapa perusahaan teknologi kesehatan sudah mendesain dan membuat prototype *smartwatch* yang diperuntukkan khusus untuk pasien dengan penyakit tertentu.

Healthcare Originals sedang mendesain dan memproduksi *Intelligent Asthma Management* untuk mendeliver data real time mengenai kapan waktunya untuk memonitoring asma. Devais dan aplikasi yang dibangun akan memberi peringatan ketika pengguna mengalami asma, penjurulan, langkah-langkah pengobatan, tracking dan informai mengenai menangani simtom asma.

Sebuah *smartwatch* yang inovatif yang bernama Smart Stop dikeluarkan oleh Chrono theurapeutics yang bisa membantu perokok aktif untuk berhenti merokok.

Aplikasi pendamping Smart Stop akan memberi pengguna informasi tentang cara berhenti merokok dan memberikan tuntunan cara melakukannya. Sensor pada Smart Stop akan mengindra perubahan di tubuh dan mengindra pergerakan pengguna saat ingin mengonsumsi rokok. Smart Stop kemudian akan menginjeksi obat sehingga keinginannya merokok dapat ditahan. [27]

Produk lainnya yang juga sudah sedang dikembangkan antara lain SmartMonitor Epilepsi

Watch untuk mendampingi pengidap epilepsi dan *Smartwatch* untuk penderita penyakit Dementia.

D. Rekam Medik Pasien

Pemanfaatan lainnya dari *smartwatch* adalah jadi alat untuk mencatat rekam medik pasien. Meski masih dalam tahap ide, namun kemunculan tren Big Data bisa mewujudkan ide ini menjadi kenyataan.

Jordan Novet[28] memiliki visi bahwa integrasi *Smartwatch*, Big Data, AI (*Artificial Intelligent*), dan Rekam Medik Pasien bisa memudahkan dokter mengeksaminasi pasien lebih presisi. Di masa depan dokter akan membuatkan resep berdasarkan lampiran data yang direkam oleh aplikasi *smartwatch*. Data akan dikirim ke Rekam Medik digital pasien, dimana Dokter akan menggunakan data itu untuk merencanakan program penyembuhan untuk setiap pasiennya. Bahkan lebih baik daripada itu, *smartwatch* bisa menentukan sendiri langkah apa yang harus diambil pasien untuk mendapat kesembuhannya. [28]

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Saat ini masih sedikit penerapan *smartwatch* di bidang kesehatan bila dibandingkan dengan potensi besar teknologi sensor yang akan semakin berkembang di masa yang akan datang. Seiring dengan pertumbuhan teknologi di bidang Big Data dan Artificial Intelligence, *smartwatch* berpeluang besar merevolusi cara manusia memelihara dan meningkatkan kesehatannya. Bentuk revolusi itu bisa berupa cara manusia membiasakan olahraga, mendeteksi penyakit, mengobati penyakit, memberi notifikasi ke dokter hingga merperkirakan ancaman penyakit berdasarkan rekam medik yang dianalisis di big data.

B. Saran

Meskipun menyimpan banyak potensi, namun banyak juga analisis yang mengatakan bahwa *smartwatch* memberi efek negatif baik secara kesehatan atau kaitannya dengan bidang lainnya yang tidak dibahas di paper ini. Besar harapan ada paper lain yang bersedia membahas ancaman yang dibawa *smartwatch* dari berbagai sudut pandang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Healthcare and Smartwatches Were Meant To Be Together in Taiwan | BuzzOrange." [Online]. Available: <http://buzzorange.com/global/2015/06/11/healthcare-and-smartwatches-were-meant-to-be-together-in-taiwan/>. [Accessed: 21-Mar-2016].
- [2] D. Phan, L. Y. Siong, P. N. Pathirana, and A. Seneviratne, "Smartwatch: Performance evaluation for long-term heart rate monitoring," *2015 Int. Symp. Bioelectron. Bioinforma.*, pp. 144–147, 2015.
- [3] A. H. Johnston and G. M. Weiss, "Smartwatch-Based Biometric Gait Recognition," 2014.
- [4] "A brief history of wearable computing." [Online]. Available: <http://media.mit.edu/wearables/lizzy/timeline.html>. [Accessed: 21-Mar-2016].
- [5] E. O. Thorp, "The invention of the first wearable computer," in *Digest of Papers. Second International Symposium on Wearable Computers (Cat. No.98EX215)*, 1998, pp. 4–8.
- [6] "Intel® Curie™ Module: Unleashing Wearable Device Innovation." [Online]. Available: <http://www.intel.com/content/www/us/en/wearables/wearable-soc.html>. [Accessed: 21-Mar-2016].
- [7] "Wearable Device Makers to Enjoy Higher Performance and Faster Time to Market Thanks to Hillcrest Labs." [Online]. Available: <http://hillcrestlabs.com/wearables-pressrelease-2015-0929/>. [Accessed: 21-Mar-2016].
- [8] "Make your own smart watch - 2." [Online]. Available: <http://www.instructables.com/id/Make-your-own-smart-watch/step2/Preparing-for-RetroWatch/>. [Accessed: 22-Mar-2016].
- [9] "Glucose Monitoring Smart Watch." [Online]. Available: <http://www.slideshare.net/funk97/glucose-monitoring-smart-watch>. [Accessed: 22-Mar-2016].
- [10] "Introduction to Smart Sensors." [Online]. Available: <http://www.slideshare.net/YongHeuiCho/introduction-to-smart-sensors>. [Accessed: 22-Mar-2016].
- [11] A. Lindsay, *Smart Sensors and Applications*. 2006.
- [12] SHARP, "Proximity Sensor / Proximity Sensor with Integrated Ambient Light Sensor," pp. 0–1, 2008.
- [13] Y. Cai, Y. Zhao, X. Ding, and J. Fennelly, "Magnetometer basics for mobile phone applications," *Electron. Prod. (Garden City, New York)*, vol. 54, no. 2, 2012.
- [14] "Devices That Have a Gyroscope | Wearables List | Vandrico Inc." [Online]. Available: <http://vandrico.com/wearables/device-categories/components/gyroscope>. [Accessed: 22-Mar-2016].
- [15] "What's Next for MEMS? Tiny Machines Bring Opportunities for the Mobile Market." [Online]. Available: <http://www.em.avnet.com/en-us/design/technical-articles/Pages/Articles/Whats-Next-for-MEMS-Tiny-Machines-Bring-Opportunities-for-the-Mobile-Market.aspx?print=true>. [Accessed: 22-Mar-2016].
- [16] "The story of how temperature and humidity sensors made it into the Samsung Galaxy S4 - OpenSignal Blog - OpenSignal." [Online]. Available: <https://opensignal.com/blog/2013/06/12/the-story-of-how-temperature-and-humidity-sensors-made-it-into-the-samsung-galaxy-s4/>. [Accessed: 22-Mar-2016].
- [17] A. Note, "InvenSense Motion Sensor Universal Evaluation Board (UEVB) User Guide," vol. 1, no. 408, 2014.
- [18] "Research Capsule - Fingerprint Sensors in Mobile Devices." [Online]. Available: http://researchcapsule.com/rc_report_description.php?report_name=Fingerprint+Sensors+in+Mobile+Devices. [Accessed: 23-Mar-2016].
- [19] "Did you know how many different kinds of sensors go inside a smartphone?" [Online]. Available: http://www.phonearena.com/news/Did-you-know-how-many-different-kinds-of-sensors-go-inside-a-smartphone_id57885. [Accessed: 23-Mar-2016].
- [20] "Huawei announces a new Android phone with a Force Touch-inspired pressure-sensitive screen." [Online]. Available: <http://www.idownloadblog.com/2015/09/02/huawei-force-touch-mate-s/>. [Accessed: 23-Mar-2016].

- [21] J. M. Azzarelli, K. A. Mirica, J. B. Ravnsbæk, and T. M. Swager, "Wireless gas detection with a *smartphone* via rf communication," *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, vol. 111, no. 51, pp. 18162–6, 2014.
- [22] T. Fahrni, M. Kuhn, and P. Sommer, "Sundroid: Solar radiation awareness with *smartphones*," *Proc. 13th ...*, pp. 365–374, 2011.
- [23] F.-F. Lee, F. Chen, and J. Liu, "Infrared Thermal Imaging System on a Mobile Phone," *Sensors*, vol. 15, no. 5, pp. 10166–10179, 2015.
- [24] J. J. Cogliati, K. W. Derr, and J. Wharton, "Using CMOS Sensors in a Cellphone for Gamma Detection and Classification," *arXiv Prepr. arXiv1401.0766v1*, pp. 1–26, 2014.
- [25] "Smartwatch healthcare." [Online]. Available: <http://www.smartwatchgroup.com/medical-health/>. [Accessed: 23-Mar-2016].
- [26] S. Patel, T. Ahmed, J. Lee, L. Ruoff, and T. Unadkat, "Validation of Basis Science Advanced Sleep Analysis," *Basis Sci.*, pp. 1–6, 2014.
- [27] "Wearables In Healthcare | Wearable Technologies," Apr. 2015.
- [28] "The future of our health care: Robotics, AI, analytics, & more | VentureBeat | Health | by Jordan Novet." [Online]. Available: <http://venturebeat.com/2014/10/27/the-future-of-our-health-care-robotics-ai-analytics-more/>. [Accessed: 23-Mar-2016].

**Tentang Penulis :****Nama :** Yahdi Siradj**HP :** +62 852 207 0687**Alamat :** Komp. Bukit Pajajaran
Kav 412 Pasir Impun Bandung**Kantor :** Telkom University, Jl.
Telekomunikasi No.1 Terusan Buah Batu
Bandung**Email:** yahdi@tass.telkomuniversity.ac.id**Yahdi Siradj** menyelesaikan Magister Teknik dalam bidang Media Digital and Game Technology di STEI ITB. Minat penelitiannya meliputi *Networking Multimedia*, *Networked Game*, dan *Smart Devices*.