
TINJAUAN KOMPREHENSIF MENGENAI PEMBUATAN SISTEM PEMANTAUAN KESEHATAN CERDAS MENGGUNAKAN TEKNOLOGI IOT

Adrie Bagas Saputra¹⁾, Syenira Sheila²⁾, Farid Restu Pujianto³⁾, Azarobi Dwi Anggoro⁴⁾

^{1,2,3,4} Fakultas Teknik/Sistem dan Teknologi Informasi/Universitas Negeri Jakarta

email: ADRIEBAGASSAPUTRA_1519620033@mhs.unj.ac.id,

SyeniraSheilaFebriantiWidyani_1519620044@mhs.unj.ac.id, FaridRestuPujianto_1519620038@mhs.unj.ac.id,

AzzarobiDwiAnggoro_1519620011@mhs.unj.ac.id

Abstract

A smart health monitoring system based on the Internet of Things (IoT) allows continuous patient monitoring throughout the day. IoT has revolutionized technology infrastructure, enabling the implementation of complex systems like smart home appliances, traffic control systems, office systems, environmental monitoring, vehicles, and temperature control systems in compact spaces through seamless module interaction. Among these applications, health monitoring systems utilizing IoT have gained significant attention. Various designs and approaches have been implemented to monitor patients' health conditions using IoT. This paper provides a review of IoT-based smart health monitoring systems, discussing the latest innovative technologies, their advantages, and disadvantages. The review aims to highlight the common design and implementation patterns of intelligent IoT-based devices for patient monitoring.

Keywords: *IoT, intelligent smart health monitoring, electrocardiography sensor, review*

Abstrak

Sistem pemantauan kesehatan cerdas berdasarkan *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pemantauan pasien terus menerus sepanjang hari. IoT telah merevolusi infrastruktur teknologi, memungkinkan penerapan sistem kompleks seperti peralatan rumah pintar, sistem kontrol lalu lintas, sistem kantor, pemantauan lingkungan, kendaraan, dan sistem kontrol suhu di ruang yang padat melalui interaksi modul yang mulus. Di antara aplikasi ini, sistem pemantauan kesehatan yang memanfaatkan IoT telah mendapatkan perhatian yang signifikan. Berbagai desain dan pendekatan telah diterapkan untuk memantau kondisi kesehatan pasien menggunakan IoT. Makalah ini memberikan ulasan tentang sistem pemantauan kesehatan pintar berbasis IoT, membahas teknologi inovatif terbaru, kelebihan, dan kekurangannya. Tinjauan ini bertujuan untuk menyoroti desain umum dan pola penerapan perangkat berbasis IoT cerdas untuk pemantauan pasien.

Kata Kunci : *IoT, sistem pemantauan kesehatan cerdas, sensor elektrokardiografi, tinjauan*

1. PENDAHULUAN

Internet of Things (IoT) telah menjadi standar teknologi yang dapat diandalkan dan menjadi bidang penelitian yang mendalam. Sensor kini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari produk sehari-hari hingga sistem pemantauan industri. Penggunaan IoT dan sistem perawatan kesehatan berbasis sensor sedang berkembang pesat. IoT meningkatkan kehidupan kita dengan membuatnya lebih pintar, efisien, dan mudah. Dengan menggunakan *smartphone* sebagai platform komputasi data, model *prototype* menawarkan fitur pengenalan suara yang ramah pengguna dan pemberitahuan.

Sistem berbasis IoT telah memudahkan pemantauan beberapa penyakit yang mengancam jiwa. Penyakit Kardiovaskular (CVD), yang menjadi penyebab sejumlah besar kematian global, kini dapat dipantau melalui sistem berbasis *smartphone*. Sistem ini mengumpulkan informasi kesehatan secara *real-time*, memungkinkan pasien dan ahli medis menerima umpan balik. Dengan memungkinkan individu untuk secara teratur mengevaluasi kesehatan mereka dan mencari pengobatan segera saat terjadi keadaan darurat, sistem pemantauan ini berpotensi menyelamatkan nyawa dan mengurangi biaya medis jangka panjang bagi negara.

Kombinasi antara internet *mobile* dan desain Android sumber terbuka telah membuat akses internet mobile untuk layanan kesehatan lebih mudah dijangkau. Elektrokardiografi (ECG) telah menjadi lebih mudah diakses dan memungkinkan penilaian yang tepat terhadap fungsi jantung dengan mendeteksi perbedaan kecil dalam tegangan otot jantung. Perangkat pintar memungkinkan dokter dan pasien untuk terus-menerus memantau detak jantung dan mengambil langkah-langkah pencegahan. Detak jantung dan suhu tubuh adalah indikator penting kondisi kesehatan pasien. Perangkat pemantauan, yang didukung oleh sensor dan sistem berbasis mikrokontroler seperti Arduino dan Raspberry Pi, menentukan tanda-tanda vital seperti detak jantung, suhu tubuh, laju pernapasan, kadar glukosa darah, posisi tubuh, ECG, dan EEG. Data biomedis yang terkumpul biasanya disimpan di server, dan perangkat dapat mengevaluasi kondisi pasien berdasarkan data ini, memberikan pengamatan perawatan kesehatan secara real-time bagi dokter dan asisten medis. Perangkat ini menawarkan keuntungan seperti konsumsi daya rendah, performa yang lebih baik, sensitivitas tinggi, dan pengaturan yang mudah. Diabetes, penyakit global yang umum, terus meningkat dan mempengaruhi jutaan orang di seluruh dunia. Perangkat pemantauan kesehatan pintar memainkan peran penting dalam mengelola berbagai parameter kesehatan, berkontribusi pada penilaian keseluruhan kondisi kesehatan pasien.

Diprediksi bahwa akan terjadi peningkatan yang signifikan pada perangkat yang terhubung jaringan, dengan perkiraan jumlahnya mencapai 26 hingga 50 miliar pada tahun 2020 dan 100 miliar pada tahun 2030. Raspberry Pi, perangkat berbasis Linux yang terjangkau, banyak digunakan sebagai platform utama untuk aplikasi *Internet of Things* (IoT). Dengan mengintegrasikan Raspberry Pi dengan berbagai sensor, sistem kesehatan telah mengalami revolusi yang transformatif, memungkinkan perangkat tersebut berfungsi sebagai klinik mini. Sistem-sistem ini sedang diimplementasikan di seluruh dunia.

Meskipun unit mikrokontroler (MCUs) umumnya digunakan sebagai kontroler utama dalam sistem-sistem tersebut, mereka tidak memiliki kemampuan untuk mengelola data secara paralel. Untuk mengatasi keterbatasan ini dan mengurangi waktu pemrosesan, array gerbang yang dapat

diprogram (FPGAs) telah menjadi populer karena kinerja waktu nyatanya dan sistem kontrol logika perangkat keras yang unik. Sebagai hasilnya, solusi berbasis FPGA telah menjadi pilihan utama untuk mengelola data dari beberapa sensor dalam lingkungan IoT.

Gambar 1 menggambarkan arsitektur umum untuk sistem pemantauan kesehatan pintar. Berbagai jenis sensor mengumpulkan data dari pasien, yang kemudian dikirim ke unit pemrosesan. Unit pemrosesan membandingkan data ini dengan data *cloud* yang tersimpan untuk mengevaluasi kondisi kesehatan pasien dan memberikan umpan balik yang sesuai.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Tinjauan Sistem Pemantauan Kesehatan Cerdas

Penulis	Perangkat Umpan Balik	Komponen Hardware Utama	Penggunaan dan Biaya
Kong et al. (2016)	Telepon genggam	Modul Wi-Fi, Bluetooth, RFID, EKG, tekanan darah	Penyakit kronis, biaya rendah
Penmatsa dan Reddy (2016)	Telepon pintar, laptop, tampilan VGA	ECG, Bluetooth, sensor suhu, sensor detak jantung, Arduino, bio-sensor	Mendeteksi keabnormalan pada jantung, biaya rendah
Kumar dan Rajasekaran (2016)	Monitor	Raspberry Pi, sensor detak jantung, sensor suhu, sensor pernapasan, akselerometer	Pemantauan tingkat pernapasan, biaya mahal
Ahouandjino et al. (2016)	Monitor	ECG, sensor detak jantung, suhu, kamera, sensor lingkungan, Bluetooth, ZigBee, RFID	Permasalahan jantung, deteksi demam, biaya mahal
Turner et al. (2017)	Telepon pintar	Sensor detak jantung, Bluetooth, mikrokontroler, elektroda, tampilan	Kardiovaskular, biaya mahal
Kumar et al. (2017)	Monitor	Arduino Uno, sensor suhu, sensor detak jantung,	Permasalahan jantung, deteksi kebingangan, biaya mahal

		sensor posisi tubuh, modul Wi-Fi	
Desai dan Toravi (2017)	Tampilan LCD	CPLD, ARM 7TDMI-S, sensor temperatur, sensor gas, sensor detak jantung raspberry pi	Detak jantung, suhu, deteksi asap, biaya mahal
Trivedi and Cheeran (2017)	Aplikasi mobile	Suhu tubuh, Bluetooth, Arduino Uno	Demam, hypothermia, biaya hemat
Wu et al. (2019)	Telepon pintar	Raspberry pi, Lo-Ra module, sensor temperatur, sensor kelembapan, sensor detak jantung, WSN, WDM, UV, CO2 sensor	Kehilangan pendengaran, sakit kepala, deteksi laju detak jantung yang cepat, biaya mahal

Makalah ini secara utama berfokus pada sistem kesehatan berbasis IoT yang menggunakan sensor, smartphone, dan unit mikrokontroler serta membahas prosedur operasional, batasan, dan kemampuan masing-masing sistem.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode tinjauan pustaka yang mencakup berbagai referensi peraturan, laporan, artikel, dan jurnal yang relevan. Untuk analisis data, digunakan konsep Miles dan Huberman, yang kemudian dilakukan verifikasi dan penarikan kesimpulan berdasarkan data yang telah dikumpulkan. Dari artikel-artikel penelitian sebelumnya yang ditemukan melalui mesin pencarian, penulis memilih dan menyunting data yang relevan untuk menjawab rumusan masalah yang telah diajukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Internet of Things Dalam Sistem Perawatan Kesehatan

Integrasi IoT dalam sistem pemantauan kesehatan telah memberikan keuntungan signifikan dalam pengembangan perawatan medis modern. Dengan kemajuan teknologi VLSI, sensor yang lebih kecil telah dikembangkan, memungkinkan solusi yang dapat dipakai. Konektivitas internet yang konsisten pada perangkat IoT membuatnya lebih efisien dan bertenaga. Perangkat pemantauan kesehatan berbasis IoT ini dapat terus memantau pasien secara 24/7 dan menghasilkan sinyal yang

diperlukan berdasarkan analisis data statistik, terutama saat momen kritis. Selain itu, perangkat ini memungkinkan pemantauan jarak jauh pasien dan tindakan cepat dalam situasi darurat, menyediakan layanan deteksi dan tanggap darurat.

Namun, terdapat perbedaan signifikan antara sistem pemantauan kesehatan konvensional dan sistem berbasis IoT. Mengimplementasikan IoT dalam pemantauan kesehatan merupakan tugas yang menantang. Beberapa tantangan yang dihadapi antara lain implementasi terbatas dari inisiatif IoT, kebutuhan akan sistem big data dan data warehouse khusus untuk mengelola jumlah data yang besar, serta kekhawatiran mengenai keamanan. Masalah keamanan timbul akibat potensi terpaparnya data sensitif pengguna kepada peretas ketika protokol keamanan tidak lengkap atau sudah usang. Infrastruktur yang sudah usang juga dapat menimbulkan masalah karena tidak kompatibel dengan protokol keamanan terbaru.

Penelitian Dan Studi Tentang Pengembangan Sistem Pemantauan Kesehatan Dalam Literatur

Baru-baru ini, banyak sistem pemantauan kesehatan telah muncul untuk melacak kondisi kesehatan pasien. Tinjauan ini berfokus pada kemajuan terkini dalam bidang ini, dengan mengategorikan sistem berdasarkan prioritas komponen perangkat keras yang digunakan. Sistem-sistem ini dikelompokkan menjadi tiga kategori utama: sistem pemantauan kesehatan berbasis sensor, sistem pemantauan kesehatan berbasis smartphone, dan sistem pemantauan kesehatan berbasis mikrokontroler.

Sistem Pemantauan Kesehatan Yang Mengandalkan Sensor

Sistem pemantauan kesehatan berbasis sensor memiliki kemampuan untuk mengumpulkan informasi kesehatan pasien melalui sinyal data elektronik dan memberi tahu pasien melalui alarm audio. Sensor yang umum digunakan dalam sistem ini meliputi sensor EKG, suhu, dan detak jantung. Sensor suhu seperti Max 30205, sensor detak jantung, dan sensor suhu seperti BME 680 umum digunakan dalam perangkat pemantauan kesehatan. Beberapa sistem juga menggunakan sensor tambahan seperti sensor kelembaban, sensor RFID, sensor deteksi biokimia seperti glukometer, sensor posisi tubuh, sensor

pernapasan, dan sensor CO₂. Wu et al. mengusulkan arsitektur jaringan area tubuh yang dapat dipakai di pergelangan tangan (WBAN) untuk sistem perawatan kesehatan menggunakan komputasi awan, yang dapat digunakan baik di lingkungan industri maupun di rumah namun dengan koneksi kabel. Ahouandjinou et al. mengembangkan sistem unit perawatan intensif (ICU) pintar berbasis identifikasi frekuensi radio (RFID) yang mengumpulkan data medis secara real-time. Sistem ini terdiri dari tiga lapisan: lapisan fisik untuk pengumpulan data melalui sensor, lapisan logika untuk pemrosesan data dan komunikasi antar sensor, dan lapisan aplikasi untuk mengambil tindakan berdasarkan data yang telah diproses. Namun, sistem yang ditinjau memiliki keterbatasan dalam menentukan kondisi dan perilaku pasien karena penggunaan data yang tidak relevan.

Sistem Pemantauan Kesehatan Yang Mengandalkan Smartphone Sebagai Pondasinya

Smartphone merupakan perangkat yang sangat berharga yang dilengkapi dengan berbagai sensor, dan diharapkan akan ditambahkan lebih banyak sensor di masa depan. Sensor-sensor ini meliputi sensor nirkabel, modul Bluetooth, akselerometer, sensor sidik jari, giroskop, magnetometer, barometer, sensor *proximity*, pelacak GPS, kamera, dan sensor NFC. Sensor-sensor ini banyak digunakan dalam pengembangan sistem pemantauan kesehatan. *Smartphone* juga menawarkan keuntungan kapasitas penyimpanan yang besar, memungkinkan penyimpanan data pasien dengan mudah dan memfasilitasi streaming data, manajemen informasi perangkat, dan interaksi pengguna.

Mehta et al. mengembangkan sistem pemantauan kesehatan suara bergerak yang menggunakan sensor akselerometer pada *smartphone*. Sistem ini menggunakan akselerometer miniatur sebagai sensor suara yang ditempatkan di sekitar leher pasien, dengan *smartphone* berperan sebagai platform akuisisi data. Gao et al. mengusulkan sistem pemantauan kesehatan EKG multi-lead berbasis *smartphone*. Sistem ini menggunakan EKG real-time tujuh-lead untuk mengambil sinyal, dan sistem alarm otomatis digunakan untuk mendeteksi data EKG yang tidak normal. Moser dan Melliar-Smith memperkenalkan WellPhone, sistem pemantauan kesehatan pribadi yang menggunakan teknologi sintesis dan

pengenalan suara untuk berkomunikasi dengan pengguna dan menyimpan data di ponsel.

Kong et al. merancang sistem layanan kesehatan berbasis ponsel untuk perawatan kesehatan keluarga, yang terdiri dari sistem komunikasi data, klien mobile Android, dan server sistem. Turner et al. memperkenalkan sistem pemantauan detak jantung kontinu yang menggunakan sinyal nirkabel untuk mentransmisikan detak jantung ke *smartphone*, memungkinkan pemantauan detak jantung secara real-time. Namun, beberapa sistem ini memiliki keterbatasan, seperti keterlambatan dalam aktivasi alarm, ketidakmampuan untuk melacak detak jantung secara terus-menerus, dan kesulitan dalam mendeteksi penyakit kardiovaskular dengan akurasi.

Sebagian besar sistem yang ditinjau berbasis *smartphone* Android, karena Android menyediakan akses mudah ke data sensor dibandingkan dengan sistem operasi proprietari lainnya. Android banyak digunakan, dengan lebih dari 2,5 miliar perangkat aktif dan pangsa pasar yang signifikan. Oleh karena itu, pengembangan sistem perawatan kesehatan berbasis Android sangatlah memungkinkan.

Sistem Pemantauan Kesehatan Yang Mengandalkan Mikrokontroler

Mikrokontroler banyak digunakan dalam sistem pemantauan kesehatan karena kemampuannya yang efisien dalam memproses data sensor. FPGA umumnya digunakan untuk pemrosesan paralel pada kumpulan data yang besar. Mikrokontroler sangat berguna untuk solusi portabel karena ukurannya yang kecil. Raspberry Pi telah menjadi pilihan populer untuk platform berbasis mikrokontroler dalam sistem pemantauan kesehatan.

Trivedi dan Cheeran mengusulkan sistem pemantauan parameter kesehatan berbasis Arduino yang dikontrol melalui aplikasi *smartphone*, di mana data analog dari sensor dikonversi menjadi nilai digital menggunakan konverter analog-ke-digital dan dikirimkan ke *smartphone* melalui Bluetooth. Sabbir et al. mengembangkan solusi m-Kesehatan untuk pasien diabetes, memungkinkan pemantauan kesehatan, pelacakan aktivitas fisik, pengendalian pola makan, dosis insulin, dan konsultasi dengan dokter. Kumar et al. mempresentasikan sistem pemantauan kesehatan pintar berbasis IoT dengan tiga lapisan: deteksi, aplikasi, dan transportasi.

Namun, perlu diperhatikan bahwa mikrokontroler Arduino Uno yang digunakan dalam sistem tersebut mungkin memiliki keterbatasan dalam menangani beberapa sensor secara simultan.

Penmatsa dan Reddy mengembangkan sistem biaya rendah yang mendeteksi sinyal ECG yang abnormal dan mengirimkannya melalui Bluetooth, meskipun keterbatasan jangkauan modul Bluetooth menjadi kendala. Kumar dan Rajasekaran mengusulkan sistem pemantauan pasien berbasis IoT yang menggunakan Raspberry Pi sebagai unit logika utama, memungkinkan akses jarak jauh ke data sensor. Namun, sistem ini hanya beroperasi di dalam ruangan.

Desai dan Toravi merancang sistem pemantauan rumah pintar dan detak jantung menggunakan jaringan sensor nirkabel dan arsitektur FPGA Spartan 3 untuk pemrosesan data paralel. Meskipun sistem ini mencakup berbagai sensor dan tampilan LCD, tidak semua komponen terintegrasi dalam satu perangkat.

4. PENUTUP

Berdasarkan pembahasan diatas, dapat dinyatakan bahwa kesimpulan penelitian ini melalui tinjauan pustaka mengenai sistem pemantauan kesehatan menggunakan teknologi IoT yaitu sebagai berikut.

Analisis dan Saran

Dalam ringkasan ini, disimpulkan berbagai sistem pemantauan kesehatan yang berbeda berdasarkan kriteria seperti perangkat umpan balik, komponen perangkat keras utama, penggunaan, dan efektivitas biaya. Sistem-sistem ini menggunakan berbagai sensor dan teknologi untuk mendeteksi dan memantau kondisi kesehatan yang berbeda. Sebagai contoh, sebuah sistem memanfaatkan Raspberry Pi sebagai unit mikrokontroler, modul Lo-Ra untuk transmisi data, tag RFID untuk keamanan, dan ZigBee untuk transmisi data. Sistem ini dapat mendeteksi masalah pendengaran, sakit kepala, detak jantung yang cepat, masalah jantung, suhu tubuh, dan penyakit kardiovaskular. Sistem lain menggunakan accelerometer, sensor suara, mikrofon, EKG, sensor detak jantung, oksimeter pulsa, glukometer darah, dan accelerometer untuk mendeteksi gangguan hiperfungsional, perkembangan penyakit kronis, dan diabetes melitus.

Penulis menyarankan pengembangan masa depan dalam sistem perawatan kesehatan pintar, termasuk penggunaan sensor Wi-Fi dan IR untuk mengatasi keterbatasan jangkauan Bluetooth, pemanfaatan smartphone sebagai sistem pemantauan kesehatan, implementasi algoritma pembelajaran mesin untuk meningkatkan akurasi, dan integrasi Raspberry Pi untuk presentasi data yang mudah diakses melalui situs web pada sistem berbasis mikrokontroler.

Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan dari penelitian mengenai penggunaan IoT dalam sistem pemantauan kesehatan. Meskipun IoT telah digunakan dalam berbagai sektor medis, masih ada ruang untuk perbaikan dan penelitian lebih lanjut. Identifikasi dini masalah kesehatan sangat penting untuk intervensi tepat waktu dan penyelamatan nyawa potensial, dan IoT dapat memainkan peran yang signifikan dalam hal ini. Sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT menawarkan pemantauan *real-time* dan dapat memberi peringatan kepada pasien tentang adanya kelainan. Namun, penting untuk memastikan keamanan data sensitif dalam arsitektur IoT. Selain itu, sensor yang digunakan harus kompak agar dapat diintegrasikan dengan berbagai sistem. Selanjutnya, dengan menggabungkan algoritma pembelajaran mesin dan pembelajaran mendalam, dapat meningkatkan akurasi dan keandalan sistem-sistem ini. Konsep sistem pemantauan kesehatan cerdas menggunakan arsitektur IoT merupakan kontribusi baru dalam bidang ilmu medis, dengan potensi untuk mengurangi masalah kesehatan dan mencegah kematian dini.

5. REFERENSI

Penulisan naskah dan sitasi yang diacu dalam naskah ini disarankan menggunakan aplikasi referensi (*reference manager*) seperti Mendeley, Zotero, Reffwork, Endnote dan lain-lain. [Times New Roman, 11, normal, IEEE style].

- [1] Riazul Islam, S.M., Kwak, D., Kabir, H., Hossain, M., Kwak, K.S. (2015). The internet of things for health care: a comprehensive survey. IEEE Access, 3: 678-708. <http://dx.doi.org/10.1109/ACCESS.2015.2437951>
- [2] Agu, E., Pedersen, P., Strong, D., Tulu, B., He, Q., Wang, L., Li, Y. (2013). The smartphone as a medical device: Assessing enablers, benefits and challenges. 2013 IEEE

- International Workshop of Internet-of-Things Networking and Control (IoT-NC), pp. 48-52. <http://dx.doi.org/10.1109/IoT-NC.2013.6694053>
- [3] Lloyd-Jones, D., Adams, R., Carnethon, M., De Simone, G., Ferguson, T.B., Flegal, K., Ford, E., Furie, K., Go, A., Greenlund, K., Haase, N., Hailpern, S., Ho, M., Howard, V., Kissela, B., Kittner, S., Lackland, D., Lisabeth, L., Marelli, A., McDermott, M., Meigs, J., Mozaffarian, D., Nichol, G., O'Donnell, C., Roger, V., Rosamond, W., Sacco, R., Sorlie, P., Stafford, R., Steinberger, J., Thom, T., Wasserthiel-Smoller, S., Wong, N., Wylie-Rosett, J., Hong, Y.L. (2009). Heart disease and stroke statistics 2009 update: A report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. *Circulation*, 119(3): 480-486. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.191261>
- [4] Moser, L.E., Melliar-Smith, P.M. (2015). Personal health monitoring using a smartphone. 2015 IEEE International Conference on Mobile Services, pp. 344-351. <http://dx.doi.org/10.1109/MobServ.2015.54>.
- [5] Kong, X., Fan, B., Nie, W., Ding, Y. (2016). Design on mobile health service system based on Android platform. 2016 IEEE Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC), pp. 1683-1687. <http://dx.doi.org/10.1109/IMCEC.2016.7867504>
- [6] Turner, J., Zellner, C., Khan, T., Yelamarthi, K. (2017). Continuous heart rate monitoring using smartphone. 2017 IEEE International Conference on Electro Information Technology (EIT), pp. 324-326. <http://dx.doi.org/10.1109/EIT.2017.8053379>
- [7] Reddy, G.K., Achari, K.L. (2015). A non invasive method for calculating calories burned during exercise using heartbeat. 2015 IEEE 9th International Conference on Intelligent Systems and Control (ISCO), pp. 1-5. <http://dx.doi.org/10.1109/ISCO.2015.7282249>
- [8] World Health Day 2016: Beat diabetes. World Health Organization, 2016. Available: <http://www.who.int/campaigns/worldhealthday/2016/en/>, accessed on 01- Oct- 2019.
- [9] Kumar, S.P., Samson, V.R.R., Sai, U.B., Rao, P.M., Eswar, K.K. (2017). Smart health monitoring system of 439 patient through IoT. 2017 international Conference on ISMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (ISMAC), pp. 551-556. <http://dx.doi.org/10.1109/ISMAC.2017.80582>
- [10] Penmatsa, P.L., Reddy, D.R.K. (2016). Smart detection and transmission of abnormalities in ECG via Bluetooth. 2016 IEEE International Conference on Smart Cloud (SmartCloud), pp. 41-44. <http://dx.doi.org/10.1109/SmartCloud.2016.10>
- [11] Rogers, E.A., Junga, E. (2017). Intelligent efficiency technology and market assessment. American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE).
- [12] Kumar, R., Rajasekaran, M.P. (2016). An IoT based patient monitoring system using raspberry Pi. 2016 International Conference on Computing Technologies and Intelligent Data Engineering (ICCTIDE'16), pp. 1-4. <http://dx.doi.org/10.1109/ICCTIDE.2016.7725378>
- [13] Desai, M.R., Toravi, S. (2017). A smart sensor interface for smart homes and heart beat monitoring using WSN in IoT environment. 2017 International Conference on Current Trends in Computer, Electrical, Electronics and Communication (CTCEEC), pp. 74-77. <http://dx.doi.org/10.1109/CTCEEC.2017.8455124>
- [14] Tripathi, V., Shakeel, F. (2017). Monitoring health care system using internet of things-an immaculate pairing. 2017 International Conference on Next Generation Computing and Information Systems (ICNGCIS), pp. 153-158. <http://dx.doi.org/10.1109/ICNGCIS.2017.26>
- [15] Raj, C., Jain, C., Arif, W. (2017). HEMAN: Health monitoring and nous: An IoT based e-health care system for remote telemedicine. 2017 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET), pp. 2115-2119. <http://dx.doi.org/10.1109/WiSPNET.2017.8300134>
- [16] Yang, G., Øvsthus, K. (2017). The challenges of the IoT solutions in a home care project. 2017 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI), pp. 1771-1774. <http://dx.doi.org/10.1109/CSCI.2017.309>
- [17] Tsakalakis, M., Bourbakis, N.G. (2014). Health care sensor-based systems for point of care monitoring and diagnostic applications: A brief survey. 2014 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, pp. 6266- 6269. <http://dx.doi.org/10.1109/EMBC.2014.6945061>

- [18] Wu, F., Wu, T., Yuce, M.R. (2019). Design and implementation of a wearable sensor network system for IoT-connected safety and health applications. 2019 IEEE 5th World Forum on Internet of Things (WF-IoT), pp. 87-90. <http://dx.doi.org/10.1109/WF-IoT.2019.8767280>
- [19] Ahouandjinou, A.S., Assogba, K., Motamed, C. (2016). Smart and pervasive ICU based-IoT for improving intensive health care. 2016 International Conference on Bio-engineering for Smart Technologies (BioSMART), pp. 1-4. <http://dx.doi.org/10.1109/BIOSMART.2016.7835599>
- [20] Grossi, M. (2018). A sensor-centric survey on the development of smartphone measurement and sensing systems. *Measurement*, 135: 572-592. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.12.014>
- [21] Kumar, M.A., Sekhar, Y.R. (2015). Android based health care monitoring system. 2015 International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems (ICIIECS), pp. 1-5. <http://dx.doi.org/10.1109/ICIIECS.2015.7192877>
- [22] Mehta, D.D., Zanartu, M., Feng, S.W., Cheyne, H.A., Hillman, R.E. (2012). Mobile voice health monitoring using a wearable accelerometer sensor and a smartphone platform. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 59(11): 3090-3096. <http://dx.doi.org/10.1109/TBME.2012.2207896>
- [23] Gao, H., Duan, X., Guo, X., Huang, A., Jiao, B. (2013). Design and tests of a smartphones-based multi-lead ECG monitoring system. 2013 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), pp. 2267-2270. <http://dx.doi.org/10.1109/EMBC.2013.6609989>
- [24] Sütő, J., Oniga, S., Orha, I. (2013). Microcontroller based health monitoring system. 2013 IEEE 19th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME), pp. 227-230. <http://dx.doi.org/10.1109/SIITME.2013.6743679>
- [25] Trivedi, S., Cheeran, A.N. (2017). Android based health parameter monitoring. 2017 International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS), pp. 1145-1149. <http://dx.doi.org/10.1109/ICCONS.2017.8250646>
- [26] Sabbir, A.S., Bodroddoza, K.M., Hye, A., Ahmed, M.F., Saha, S., Ahmed, K.I. (2016). Prototyping Arduino and Android based m-health solution for diabetes mellitus patient. 2016 International Conference on Medical Engineering, Health Informatics and Technology (MediTec), pp. 1-4. <http://dx.doi.org/10.1109/MEDITEC.2016.7835360>