

Smart Shirt untuk Mengukur Tingkat Kesehatan dengan Menggunakan Teknologi Sensor dan Fitur Digital

Tita Aprilliawati Putri Santoso
School of Electrical Engineering
and Informatics
Institut Teknologi Bandung
Bandung, Indonesia
tita_aps@students.itb.ac.id

Abstrak—Wearable sensor (sensor yang dapat dikenakan) merupakan salah satu teknologi yang sedang berkembang akhir-akhir ini dengan menerapkan perangkat yang dapat dikenakan seperti smart watch dan smart bands. Salah satu pengembangan wearable sensor pada bidang kesehatan yaitu smart shirt (kaos pintar). Banyak penelitian yang telah mengembangkan smart shirt dengan fitur dan fungsi yang berbeda-beda. Selain itu, pandemi COVID-19 (*Coronavirus Disease 2019*) di Indonesia yang muncul di awal tahun 2020, membuat sebagian orang tidak mudah untuk datang ke rumah sakit dan memeriksakan kesehatannya secara rutin seperti yang dilakukan saat sebelum adanya COVID-19. Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti lain, penulis memaparkan sebuah ide untuk mengembangkan smart shirt dengan menggabungkan teknologi sensor dan fitur digital berupa aplikasi yang dapat diakses melalui gawai pengguna agar mereka dapat memantau kondisi kesehatan mereka tanpa perlu datang ke rumah sakit. Sensor-sensor tersebut dimanfaatkan sebagai pengukur detak jantung, suhu tubuh, jumlah langkah kaki, hingga mendeteksi lokasi keberadaan dari pengguna smart shirt. Selain penggunaan sensor, smart shirt ini dilengkapi dengan aplikasi untuk menampilkan hasil data yang telah didapatkan dari sensor. Aplikasi ini dapat diakses kapanpun selama pengguna terhubung dengan internet dan juga dapat memberikan peringatan saat pengguna berada pada kondisi kesehatan yang tidak normal. Smart shirt ini diharapkan dapat membantu meningkatkan kesadaran orang Indonesia akan kondisi kesehatan yang dimiliki serta dengan adanya penjualan smart shirt ini dapat membantu meningkatkan ekonomi Indonesia, terutama pada masa pandemi COVID-19 maupun setelahnya.

Kata Kunci—wearable sensor, smart shirt, kesehatan, aplikasi, COVID-19

I. PENDAHULUAN

Wearable sensor (sensor yang dapat dikenakan) memudahkan pemantauan secara terus menerus terhadap aktivitas penggunanya dan memungkinkan aktivitas tersebut dapat dipantau melalui aplikasi kesehatan seluler atau m-Health (*mobile health*). Sistem di dalam wearable sensor terdiri dari beberapa peralatan medis yang dapat dipakai dan platform jaringan. Sehingga telah muncul beberapa ide inovatif yang menggunakan tekstil elektronik (e-tekstil) sebagai “*wearable motherboard*” atau motherboard yang dapat dikenakan [1]. Selain itu, proses pengambilan data dari peralatan medis dapat digunakan dengan memanfaatkan smart device (perangkat pintar). Smart device dikembangkan menggunakan teknologi IoT (*Internet of Things*) untuk memperoleh data nyata di semua bidang, termasuk bidang medis, lalu lintas, sains, dan lain-lain. Data yang dikumpulkan akan dikirimkan menggunakan teknologi komunikasi nirkabel seperti NFC (*Near-Field-Communication*), Bluetooth, ataupun WiFi (*wireless network protocols*). Sehingga pengguna dapat mengakses data-data tersebut menggunakan aplikasi atau situs web pada smart device [2].

IoT terdiri dari interkoneksi beberapa perangkat melalui internet yang memungkinkan pengelolaan dan pemantauan jarak jauh dari tempat perangkat tersebut tertanam [3]. Untuk perangkat kesehatan yang dapat dikenakan, “*Things*” dalam hal ini adalah tubuh manusia yang harus dipantau dan berkaitan dengan parameter vital, seperti detak jantung,

laju pernapasan, suhu kulit, hingga informasi gerakan manusia, seperti jarak berjalan dan jatuh [4].

Penggunaan wearable sensor dapat digabungkan dengan pemanfaatan e-Health (*electronic health*) maupun h-shirt (*health shirt*). Health shirt ini digunakan sebagai alat bantu untuk memasang beberapa peralatan kesehatan yang dapat memantau fungsi-fungsi organ vital di dalam tubuh manusia. Fungsi dari h-shirt ini masih terus berkembang, seperti *Convertible Universal Health-Suit* (CUHS), yang akan mencakup fungsi penginderaan dan umpan balik untuk pengobatan terapeutik dan manajemen kesehatan [5].

Selain itu, adanya pandemi COVID-19 (*Coronavirus Disease 2019*) yang melanda Indonesia sejak awal tahun 2020, membuat beberapa orang takut untuk berpergian keluar rumah maupun berkunjung ke dokter atau rumah sakit. Beberapa rumah sakit juga telah dijadikan rujukan untuk penanganan COVID-19 ini. Direktur Pelayanan Kesehatan Rujukan Kementerian Kesehatan (Kemenkes) Rita Rogayah mengatakan bahwa hingga 11 Oktober 2020, Indonesia memiliki 903 rumah sakit rujukan COVID-19 [6]. Tentunya, hal ini akan membuat sebagian orang tidak mudah untuk datang ke rumah sakit dan memeriksakan kesehatannya secara rutin seperti yang dilakukan saat sebelum adanya COVID-19.

Munculnya ide-ide baru dalam penggunaan wearable sensor dan penggunaan smart device ini dapat memudahkan seseorang dalam memantau kesehatannya tanpa harus sering mengunjungi dokter atau rumah sakit. Tentunya mereka juga dapat melihat kondisi kesehatan kapanpun dan dimanapun selama mereka terhubung dengan sistem tersebut. Pada makalah ini, penulis memaparkan ide mengenai pemanfaatan smart shirt (kaos pintar) yang dikembangkan dari beberapa penelitian sebelumnya pada studi literatur. Smart shirt ini nantinya akan digabungkan dengan beberapa peralatan medis dalam bentuk sensor-sensor yang dapat mendeteksi detak jantung, suhu tubuh, hingga laju pernapasan dari pengguna. Seluruh data yang didapatkan dari sensor-sensor ini akan didapatkan dari pemanfaatan IoT dan Cloud Database (basis data) sebagai penyimpanan data. Selanjutnya pengguna dapat mengakses langsung data dari sensor-sensor yang digunakan pada aplikasi di dalam perangkat pintar. Selain itu, data-data tersebut juga dapat diakses oleh orang lain selama mereka memiliki hak akses seperti nomor identitas dan kata sandi. Sehingga orang terdekat atau keluarga pengguna juga dapat memantau langsung kondisi kesehatan dari pengguna dimanapun dan kapanpun. Diharapkan dengan adanya smart shirt ini dapat membantu meningkatkan kesadaran orang Indonesia akan kondisi kesehatan yang dimiliki serta dengan adanya penjualan smart shirt ini dapat membantu meningkatkan ekonomi Indonesia, terutama pada masa pandemi COVID-19 maupun setelahnya.

II. STUDI LITERATUR

Beberapa peneliti telah membahas mengenai penggunaan maupun pembuatan smart shirt, begitu juga dengan pemanfaatannya seperti cara pengambilan data hingga cara mengakses data dari smart shirt tersebut. Berbagai sensor juga telah digunakan untuk menggantikan peralatan medis namun tetap memiliki fungsi yang sama. Penelitian di bawah ini memiliki tujuan, metodologi, dan hasil yang berbeda, namun memiliki beberapa pandangan dan metode baru untuk diterapkan dalam ide penulis pada makalah ini.

A. Wearable Sensor

Menurut Seesard [7], akhir-akhir ini sistem pemantauan kesehatan seperti wearable sensor telah memiliki minat yang tinggi karena fungsinya yang serba guna seperti perawatan, mudah digunakan, biaya yang kecil, dan real-time. Koyama [8] menyatakan, perangkat sensor yang dapat dikenakan untuk membantu memantau detak jantung dan

pernapasan sedang dikembangkan di seluruh dunia. Perangkat ini dapat berfungsi untuk memantau tanda-tanda vital dalam aktivitas sehari-hari. Penyakit jantung dan paru-paru seperti gagal jantung, serangan jantung, dan gagal napas dapat diketahui dengan cara menempelkan perangkat sensor ke tubuh pengguna. Namun, perangkat sensor yang terpasang dapat menyebabkan iritasi dan ketidaknyamanan pada kulit.

Zhang [5] juga mengungkapkan bahwa wearable sensor telah diterapkan pada perangkat yang dapat dikenakan (seperti jam tangan) dengan meletakkan ujung jari pengguna pada sensor yang dapat mengukur tekanan darah mereka dengan mudah dan nyaman. Namun, pada penggunaan seperti ini dirasa tidak cukup untuk skenario yang membutuhkan pemantauan jangka panjang karena ini bukan sistem yang sepenuhnya hands-free (bebas genggam).

B. Smart Shirt

Kansara [2] mengungkapkan bahwa telah banyak smart shirt yang tersedia di pasaran. Namun, smart shirt ini dijual dengan harga mahal karena persaingan yang sedikit dan setiap perusahaan memiliki fitur yang berbeda-beda dan sangat sedikit perusahaan yang memproduksi barang yang sama. Selain itu, smart shirt juga menjadi hal yang paling berkembang di pasaran setelah smart watch (jam tangan pintar) dan smart bands (gelang pintar). Smart shirt mengatasi banyak kebutuhan pengguna dengan hanya menerapkannya dalam satu kain dan dapat digunakan dalam kegiatan sehari-hari. Banyak perangkat teknologi yang muncul dan berkembang setiap harinya untuk membuat pekerjaan seseorang menjadi lebih mudah dan sederhana.

Smart shirt pertama dirilis oleh perusahaan multinasional terkenal yang bernama Arrow [9]. Smart shirt ini berbahan katun dan terhubung ke aplikasi seluler menggunakan teknologi NFC sebagai komunikasi nirkabel. Setelah smart shirt dan aplikasi seluler dihubungkan, ketukan pada smart shirt akan membantu mengirimkan kartu nama, membagikan profil Facebook dan LinkedIn, hingga mendengarkan musik. Aplikasi seluler ini juga mendukung beberapa mode, seperti meeting mode, home mode, dan work mode untuk mengontrol berbagai parameter antara lain baterai, WiFi, volume dering, dan bluetooth.

Selain berbagai fungsi sebelumnya, Seesard [7] mengembangkan smart shirt sebagai sensor gas kimia pada substrat kain untuk mendeteksi bau badan manusia. Sensor lunak dan sirkuit akuisisi data akan disematkan ke dalam bahan kaos yang memungkinkan smart shirt ini (dengan nama *e-nose*) dapat menunjukkan status kesehatan penggunanya dengan cara mendeteksi bau badan yang dihasilkan oleh pengguna. Massaroni [10] melakukan penelitian dengan menggunakan smart shirt dengan menggabungkan dua belas sensor fiber optic (serat optik) yang diletakkan pada lokasi yang berbeda-beda. Kemudian, smart shirt ini berfungsi untuk menghitung aliran udara pada pengguna yang sedang melakukan latihan bersepeda di suatu ruangan dengan tujuan melakukan validasi frekuensi pernapasan pada pengguna.

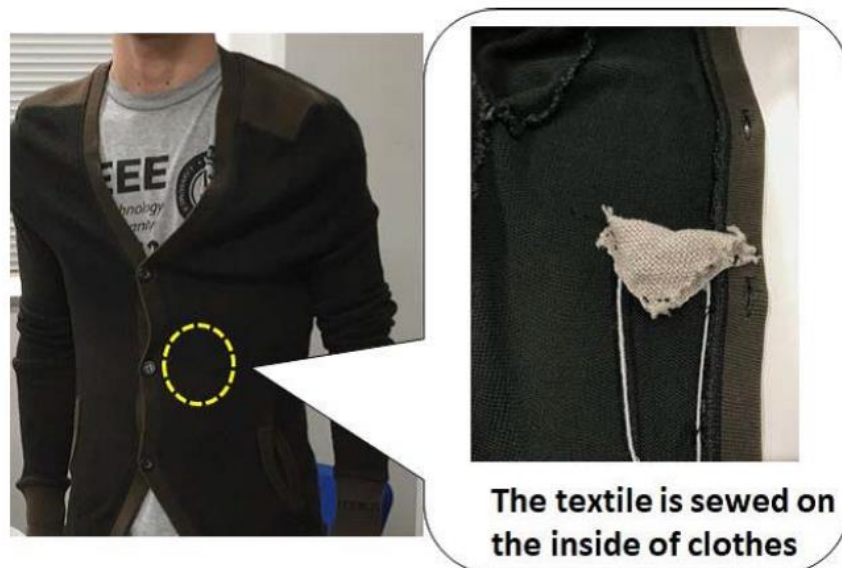
C. Penggunaan dan Hasil Data Sensor

Kansara [2] menggunakan smart shirt untuk mengukur beberapa parameter kesehatan dengan memanfaatkan beberapa sensor seperti pulse sensor (sensor denyut) untuk mengukur detak jantung, sensor GSR (*Galvanic Skin Response*) untuk mengukur kadar gula, sensor suhu untuk mengukur suhu tubuh, dan sensor 3-Axis Accelerometer untuk mengukur jumlah langkah kaki pengguna. Seluruh parameter kesehatan akan dikirim ke mikrokontroler untuk diproses dan kemudian mengirimkan ke aplikasi seluler melalui komunikasi nirkabel. Data-data tersebut dapat dilihat oleh pengguna pada aplikasi perangkat pintar. Analisis data secara nyata atau real-time dapat dilakukan untuk mendiagnosis berbagai gejala dan mendeteksi penyakit.

Zhang [5] memanfaatkan smart shirt (dengan nama h-shirt) untuk merekam ECG (*electrocardiogram*) dan PPG (*photoplethysmogram*) secara bersamaan untuk

memperkirakan tekanan darah dari pengguna. Hasil data dari ECG diambil dari kedua pergelangan tangan yang mengacu pada elektroda yang diletakkan di lengan bawah untuk menghindari kebisingan dari pernapasan. Jam tangan (disediakan oleh salah satu perusahaan sponsor mereka, Jetfly Technology Ltd.) digunakan untuk memproses sinyal dan menampilkan tekanan darah. Sensor untuk menangkap ECG dan PPG diarahkan ke jam tangan menggunakan bahan tekstil elektronik yang dibungkus dengan selembar kain. Tombol di bagian belakang jam tangan dihubungkan ke pin input yang sesuai di bagian dalam jam tangan. Tiga tombol untuk menerima input dari elektroda ECG dan tiga tombol lainnya untuk sensor PPG.

Koyama [8] dan Massaroni [10] memanfaatkan sensor fiber optic untuk mengambil data kesehatan dari pengguna terutama pada fungsi alat pernapasan. Koyama [8] lebih spesifik menjelaskan penggunaan fiber optic yaitu pada *single-mode hetero-core* sensor. Kain baru yang dapat mendeteksi fungsi alat pernapasan dan detak jantung ini dapat dimasukkan ke dalam pakaian. Kain seperti ini menawarkan kenyamanan bagi penggunaannya. Untuk memantau detak jantung dan pernapasan secara bersamaan, kain dijahit ke dalam pakaian agar pengguna tidak merasakan beban yang berat saat memakai kain ini, seperti pada Gambar 1. Tanda vital yang dihitung adalah detak jantung dan frekuensi pernapasan dari orang dewasa yang sehat, saat duduk, dan dipantau menggunakan perangkat pemantauan komersial.



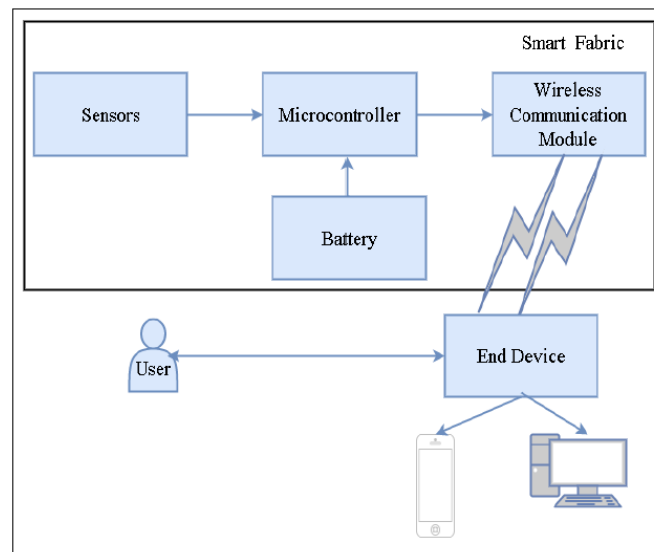
Gambar 1. Pemasangan sensor fiber optic pada tekstil ke dalam pakaian [8]

D. Arsitektur Sistem

Pengiriman data dari sensor-sensor ke perangkat lain dalam penelitian Kansara [2] menggunakan mikrokontroler. Seluruh sensor seperti pulse sensor, sensor GSR, sensor suhu, dan sensor 3-Axis Accelerometer dihubungkan ke mikrokontroler tersebut. Untuk modul perangkat keras, sensor digunakan untuk memantau parameter kesehatan seperti suhu tubuh, jumlah langkah, detak jantung, dan kadar gula. Untuk modul perangkat lunak, data yang dikumpulkan dari sensor ditampilkan pada aplikasi perangkat pintar. Semua sensor terhubung ke mikrokontroler *Arduino Mega 2560* seperti pada Gambar 2. Komponen-komponen yang digunakan di dalam smart shirt antara lain:

1. Sensor, untuk mengambil data secara real-time.
2. Mikrokontroler, untuk menghubungkan sensor dan memberi daya pada sensor.
3. Modul Komunikasi Nirkabel, untuk menghubungkan sensor dan mengirimkan data ke database server.
4. Baterai, untuk menyediakan daya ke mikrokontroler dan sensor.

5. Perangkat (*End Device*), untuk melihat data-data sensor.
6. Pengguna, sebagai sumber data yang diambil oleh sensor.



Gambar 2. Arsitektur pengiriman data pada smart shirt [2]

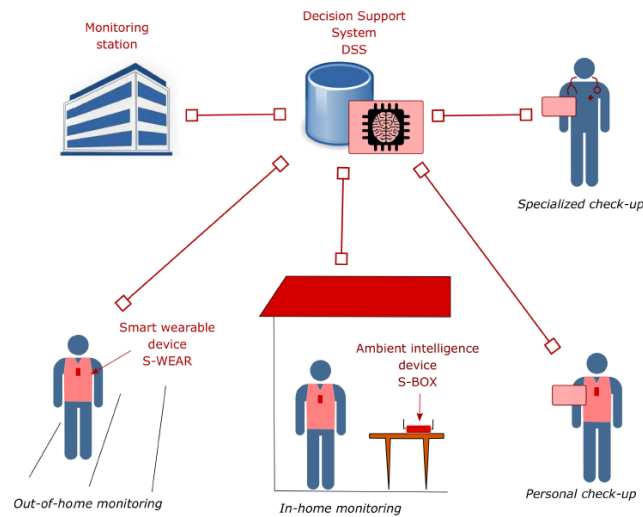
Penelitian Park [11] berfokus pada bidang biomedis tepatnya pada *smart textile-based wearable biomedical systems* (ST-WBSs) atau sistem biomedis yang berbasis pada tekstil cerdas. Kemudian mereka menganalisis masalah utama yang meliputi teknis, aspek medis, ekonomi, kebijakan publik, dan bisnis dari sudut pandang berbagai pemangku kepentingan. Pada pertengahan tahun sembilan puluhan, *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) mendanai penelitian yang dilakukan di Georgia Institute of Technology pada desain dan pengembangan *Liner Sensate* untuk perawatan korban pertempuran yang mengarah pada realisasi motherboard wearable pertama di dunia untuk abad ke-21 [12][13].

Benda tersebut ternyata dapat mendeteksi penetrasi proyektil (peluru atau pecahan peluru) dan secara bersamaan memantau tanda-tanda vital prajurit. Tanda-tanda vital ini dapat dikirim ke unit triase jarak jauh dan petugas medis dapat segera melayani para prajurit sehingga nyawanya dapat terselamatkan melalui intervensi yang tepat waktu. Sehingga, smart shirt dengan kerangka wearable motherboard dapat menjadi kerangka kerja yang sangat serbaguna untuk penggabungan perangkat penginderaan, pemantauan, dan pemrosesan informasi [11].

Kemudian, Balestrieri [14] memiliki fokus penelitian pada sistem *Internet of Medical Things* (IoMT) yang inovatif untuk mengimplementasikan layanan kesehatan. IoMT merupakan salah satu bidang pengaplikasian dari IoT. Sistem IoMT harus menggabungkan keandalan dan keamanan perangkat medis tradisional serta kemampuan dinamis, umum, dan skalabilitas dari sistem IoT tradisional [15]. Sistem IoMT pada penelitian ini menggunakan perangkat yang dapat dikenakan dan disatukan di dalam kaos. Penelitian ini juga merupakan bagian dari proyek *Ambient-intelligent Telemetry and Telemetry for Incepting & Catering over hUman Sustainability* (ATTICUS) dan didukung oleh Kementerian Pendidikan dan Riset Italia. Sistem IoMT yang diusulkan memiliki keuntungan seperti menggabungkan data yang disediakan oleh beberapa sensor, unit pengukuran inersia, bio-impedansi, dan elektrokardiogram. Sistem ini juga menggunakan *Compressed Sensing* (CS) serta mengadopsi kecerdasan buatan untuk mendeteksi anomali.

Arsitektur umum dari sistem ATTICUS dapat dilihat pada Gambar 3. Sistem tersebut terdiri dari smart wearable device (perangkat pintar yang dapat dikenakan) bernama S-

WEAR, perangkat kecerdasan sekitar bernama S-BOX, *Decision Support System* (DSS), dan stasiun pemantauan. S-WEAR merupakan smart shirt yang menyimpan beberapa sensor di dalamnya dengan berbagai fungsi seperti pemantauan ECG, pengukuran laju pernapasan, estimasi respon kulit galvanik, pengukuran suhu kulit, serta klasifikasi aktivitas dan pemantauan. Selain itu, mereka juga menggunakan mikrokontroler untuk memperoleh pengukuran yang dilakukan oleh sensor-sensor, menyimpan data dalam kartu memori SD (*Secure Digital*), dan mengirimkan data-data tersebut ke S-BOX menggunakan *Wireless Wide Area Network* (WWAN) [14].

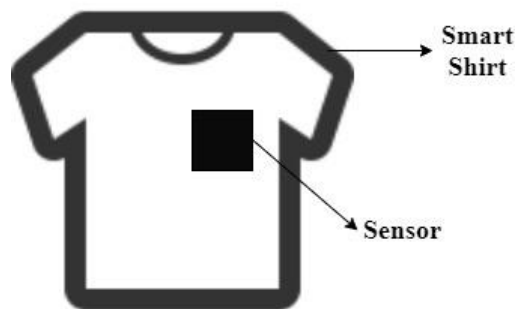


Gambar 3. Arsitektur sistem ATTICUS [14]

III. METODE

A. Smart Shirt dan Teknologi Sensor

Smart shirt pada makalah ini difokuskan pada sebuah kaos yang dimanfaatkan sebagai wearable sensor namun tanpa sentuhan (*hands-free*). Sensor-sensor yang digunakan akan disatukan dan ditempelkan pada smart shirt tersebut seperti pada Gambar 4. Sensor-sensor yang digunakan antara lain pulse sensor, temperature sensor, 3-Axis Accelerometer sensor, fiber optic sensor, dan GPS (*Global Positioning System*) sensor. Seluruh sensor akan digabungkan di dalam mikrokontroler yang juga memiliki baterai untuk memberikan daya dan juga disambungkan menggunakan internet (WiFi) menggunakan WiFi module yang dipasang di dalam mikrokontroler agar dapat mengirimkan data ke cloud database, sehingga data-data tersebut dapat diakses dimanapun.



Gambar 4. Smart shirt dengan sensor yang menempel

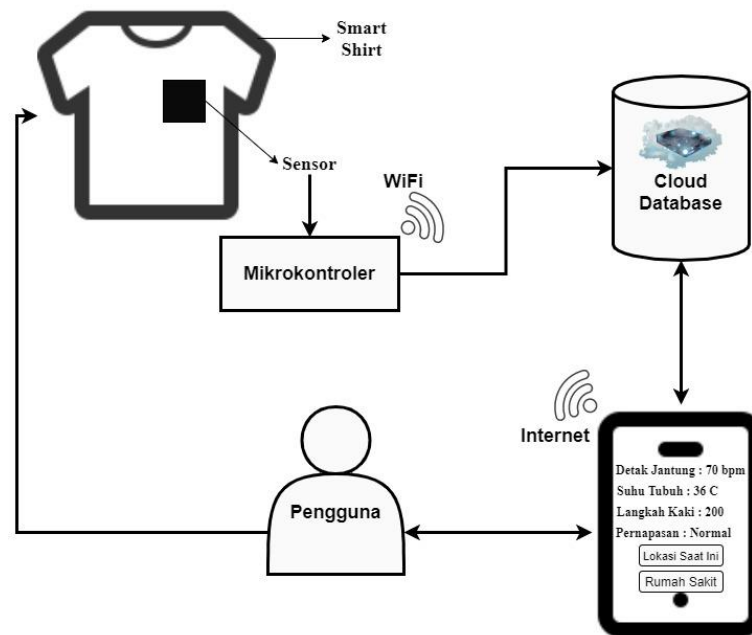
Pulse sensor sangat berguna untuk orang yang menderita penyakit jantung atau orang yang menghadapi banyak ketegangan dalam kehidupan sehari-hari. Sensor ini membantu memantau detak jantung seseorang berada dalam kisaran angka yang baik atau tidak. ECG adalah salah satu metode yang digunakan untuk menghitung detak jantung yang lebih akurat di rumah sakit dan membutuhkan mesin dengan ukuran besar. Alat ini memiliki kekurangan karena seseorang harus datang ke dokter dan tidak dapat dilakukan kapanpun dan dimanapun dalam keadaan darurat [2]. Maka dari itu, penggunaan pulse sensor merupakan hal yang sederhana dan efisien sehingga dapat membantu seseorang dalam memantau detak jantung mereka kapanpun.

Sensor suhu inframerah digital MLX90614 mengukur suhu tubuh dan menunjukkan apakah orang tersebut sedang demam atau tidak. Sensor suhu sebelumnya membutuhkan sentuhan tubuh selama beberapa detik untuk mengetahui suhu tubuh tetapi sensor suhu ini memiliki keunggulan tidak perlu disentuh oleh tubuh. Namun sensor ini harus dilepaskan dari kain sebelum mencucinya. Kemudian, ADXL335 3-Axis Accelerometer digunakan untuk menghitung jumlah langkah dan menunjukkan hasil kalori yang terbakar [2].

Beberapa fiber optic sensor telah digunakan untuk memantau alat pernapasan manusia. Sensor ini akan mengukur *optical intensity loss* yang telah ditransmisikan dan dapat digunakan untuk mengembangkan sistem penginderaan yang sederhana dan hemat biaya [8]. Fiber optic sensor ini nantinya akan dijahit ke dalam kain dan menyatu dengan pakaian. Perhitungan dari kerja alat pernapasan akan dilihat dari frekuensi yang dipancarkan dari fiber optic sensor tersebut. Selain itu, terdapat juga GPS sensor yang berfungsi untuk mendeteksi lokasi dari pengguna.

B. Arsitektur Sistem dan Aplikasi

Sistem dari smart shirt ini akan bekerja saat setelah dipasangkan pada sebuah kaos. Kaos yang telah ditambahkan sensor-sensor ini akan membaca hasil sensor sesuai dengan fungsinya. Seluruh data akan dikirim menggunakan WiFi ke cloud database. Di dalam cloud database, seluruh data akan disimpan dan apabila pengguna membutuhkan datanya, maka data-data akan diakses melalui cloud database tersebut. Pengguna diharuskan masuk ke dalam aplikasi menggunakan gawai dengan nomor identitas dan juga kata sandi untuk dapat melihat data hasil sensor. Sehingga, orang terdekat maupun keluarga pengguna juga dapat mengakses data tersebut dan memantau kondisi kesehatan pengguna dengan cara mengakses aplikasi dengan nomor identitas dan kata sandi yang sama. Di dalam aplikasi juga terdapat fitur berupa peringatan apabila kondisi kesehatan pengguna tidak sesuai dengan angka normal. Selain itu, pengguna langsung dapat mengakses atau mencari rumah sakit terdekat apabila merasa bahwa kondisi mereka tidak stabil dan membutuhkan pemeriksaan segera. Arsitektur sistem dan aplikasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Arsitektur sistem dan aplikasi

IV. HASIL DAN DISKUSI

A. Spesifikasi Kebutuhan

Smart shirt yang terintegrasi dengan cloud database dan dapat diakses menggunakan aplikasi ini membutuhkan beberapa spesifikasi dalam pengembangan sistem, antara lain:

1. Bahasa Pemrograman : Python dan Javascript.
2. Database : Cloud Database.
3. Client Server : Rabbit MQ.
4. Sensor : Pulse sensor, sensor suhu inframerah digital MLX90614, ADXL335 3-Axis Accelerometer, fiber optic sensor, dan GPS sensor.
5. Perangkat : Mikrokontroler, baterai, dan WiFi module.

B. Kelebihan dan Kekurangan Smart Shirt

Smart shirt yang merupakan penggabungan antara kaos dan sensor-sensor ini memiliki kelebihan antara lain mudah dan nyaman digunakan karena pengguna hanya perlu memakai kaos seperti pemakaian kaos sehari-hari, pengguna tidak perlu menyentuh sensor tersebut (hands-free), pengguna dapat mengakses data hasil sensor dimanapun dan kapanpun selama mereka terhubung dengan internet, orang terdekat atau keluarga pengguna dapat memantau kondisi kesehatan pengguna apabila memiliki hak akses, pengguna juga mendapatkan peringatan dari aplikasi apabila kondisi kesehatan mereka tidak sesuai dengan angka normal, dan tentunya mereka langsung dapat mencari informasi mengenai rumah sakit terdekat dari lokasi mereka apabila mereka membutuhkan bantuan atau pemeriksaan segera.

Namun, selain kelebihan yang dimiliki oleh smart shirt, sisi lain berupa kekurangan smart shirt ini adalah proses pembuatan yang membutuhkan sumber daya manusia yang tidak sedikit. Biaya untuk mencukupi sumber daya manusia akan lebih banyak. Karena smart shirt ini membutuhkan tenaga ahli dari beberapa aspek, mulai dari pembuatan kain, penggabungan kain dengan fiber optic sensor, penggabungan sensor-sensor dengan kaos, pembuatan program sensor dan database, hingga pembuatan aplikasi (baik sistem maupun tampilan muka dari aplikasi). Selain itu, perawatan smart shirt ini tentunya akan berbeda dengan perawatan kaos biasanya. Karena smart shirt ini memiliki perangkat yang harus tetap terjaga pada suhu normal dan tidak dapat terkena air. Sehingga dibutuhkan perawatan khusus dalam membersihkan atau menggunakan smart shirt ini.

V. KESIMPULAN

Wearable sensor akhir-akhir ini telah mulai berkembang serta memiliki peminat yang tinggi karena fungsinya yang serba guna dan data yang dihasilkan dapat didapatkan secara nyata atau real-time. Selain itu, adanya pandemi COVID-19 di Indonesia dari awal tahun 2020 membuat beberapa orang akan takut untuk mengunjungi dokter maupun rumah sakit. Apabila seseorang ingin memeriksakan kesehatan mereka ke dokter secara langsung, itupun tidak akan semudah saat sebelum terjadinya pandemi COVID-19. Sehingga untuk memudahkan seseorang dalam memantau kesehatan mereka sehari-hari, penulis mengembangkan sebuah ide untuk membuat sebuah wearable sensor pada bidang kesehatan, khususnya pada smart shirt. Smart shirt merupakan salah satu pemanfaatan dari wearable sensor namun pengguna tidak perlu menyentuh sensor untuk menggunakannya (hands-free). Penggunaan smart shirt ini dapat memudahkan pengguna dalam memantau kondisi kesehatan mereka. Pembuatan smart shirt ini telah banyak dilakukan oleh beberapa perusahaan dan tentunya dengan fitur yang berbeda-beda.

Pada makalah ini, penulis berfokus dalam pengembangan ide pembuatan smart shirt menggunakan teknologi sensor dan fitur digital seperti penggunaan aplikasi pada gawai atau perangkat pintar yang dapat diakses oleh pengguna. Beberapa sensor yang digunakan seperti pulse sensor, temperature sensor, 3-Axis Accelerometer sensor, fiber optic sensor, dan GPS sensor yang dimanfaatkan sebagai pengukur detak jantung, suhu tubuh, jumlah langkah kaki, hingga mendeteksi lokasi keberadaan dari pengguna smart shirt. Selain penggunaan sensor-sensor, smart shirt ini dilengkapi dengan fitur digital berupa sebuah aplikasi yang dapat diakses oleh pengguna melalui gawai mereka. Pengguna dapat melihat data hasil sensor yang dihasilkan oleh smart shirt yang digunakan dan yang sebelumnya telah tersimpan di dalam cloud database. Orang terdekat dan keluarga pengguna juga dapat memantau kondisi kesehatan pengguna dimanapun dan kapanpun selama mereka memiliki hak akses seperti nomor identitas dan kata sandi di dalam aplikasi. Selain itu, aplikasi akan memberikan peringatan kepada pengguna apabila terdapat hal yang tidak normal dengan kondisi kesehatan mereka. Pengguna juga dapat mengetahui rumah sakit terdekat dari lokasi mereka apabila mereka membutuhkan pemeriksaan segera. Namun, dalam pengembangan smart shirt ini, masih perlu membutuhkan biaya untuk sumber daya manusia yang tidak sedikit, karena akan membutuhkan tenaga ahli dari banyak aspek. Diharapkan dengan adanya smart shirt ini dapat membantu meningkatkan kesadaran orang Indonesia akan kondisi kesehatan yang dimiliki serta dengan adanya penjualan smart shirt ini dapat membantu meningkatkan ekonomi Indonesia, terutama pada masa pandemi COVID-19 maupun setelahnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Park, K. Mackenzie and S. Jayaraman, "The wearable motherboard: a framework for personalized mobile information processing (PMIP)," in Proc. 39th Design Automation Conf., Jun. 2002, pp. 170- 174.
- [2] R. Kansara, P. Bhojani and J. Chauhan, "Designing Smart Wearable to measure Health Parameters," 2018 International Conference on Smart City and Emerging Technology (ICSCET), Mumbai, 2018, pp. 1-5.
- [3] E.Balestrieri, L.De Vito, F.Lamonaca, F.Picariello, S.Rapuano, I.Tudosa, "Research challenges in measurements for Internet of Things systems", Acta IMEKO, vol. 7, No. 4, Dec. 2018, pp. 82-94.
- [4] M.Haghi, K.T.Habil, R.S.Habil, "Wearable devices in medical internet of things: scientific research and commercially available devices", Healthcare Informatics Research, vol. 23, No. 1, Jan. 2017, pp. 4-15.
- [5] Y. Zhang, C. C. Y. Poon, C. Chan, M. W. W. Tsang and K. Wu, "A Health-Shirt using e-Textile Materials for the Continuous and Cuffless Monitoring of Arterial

- Blood Pressure," 2006 3rd IEEE/EMBS International Summer School on Medical Devices and Biosensors, Cambridge, MA, 2006, pp. 86-89.
- [6] H. P. Sari. "Kemenkes: Hingga 11 Oktober, Ada 903 RS Rujukan Covid-19 di Indonesia". [Online]. Available: <https://nasional.kompas.com/read/2020/10/12/17051061/kemenkes-hingga-11-oktober-ada-903-rs-rujukan-covid-19-di-indonesia>.
- [7] T. Seesaard, C. Khunarak, P. Lorwongtragool and T. Kerdcharoen, "Intelligent smelling shirt based on fabric sensors for health status monitoring," 2013 IEEE International Conference of Electron Devices and Solid-state Circuits, Hong Kong, 2013, pp. 1-2.
- [8] Y. Koyama, M. Nishiyama and K. Watanabe, "Smart Textile Using Hetero-Core Optical Fiber for Heartbeat and Respiration Monitoring," in IEEE Sensors Journal, vol. 18, no. 15, pp. 6175-6180.
- [9] Arrow Smart Shirt. [Online]. Available: http://www.huffingtonpost.in/2016/08/22/with-its-embedded-chip-this-arrows-smart-shirt-takes-another-s_a_21456175/.
- [10] C. Massaroni, A. Nicolò, D. Lo Presti, M. Sacchetti and E. Schena, "Respiratory monitoring during cycling exercise: performance assessment of a smart t-shirt embedding fiber optic sensors," 2020 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 & IoT, Roma, Italy, 2020, pp. 49-53.
- [11] S. Park and S. Jayaraman, "Smart Textile-Based Wearable Biomedical Systems: A Transition Plan for Research to Reality," in IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, vol. 14, no. 1, Jan. 2010, pp. 86-92.
- [12] S. Park, C. Gopalsamy, R. Rajamanickam, and S. Jayaraman, "The wearable Motherboard™: An information infrastructure or sensate liner for medical applications," in Studies in Health Technology and Informatics. vol. 62, Amsterdam, The Netherlands: IOS Press, 1999, pp. 252–258.
- [13] C. Gopalsamy, S. Park, R. Rajamanickam, and S. Jayaraman, "The wearable Motherboard™: The first generation of adaptive and responsive textile structures (ARTS) for medical applications," J. Virtual Reality, vol. 4, pp. 152–168, 1999.
- [14] E. Balestrieri et al., "The architecture of an innovative smart T-shirt based on the Internet of Medical Things paradigm," 2019 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA), Istanbul, Turkey, 2019, pp. 1-6.
- [15] A.Gatouillat, Y.Badr, B.Massot, E.Sejdic, "Internet of Medical Things: a review of recent contributions dealing with cyber-physical systems in medicine", IEEE Internet of Things Journal, vol. 5, No. 5, Oct. 2018, pp. 3810-3822.