
**IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS PADA LAYANAN KESEHATAN
(LITERATURE REVIEW)**

Oleh

Reni Dwi Rusnawati¹, Rr Tutik Sri Hariyati²^{1,2}Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia, DepokEmail: reni.dwi1@ui.ac.id**Abstrak**

Keberadaan *internet of things* (IoT) di era revolusi industri 4.0 perlu dikembangkan untuk mempermudah layanan kesehatan, sehingga menjadi lebih efisien dalam pemantauan kondisi kesehatan pasien dari jarak jauh. IoT adalah suatu sistem perangkat komputasi yang saling terkait, antara mesin mekanik dan digital, objek, hewan/orang yang diberi pengidentifikasi unik dan kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. Komponen IoT terdiri dari konektivitas, standar, analisis cerdas, tindakan cerdas, jaringan, sensor, analitik, perangkat, Cloud, dan antarmuka pengguna. Implementasi IoT pada layanan kesehatan personal dapat diklasifikasi menjadi perawatan di klinik dan pemantauan jarak jauh. Data yang dihimpun dari penggunaan IoT merupakan data kesehatan seseorang, maka perlu dicermati sistem keamanan IoT dan perlindungan bagi data pasien demi mencegah terjadinya kebocoran ataupun pemrosesan data secara ilegal. Pengembangan IoT di bidang kesehatan perlu diimbangi dengan aturan perundangan perlindungan data pribadi agar penggunaan IoT dapat optimal.

Kata Kunci : *Internet Of Things*, Pemantauan Kondisi Pasien Jarak Jauh, Kebocoran Data**PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi informasi di era Revolusi Industri 4.0. semakin menunjukkan kecanggihannya melalui internet yang saat ini digunakan merupakan hasil dari perkembangan teknologi yang bertujuan agar manusia dapat mempermudah mobilitas sehari-hari terkait informasi, komunikasi, wawasan, dan kreativitas.

Internet hadir pada pertengahan abad 19, yang dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat (ARPANET) dalam rangka riset untuk keperluan militer. Saat itu internet hanya terdiri dari beberapa jaringan, sedangkan saat ini telah berkembang pesat menjadi ribuan jaringan, dimana seluruh negara terhubung dalam internet untuk mempermudah mobilitas dalam berbagai aspek.

Internet of Things (IoT) pertama kali diusulkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 (H. Zainab dan A. Hesham). Keberadaan IoT menjadi hal yang bagus untuk dikembangkan dalam rangka mempermudah pelayanan

kesehatan, sehingga menjadi lebih efisien dalam pemantauan kondisi kesehatan pasien, membantu dalam menegakkan diagnosa penyakit menular dan monitoring pasien dari jarak jauh melalui pemasangan *wearable device* (Hsu, 2016).

Dalam implementasi aplikasi berbasis IoT, data yang dihimpun merupakan data kesehatan seseorang yang termasuk ranah privasi, untuk itu perlu dicermati sistem keamanan IoT serta perlindungan dan upaya hukum yang dapat dilakukan pasien dalam mencari keadilan jika data yang terekam dalam sistem IoT tersebut bocor dan terjadi penyalahgunaan.

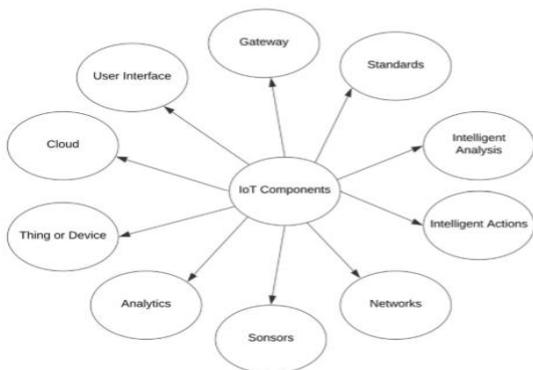
LANDASAN TEORI

Margaret Rouse (2019) mendefinisikan IoT sebagai suatu sistem perangkat komputasi yang saling terkait, antara mesin mekanik dan digital, objek, hewan/orang yang diberi pengidentifikasi unik dan kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa

memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer.

Banafa (2016) mendefinisikan IoT sebagai platform yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang berinteraksi secara mulus satu sama lain untuk menghubungkan hal-hal sehari-hari ke internet sehingga memungkinkan untuk mengumpulkan dan bertukar informasi.

Komponen *internet of things* (Swapna Kolarkar, 2020) :



1. Konektivitas

Sebuah saluran komunikasi melalui perangkat mana dapat berkomunikasi dan berbagi informasi.

2. Standar

Penggunaan berbagai standar tergantung pada IoT aplikasi yang digunakan misalnya, teknologi dan standar peraturan.

3. Analisis cerdas

Kasus penggunaan IoT dimaksudkan untuk mendapatkan bisnis wawasan atau rekomendasi yang dapat ditindaklanjuti.

4. Tindakan cerdas

Tindakan antarmuka M2M (mesin ke mesin) dilakukan secara otomatis. Otomatisasi dan kecerdasan buatan memberikan kontrol yang lebih baik atas sistem dan membantu pencapaian potensi teknologi yang sebenarnya.

5. Jaringan

Data yang dikumpulkan dikirim ke infrastruktur cloud, tetapi membutuhkan media untuk transportasi.

6. Sensor

Bantuan dalam mengumpulkan data yang sangat kecil dari lingkungan sekitar.

Sebuah perangkat dapat memiliki beberapa sensor yang dapat digabungkan bersama.

7. Analitik

Data yang berasal dari perangkat dan sensor akan diubah menjadi format yang mudah dibaca dan kemudian proses infrastruktur cloud akan mengidentifikasi pengguna tertentu yang telah meminta data, lalu akan mendorong data yang diminta ke aplikasi.

8. Perangkat

Entitas atau objek fisik dengan keunikan pengenalan, sistem tertanam dan kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan

9. Cloud

IoT menghasilkan banyak data dan platform cloud memungkinkan untuk menyimpan serta memproses data IoT yang diterima.

10. Antarmuka pengguna

IoT menyediakan antarmuka yang terlihat dan mudah diakses/dikendalikan oleh pengguna.

Jaringan IoT untuk pelayanan kesehatan memiliki tiga bagian utama :

1. Topologi jaringan yang mengacu pada susunan elemen yang berbeda dalam jaringan.

2. Arsitektur jaringan yang mengacu pada petunjuk untuk spesifikasi elemen fisik, pengaturan fungsionalnya, teknik dan prinsip kerjanya.

3. Platform yang mengacu pada model platform jaringan dan platform komputasi.

Model komunikasi IoT (Karen Rose, et. al. 2015) :

1. Device to Device Communications

Merupakan dua atau lebih perangkat yang terhubung secara langsung dan berkomunikasi antara yang satu dengan yang lain, bukan melalui server aplikasi sementara. Perangkat ini berkomunikasi melalui berbagai jenis jaringan, termasuk jaringan IP atau internet.

2. Device to Cloud Communications

Perangkat IoT terhubung secara langsung ke layanan cloud pada internet seperti penyedia layanan aplikasi untuk bertukar data dan mengontrol grafik.

3. *Device to Gateway Model/Device to Application Layer Gateway (ALG)* menghubungkan perangkat IoT ke layanan ALG sebagai saluran untuk mencapai cloud. Dalam istilah sederhana, ada aplikasi software yang beroperasi pada perangkat gateway local.
4. *Back to End Data Sharing Model* Merupakan arsitektur komunikasi yang memungkinkan pengguna untuk mengirimkan dan menganalisis objek data dari layanan cloud yang terkombinasi dengan data sumber lain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi Implementasi IoT pada layanan kesehatan personal :

1. Perawatan Klinik

Kualitas layanan kesehatan di klinik sangat penting bagi pasien. Teknologi IoT dapat digunakan untuk sistem pemantauan pasien yang dirawat dimana kondisi mental dan kesehatannya membutuhkan perhatian secara konstan. Sistem pemantauan ini menggunakan sensor untuk membaca informasi fisiologis pasien untuk kemudian dikirim dan disimpan ke server internal atau komputasi awan (cloud). Informasi ini kemudian dikirimkan ke dokter atau paramedis untuk analisis lebih lanjut. Sistem ini menyediakan aliran informasi yang bersifat terus menerus atau kontinyu. Dengan perhatian yang intensif tersebut dapat meningkatkan kualitas layanan kesehatan yang kemudian diikuti dengan penurunan biaya layanan dan meringankan paramedis dalam hal pengumpulan data kesehatan secara aktif.

2. Pemantauan Jarak Jauh

Jaringan sensor nirkabel (JSN) berukuran kecil tetapi kuat yang terhubung melalui teknologi IoT memungkinkan untuk memantau pasien secara jarak jauh. Sejumlah ragam sensor dapat digunakan

untuk menangkap data pasien dan mengirimkannya melalui hubungan jaringan nirkabel. Dokter dan paramedis profesional kemudian membaca data tersebut dan memberikan rekomendasi yang diperlukan secara jarak jauh. Hal ini akan meningkatkan akses terhadap layanan kesehatan dan menurunkan biaya penyampaian layanan kesehatan.

Internet of Medical Things (IoMT) adalah gabungan perangkat medis dan aplikasi yang dapat terhubung ke sistem teknologi informasi perawatan kesehatan menggunakan teknologi jaringan (*Alliance of Advanced Teknik Biomedis*, 2017). Kemampuan dari IoMT adalah untuk mengumpulkan data pasien dan mengirimkannya ke tenaga kesehatan. Perangkat ini akan menjadi faktor pendukung yang signifikan dalam memfasilitasi peralihan ke sistem yang berpusat pada pasien (Doukas & Maglogiannis, 2012). IoMT mencakup serangkaian perangkat yang mampu memantau, mendeteksi, dan melaporkan beberapa kondisi pasien atau status medis pasien seperti kadar oksigen, suhu, dan denyut nadi. Selain itu, perangkat IoMT dapat mengumpulkan dan mengirimkan data kontekstual tentang lingkungan pasien seperti lokasi, suhu lingkungan, dan tingkat aktivitas pasien. Dengan menggabungkan data medis dan informasi kontekstual tentang pasien maka IoMT dapat memberi sinopsis komprehensif kepada petugas kesehatan tentang keadaan pasien dari jarak jauh dan waktu nyata.

Beberapa aplikasi terkenal IoMT :

- (1) *Global positioning system (GPS)* di Nebulizer pada pasien dengan asma untuk merekam informasi lokasi ketika peralatan medis digunakan oleh pasien. Sistem ini mampu mengilustrasikan lokasi-lokasi yang paling sering dilewati oleh pasien saat terjadi serangan asma sehingga sistem bisa dilatih dan membantu mengingatkan pasien untuk tidak mendekati tempat yang berisiko (Daukas, 2012);

- (2) Perangkat gelang (*bracelet device*) untuk merekam dan mengelola kualitas tidur dan aktifitas olahraga sehari-hari (Bui, 2011);
- (3) *Smart health device* dengan *health sensor* yang dikembangkan untuk mengkaji, membantu, dan mengobati pasien seperti perawatan diabetes tingkat lanjut, perawatan jantung, pemberian obat, prediksi serangan asma, kesehatan & kesejahteraan (Agilent, 2015; Siddiquee, 2016; Shu, 2017).

Perancangan alat monitoring kesehatan telah dilakukan oleh beberapa peneliti baik dari sisi proses maupun teknologi pengiriman data : Tahun 2016, penelitian Arwa Khuzema dkk mengenai *real time monitoring of human body vital signs using bluetooth and WLAN* dengan proses pemantauan dan memperbarui data yang dilakukan menggunakan koneksi bluetooth dan internet, dan menggunakan pulse sensor SEN11574 untuk pemantauan detak jantung. Akan tetapi dalam penelitian tersebut terdapat parameter suhu tubuh yang tidak ditampilkan secara mendetail seperti parameter detak jantung dan sensor suhu tubuh belum menggunakan sensor digital dengan akurasi yang lebih baik. Pada tahun yang sama, penelitian Sudhindra F dkk mengenai *development of real time human body temperature (hypothermia & hyperthermia) monitoring & alert system with GSM & GPS* dengan proses pemantauan kesehatan menggunakan sistem nirkabel secara *real time* (terus menerus) dan terdapat pula notifikasi berupa pesan dan lokasi pasien. Akan tetapi dalam penelitian tersebut sensor suhu tubuh masih menggunakan sensor analog, belum menggunakan sensor suhu tubuh digital. Tahun 2017 penelitian Vikramsingh R. Parihar dkk mengenai *heartbeat and temperature monitoring system for remote patients using Arduino* dengan proses pengiriman data detak jantung dan suhu tubuh memanfaatkan jaringan nirkabel. Akan tetapi dalam penelitian tersebut pengiriman data detak jantung dan suhu tubuh masih terbatas oleh jarak dengan menggunakan nRF24L01 dan belum

menggunakan sensor suhu tubuh yang digital. Tahun 2018, penelitian R.Devi dkk mengenai *a study on heart rate monitoring systems using IOT* yaitu menggunakan sistem pengiriman data berbasis IOT menggunakan beberapa sensor detak jantung analog dan digital serta alat dibuat portable. Hasil penelitian Trie Maya Kadarina (2018) telah berhasil merealisasikan *prototipe portable medical device* yang mampu mengambil data dari sensor pengukuran denyut jantung dan kadar saturasi oksigen dalam darah (SpO₂). Hasil pengujian memperlihatkan bahwa semua modul pada *portable medical device* telah berfungsi dengan baik dalam mengambil, mengolah, merekam dan menganalisa data denyut jantung dan SpO₂ dari sensor ke server. Aplikasi *fog computing* berupa analisis keadaan normal atau tidak normalnya kondisi pasien telah berhasil diimplementasikan pada Raspberry Pi dengan membandingkan nilai yang diperoleh dari modul sensor dengan tabel referensi yang dimasukkan pada database Raspberry Pi. Tahun 2019 Bhagwati Kamble dkk dalam penelitiannya "*Heart Rate Monitoring By Using pulse sensor*" didapatkan pemantauan detak jantung pasien dilakukan tanpa mengunjungi rumah sakit, tampilan hasil pemantauan diamati oleh pasien sendiri, dokter akan menerima notifikasi apabila terdapat kelainan. Di tahun 2020 Silvia Ratna meneliti tentang sistem monitoring kesehatan berbasis IoT yang telah dilakukan dengan mengusulkan sebuah prototipe Sistem Monitoring Kesehatan menghasilkan akurasi data yang sangat baik dimana data diuji sebanyak 10 kali. Sistem yang ada pada tim medis maupun anggota keluarga dapat memonitoring data denyut jantung secara *realtime*, pasien juga dapat melihat *medical record* kapan saja dan dimana saja dengan menggunakan perangkat mobile mereka.

Beberapa penelitian lain terkait pemanfaatan IoT :

- Penelitian tentang Peningkatan kapasitas tenaga kesehatan dalam monitoring penyakit menular berbasis IoT oleh Taryudi

pada tahun 2019 didapatkan hasil terjadi peningkatan pengetahuan tenaga kesehatan tentang pemanfaatan teknologi untuk pencegahan dan monitoring pasien setelah dilakukan pelatihan. Selain itu, didapatkan juga data terjadi peningkatan pengetahuan masyarakat tentang penggunaan obat yang tepat dengan memanfaatkan teknologi IoT. Berdasarkan hasil wawancara dengan pasien TB dilaporkan bahwa penggunaan aplikasi sangat mudah dan membantu pasien mengetahui kondisinya. Dari 10 pasien TB yang menggunakan aplikasi, seluruhnya melengkapi isi aplikasi setiap hari. Melalui pemantauan pola aktifitas, lokasi yang dikunjungi, dan tanda-tanda vital pada pasien dengan penyakit menular akan memudahkan pendataan indikator penting dalam penyebaran penyakit infeksi.

- Tesis Patrick M O'Hara (2019) didapatkan analisis statistik menunjukkan korelasi positif antara harapan kinerja (PE), harapan upaya (EE), dan pengaruh sosial (SI) untuk mengadopsi teknologi IoMT. Hasil menunjukkan bahwa pengambil keputusan menganggap penggunaan IoMT sebagai informasi yang menguntungkan, solusi teknologi yang berpotensi meningkatkan produktivitas dan efisiensi bisnis. Sebagai hasil dari implementasi perangkat IoMT di rumah sakit dan peningkatan akses ke data pasien. Dokter di Rumah Sakit Henry Mayo Newhall telah menghabiskan lebih banyak waktu untuk berinteraksi dengan pasien dan mengurangi waktu yang diperlukan untuk mengantarkan obat ke pasien sebanyak dua pertiga (Tyagi et al., 2016).

Dengan penetrasi Internet ke hampir setiap aspek kontemporer hidup, penurunan biaya perangkat yang terhubung ke internet, dan kecepatan yang mendukung komunikasi, sektor kesehatan akan mendapat manfaat yang signifikan dari penerapan perangkat IoT (Tyagi et al., 2016). Namun perangkat IoMT memiliki riwayat kerentanan keamanan yang menimbulkan risiko terhadap privasi pasien, kontinuitas perawatan pasien, dan keselamatan pasien (Khera, 2017). Contoh serangan

terhadap sektor kesehatan pada bulan Juli 2018 di Catawba Valley Medical Center. Pusat Medis Lembah Catawba adalah target dari kampanye *email phishing* yang mengakibatkan penyerang mendapatkan akses ke 20.000 catatan pasien (Davis, 2018a).

Moosavi dkk (2015) menjelaskan, perangkat IoMT terbatas sumber daya dan tidak memiliki kekuatan komputasi untuk melakukan fungsi keamanan dasar. Menerapkan keamanan fungsi seperti protokol enkripsi dan otentikasi ke dalam perangkat IoMT tidak layak di kebanyakan kasus karena ukuran perangkat yang kecil (Shin & Hwang, 2017).

Mengingat ukuran kecil dan kendala sumber daya dari perangkat IoMT, banyak perangkat mengandalkan server web dan teknologi cloud untuk memfasilitasi penyimpanan data; namun, server web dan aplikasi juga menyediakan vektor serangan yang dapat dilakukan oleh penjahat dunia maya untuk mengakses data pasien (Williams & Woodward, 2015).

Privasi dan data pribadi menjadi sebuah hal yang penting karena pengguna dalam jaringan tidak akan melakukan sebuah transaksi digital apabila merasa keamanan akan privasi dan data pribadinya terancam. Salah satu perlindungan privasi dan data pribadi tersebut berkenaan bagaimana data pribadi tersebut akan diproses termasuk data sensitif dari pengguna yang apabila disebarkan ke pihak yang tidak bertanggung jawab akan berpotensi menimbulkan kerugian finansial, bahkan mengancam keamanan dan keselamatan pemiliknya (Sinta Dewi Rosadi, et. al. 2018). Berikut aturan perundangan yang berhubungan dengan perlindungan data pribadi :

No.	Undang-Undang	Bunyi
1.	UUD 1945 Pasal 28 G ayat (1)	Setiap orang berhak atas perlindungan diri pribadi, keluarga, kehormatan, martabat, dan harta benda yang dibawah kekuasaannya, serta berhak atas rasa aman dan perlindungan diri dari ancaman ketakutan untuk berbuat atau tidak berbuat sesuatu yang merupakan hak asasi.
2.	UU Nomor 36 Tahun 2009 Tentang Kesehatan Pasal 57 ayat (1)	Setiap orang berhak atas rahasia kondisi kesehatan pribadinya yang telah dikemukakan kepada penyelenggara pelayanan kesehatan.
3.	UU Nomor 14 Tahun 2008 tentang Keterbukaan Informasi Publik Pasal 17 huruf h angka 2	Setiap badan publik wajib membuka akses bagi setiap pemohon informasi publik untuk mendapatkan informasi publik, kecuali, salah satunya, mengenai riwayat, kondisi dan perawatan, pengobatan kesehatan fisik, dan psikis seseorang, karena bila dibuka dan diberikan kepada pemohon informasi publik dapat mengungkapkan rahasia pribadi.

PENUTUP

Kesimpulan

Perkembangan *Internet of Things* semakin memungkinkan untuk mengintegrasikan pengembangan program maupun *wearable devices* untuk memonitor kondisi pasien dari jarak jauh dan *real-time*. Teknologi IoT mempunyai potensi yang sangat tinggi untuk diimplementasikan dan diintegrasikan ke dalam sistem telemedicine dengan menggunakan berbagai macam sensor untuk membaca beragam parameter kesehatan atau perangkat terpasang pada tubuh untuk memantau informasi medis secara *real-time*. Data dan informasi medis kemudian dikirimkan ke server atau komputasi cloud melalui internet yang kemudian digunakan oleh tenaga kesehatan untuk analisis lebih lanjut.

Rekomendasi

Data yang dihimpun dari penggunaan IoT merupakan data kesehatan seseorang sehingga ‘sensitif’ berdasarkan tingkat bahaya yang akan dirasakan kepada individu jika terjadi akses oleh pihak yang tidak bertanggung jawab maka perlu dicermati sistem keamanan IoT sesuai dengan standarisasi yang telah ditetapkan.

Pengembangan *internet of things* di bidang kesehatan perlu diimbangi dengan aturan perundangan perlindungan data privasi yang diawasi oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika agar penggunaan IoT dapat optimal dan manfaatnya bisa dirasakan oleh semua pihak.

Pasien dapat melakukan upaya hukum dengan melihat terlebih dahulu kedudukan dan tanggung jawab masing-masing pihak yang tertuang dalam data *processing contract* sehingga gugatan perbuatan melawan hukum (Pasal 1365 KUHPerdara) ataupun tuntutan pidana (UU ITE jo. UU Keterbukaan Informasi Publik jo. UU Praktik Kedokteran) tidak menjadi salah sasaran dan tepat dalam mencari keadilan bagi pasien sebagai konsumen jasa layanan kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sukmadilaga, Andrea dan Rosadi, Sinta Dewi. 2020. Upaya hukum terhadap pelanggaran implementasi internet of things (IoT) di bidang pelayanan kesehatan menurut ketentuan perlindungan data pribadi. Universitas Padjajaran
- [2] O’Hara, Patrick M. 2019. Internet of things risks in the energy and healthcare and public health sectors of U.S. critical infrastructure. ProQuest LLC
- [3] Kolarkar, Swapna. 2020. Thesis : Modelling of internet of things (IoT) for healthcare. The University of Wisconsin-Milwaukee
- [4] Fitriawan, Helmy dkk. 2020. Potensi internet of things (IoT) dan ragam sensor untuk layanan kesehatan. Universitas Lampung
- [5] Manners, Erin. 2020. Factors influencing adoption of medical IoT in US nursing homes. ProQuest LLC
- [6] Pramuditha, Agung dkk. 2018. Sistem pelayanan kesehatan terpadu berbasis IoT pada fasilitas kesehatan. Politeknik Negeri Malang
- [7] Hidayanti, Nuril dkk. 2020. Low cost monitoring kesehatan berbasis IoT (Parameter detak jantung dan suhu tubuh). Teknokes
- [8] Taryudi, Daryanto, dkk. 2019. Peningkatan kapasitas tenaga kesehatan dalam monitoring penyakit menular berbasis internet of things. Universitas Negeri Jakarta
- [9] Ratna, Silvia. 2020. Sistem monitoring kesehatan berbasis internet of things (IoT). Universitas Islam Kalimantan
- [10] Kadarina, Trie Maya. 2018. Portable medical device untuk aplikasi pelayanan kesehatan ibu dan anak berbasis IoT. Universitas Mercu Buana