

Pelacakan Lokasi Pasien berbasis *Internet of Things* untuk Sistem Pendukung Layanan Kesehatan Ibu dan Anak

Rinto Priambodo¹, Trie Maya Kadarina²
Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer¹
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik²
Universitas Mercu Buana
Jalan Meruya Selatan 1 No. 1, Kembangan, Jakarta Barat, 11650, Indonesia
Email: rinto.priambodo@mercubuana.ac.id¹, trie.maya@mercubuana.ac.id²

Abstract – Internet of Things (IoT) based applications in the health sector provide convenience in monitoring the patient's condition. A number of devices with sensors can be used to collect and send various patient condition data and their location. From these data doctors and paramedics can then perform real-time analysis remotely so that the patient's condition can always be monitored and early detection of emergencies can be done. Recommendations for actions to be taken by patients regarding their condition and location can be given more precisely. Likewise in the case of maternal and child health services, the availability of location information will make it easier not only for doctors and paramedics to determine actions but also to assist patients in taking action independently if needed. Thus, processing and presenting good patient location data in maternal and child health services is needed. The Elasticsearch, Logstash, and Kibana (ELK) application is a technology that has excellent performance in collecting log data and other data from various sources continuously in a very large amount and displaying it in graphs and maps. This study aims to develop a system that can display the results of recording the conditions and location of a number of patients in real time using the ELK application for the needs of maternal and child health services.

Keywords– Internet of Things, Elasticsearch, Logstash, Kibana, Patient Tracking System, Healthcare.

Intisari – Aplikasi berbasis Internet of Things (IoT) di bidang kesehatan memberikan kemudahan dalam melakukan pemantauan terhadap kondisi pasien. Sejumlah perangkat sensor dapat mengukur dan mengirimkan data kondisi pasien beserta lokasinya. Dari data tersebut dokter maupun paramedis kemudian dapat melakukan analisis dalam waktu nyata dari jarak jauh sehingga kondisi pasien dapat selalu terpantau dan pendeteksian dini terhadap kondisi darurat dapat dilakukan. Rekomendasi tindakan terkait kondisi dan lokasi pasien dapat diberikan dengan lebih tepat. Begitu pula dalam kasus pelayanan kesehatan ibu dan anak, adanya informasi lokasi akan memudahkan tidak hanya dokter maupun paramedis dalam penentuan tindakan tapi juga membantu pasien dalam melakukan tindakan secara mandiri jika diperlukan. Dengan demikian pengolahan dan penyajian data lokasi pasien yang baik dalam pelayanan kesehatan ibu dan anak sangat dibutuhkan. Aplikasi Elasticsearch, Logstash, dan Kibana (ELK) merupakan sebuah teknologi yang memiliki performa yang sangat baik dalam mengumpulkan data log dan data lainnya yang berasal dari berbagai sumber secara kontinyu dalam jumlah yang sangat besar dan menampilkannya dalam bentuk grafik dan peta. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem yang dapat menampilkan hasil pencatatan kondisi dan lokasi dari sejumlah pasien dalam waktu yang nyata menggunakan aplikasi ELK untuk kebutuhan pelayanan kesehatan ibu dan anak.

Kata Kunci – *Internet of Things*, Elasticsearch, Logstash, Kibana, Pelacakan Pasien, Layanan Kesehatan.

I. PENDAHULUAN

Aplikasi berbasis Internet of Things (IoT) di bidang kesehatan dapat digunakan untuk melakukan pemantauan terhadap kondisi pasien secara jarak jauh dan waktu nyata. Dengan demikian dokter dan paramedis atau dengan kata lain para pemberi layanan kesehatan dapat

melakukan diagnosis kapan pun berdasarkan data yang terekam terus menerus dan juga dapat melakukan antisipasi terhadap keadaan darurat yang mungkin terjadi.

Dalam usaha peningkatan layanan terhadap kesehatan ibu dan anak, penelitian [1] menyebutkan bahwa penerapan teknologi IoT dapat meningkatkan kualitas layanan kesehatan ibu dan anak sehingga dapat menjadi solusi bagi program pemerintah Indonesia untuk mengurangi risiko kematian ibu dan anak. Regulasi pemerintah Indonesia yang dikeluarkan oleh Kementerian Kesehatan mendefinisikan beberapa aktivitas pemantauan kesehatan ibu dan anak seperti pengukuran tekanan darah, suhu badan, dan frekuensi denyut jantung. Desain awal aplikasi berbasis IoT yang dibuat dalam [1] menunjukkan bahwa sejumlah perangkat medis portabel dapat digunakan untuk memantau kondisi-kondisi yang dibutuhkan dalam pemantauan kesehatan ibu dan anak. Dalam desain tersebut sejumlah perangkat medis portabel dihubungkan dengan aplikasi server yang memungkinkan dokter dan petugas medis melakukan pemantauan dalam waktu nyata dari jarak jauh. Dengan aplikasi itu pula dokter dan petugas medis dapat melakukan diagnosis tidak hanya dari kondisi pasien di satu waktu tapi dari sepanjang waktu selama perangkat medis tersebut digunakan.

Perangkat sensor yang dapat dikenakan, terutama yang berbasis IoT, dapat digunakan untuk observasi dan perekaman data di rumah maupun di tempat kerja dalam durasi yang lebih lama jika dibandingkan dengan observasi yang dilakukan saat kunjungan ke laboratorium. Kumpulan data yang sangat besar ini jika dianalisis dan ditampilkan dengan visualisasi yang mudah dipahami oleh tenaga kesehatan memiliki potensi untuk membantu meningkatkan kualitas layanan kesehatan dan mengurangi biaya-biaya [2]. Dalam penelitian [2] digambarkan juga arsitektur sistem pemantauan kesehatan jarak jauh yang memiliki komponen akuisisi data, komponen transmisi data, dan *server* yang berfungsi sebagai penyimpan data, analitik, dan visualisasi.

Komponen-komponen yang digambarkan tersebut tersedia tidak hanya pada platform IoT yang sudah ada tapi juga terdapat pada *stack* aplikasi lain seperti Elasticsearch Logstash Kibana (ELK). Meskipun tidak dikhususkan untuk digunakan sebagai platform IoT namun ELK memiliki reputasi yang sangat baik untuk kemampuan yang dibutuhkan terutama dalam sistem pemantauan kesehatan. Untuk itu dibutuhkan penelitian yang dapat membuktikan kemampuan tersebut agar dapat menjadi alternatif dalam implementasi IoT dalam dunia kesehatan.

II. SIGNIFIKANSI STUDI

Paparan mengenai signifikansi studi dari penelitian ini terdiri atas penjelasan mengenai studi literatur terkait dan penelitian terdahulu. Selain itu akan dipaparkan juga sumber data, metode penelitian serta evaluasi yang digunakan dalam penelitian ini.

A. Studi Literatur

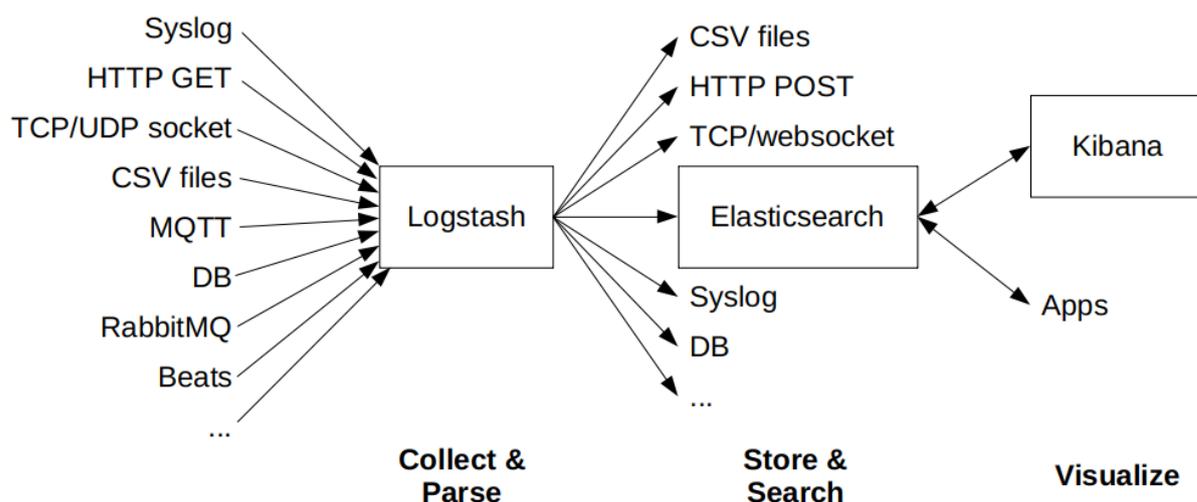
IoT memiliki potensi pasar yang besar dengan salah satu domain aplikasinya adalah di bidang kesehatan. Penggunaan IoT di bidang kesehatan antara lain adalah untuk penanganan jarak jauh, diagnosis jarak jauh, pemantauan dan pelacakan pasien jarak jauh, dan pelacakan aset medis [3].

Sistem pemantauan kesehatan telah berkembang cepat, dan sistem cerdas diusulkan untuk memantau kondisi kesehatan pasien terkini. Sistem tersebut dapat melacak dan memantau pasien dan memfasilitasi penanganan kesehatan pasien. Dengan demikian layanan medis yang lebih efektif dapat disediakan pada waktu yang tepat [4].

Dalam [5] juga disimpulkan bahwa implementasi sistem lokasi waktu nyata memungkinkan rumah sakit untuk mencapai tujuannya, seperti meningkatkan efisiensi, meningkatkan kepuasan pasien dan mengurangi waktu serta biaya. Penelitian tersebut sejalan dengan [6] di mana sebuah sistem pemantau kesehatan telah dikembangkan untuk memantau parameter fisiologis pasien dan mengirimkan data-data tersebut beserta detail lokasinya untuk dipantau oleh dokter yang bertugas.

Sistem pemantauan kesehatan sudah menjadi kebutuhan manusia saat ini. Dalam [7] dikembangkan sistem pencatatan kesehatan elektronik dengan biaya murah, ringan, hemat energi dan memiliki sistem terpusat. Dengan bentuk yang portabel ini, pasien dapat tetap melakukan pencatatan terhadap parameter kesehatan selama dalam perjalanan. Sementara itu penyimpanan data terpusat digunakan bersama Internet of Things.

Elasticsearch Logstash Kibana (ELK) adalah tiga aplikasi yang meskipun dapat digunakan secara terpisah namun ketiganya biasa digunakan sebagai solusi terintegrasi yang disebut dengan istilah *Elastic Stack* [8]. Elasticsearch menyediakan fungsi untuk menyimpan, mengindeks data untuk kebutuhan pencarian dan query data berskala besar dalam waktu nyata seperti yang dibutuhkan dalam sebuah aplikasi pemantauan dan analitik pada [9]. Aplikasi Logstash dapat mengambil dan mengumpulkan data dari berbagai sumber secara terus menerus dan mengirimkannya ke Elasticsearch untuk disimpan dan diindeks. Kibana yang didesain sebagai sebuah platform visualisasi data dapat digunakan untuk menampilkan data yang tersimpan dan terindeks dalam Elasticsearch. Sesuai kebutuhan dalam pengembangan IoT, ELK mendukung pengembangan skala secara vertikal maupun horisontal. Dengan demikian sistem IoT yang menggunakan ELK dapat dikembangkan dengan mudah dan murah [8]. Gambar 1 menunjukkan arsitektur ELK yang terdiri dari sebuah aplikasi pengumpul data (Logstash), penyimpanan dan pengindeks data untuk kebutuhan pencarian (Elasticsearch), dan aplikasi dengan antarmuka web untuk menampilkan data (Kibana).

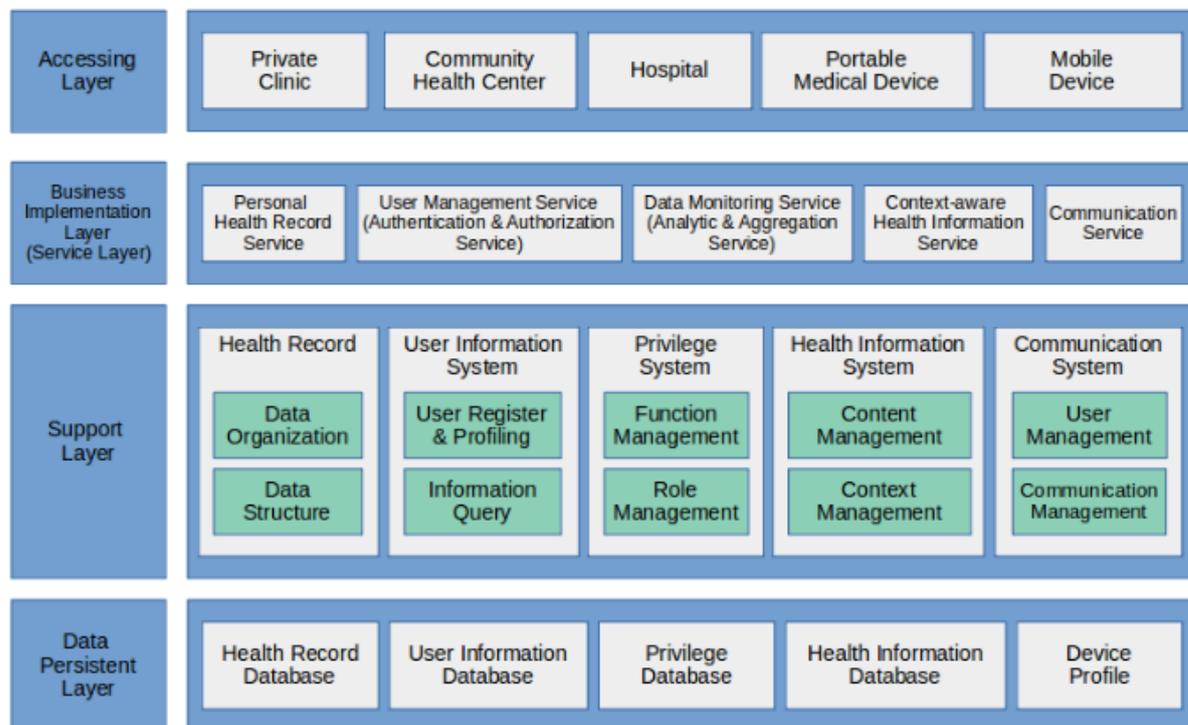


Gambar 1. Arsitektur Elasticsearch, Logstash dan Kibana (ELK)

Dalam [10] disebutkan bahwa ELK *stack* merupakan pilihan utama dalam mengimplementasi infrastruktur pemantauan karena memiliki sumber terbuka, menyediakan fitur-fitur yang dibutuhkan dan relatif mudah dalam melakukan konfigurasi dan menggunakannya. Dalam penelitian tersebut ELK *stack* digunakan untuk menghasilkan antarmuka pemantauan sejumlah data. Penelitian [11] juga telah menghasilkan konfirmasi bahwa teknologi tersebut dapat memenuhi kebutuhan dalam pengembangan sebuah sistem pemantauan yang solid.

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian mengenai perancangan aplikasi berbasis IoT untuk mendukung pelayanan kesehatan ibu dan anak [1]. Dalam penelitian sebelumnya telah dibuat rancangan awal yang mencakup seluruh modul yang akan dikembangkan. Dalam penelitian kali ini modul yang akan dikembangkan adalah sistem pemantauan dan pelacakan pasien menggunakan ELK yang merupakan bagian dari *health information service* yang berguna untuk memberikan informasi lokasi pasien yang membutuhkan layanan. Gambar 2 menunjukkan model layanan informasi kesehatan yang menggambarkan modul-modul yang terdapat dalam desain yang dihasilkan pada penelitian

terdahulu. Sistem pemantauan dan pelacakan pasien merupakan bagian dari pengembangan *health information service* yang berada di *service layer*.

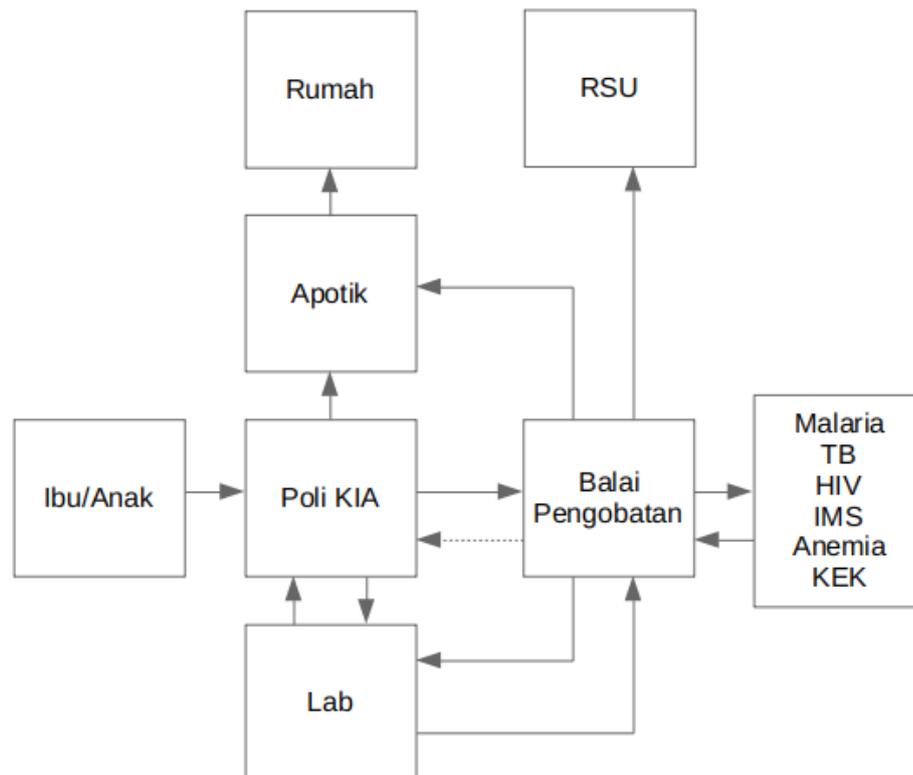


Gambar 2. Model layanan informasi kesehatan [1]

B. Data/Bahan

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil studi literatur terhadap dokumen regulasi pemerintah Republik Indonesia berupa Peraturan Menteri dan Panduan Pelayanan Antenatal Terpadu dari Kementerian Kesehatan. Dalam dokumen tersebut ditetapkan konsep alur pelayanan antenatal terpadu di Puskesmas yang dapat digambarkan seperti pada Gambar 3.

Dalam Gambar 3 terlihat alur pelayanan kesehatan ibu dan anak yang bermula dari Poli Kesehatan Ibu dan Anak (KIA) yang dilanjutkan ke Balai Pengobatan dan Laboratorium jika diperlukan. Setelah itu tergantung dari kondisi ibu atau anak maka dapat diberikan rujukan ke Rumah Sakit Umum (RSU), ke apotik untuk mendapatkan obat atau langsung pulang ke rumah. Dari hasil observasi tersebut terlihat kebutuhan pasien, yaitu ibu atau anak, untuk tetap mendapatkan pemantauan meskipun sudah tidak berada di balai pengobatan maupun rumah sakit.



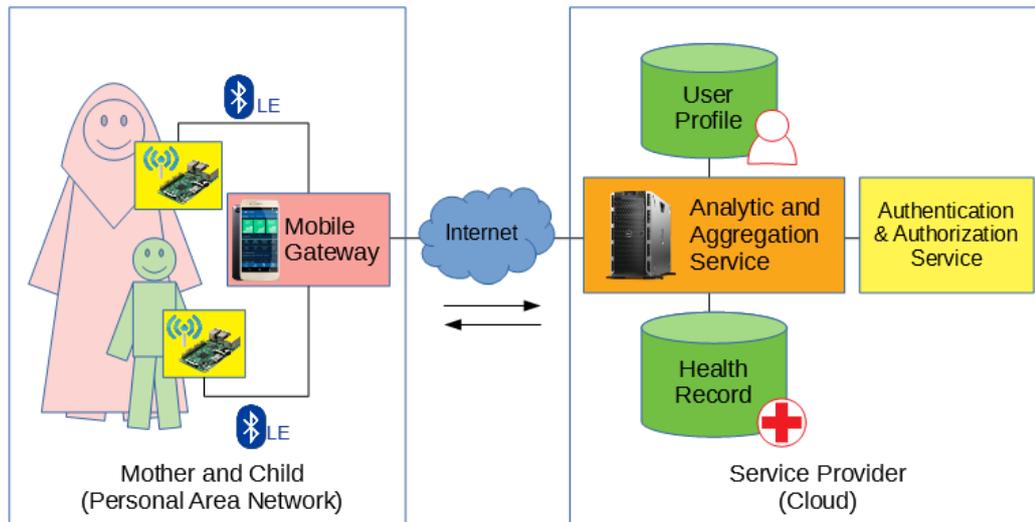
Gambar 3. Konsep alur pelayanan antenatal terpadu di puskesmas

Pengukuran kadar oksigen atau SpO₂ merupakan salah satu poin pengukuran yang harus dilakukan dalam prosedur pemeriksaan rutin ibu hamil [12]. Data hasil pengukuran SpO₂ dalam penelitian ini didapat dari pengukuran langsung menggunakan sensor *pulse oximeter* MAX30102 yang terhubung dengan perangkat Arduino. Selain itu data lokasi yang ikut dikirimkan bersama data fisiologis pasien diperoleh dari perangkat Android yang memiliki fasilitas GPS dan *Location API*. Perangkat Android yang berperan sebagai *gateway* ini juga akan menambahkan kode identitas pasien pada data fisiologis dan lokasi pasien yang dikirimkan ke *server*. Kode identitas pasien ini dibutuhkan untuk melakukan otentikasi dan membedakan kepemilikan data yang masuk antara pasien yang satu dengan yang lainnya.

C. Metode Penelitian dan Evaluasi

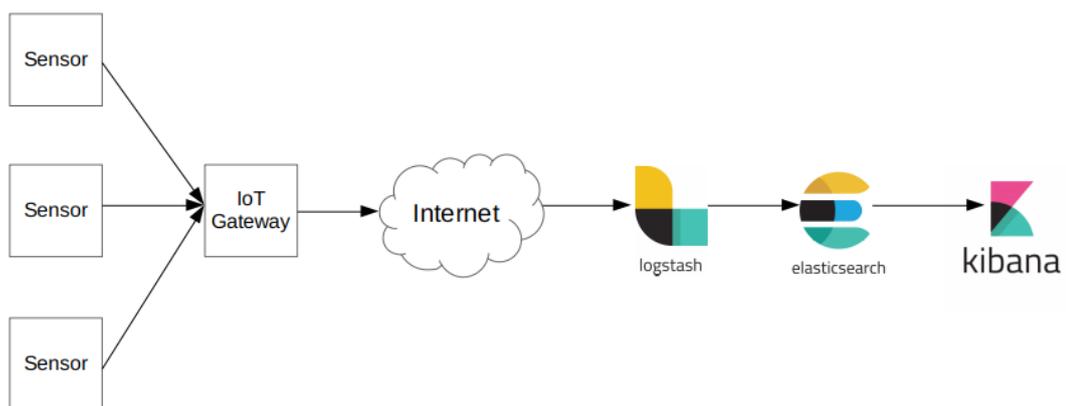
Desain sistem dalam penelitian ini dibuat berdasarkan panduan yang didapat dari literatur yang telah dipelajari. Setelah mendapatkan alur yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia kemudian dibuat desain Sistem Informasi Kesehatan yang dapat mengakomodasi peraturan tersebut. Dalam [13] telah dibuat sebuah kerangka desain untuk pengembangan sistem informasi yang mengumpulkan data sensor dari perangkat pemantauan kesehatan portabel seperti dalam Gambar 4. Sebagaimana dalam [13] penelitian ini juga menggunakan sensor *Pulse Oximeter* yang dapat mengukur tingkat saturasi atau kadar oksigen dalam darah.

Dalam Gambar 4 terlihat elemen aplikasi yang berada di *server* terdiri atas sebuah aplikasi layanan informasi yang mengagregasi data sensor dari pasien dan terintegrasi dengan layanan otentikasi dan otorisasi serta terhubung dengan pangkalan data pengguna dan sistem informasi yang menyimpan data kesehatan pengguna. Di dalam *server* ini pula terdapat aplikasi yang dapat memberikan analisis dan visualisasi untuk data yang telah terkumpul.



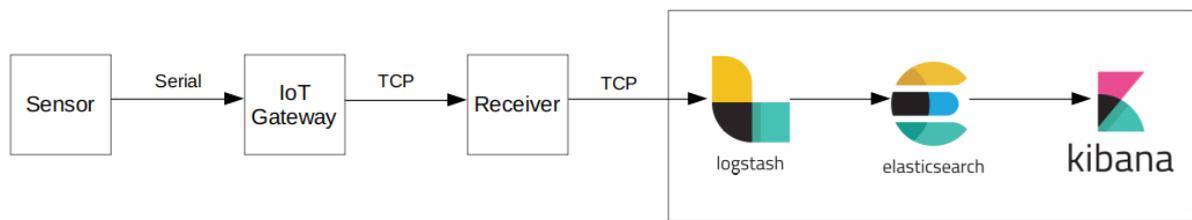
Gambar 4. Aplikasi pemantauan kesehatan portabel [13]

Berdasarkan referensi tersebut maka dibuatlah desain arsitektur sistem yang dapat dilihat pada Gambar 5. Sistem pelacakan lokasi yang menggunakan desain arsitektur ini dapat memperoleh data dari sejumlah sensor yang terdapat di tubuh pasien kemudian mengirimkan data hasil pengukurannya melalui IoT gateway. Sensor yang dapat terdiri dari beberapa perangkat pengukuran ini terhubung dengan perangkat Android yang berperan sebagai IoT gateway melalui koneksi serial Bluetooth Low Energy (BLE) yang dapat selalu aktif tanpa harus mengonsumsi daya listrik yang besar. Selain sebagai gateway perangkat Android ini dibutuhkan juga untuk melengkapi data sensor yang akan dikirim, yaitu dengan menambahkan informasi pasien sesuai konteks lokasi di mana data koordinat lokasi pasien diperoleh dari Location API yang tersedia dalam sistem operasi Android.



Gambar 5. Arsitektur sistem

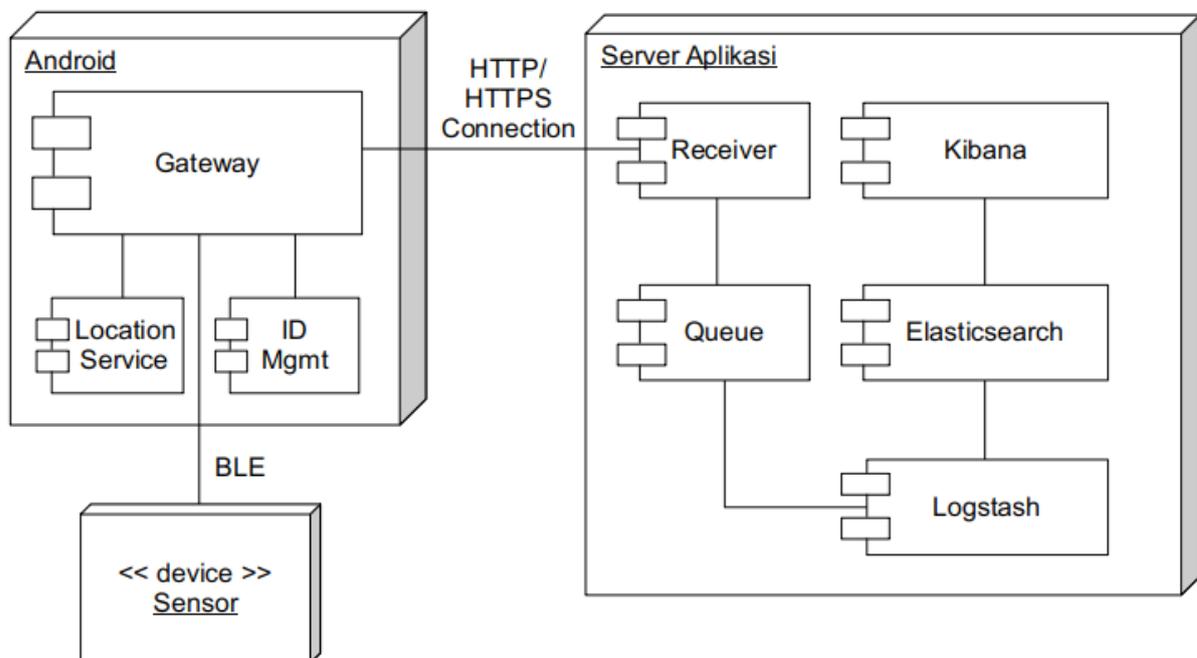
Setelah data diterima dari sensor dan terkumpul di Android, perangkat tersebut akan mengirimkan data yang sudah dilengkapi dengan data pengguna dan koordinat lokasi ke server sesuai ketersediaan koneksi internet pada perangkat tersebut. Dengan demikian proses pengiriman dapat berlangsung secara waktu nyata maupun tunda sesuai ketersediaan koneksi internet. Aplikasi pada perangkat Android menghubungkan diri dengan aplikasi yang berada di server menggunakan koneksi TCP yang memiliki opsi *persistent* sehingga dimungkinkan untuk mengirimkan data secara kontinyu. Alur data dan protokol yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Alur data dan protokol yang digunakan

Data yang diterima di *server* kemudian dipindahkan oleh Logstash ke dalam Elasticsearch untuk diindeks dan ditampilkan pada *dashboard* Kibana. Aplikasi Kibana ini memiliki fitur yang memungkinkan administrator melakukan pengelolaan data dan personalisasi *dashboard*. Administrator dapat membuat pengaturan menu navigasi sesuai peran pengguna, memilih data yang akan ditampilkan sesuai pola indeks (*index pattern*) dan menentukan jenis visualisasi yang akan digunakan.

Sistem pelacakan lokasi pasien yang telah dikembangkan diimplementasikan ke dalam sebuah *server* yang akan menerima data pasien, status kondisi pasien, dan lokasinya. Aplikasi yang berada di *server* ini juga yang akan mengelola data yang diterima untuk kemudian menampilkannya dengan visualisasi yang sesuai yang dapat memperlihatkan lokasi dan status pasien dengan spesifik. Gambar 7 menunjukkan *deployment diagram* yang menggambarkan bagaimana komponen-komponen dalam sistem ini ditempatkan dan berhubungan satu sama lain. Dalam gambar tersebut terlihat komponen-komponen utama sistem berupa perangkat sensor, perangkat Android yang di dalamnya terdapat IoT gateway, dan *server* yang terdiri atas aplikasi penerima data, Logstash, Elasticsearch dan Kibana untuk visualisasi data.

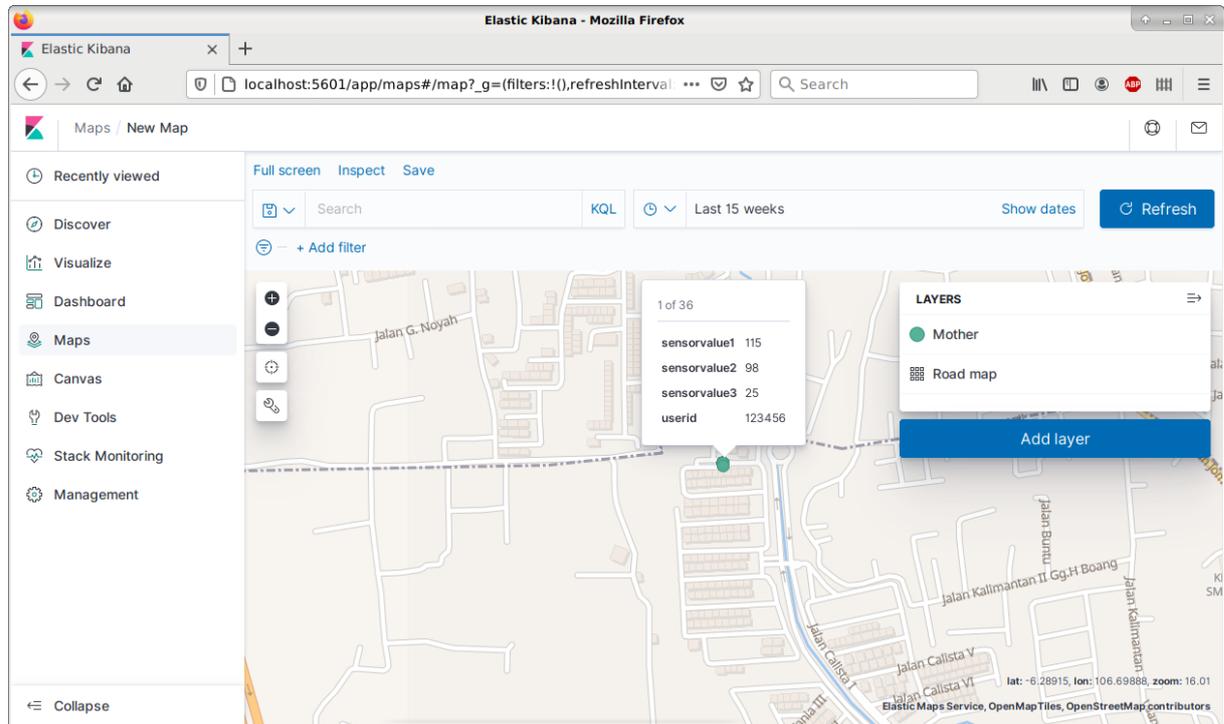


Gambar 7. Deployment Diagram

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 8 memperlihatkan contoh hasil pengujian di mana setelah data sensor berhasil diterima dan diindeks di dalam Elasticsearch maka data-data tersebut dapat ditampilkan berupa titik lokasi di sebuah peta digital di dalam Kibana dan dilengkapi dengan data pengenalan atau ID pasien dari mana data sensor itu berasal. Selain itu data-data yang telah berhasil diindeks

tersebut dapat juga dieksplorasi dengan menampilkannya berupa tabel Discovery dalam aplikasi Kibana seperti terlihat dalam Gambar 9.



Gambar 8. Contoh tampilan lokasi pada aplikasi Kibana

The screenshot shows the Elastic Kibana Discover interface. The table displays the following data:

Time	userid	sensorvalue1	sensorvalue2	sensorvalue3	location
> Jun 25, 2020 @ 09:45:49.930	123456	115	98	25	-6.2891235, 106.698916
> Jun 25, 2020 @ 09:45:49.929	123456	115	98	25	-6.2891235, 106.6989161
> Jun 25, 2020 @ 09:45:49.928	123456	115	98	25	-6.2891237, 106.6989159
> Jun 25, 2020 @ 09:45:49.927	123456	115	98	25	-6.2891242, 106.6989152
> Jun 25, 2020 @ 09:45:49.926	123456	115	98	25	-6.2891255, 106.6989121
> Jun 25, 2020 @ 09:45:49.925	123456	115	98	25	-6.2891261, 106.6989123
> Jun 25, 2020 @ 09:45:49.925	123456	115	98	25	-6.2891254, 106.6989121
> Jun 25, 2020 @ 09:45:49.921	123456	115	98	25	-6.2891241, 106.6989155
> Jun 25, 2020 @ 09:45:49.921	123456	115	98	25	-6.2891238, 106.6989157
> Jun 25, 2020 @ 09:45:49.915	123456	115	98	25	-6.2891236, 106.6989158
> Jun 25, 2020 @ 09:45:49.914	123456	115	98	25	-6.2891236, 106.6989156
> Jun 25, 2020 @ 09:45:49.914	123456	115	98	25	-6.2891234, 106.6989158
> Jun 25, 2020 @ 09:45:49.913	123456	115	98	25	-6.2891246, 106.6989155
> Jun 25, 2020 @ 09:45:49.912	123456	115	98	25	-6.2891385, 106.6989151
> Jun 25, 2020 @ 09:45:49.912	123456	115	98	25	-6.2891387, 106.6989145

Gambar 9. Contoh tampilan eksplorasi data mentah menggunakan aplikasi Kibana

Implementasi dan pengujian dari sistem ini dilakukan dengan melakukan instalasi *stack* Elasticsearch, Logstash dan Kibana pada *server* berbasis Linux dan aplikasi IoT *gateway* pada platform Android. Sementara sensor dipasang pada perangkat Arduino yang dapat terhubung dengan IoT *gateway* menggunakan koneksi Bluetooth. Spesifikasi lengkap dari instalasi aplikasi ini dapat dilihat pada Tabel 1. Dalam Tabel 1 tersebut terlihat tipe perangkat Arduino dan tipe sensor yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu ESP32 dan sensor MAX30102 atau

Pulse Oximeter yang merupakan sensor pengukur detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah.

TABEL 1
SPESIFIKASI PERANGKAT YANG DIGUNAKAN

Perangkat	Spesifikasi
Arduino	Tipe: ESP32 Sensor: MAX30102 (Pulse Oximeter)
Android	OS: 5.1.1 (Lollipop) API/Services: BLE, Location, Network
Server	OS: Linux (Ubuntu 18.04) Elasticsearch: 7.7.0 Logstash: 7.7.0 Kibana: 7.7.0 JDK: OpenJDK 14.0.1

Setelah dilakukan instalasi maka dilakukan pengujian fungsional aplikasi. Hasil pengujian fungsi-fungsi utama dari aplikasi pelacakan berbasis IoT ini terangkum dalam Tabel 2. Dalam rangkuman pengujian tersebut terdapat ringkasan hasil pengujian dari fitur-fitur yang terkait dengan pasien, status, dan lokasinya. Hasil pengujian yang ditampilkan di sini merupakan hasil pengujian menggunakan akses pengguna yang memiliki peran sebagai Administrator sistem yang memiliki hak pengguna yang paling luas dan memiliki akses ke seluruh fitur yang ada di Kibana.

TABEL 2
HASIL PENGUJIAN FITUR-FITUR UTAMA

No.	Kategori	Fitur	Hasil Pengujian
1	Akuisisi Data	Pembacaan Sensor	Perangkat Arduino berhasil mendapatkan data pengukuran detak jantung dan kadar oksigen dari sensor MAX30102.
2		Pengiriman Data ke Gateway	Perangkat Arduino berhasil mengirimkan data hasil pengukuran ke <i>gateway</i> Android melalui koneksi BLE.
3	Transmisi Data	Penambahan Data Lokasi dan Identitas Pasien	<i>Gateway</i> Android berhasil menambahkan data lokasi yang berasal dari GPS/Location API dan kode identitas pasien.
4		Pengiriman Data dari Gateway ke Server	<i>Gateway</i> Android berhasil mengirimkan data fisiologis pasien, data lokasi dan kode identitas pasien ke server.
5	Penyimpanan dan Visualisasi Data	Penerimaan Data di Server	Receiver berhasil menerima data di server. Logstash berhasil mengambil data yang telah diterima dan mengirimkannya ke Elasticsearch untuk diindeks.
6		<i>Indexing</i>	Elasticsearch berhasil menerima data dari Logstash dan melakukan <i>indexing</i> .
7		Personalisasi Dashboard	Administrator <i>dashboard</i> Kibana dapat menambahkan data pengguna baru, mendefinisikan peran (dokter atau pemberi layanan kesehatan lainnya) dan membuat ruang khusus bagi tiap peran sehingga dapat memiliki menu yang berbeda-beda sesuai kebutuhan masing-masing.
8		Pengelolaan <i>Index Pattern</i>	Administrator dapat membuat <i>Index Pattern</i> untuk jenis data pelacakan (sensor, lokasi, dan pasien) yang masuk ke dalam sistem.

9	Visualisasi Data	Administrator dapat membuat visualisasi dari data pelacakan yang masuk ke dalam sistem berupa grafik dan peta
10	<i>Dashboard</i>	Administrator dapat mendesain <i>dashboard</i> yang berisi kumpulan beberapa visualisasi.
11	Laporan	Administrator dapat membuat tampilan tabel laporan untuk kebutuhan yang berbeda-beda, menampilkan dan kemudian mengunduh laporan tersebut.

Selain uji fungsional aplikasi dan pengiriman data, evaluasi juga dilakukan oleh dokter terhadap hasil pelacakan yang dilakukan oleh sistem ini. Dari hasil evaluasi tersebut ditemukan bahwa status kondisi pasien yang ditampilkan masih belum akurat jika dibandingkan dengan pengukuran langsung menggunakan alat pengukur serupa yang ada di pasaran. Namun demikian setelah dilakukan pengecekan ditemukan bahwa kurangnya akurasi tersebut diakibatkan oleh kualitas sensor yang digunakan (MAX30102). Hal ini dibuktikan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor secara langsung sebelum data dikirim ke sistem dan dibandingkan dengan alat pengukur yang ada di pasaran (*pulse oximeter*).

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sebuah sistem pelacakan lokasi pasien berbasis IoT dapat dikembangkan untuk mendukung layanan kesehatan ibu dan anak di Indonesia. Penelitian ini berhasil melakukan *proof-of-concept* aplikasi berbasis IoT menggunakan Elasticsearch, Logstash dan Kibana untuk menghasilkan sebuah *dashboard* yang dapat menampilkan data kondisi pasien dan lokasi di mana pasien tersebut berada. Di mana data yang dikumpulkan tersebut diperoleh secara otomatis dengan mengintegrasikan seperangkat sensor dengan sebuah IoT *gateway*. Otomatisasi tersebut memudahkan pasien untuk melaporkan data kondisinya sehingga pemberi layanan kesehatan dapat langsung memberikan pelayanan yang sesuai dengan kondisi pasien tersebut.

Saran bagi penelitian berikutnya adalah untuk melengkapi fitur-fitur lain yang belum tersedia yang dibutuhkan dalam sistem ini seperti integrasi dengan data pasien yang sesuai standar regulasi rekam medis kesehatan, sistem otentikasi dan otorisasi pengguna untuk meningkatkan keamanan sistem. Penelitian lanjutan juga dapat dilakukan dengan melakukan pengujian pada pasien sesuai prosedur yang berlaku dalam penelitian di bidang kesehatan.

REFERENSI

- [1] T. M. Kadarina dan R. Priambodo, "Preliminary design of Internet of Things (IoT) application for supporting mother and child health program in Indonesia," in *2017 International Conference on Broadband Communication, Wireless Sensors and Powering (BCWSP)*, 2017, vol. 2018-Janua, hal. 1–6.
- [2] M. Hassanaliheragh *et al.*, "Health Monitoring and Management Using Internet-of-Things (IoT) Sensing with Cloud-Based Processing: Opportunities and Challenges," in *Proceedings - 2015 IEEE International Conference on Services Computing, SCC 2015*, 2015.
- [3] O. B. Sezer, E. Dogdu, dan A. M. Ozbayoglu, "Context-Aware Computing, Learning, and Big Data in Internet of Things: A Survey," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 5, no. 1. hal. 1–27, 2018.
- [4] K. Aziz, S. Tarapiah, S. H. Ismail, dan S. Atalla, "Smart real-time healthcare monitoring and tracking system using GSM/GPS technologies," in *2016 3rd MEC International Conference on Big Data and Smart City, ICBDS 2016*, 2016.

- [5] L. Gholamhosseini, F. Sadoughi, dan A. Safaei, "Hospital real-time location system (A practical approach in healthcare): A narrative review article," *Iranian Journal of Public Health*. 2019.
- [6] M. Manas, A. Sinha, S. Sharma, dan M. R. Mahboob, "A novel approach for IoT based wearable health monitoring and messaging system," *J. Ambient Intell. Humaniz. Comput.*, 2019.
- [7] F. Shanin *et al.*, "Portable and Centralised E-Health Record System for Patient Monitoring Using Internet of Things (IoT)," in *2018 International CET Conference on Control, Communication, and Computing, IC4 2018*, 2018.
- [8] M. Bajer, "Building an IoT Data Hub with Elasticsearch, Logstash and Kibana," in *2017 5th International Conference on Future Internet of Things and Cloud Workshops (FiCloudW)*, 2017, hal. 63–68.
- [9] N. Shah, D. Willick, dan V. Mago, "A framework for social media data analytics using Elasticsearch and Kibana," *Wirel. Networks*, Des 2018.
- [10] S. Bagnasco, D. Berzano, A. Guarise, S. Lusso, M. Masera, dan S. Vallero, "Monitoring of IaaS and scientific applications on the Cloud using the Elasticsearch ecosystem," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2015.
- [11] V.-A. Zamfir, M. Carabas, C. Carabas, dan N. Tapus, "Systems Monitoring and Big Data Analysis Using the Elasticsearch System," in *2019 22nd International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS)*, 2019, hal. 188–193.
- [12] Y. A. Zhivolupova, "Remote Monitoring System for Preeclampsia Detection and Control," in *2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus)*, 2019, hal. 1352–1355.
- [13] T. M. Kadarina dan R. Priambodo, "Monitoring heart rate and SpO2 using Thingsboard IoT platform for mother and child preventive healthcare," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang mendukung penelitian ini khususnya kepada Pusat Penelitian Universitas Mercu Buana atas pendanaan yang diberikan untuk penelitian ini.