

Pemantauan Tanda-tanda Vital Jarak Jauh Berbasis Sistem Internet of Things: Scoping Review

Asih Fujiasih

Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia

E-mail: asihfujiasih@gmail.com

Abtrak

Teknologi informasi kesehatan sedang berkembang. Pemantauan tanda-tanda vital jarak jauh berbasis sistem Internet of Things (IoT) merupakan aplikasi yang dapat meningkatkan aksesibilitas pelayanan kesehatan. Pengukuran tanda-tanda vital menggunakan alat sensor yang datanya secara otomatis dikirim melalui sistem IoT, diolah, dan dapat dilihat melalui aplikasi di gawai atau web. Terbatas analisis literatur tentang sistem Pemantauan Tanda-tanda Vital Jarak Jauh Berbasis IoT. Tujuan literature review ini adalah untuk mengetahui konsep sistem Pemantauan Tanda-tanda Vital Jarak Jauh Berbasis Internet of Things serta tahap input, proses, dan output. Metode yang digunakan dalam mengumpulkan literatur adalah melalui pencarian di Remote Lib UI yang selanjutnya diseleksi melalui metode PRISMA sehingga ditemukan 12 literatur yang akan ditelaah. Melalui literature review didapatkan tiga konsep utama yaitu pemantauan di rumah, pemantauan di ruang rawat inap, pemantauan saat olah raga. Pada aspek input, alat sensor yang digunakan beragam, tiga diantaranya terintegrasi dengan sistem EWS/MEWS. Pada aspek proses, terdapat mikrokontroler dan konektivitas yang harus diperhatikan. Pada aspek output, tiga alat sudah memiliki desain fitur aplikasi, sebagian besar hasil ditampilkan dalam bentuk angka dan grafik, tiga diantaranya mampu menampilkan hasil berupa nilai EWS/MEWS. Alat ukur masih perlu dikembangkan agar lebih terintegrasi, sederhana, dan akurat. Pengembangan fitur dan pertimbangan biaya perlu dilakukan. Untuk studi selanjutnya dapat diaplikasikan sistem ini dalam konteks rawat inap yang diintegrasikan dengan Electronic Health Record.

Kata Kunci: Internet of Things, IoT, tanda-tanda vital

Remote Vital Signs Monitoring Based on Internet of Things System: Literature Review

Abstract

Health information technology is evolving. Remote vital signs monitoring based on the Internet of Things (IoT) is an application that can improve the accessibility of health care. Vital sign measurement uses a sensor tool which data is automatically sent via IoT system, processed and can be viewed through an application on mobile device or web. This system consists of concept, input, process, and output. This literature review aimed to find out the concept of Remote Vital Signs Monitoring Based on IoT System, input, process, and output. The method used is through a search at Remote Lib UI which is then selected through PRISMA methodology, so that is found 12 literature. Through the literature review, three main concepts were obtained, namely monitoring at home, monitoring in the inpatient room, monitoring during sports. On input aspect, various sensor tools are used, three of which are integrated with the EWS/MEWS system. On the process aspect, there are microcontroller and connectivity that must be considered. On the output aspect, three tools already have application feature designs, most of the results are displayed in the form of numbers and graphics, three of which are able to display results in the form of EWS/MEWS. Measuring tools still need to be developed to be more integrated, simple, and accurate. Feature development and cost considerations need to be made. Subsequent studies can be applied to the system in the context of an outpatient integrated with Electronic Health Record.

Keywords: Internet of Things, IoT, vital signs

Pendahuluan

Teknologi informasi kesehatan sedang berkembang saat ini. Salah satunya adalah teknologi berbasis Internet of Things (IoT). IoT adalah sistem transfer data yang diperoleh saat ini melalui jaringan. Melalui IoT memungkinkan kita membuat sejumlah data yang dapat dihubungkan atau dikomunikasikan secara langsung dengan orang lain melalui internet (Ali et al., 2020). Tanda-tanda vital merupakan pengukuran dasar dari fungsi tubuh yang dapat menunjukkan tanda klinis yang berkaitan dengan penyakit atau gangguan kesehatan. Terdapat empat komponen penting tanda-tanda vital, yaitu tekanan darah, nadi, frekuensi pernapasan, dan suhu. Pengukuran tanda-tanda vital sangat diperlukan karena tanda-tanda vital memberikan informasi tentang (1) Adanya masalah medis yang akut, (2) Tingkat kesakitan yang terjadi pada tubuh karena stres fisik, (3) dapat dijadikan sebagai marker untuk penyakit kronis, seperti hipertensi, diabetes, dan penyakit kardiovaskuler (Castledine, 2006).

Pemantauan tanda-tanda vital berbasis teknologi IoT memudahkan tenaga kesehatan untuk memonitor tanda-tanda vital klien dalam jarak jauh. Hal ini dapat meningkatkan aksesibilitas seseorang dalam mendapatkan pelayanan kesehatan. Pengukuran tanda-tanda vital menggunakan alat sensor yang datanya kemudian dikirim melalui sistem IoT, diolah, dan dikirimkan ke suatu alat baik itu melalui aplikasi di gawai atau web. Aplikasi ini akan dapat digunakan untuk semua kasus.

Setiap sistem Pemantauan Tanda-tanda Vital Jarak Jauh Berbasis IoT ini memiliki konsep tersendiri dan terdiri dari input, proses, dan output. Konsep setiap sistem alat yang dibuat dapat berbeda tergantung dari tujuan sistem dan latar belakang area penggunaan. Input meliputi pengukuran tanda-tanda vital dengan menggunakan alat pengukur tanda-tanda vital yang sudah dilengkapi oleh sensor. Proses merupakan pengiriman hasil pengukuran melalui suatu sistem tertentu berdasarkan teknologi IoT. Output adalah gambaran hasil pengukuran tanda-tanda vital yang dapat dilihat melalui aplikasi gawai maupun web. Tujuan literature review ini adalah untuk mengetahui konsep

sistem Pemantauan Tanda-tanda Vital Jarak Jauh Berbasis Internet of Things serta tahap input, proses, dan output.

Metode

Literatur review ini menggunakan pendekatan scoping review, dengan tahapan penentuan databased, pemilihan artikel, dan analisis hasil. Artikel-artikel diperoleh dari Remote Lib Ui yang didalamnya terintegrasi jurnal-jurnal dari Proquest, Scopus, Sage Journals, Clinical Key, Clinical Key Nursing, IEEE, Xplore, JSTOR, ScienceDirect. Dari pencarian tersebut diperoleh 368 literatur. Skrining dilanjutkan dengan menggunakan metode PRISMA, fokus pencarian berupa artikel dengan kriteria journal article diperoleh 174 artikel, dalam rentang waktu 5 tahun terakhir diperoleh 160 artikel. Disaring lagi melalui area computer science and medical diperoleh 87 artikel. Dari 87 ditelaah melalui judul dan area kajian sehingga diperoleh 12 artikel yang memenuhi kriteria inklusi, yang meliputi unsur teknologi pemantauan tanda-tanda vital jarak jauh yang menggunakan IoT.

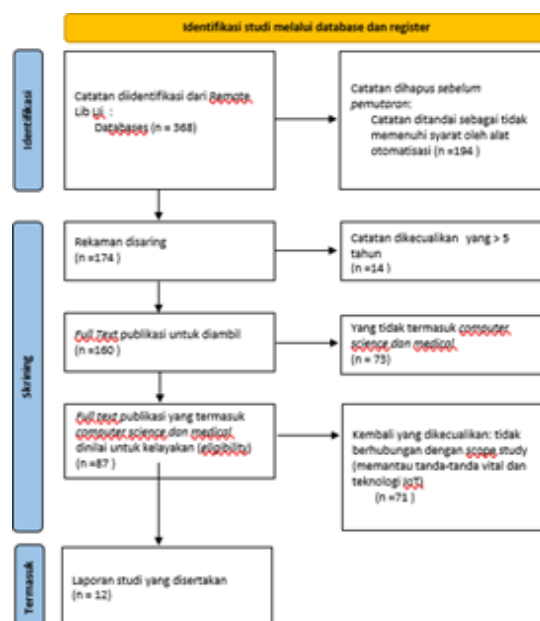


Diagram 1. Proses Seleksi Artikel Berdasarkan Pendekatan PRISMA

Asih Fujiasih: Pemantauan Tanda-tanda Vital Jarak Jauh Berbasis Sistem Internet Of Things

Hasil

Sistem Pemantauan Tanda-tanda Vital Jarak Jauh Berbasis IoT ini terdiri dari konsep, input, proses, dan output. Hasil kajian literatur review ini dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Hasil Telaah Literatur

No.	Judul	Penulis	Tahun	Konsep	Yang Diukur	Input/Sensor	Proses	Output
1.	An Efficient IoT Based Body Parameters Telemonitoring System	Teodore F. Revano dan Manuel B. Garcia. (Filipina)	2021	Mem b a n t u pasien dan tenaga kesehatan untuk memonitor vital sign secara continue dalam jarak jauh. Sistem MEWS dan terdapat medical record pasien. Dua akses utama dalam aplikasi, yaitu akses pasien dan akses dokter. Menitikberatkan p a d a kelengkapan fitur aplikasi. Tindak lanjut dari jurnal ke-6.	TD, HR, RR, Suhu, EKG	Alat sensor tidak dijelaskan secara spesifik.	Tidak dijelaskan secara spesifik. Tindak lanjut dari VITAL APP, terdapat pada jurnal ke-6.	Hasil pengukuran dilihat melalui aplikasi i-Vital dalam bentuk angka dan grafik. Desain aplikasi dilengkapi dengan berbagai fitur, yaitu fitur medical record pasien, konsultasi dokter.
2.	Internet of Thing Based Real-Time Vital Sign Monitoring System Using Mobile Application	Sugondo Hadityoso, Akhmad Alfaruq, Rohmat Tulloh, Yuyun Siti Rohmah, Erwin Susanto. (Indonesia)	2021	Alat mengukur vital sign ke m u d i a n mengirim data ke cloud internet untuk disimpan dan diproses untuk memonitor TTV langsung saat itu melalui aplikasi android i-Health Vital Sign. Data d i t a m p i l k a n dalam bentuk angka maupun grafik.	E K G , saturasi Oksigen, TD, HR	MAX 30100 untuk SpO2, TD diukur alat digital, 18B20. untuk suhu, sensor EKG menggunakan alat sensor yang berdasarkan penelitian terdahulu. Tampilan alat seperti pengukur TD digital (jam tangan besar)	Bluetooth HC-06 module. Client-server architecture: Transmission Control Protocol (TCP/IP). Nama alatnya: vitalsign d i s t r i b u t e d monitoring system through the internet network. Melalui alat Android-based application yang disebut i Health Vital Sign Monitor.	Hasil pengukuran dilihat melalui aplikasi i-Health Vital Sign Monitor (Android mobile) dalam bentuk angka dan grafik.
3.	The Measuring of Vital Signs Using Internet of Things Technology	Demtania Gusti Kristiani, Triwiyanto, Priyambada Cahya N, Bambang Guruh I. (Indonesia)	2019	Alat mengukur HR dan RR, h a s i l n y a d i k i r i m k a n melalui Wi-Fi. Output berupa grafik dapat dilihat melalui web.	Heart rate dan RR	Flex sensor untuk RR (di perut) dan SEN11574 untuk HR (di jari) digital oscilloscope.	E S P 3 2 microcontroller, wi-fi	Hasil pengukuran dilihat di web berupa grafik hasil pengukuran RR dan HR
4.	IOT Based Health Monitoring System	Sownya G, Abhishek Lawrence S, Aishwarya M, Mamatha M, Abhishek P K. (India)	2021	Memonitor TTV pasien jarak jauh secara berkelanjutan. Prototype akan mengirimkan hasil sensor ke server, dianalisa, k e m u d i a n dikirim ke s m a r t p h o n e melalui Blynk App	suhu, heart rate, SpO2, dll. Dilengkapi dengan Temperatur ruangan dan kelembaban udara	MAX30100 nadi oximeter, DS18B20 sensor suhu, DHT-11 sensor suhu dan kelembaban ruangan, MQ-7 sensor CO	N O D E M C U microcontroller, Arduino IDE software	Hasil pengukuran dapat dilihat di smartphone melalui Blynk App
5.	The Real-Time Vital Sign Monitor for Heart Rate and SpO2 Parameter Using Internet of Things Technology	Bedjo Utomo, Triwiyanto, Sari Luthiyah, Urip Mudjiono, Torib Hamzah. (Indonesia)	2019	Alat sensor m e n g u k u r HR dan SpO2 saat olah raga. Hasilnya dilihat melalui s m a r t p h o n e s. Data diproses d e n g a n menggunakan Excel dan d i t a m p i l k a n dalam bentuk grafik setiap 30 detik.	heart rate dan SpO2	sensor jari dan oximeter sensor	Arduino, Wi-Fi, NCU ESP8266	Hasil pengukuran dapat dilihat m e l a l u i T h i n g S p e a k application pada s m a r t p h o n e berbentuk grafik.
6.	Vital App: Development and User Acceptability of an IoT-Based Patient Monitoring Device for Synchronous Measurements of Vital Signs	Manuel B. Garcia, Nino U. Pilueta, Moises F. Jardiniano (Filipina)	2020	hasil pengukuran h a r d w a r e module sensor d i k i r i m k a n dengan teknologi w i r e l e s s berdasarkan IEEE 802.15.4 standar dan hasilnya kan muncul dalam VITAL APP.	heart rate, TD, suhu	LM35 untuk suhu dihubungkan dg analog to digital(ADC), pulse oximeter, sphygmomanometer	Analog to Digital Converter (ADC), LM2596 zenncore microcontroller, wireless technology IEEE 802.115.4 untuk sinkronisasi p e n g u k u r a n multiple TTV.	Hasil pengukuran dapat dilihat melalui VITAL A p p . D a t a dimodifikasi dalam bentuk MEWS (Modified Early Warning Score). Hasil dapat dilihat dalam bentuk angka dan grafik.

Asih Fujiasih: Pemantauan Tanda-tanda Vital Jarak Jauh Berbasis Sistem Internet Of Things

7.	An Efficient IoT Based Body Parameters Telemonitoring System	T. Ninikrishna, Mohit Kumar, Nishit Kumar, Parul Karn, Rachana. (India)	2020	Pengukuran TTV dengan sensor dikirimkan wireless dengan Zigbee transmitter module S2-ditampilkan di komputer dokter. Data ECG juga dikirimkan ke smartphone dokter android dan website RS.	heart rate, suhu, electro dermal respons.	LM35 untuk suhu, model1157 untuk sensor TD dan HR, GSR sensor electro dermal responses.	Wireless System Network (WSN), telemedicine, Arduino, GSR, Zigbee (S2 module), Radio Frequency Identification (RFID), cloud	Hasil pengukuran dilihat melalui layar LCD dalam bentuk angka dan MATLAB dalam bentuk grafik.
8.	IoT-based COVID-19 Patient Vital Sign Monitoring	Nunung Nurul Qomariyah, Maria S. Astriani, Sri Dhuny. (Indonesia)	2021	Pengukuran melalui sensor berdasarkan EWS pasien melalui IoT sensor dan web-based system aplikasi. Jika EWS lebih dari 6, sistem akan mengingatkan users sehingga dapat segera menghubungi dokter. Periode pemantauan dapat diatur jangka waktunya atau dapat otomatis sesuai dengan nilai EWS pasien.	heart rate, SpO2, suhu, tingkat kesadaran	MAX 30102 oximeter sensor untuk heart rate dan nadi. DS18B20 untuk sensor suhu, dan acceleromotor sensor. Untuk RR dan TD dilakukan pembacaan manual.	Sistem Raspberry Pi, internet	Hasil pengukuran dilihat melalui aplikasi, terintegrasi dalam bentuk EWS. Sistem akan menginformasikan kondisi pasien sesuai dengan nilai EWS. Jika EWS > 6, sistem akan mengingatkan users untuk segera menghubungi dokter
9.	Design and Implementation of Smart E-Health System Based on Cloud Computing to Monitor the Vital Signs in Real-Time and Measurements Validation	Abbas Abd Ali, Adnan Hussein, Ali J Al-Askery. (Irak)	2020	Pengukuran TTV dengan sensor WRV SMS melalui HTTP protocol IoT. Hasilnya dapat dilihat melalui webpage. Data akan dianalisa, suhu terdapat 4 level, SpO2 3 level. Dari hasil analisa tersebut akan ditentukan kondisi pasien. Sistem akan menghubungi ambulans, dokter, atau penolong pasien melalui sms sesuai dengan kondisi pasien.	HR, SpO2, suhu	Wearable Remote VitalSigns Monitoring System (WRV SMS): NTC temperature sensor, MAX30100 sensor HR dan SpO2. Alat sudah terdesain dengan P 3,7 cm, L 4,6 cm, T 1,2 cm, berat 15 gr. Dapat digunakan seperti jam. Spesifikasi layar oled dan Li-ion battery.	Wi-Fi ESP01, cloud web server HTTP protocol, Elastic IP by Amazon.	Hasil pengukuran dapat dilihat melalui webpage. Hasil pengukuran akan dianalisa. Sistem akan menghubungi ambulans, atau dokter, atau penolong pasien sesuai dengan hasil analisa kondisi pasien melalui sms.
10.	IoT based Vital Signs Monitoring System for Human Beings	Kavipriya Sundaravadivel, Priyadharshini M, Hemalatha K, Nageshwari R. (India)	2021	Pengukuran TTV dengan sensor, hasilnya dapat dilihat melalui android mobile app oleh dokter dan pasien.	suhu, nadi, aktivitas otot	DS18B20 sensor suhu, EMG V3 sensor aktivitas otot, dan pulse sensor respectively: Arduino IDE software.	Node MCU (Arduino Wi-fi chip) dengan menggunakan microcontroller ESP8266. Raspberry Pi.	Hasil pengukuran dilihat melalui android mobile app dalam bentuk grafik.
11.	Vital Sign Monitoring System for Healthcare Through Iot Based Personal Service Application	Manju Lata Sahu, Mithilesh Atulkar, Mitul Kumar Ahirwal, Afsar ahamad. (India)	2022	Pengukuran TTV dengan sensor, hasilnya dapat dilihat di aplikasi android device. Terintegrasi dengan sistem EWS. Sistem dapat mendeteksi kelainan TTV dan memberikan alarm jika terdapat keadaan TTV yang berbahaya. EWS dapat dikomunikasikan terhadap users maupun pemberi pelayanan u/ penanganan medis lebih lanjut.	TD, nadi, RR, suhu, EWS, Sp O2.	Berry Med vital sign monitor PM 6750: sensor suhu, sensor EKG, sensor SpO2, sensor TD	M C U : STM32F103xC, CY8C58LP, DMA controller, Bluetooth low energi (BLE) 4.0: BMSPPS3MC2.	Hasil pengukuran dilihat melalui android mobile app. Aplikasi dapat menyimpan data secara lokal maupun di cloud. Terintegrasi dengan EWS. Sistem dapat mendeteksi kelainan TTV dan memberikan alarm jika terdapat keadaan TTV yang berbahaya. EWS dapat dikomunikasikan terhadap users maupun pemberi pelayanan kesehatan.

12.	Intelligent Medical System with Low-Cost Wearable Monitoring Devices to Measure Basic Vital Signal of Admitted Patients	Siraporn Sakphrom, Thunyawat Limpiti, Krit Funsian, Sravouth Chandaket, Rina Haiges and Kamon Thinsurat. (Thailand & Malaysia).	2021	Terdapat dua konsep, yaitu 1. Desain smart device: Low-cost Wireless Body Sensor Network (WBSN), low-cost smart wrist watch. Data diproses dan ditampilkan di layar OLED jam tangan dan dikirimkan melalui Wi-Fi untuk disimpan dan diolah di pusat data. Data dapat dianalisa dan dinotifikasi ke staf medis melalui komputer atau mobile phone. 2. Desain Intelligent Medical Monitoring System, dimana data akan ditampilkan di komputer perawat, ditampilkan data setiap pasien per kamar rawat inap.	heart rate, nadi, TD, suhu	Photoplethysmography (PPG): Sensor nadi, MAX 30102 sensor HR dan TD, GY-906 sensor suhu	ESP-32 microcontroller, Wi-Fi, Bluetooth.	Hasil pengukuran dilihat di layar OLED jam tangan berupa angka. Hasil juga dapat dilihat di komputer atau mobile phone dalam bentuk things board yang menampilkan data pengukuran setiap pasien dalam bentuk angka dan grafik.
-----	---	---	------	---	----------------------------	---	---	--

Pembahasan

a. Konsep

Terdapat beberapa konsep yang muncul dalam sistem Pemantauan Tanda-tanda Vital Jarak Jauh berbasis IoT, yaitu konsep sistem untuk memantau kondisi pasien di rumah, memantau kondisi pasien di ruang rawat inap, dan memantau tanda-tanda vital saat berolah raga (Salem et al., 2022). Dari dua belas literatur yang ditelaah, sepuluh diantaranya mengusung konsep pemantauan pasien di rumah yang akan terhubung dengan tenaga kesehatan. Terdapat satu literatur yang mengusung konsep pemantauan tanda-tanda vital saat berolah raga. Terdapat satu literatur yang mengusung dua konsep bersamaan, yaitu konsep pemantauan pasien di ruang rawat inap dan pemantauan pasien di rumah (Downey et al., 2018). Didapatkan juga sistem yang mengintegrasikan konsep Early Warning Score (EWS) atau Modified Early Warning Score (MEWS). Terdapat tiga literatur yang sudah mengintegrasikan konsep EWS atau MEWS dalam sistemnya (Fu et al., 2020).

b. Input

Dalam unsur input dievaluasi kelengkapan sensor pengukur tanda-tanda vital, yang meliputi heart rate/nadi (HR/N), tekanan darah (TD), respiratory rate (RR), dan suhu (S) (Sapra et al., 2023). Dalam Tabel 1

diperoleh bahwa alat sensor yang digunakan untuk mengukur tanda-tanda vital bervariasi. Kemampuan alat dalam mengukur tanda-tanda vital pun bervariasi. Terdapat dua alat yang sudah mampu mengukur N/HR, TD, RR, S bersamaan dalam satu sistem. Bahkan salah satu diantaranya dilengkapi dengan kemampuan untuk menghitung EWS pasien. Lima alat lainnya mampu mengukur N/HR, TD, dan S tanpa dilengkapi kemampuan mengukur RR. Tiga alat hanya dapat mengukur HR dan S. Satu alat mampu mengukur TD dan HR, namun dilengkapi dengan kemampuan memberikan gambaran EKG dan saturasi oksigen. Satu alat hanya mampu mengukur HR dan RR. Satu lagi alat hanya mampu mengukur HR dan saturasi oksigen.

Alat sensor yang digunakan untuk mengukur tanda-tanda vital beragam. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur N/HR adalah Max30100, Max 30102, Berry Med Vital Sign Monitor PM6750; alat untuk mengukur TD adalah Berry Med Vital Sign Monitor PM6750; untuk mengukur RR adalah Berry Med Vital Sign Monitor PM6750 dan Flex Sensor; untuk mengukur Suhu adalah DS18B20, LM35, Berry Med Vital Sign Monitor PM6750, dan GY-906.d. Desain alat pada prinsipnya adalah wearable atau yang dapat dengan mudah digunakan pada tubuh klien. Terdapat dua literatur yang sudah menggambarkan integritas alat ukurnya, yaitu alat ukur berupa gelang yang digunakan pada tangan klien yang disertai

spesifikasi layar oled dan Li-ion battery, mampu mengukur HR, suhu, dan saturasi oksigen.

c. Proses

Tahap proses merupakan tahap pengantar pesan dari alat sensor pengukur sehingga sampai ke layar output. Tahap ini, menggunakan microcontroller dan konektivitas tertentu. Berikut ini adalah beberapa microcontroller yang digunakan dalam literatur, yaitu ESP32, NodeMCU, Arduino, ESP8266, LM2596 zenncore, DMA microcontroller, Raspberry Pi. Berikut ini beberapa konektivitas yang dipergunakan, yaitu bluetooth HC-06 module, wireless technology IEEE 802.115.4, Wi-Fi ESP01, Bluetooth Low Energi 4.0 BMSPPS3MC2.

d. Output

Output hasil pengukuran akan muncul melalui aplikasi di gawai atau web dalam bentuk angka, grafik, dan atau dilengkapi juga oleh fitur-fitur aplikasi lainnya. Terdapat tiga literatur yang sudah memiliki nama aplikasi beserta desain fitur, yaitu bernama i-Vital, i-Health, dan Vital App. Output hasil pengukuran seluruhnya berupa angka. Sebelas diantaranya disertai dengan grafik. Yang menarik adalah terdapat tiga literatur yang desain sistemnya sudah diintegrasikan dengan sistem EWS atau MEWS. Jika terdapat nilai EWS atau MEWS yang kurang baik, sistem akan terhubung ke petugas kesehatan atau mengingatkan user untuk menghubungi petugas kesehatan.

Terdapat juga literatur yang menggambarkan pengukuran TTV saat olah raga, hasilnya dilihat di layar oled, dianalisa oleh sistem, jika terdapat TTV kurang baik sistem dapat menghubungi ambulans atau petugas kesehatan atau bahkan sekedar penolong klien sesuai kondisi klien, dalam bentuk pesan singkat (sms). Terdapat satu literatur yang membuat sistem berlatar belakang ruang rawat inap, dimana TTV klien diukur dengan menggunakan satu alat yang sudah terintegrasi sensor TD, N, RR, dan S. Hasil pengukuran TTV pasien tersebut dapat langsung muncul di layar monitor nurse station secara otomatis, sehingga perawat

dapat memonitor TTV seluruh pasien di ruangan tersebut dalam satu layar berbentuk angka maupun grafik secara otomatis (Selvaraju et al., 2022) .

Simpulan

Pemantauan tanda-tanda vital jarak jauh berbasis sistem IoT kini dapat dilakukan. Komponen konsep, input-proses-output perlu dirancang dengan baik sehingga sistem pemantauan tanda-tanda vital jarak jauh dapat berdampak positif bagi pelayanan kesehatan. Konsep merupakan hal pertama yang harus ditentukan saat akan membuat sistem ini sehingga sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Pada komponen input, desain alat sudah ada namun masih perlu dikembangkan. Perlu dipersiapkan alat yang terintegrasi dengan baik yang merupakan satu komponen alat siap pakai yang dapat mengukur tekanan darah, nadi, frekuensi pernapasan, dan suhu bersamaan. Desain alat yang sederhana, mudah digunakan (wearable), dan akurat adalah aspek yang perlu dikembangkan lebih lanjut.

Pada prosesnya perlu diperhatikan mikrokontroler dan konektivitas yang akan digunakan sehingga hasil pengukuran dapat ditampilkan melalui aplikasi di gawai atau web. Jangkauan jaringan dan stabilitas jaringan dapat mempengaruhi waktu pengiriman data. Dalam aspek output, data sudah dapat ditampilkan dalam bentuk angka maupun grafik, dan beberapa sistem sudah terintegrasi dengan sistem EWS atau MEWS. Tampilan data agar mudah dibaca, mudah dimengerti, dan menarik menjadi unsur yang harus dipertimbangkan. Ketersediaan fitur-fitur kesehatan lainnya dalam satu aplikasi dapat ditambahkan agar dapat meningkatkan daya guna dan daya tarik aplikasi tersebut. Pertimbangan biaya dalam pengadaan sistem ini memerlukan kajian tersendiri. Untuk studi lebih lanjut, dapat dilakukan penelitian tentang sistem Pemantauan Tanda-tanda Vital Jarak Jauh Berbasis IoT diaplikasikan dalam konteks ruang rawat inap dan diintegrasikan dengan Electronic Health Record.

Referensi

Ali, A. A., Ali, A. H., & Al-Askery, A. J.

(2020). Design and Implementation of Smart E-Health System Based on Cloud Computing to Monitor the Vital Signs in Real-Time and Measurements Validation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 745(1), 12097. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/745/1/012097>

Bhardwaj, H., Bhatia, K., Jain, A., & Verma, N. (2021). IOT Based Health Monitoring System. 2021 *6th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICCES51350.2021.9489207>

Castledine, G. (2006). The importance of measuring and recording vital signs correctly. *British Journal of Nursing*, 15(5), 285. <https://doi.org/10.12968/bjon.2006.15.5.20645>

Downey, C. L., Chapman, S., Randell, R., Brown, J. M., & Jayne, D. G. (2018). The impact of continuous versus intermittent vital signs monitoring in hospitals: A systematic review and narrative synthesis. *International Journal of Nursing Studies*, 84, 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2018.04.013>

Fu, L.-H., Schwartz, J., Moy, A., Knaplund, C., Kang, M.-J., Schnock, K. O., Garcia, J. P., Jia, H., Dykes, P. C., Cato, K., Albers, D., & Rossetti, S. C. (2020). Development and validation of early warning score system: A systematic literature review. *Journal of Biomedical Informatics*, 105, 103410. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2020.103410>

Garcia, M. B., Pilueta, N. U., & Jardiniano, M. F. (2019). VITAL APP: Development and User Acceptability of an IoT-Based Patient Monitoring Device for Synchronous Measurements of Vital Signs. 2019 *IEEE 11th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/HNICEM48295.2019.9072724>

Hadiyoso, S., Alfuruq, A., Tulloh, R., Rohmah, Y. S., & Susanto, E. (2021). Internet of things based real-time vital sign monitoring system using mobile application. *Journal of Applied Engineering Science*, 19(3), 807–813. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/19/3/03807>

doi.org/10.5937/jaes0-28774

Kristiani, D. G., Triwiyanto, T., Nugraha, P. C., Irianto, B. G., Syaifudin, & Titisari, D. (2019). The Measuring of Vital Signs Using Internet Of Things Technology (Heart Rate And Respiration). 2019 *International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (ISEMANTIC)*, 417–422. <https://doi.org/10.1109/ISEMANTIC.2019.8884312>

Ninikrishna, T., Kumar, M., Kumar, N., Karn, P., & Rachana, S. V. (2020). An Efficient IoT Based Body Parameters Telemonitoring System. 2020 *Second International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*, 1167–1171. <https://doi.org/10.1109/ICIRCA48905.2020.9183030>

Qomariyah, N. N., Astriani, M. S., & Asri, S. D. A. (2021). IoT-based COVID-19 Patient Vital Sign Monitoring. 2021 *IEEE 5th International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE)*, 127–131. <https://doi.org/10.1109/ICITISEE53823.2021.9655961>

Revano, T. F., & Garcia, M. B. (2021). iVital: A Mobile Health Expert System with a Wearable Vital Sign Analyzer. 2021 *IEEE 13th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/HNICEM54116.2021.9731967>

Sahu, M. L., Atulkar, M., Ahirwal, M. K., & Ahamad, A. (2022). Vital Sign Monitoring System for Healthcare Through IoT Based Personal Service Application. *Wireless Personal Communications*, 122(1), 129–156. <https://doi.org/10.1007/s11277-021-08892-4>

Sakphrom, S., Limpiti, T., Funsian, K., Chandhakhet, S., Haiges, R., & Thinsurat, K. (2021). Intelligent medical system with low-cost wearable monitoring devices to measure basic vital signals of admitted patients. *Micromachines*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/mi12080918>

Salem, M., Elkaseer, A., El-Maddah, I. A. M., Youssef, K. Y., Scholz, S. G., & Mohamed, H. K. (2022). Non-Invasive Data Acquisition and IoT Solution for Human Vital Signs Monitoring: Applications, Limitations and Future Prospects. *Sensors* (Basel, Switzerland), 22(17). <https://doi.org/10.3390/s22176625>

Sapra, A., Malik, A., & Bhandari, P. (2023). *Vital Sign Assessment*.

Selvaraju, V., Spicher, N., Wang, J., Ganapathy, N., Warnecke, J. M., Leonhardt, S., Swaminathan, R., & Deserno, T. M. (2022). Continuous Monitoring of Vital Signs Using Cameras: A Systematic Review. *Sensors* (Basel, Switzerland), 22(11). <https://doi.org/10.3390/s22114097>

Sundaravadivel, K., Malaiyarasan, P., Karuppiyah, H., & Raja, N. (2021). IoT based vital signs monitoring system for human beings. *3C Tecnología Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme*, November 2021, 611–621. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2021.specialissue8.611-621>

Utomo, B., Triwiyanto, Luthfiyah, S., Mudjiono, U., & Hamzah, T. (2019). The Real-Time Vital Sign Monitor for Heart Rate and SPO2 Parameter Using Internet of Things Technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1373(1), 3–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1373/1/012028>