



KEEFEKTIFAN PERANGKAT *WEARABLE* DALAM PEMANTAUAN TANDA-TANDA VITAL PADA PASIEN

Effectiveness of Wearable Devices in Monitoring Vital Signs in Patients

Diah Ayu Larasati, Yayang Putri, Zahra Ayu Dewanti, Popi Sopiah, Heri Ridwan

Program Keperawatan, Universitas Pendidikan Indonesia Kampus Daerah Sumedang, Jabar

Riwayat artikel

Diajukan: 22 Juni 2024

Diterima: 30 Oktober 2024

Penulis Korespondensi:

- Diah Ayu Larasati
- Program
Keperawatan,
Universitas
Pendidikan
Indonesia Kampus
Daerah Sumedang,
Jabar

email:

[diahayularasati19@upi.e](mailto:diahayularasati19@upi.edu)

du

Kata Kunci:

Keefektifan, Perangkat
Wearable, Tanda-Tanda Vital

Abstrak

Pemeriksaan tanda-tanda vital dilakukan untuk mengevaluasi fungsi fisiologis dasar dari tubuh manusia. Sering terjadinya *medical error* yang meliputi faktor manusia, masalah teknis medis ataupun kesalahan dalam menilai tanda-tanda vital pasien memerlukan solusi yang tepat untuk mengurangi hal ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keefektifan perangkat *wearable* dalam pemantauan tanda-tanda vital pada pasien untuk mengurangi kejadian *medical error*. Metode penelitian ini adalah menggunakan desain literature review. Dengan metode pencarian yang digunakan dari database yaitu PubMed, Google Scholar, dan Semantic Scholar. Data diperoleh dari penelitian 5 tahun terakhir dengan pertimbangan kontekstual dan kesesuaian. *Review* akhir melibatkan 5 studi referensi yang dimana menunjukkan bahwa tingkat keefektifan perangkat *wearable* pemantau tanda-tanda vital sudah bisa dikatakan dengan kategori yang baik. Parameter dalam pemantauan tanda-tanda vital, yaitu: suhu tubuh, detak jantung, rata-rata pernapasan, dan tekanan darah. Hasil ini memperlihatkan perangkat pemantau tanda-tanda vital *wearable* masih memiliki keunggulan dari segi reliabilitas yang telah teruji dan familiaritas di kalangan praktisi medis, adopsi teknologi baru perlu dilakukan secara bertahap dan terukur agar dapat mencapai keseimbangan antara inovasi dan kualitas layanan kesehatan yang optimal.

Abstract

Vital signs examination is performed to evaluate the basic physiological functions of the human body. The frequent occurrence of medical errors that include human factors, medical technical problems or errors in assessing patient vital signs requires the right solution to reduce this. The purpose of this study was to determine the effectiveness of wearable devices in monitoring vital signs in patients to reduce the incidence of medical errors. This research method is to use a literature review design. With the search method used from the database, namely PubMed, Google Scholar, and Semantic Scholar. Data was obtained from the last 5 years of research with consideration of contextual and suitability. The final review involved 5 reference studies which showed that the level of effectiveness of vital signs monitoring wearable devices can be said to be in a good category. Parameters in vital signs monitoring, namely: body temperature, heart rate, respiratory rate, and blood pressure. These results show that wearable vital signs monitoring devices still have advantages in terms of proven reliability and familiarity among medical practitioners, the adoption of new technologies needs to be carried out gradually and measurably in order to achieve a balance between innovation and optimal quality of health services.

PENDAHULUAN

Mengingat pelayanan kesehatan yang begitu penting bagi setiap penduduk, menjadikan sebuah rumah sakit mempunyai peranan yang penting dalam menjawab kebutuhan masyarakat akan pelayanan kesehatan (Tomey, 2006). Namun untuk memberikan mutu pelayanan kesehatan yang optimal, rumah sakit memerlukan tenaga-tenaga kesehatan yang produktif dalam bekerja. Tenaga-tenaga kesehatan tersebut yakni dokter, perawat, bidan, apoteker, fisioterapi dan tenaga kesehatan lainnya (Fatimah, 2012).

Namun ada aspek yang juga berpengaruh terhadap mutu pelayanan di sebuah rumah sakit. Dan seharusnya menjadi perhatian besar bagi pihak rumah sakit sebagai penyedia pelayanan. Aspek tersebut adalah keselamatan pasien (*patient safety*). Pasien bukan hanya membutuhkan pelayanan yang berkualitas tetapi juga suatu kondisi yang meyakinkan mereka bahwa pelayanan yang diberikan adalah pelayanan yang aman dan tidak membahayakan diri mereka (Permenkes, 2011).

Keselamatan pasien (*patient safety*) adalah suatu sistem yang dibuat oleh rumah sakit agar asuhan pasien lebih aman. Tujuan dilakukannya kegiatan keselamatan pasien di rumah sakit adalah untuk menciptakan budaya keselamatan pasien di rumah sakit, meningkatkan akuntabilitas rumah sakit, menurunkan insiden keselamatan pasien di rumah sakit, terlaksananya program pencegahan sehingga tidak terjadi kejadian tidak diharapkan. (Departemen Kesehatan RI, 2006)

Keselamatan pasien di rumah sakit kemudian menjadi isu penting karena banyaknya kasus *medical error* yang terjadi di berbagai negara. Setiap tahun di Amerika hampir 100.000 pasien yang dirawat di rumah sakit meninggal akibat *medical error*, selain itu penelitian juga membuktikan bahwa kematian akibat cedera medis 50% diantaranya sebenarnya dapat dicegah (Fadhillah Ika, 2013).

Tingkat pelaporan keselamatan pasien di Indonesia masih rendah. Pada tahun 2019 di Indonesia hanya 12% dari 2.877 rumah sakit yang melaporkan insiden keselamatan pasien, dengan jumlah laporan insiden keselamatan pasien sebanyak 7.465. Keselamatan pasien di Indonesia sering dijumpai di institusi pelayanan kesehatan. Angka kejadian keselamatan pasien dilaporkan sekitar 3-6,9% pada pasien yang menjalani rawat inap di rumah sakit (Amir dan Purnama, 2021).

Faktor penyebab keselamatan pasien dalam bekerja diantaranya: komunikasi, kondisi lingkungan, gangguan atau interupsi pada saat bekerja, beban kerja, edukasi staff. Kesalahan yang terjadi karena kegagalan komunikasi antar profesi menyebabkan peningkatan kejadian tidak diharapkan (Dabi dkk, 2021).

Beban kerja pada perawat meliputi beban kerja kuantitatif, beban kerja kualitatif, beban kerja fisik, beban kerja psikis, beban kerja sosial dan kelelahan kerja perawat merupakan penyebab utama terjadinya infeksi akibat kesalahan kerja. Dalam melaksanakan profesinya begitu banyak peran dan kewajiban yang harus dilaksanakan oleh perawat, segala aktivitas tersebut merupakan beban kerja perawat. Dalam komponen input, jumlah perawat, ketergantungan klien dan panjangnya shift sangat menentukan beban kerja di unit pelayanan keperawatan (Kusumaningsih dkk, 2020). Salah satu beban kerja pada perawat yaitu pemeriksaan tanda-tanda vital pada pasien secara berkelanjutan untuk mengetahui kondisi terbaru pasien.

Pemeriksaan *vital sign* (tanda vital) adalah suatu proses yang penting dalam dunia medis serta dilakukan untuk mengevaluasi fungsi fisiologis dasar dari tubuh manusia (Devi and Rahayu, 2018). Tanda-tanda vital yaitu frekuensi pernapasan, saturasi oksigen, denyut nadi, tekanan darah serta suhu memberikan gambaran tentang kondisi kesehatan seseorang dan membantu dalam diagnosis serta pemantauan perkembangan penyakit atau kondisi medis tertentu (Brekke et al., 2019).

Di rumah sakit, perawat atau dokter biasa melakukan pengecekan Tanda-Tanda Vital (TTV) terhadap pasien untuk mengetahui tanda klinis guna memperkuat diagnosis suatu penyakit dan menentukan perencanaan perawatan medis yang sesuai (Johns Hopkins Medicine,

2018). Parameter dalam pemantauan TTV manusia, yaitu: suhu tubuh (*body temperature*), detak jantung (*pulse rate*), rata-rata pernapasan (*respiration rate*), dan tekanan darah (*blood pressure*) (Johns Hopkins Medicine, 2018).

Mengingat kondisi pasien dapat berubah sewaktu-waktu maka dibutuhkan pemantauan tanda-tanda vital secara rutin dari tim medis untuk mengecek kondisi pasien secara berkala. Saat ini, pemeriksaan tanda-tanda vital dilakukan menggunakan berbagai alat medis yang berbeda-beda sesuai parameter vital yang diukur. Hal ini menyebabkan proses pemantauan menjadi tidak efisien dari segi waktu, sementara pembaruan informasi status kesehatan pasien dituntut untuk dilakukan secara cepat dan akurat sesuai dengan perkembangan kondisinya.

Pemantauan tanda-tanda vital (TTV) dapat diimplementasikan melalui dua pendekatan yaitu dilakukan secara manual ataupun dilakukan secara otomatis. Pemantauan secara manual, seseorang mengukur dan mencatat data secara manual dalam periode tertentu, sedangkan pemantauan secara otomatis, data dicatat oleh sebuah *device* dan data disimpan di dalam perangkat itu sendiri atau dikirim dan disimpan ke sebuah perangkat lain. Dalam pengiriman sebuah data dari satu perangkat ke perangkat yang lain, bisa menggunakan kabel sebagai perantaranya atau menggunakan metode nirkabel.

Tantangan pemantauan tanda-tanda vital secara manual yaitu kegagalan mengenali secara dini kondisi klinis pasien dan respon yang tidak sesuai terhadap kondisi pasien, serta penelusuran penyebab secara definitif yang tidak tepat akan meningkatkan morbiditas dan mortalitas pasien (Alvarez et al., 2018). Kurangnya pemahaman dan keterampilan dalam penatalaksanaan pasien kritis dapat menyebabkan terjadinya *medical error*. *Medical error* dapat meliputi faktor manusia, masalah peralatan, obat-obatan, masalah teknis medis ataupun kesalahan dalam menilai derajat kondisi pasien. Meskipun ilmu dan teknologi telah berkembang, ternyata angka kejadian *medical error* masih cukup tinggi. Laporan tahun 2013 di Amerika Serikat setiap tahun terdapat 251.000 kematian akibat *medical error* dan merupakan penyebab kematian ke-3 setelah penyakit jantung dan kanker (James, 2013).

Sistem perangkat medis yang terintegrasi yang dapat memberikan pembaruan status kesehatan pasien secara *real-time*. Kebutuhan ini mendorong para peneliti global untuk mengembangkan inovasi alat pengukur tanda-tanda vital. Sejalan dengan kemajuan teknologi, pengembangan perangkat *wearable* untuk monitoring kesehatan terus mengalami kemajuan dan penyempurnaan.

Banyak penelitian telah dilakukan dalam bidang pengembangan perangkat *wearable* untuk pemantauan tanda vital. Misalnya, penelitian oleh Lee et al. (2018) menunjukkan bahwa integrasi sensor optik pada smartband dapat memberikan pengukuran denyut jantung yang akurat. Penelitian lainnya oleh Zhao et al. (2019) mengkaji penggunaan sensor suhu berbasis *NTC thermistor* dalam perangkat *wearable*, menunjukkan bahwa sensor ini dapat memberikan pengukuran suhu tubuh yang stabil dan akurat. Lebih lanjut, penelitian oleh Wang et al. (2020) menyoroti pentingnya desain yang kompak dan efisien untuk meningkatkan kenyamanan pengguna dalam penggunaan jangka panjang. Selain itu, penelitian oleh Chen et al. (2017) menekankan perlunya kalibrasi yang tepat untuk memastikan akurasi sensor dalam berbagai kondisi lingkungan. Studi oleh Kim et al. (2018) menekankan pentingnya pengujian kinerja perangkat dalam berbagai kondisi untuk memastikan keandalan jangka panjang. Penelitian lain oleh Liu et al. (2019) menunjukkan bahwa penggunaan teknologi SMT (*Surface Mount Technology*) dapat meningkatkan keandalan dan konsistensi produk. Selain itu, penelitian oleh Patel et al. (2020) membahas tantangan dalam mengintegrasikan berbagai sensor pada PCB untuk perangkat *wearable*, termasuk masalah interferensi dan optimasi jalur sinyal. Penelitian oleh Gomez et al. (2016) menunjukkan bahwa modul komunikasi nirkabel seperti *Bluetooth* memainkan peran penting dalam memastikan konektivitas yang stabil dan cepat dalam perangkat *wearable*. Selanjutnya, studi oleh Park et al. (2018)

membahas metode fabrikasi PCB yang dapat meningkatkan kualitas dan kinerja perangkat *wearable*. Penelitian oleh Yang et al. (2017) juga menunjukkan bahwa teknik fabrikasi modern seperti *photolithography* dan *electroplating* dapat digunakan untuk menghasilkan PCB dengan kualitas tinggi yang sesuai untuk aplikasi *wearable*.

Berdasarkan dari latar belakang tersebut, maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan perangkat *wearable* dalam pemantauan tanda-tanda vital pada pasien untuk mengurangi kejadian *medical error* yang disebabkan oleh beban kerja perawat.

METODE

Rancangan penelitian yang digunakan adalah metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif studi literatur atau tinjauan Pustaka dengan menggunakan internet dan pencarian manual. Data dikumpulkan menggunakan database dari Google Scholar, PubMed, dan Semantic Scholar. Pencarian dilakukan dengan menggunakan kata kunci Keefektifan, Perangkat *Wearable*, Tanda-Tanda Vital. Kriteria inklusi penelitian ini adalah artikel yang dijadikan literatur adalah artikel penelitian, baik *original article* maupun kajian/review yang diterbitkan dari 2019-2024. Sebanyak 183 artikel, termasuk *original article* berhasil ditemukan. Secara keseluruhan, 103 sumber memiliki kelayakan judul. Setelah dieliminasi berdasarkan tahun, artikel yang hanya berisi abstrak, diperoleh 27 referensi. Dari 27 yang tersisa, 9 dikeluarkan dari penelitian dengan pertimbangan kontekstual dan kesesuaian dengan studi ini. *Review* melibatkan 5 studi referensi. Uraian alur pengumpulan data dapat dilihat pada gambar 1.

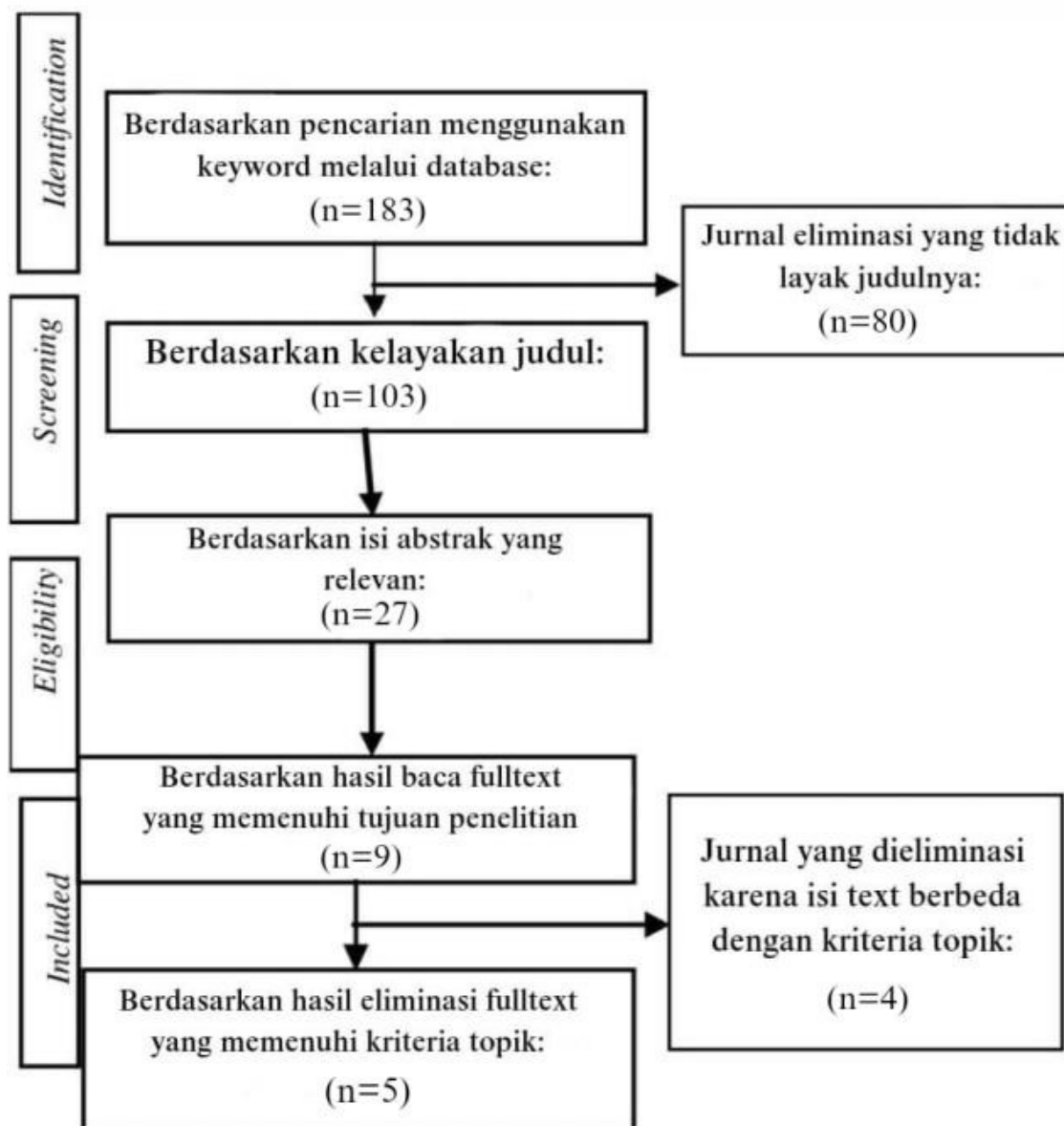
HASIL

Dari tahap pengumpulan data artikel sesuai dengan Prisma, didapatkan 5 artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Hasil pengumpulan data disajikan dalam table 1.

PEMBAHASAN

Perkembangan teknologi pemantauan tanda vital telah mengalami evolusi yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Inovasi-inovasi ini tidak hanya meningkatkan kemampuan pemantauan kesehatan, tetapi juga mengubah paradigma dalam perawatan pasien, membawa implikasi mendalam bagi praktik klinis dan pengalaman pasien, terutama dalam konteks pemantauan pasien di luar lingkungan rumah sakit. Dalam era digital yang semakin berkembang, penggunaan perangkat *wearable* untuk pemantauan tanda-tanda vital pasien telah menjadi salah satu inovasi penting dalam dunia kesehatan. Inovasi perangkat dengan konsumsi daya rendah dan *wearable devices* memungkinkan pemantauan berkelanjutan tanpa interupsi yang mendukung deteksi dini kondisi kesehatan pasien. Penelitian oleh Hidayat Puspa Guna dan Heri Purwoko (2020) menunjukkan bahwa sistem pemantauan berbasis digital ini berkontribusi pada peningkatan akurasi pengambilan data tanda vital, yang pada akhirnya mempercepat proses pengambilan keputusan klinis dan meningkatkan efisiensi kerja tenaga kesehatan.

Sistem pemantauan *vital sign* berbasis *wearable* sensor yang dikembangkan selama pandemi Covid-19, sebagaimana diungkapkan dalam penelitian Ahmad Syaifudin, Iyus Rusmana, dan Asniar Aliyu (2020), menggarisbawahi pentingnya teknologi ini dalam mendukung upaya *physical distancing* dan *telemedicine*. Kemampuan untuk memantau pasien dari jarak jauh memperluas akses layanan kesehatan, terutama di daerah terpencil atau bagi pasien dengan keterbatasan mobilitas. Lebih jauh lagi, penggunaan perangkat ini juga meningkatkan keterlibatan pasien dalam pengelolaan kesehatan pribadi mereka, sebuah tren yang semakin relevan dengan pergeseran menuju pendekatan perawatan kesehatan yang berpusat pada pasien.



Gambar 1: Prisma Flowchart

Perangkat *wearable* terbukti efektif dalam pemantauan tanda-tanda vital pasien, terutama dalam manajemen penyakit kronis dan pemantauan jarak jauh. Teknologi ini memungkinkan pengukuran terus-menerus terhadap parameter penting seperti tekanan darah, detak jantung, saturasi oksigen, laju pernapasan dan suhu serta mengirimkan data tersebut secara *real-time*. Hal ini memungkinkan deteksi dini kondisi abnormal yang dapat memicu komplikasi serius, seperti serangan jantung atau stroke, sehingga tindakan cepat dapat dilakukan.

Dari perspektif tenaga kesehatan, khususnya perawat, penerapan teknologi ini menghadirkan berbagai keuntungan. Pemantauan otomatis yang berkelanjutan memberikan efisiensi waktu yang signifikan, memungkinkan perawat untuk lebih fokus pada aspek perawatan yang membutuhkan interaksi langsung dengan pasien. Selain itu, teknologi ini mendukung analisis data longitudinal, yang memberikan informasi yang lebih komprehensif untuk pengambilan keputusan klinis. Notifikasi otomatis yang dihasilkan -

Tabel 1: Hasil pencarian artikel

No	Penulis	Judul	Metode	Hasil
1.	Muhammad Nur, Muhammad Niswar, Amil Ahmad Ilham (2019)	Desain Perangkat Medis dengan Konsumsi Daya Rendah untuk Mengukur Tanda Vital Pasien	Studi literatur, identifikasi masalah, perancangan sistem, pengujian sistem, dan pengambilan data.	Penelitian ini mendeskripsikan perangkat yang dirancang meliputi arduino nano, sensor temperatur, <i>photoplethysmography</i> dan komunikasi <i>wireless</i> menawarkan sensor yang digunakan pada <i>pulse oximeter</i> untuk menghitung kadar oksigen dalam darah dan detak jantung. Keunggulan dari sensor tersebut yaitu sinyalnya dapat diekstraksi untuk menghitung tingkat pernafasan. Hasil penelitian ini mengatakan bahwa desain perangkat yang ditawarkan ini dapat menjalankan fungsi pengukuran tanda-tanda vital. Perangkat ini memiliki beberapa keunggulan komparatif, meliputi desain sirkuit yang tidak rumit, kemudahan akses komponen, dan biaya produksi yang ekonomis, sehingga berpotensi untuk diproduksi secara massal.
2.	Hidayat Puspita Guna, Heri Purwoko (2020)	Vital Sign Monitor	Studi literatur, perancangan sistem, pembuatan, percobaan, pengujian sistem dan pengambilan data.	Hasil Penelitian ini mengembangkan alat pemantau kesehatan menggunakan teknologi sensor modern yang lebih akurat dan efisien, alat yang dapat mengukur detak jantung, laju pernafasan dan suhu tubuh. Menggunakan finger sensor yang dibangun menggunakan LED inframerah sebagai pemancar dan photodiode sebagai penerima, LM35 sebagai sensor suhu, sensor <i>miccondensor</i> untuk mendeteksi hembusan nafas, dan LCD sebagai keluaran akhir. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat baru ini memiliki toleransi yang baik, dengan akurasi BPM dalam batas 5 bpm dan suhu dalam 1 °C. Selain itu, pengukuran laju pernapasan juga menunjukkan akurasi yang baik.
3.	Anggi Zafira (2020)	Prototype Alat Monitoring Vital Sign Pasien Rawat Inap Menggunakan <i>Wireless</i> Sensor	Studi literatur, identifikasi masalah, perancangan sistem, pengujian sistem,	Penelitian ini membahas pengembangan alat monitoring vital sign untuk memantau pasien dalam empat parameter utama yaitu mengukur suhu tubuh, tekanan darah, denyut nadi dan SpO2. Hasil dari penelitian ini berupa <i>prototype</i> sistem monitoring kesehatan berbasis

No	Penulis	Judul	Metode	Hasil
		Sebagai Upaya <i>Physical Distancing</i> menghadapi Covid- 19	pengambilan data, dan pembuatan laporan.	<i>wireless</i> yang dapat diakses melalui jaringan internet dan telah diimplementasikan tanpa menggunakan arsitektur yang kompleks. Sistem sensor ini dirancang khusus agar dapat digunakan secara terus-menerus pada pasien stroke dengan meminimalkan gangguan dari penggunaan kabel yang umumnya ada pada perangkat konvensional.
4.	Ahmad Syaifudin, Iyus Rusmana, Asniar Aliyu. (2020)	Sistem Pemantauan Tanda Vital Manusia	Studi Kualitatif	Hasil penelitian ini mengembangkan sistem dari penelitian sebelumnya alat pemantau TTV manusia secara <i>wireless</i> sensor <i>network</i> dengan dua parameter pengukuran (suhu tubuh dan detak jantung per menit). Penelitian ini memodifikasi sistem dari penelitian tersebut. Objek khusus dari penelitian ini adalah merancang-bangun sistem pembacaan sinyal PPG dengan menggunakan modul sensor BPM yang berbeda fabrikasi, menggunakan <i>transceiver</i> yang secara spesifikasi lebih baik, menambahkan layar <i>Organic Light- Emitting Diode</i> (OLED) pada transmitter, dan menampilkan grafik <i>photoplethysmograph</i> pada layar komputer. Berdasarkan perancangan, pengujian serta pembahasan hasil pengujian dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa sensor detak jantung dan sensor suhu dapat bekerja dengan baik dengan nilai kesalahan kurang dari 5%.
5.	Muhammad Diono, Rizadi Sasmita Darwis, Rahmat Alfitri (2024)	Desain dan Fabrikasi <i>Printed Circuit Board (PCB)</i> <i>Smartband</i> untuk Mengukur Tanda Vital Pada Tubuh Manusia	Studi literatur, identifikasi masalah, perancangan desain, proses pembuatan, dan pengujian sistem.	Berdasarkan hasil penelitian, mendesain dan memfabrikasi PCB untuk <i>smartband</i> yang mampu mengukur tanda vital pada tubuh manusia, seperti denyut jantung dan suhu tubuh. Proyek ini melibatkan Tahapan pengembangan meliputi seleksi komponen yang tepat, perancangan skema dan tata letak PCB, proses fabrikasi, serta pemasangan komponen. Berdasarkan serangkaian pengujian, PCB yang dikembangkan terbukti memenuhi standar spesifikasi yang telah ditetapkan.

oleh perangkat ini juga memungkinkan respons yang lebih cepat terhadap perubahan kondisi pasien, yang dapat memitigasi risiko klinis dan meningkatkan outcomes pasien.

Bagi pasien, teknologi pemantauan tanda vital modern menawarkan sejumlah keuntungan yang signifikan. Peningkatan kenyamanan melalui penggunaan *wearable devices* dan sensor nirkabel memungkinkan pemantauan kesehatan yang lebih terintegrasi dengan gaya hidup sehari-hari. Pemantauan kontinu memberikan rasa aman yang lebih besar, terutama bagi pasien dengan kondisi kronis, sambil juga memungkinkan deteksi dini terhadap perubahan kondisi kesehatan. Akses terhadap data kesehatan pribadi mendorong keterlibatan aktif pasien dalam manajemen kesehatan mereka sendiri, sejalan dengan tren global menuju perawatan kesehatan yang lebih berpusat pada pasien. Kemampuan untuk melakukan pemantauan di rumah juga mengurangi kebutuhan untuk kunjungan rumah sakit yang sering, meningkatkan kualitas hidup pasien dan potensial mengurangi beban pada sistem kesehatan.

Hidayat Puspa Guna dan Heri Purwoko (2020) menunjukkan bahwa sistem pemantauan berbasis digital ini berkontribusi pada peningkatan akurasi pengambilan data tanda vital, yang pada akhirnya mempercepat proses pengambilan keputusan klinis dan meningkatkan efisiensi kerja tenaga kesehatan.

Sistem pemantauan *vital sign* berbasis *wearable* sensor yang dikembangkan selama pandemi Covid-19, sebagaimana diungkapkan dalam penelitian Ahmad Syaifudin, Iyus Rusmana, dan Asniar Aliyu (2020), menggarisbawahi pentingnya teknologi ini dalam mendukung upaya *physical distancing* dan *telemedicine*. Kemampuan untuk memantau pasien dari jarak jauh memperluas akses layanan kesehatan, terutama di daerah terpencil atau bagi pasien dengan keterbatasan mobilitas. Lebih jauh lagi, penggunaan perangkat ini juga meningkatkan keterlibatan pasien dalam pengelolaan kesehatan pribadi mereka, sebuah tren yang semakin relevan dengan pergeseran menuju pendekatan perawatan kesehatan yang berpusat pada pasien.

Perangkat *wearable* terbukti efektif dalam pemantauan tanda-tanda vital pasien, terutama dalam manajemen penyakit kronis dan pemantauan jarak jauh. Teknologi ini memungkinkan pengukuran terus-menerus terhadap parameter penting seperti tekanan darah, detak jantung, saturasi oksigen, laju pernapasan dan suhu serta mengirimkan data tersebut secara *real-time*. Hal ini memungkinkan deteksi dini kondisi abnormal yang dapat memicu komplikasi serius, seperti serangan jantung atau stroke, sehingga tindakan cepat dapat dilakukan.

Dari perspektif tenaga kesehatan, khususnya perawat, penerapan teknologi ini menghadirkan berbagai keuntungan. Pemantauan otomatis yang berkelanjutan memberikan efisiensi waktu yang signifikan, memungkinkan perawat untuk lebih fokus pada aspek perawatan yang membutuhkan interaksi langsung dengan pasien. Selain itu, teknologi ini mendukung analisis data longitudinal, yang memberikan informasi yang lebih komprehensif untuk pengambilan keputusan klinis. Notifikasi otomatis yang dihasilkan oleh perangkat ini juga memungkinkan respons yang lebih cepat terhadap perubahan kondisi pasien, yang dapat memitigasi risiko klinis dan meningkatkan outcomes pasien.

Bagi pasien, teknologi pemantauan tanda vital modern menawarkan sejumlah keuntungan yang signifikan. Peningkatan kenyamanan melalui penggunaan *wearable devices* dan sensor nirkabel memungkinkan pemantauan kesehatan yang lebih terintegrasi dengan gaya hidup sehari-hari. Pemantauan kontinu memberikan rasa aman yang lebih besar, terutama bagi pasien dengan kondisi kronis, sambil juga memungkinkan deteksi dini terhadap perubahan kondisi kesehatan. Akses terhadap data kesehatan pribadi mendorong keterlibatan aktif pasien dalam manajemen kesehatan mereka sendiri, sejalan dengan tren global menuju perawatan kesehatan yang lebih berpusat pada pasien. Kemampuan untuk melakukan pemantauan di rumah juga mengurangi kebutuhan untuk kunjungan rumah sakit yang sering, meningkatkan kualitas hidup pasien dan potensial mengurangi beban pada sistem kesehatan.

Meskipun begitu, tantangan dalam integrasi teknologi ini ke dalam praktik klinis juga tidak dapat diabaikan. Kendala biaya implementasi yang tinggi, kebutuhan pelatihan ekstensif, serta kekhawatiran terkait privasi dan keamanan data merupakan hambatan yang perlu diatasi. Meski perangkat *wearable* pemantau TTV pasien masih memiliki keunggulan dari segi reliabilitas yang telah teruji dan familiaritas di kalangan praktisi medis, adopsi teknologi baru perlu dilakukan secara bertahap dan terukur agar dapat mencapai keseimbangan antara inovasi dan kualitas layanan kesehatan yang optimal.

SIMPULAN

Berdasarkan tinjauan literatur yang dilakukan, kami menyimpulkan bahwa tanda-tanda vital yaitu frekuensi pernapasan, saturasi oksigen, denyut nadi, tekanan darah serta suhu memberikan gambaran tentang kondisi kesehatan seseorang dan membantu dalam diagnosis serta pemantauan perkembangan penyakit atau kondisi medis tertentu.

Pemantauan otomatis yang berkelanjutan memberikan efisiensi waktu yang signifikan, memungkinkan perawat untuk lebih fokus pada aspek perawatan yang membutuhkan interaksi langsung dengan pasien. Meskipun begitu, tantangan dalam integrasi teknologi ini ke dalam praktik klinis juga tidak dapat diabaikan. Kendala biaya implementasi yang tinggi, kebutuhan pelatihan ekstensif, serta kekhawatiran terkait privasi dan keamanan data merupakan hambatan yang perlu diatasi.

Namun, penelitian lebih lanjut perlu dilakukan mengenai keefektifan perangkat *wearable* dalam pemantauan tanda vital pasien, agar dapat mencapai keseimbangan antara inovasi dan kualitas layanan kesehatan yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, N. dan Purnama, D. 2021. Perbuatan Perawat yang Melakukan Kesalahan dalam Tindakan Medis. Kertha Wicaksana: Sarana Komunikasi Dosen dan Mahasiswa, 15(1):26–36. doi: <https://doi.org/10.22225/kw.14.2.1863.77-86>
- Alvarez, C., Rojas, E., Arias, M., Munoz-Gama, J., Seipúlveda, M., Heirskovic, V., & Capurro, D. (2018). Discovering role interaction models in the Emergency Room using Process Mining. *Journal of Biomedical Informatics*, 78(June 2017), 60-77.
- Diono, M., Darwis, R. S., & Al Fitri, R. (2024). Desain dan Fabrikasi Printed Circuit Board (PCB) Smartband untuk Mengukur Tanda Vital Pada Tubuh Manusia. *Jurnal ELEMENTER (Elektro dan Mesin Terapan)*, 10(1), 75-82.
- Fadhillah, Ika. Gambaran Budaya Keselamatan Pasien di Rumah Sakit Universitas Hasanuddin [Skripsi]. Makassar: Universitas Hasanuddin; 2013.3
- Fatimah, Ima. 2012. Hubungan Pengetahuan, Motivasi, dan Supervisi Dengan Kinerja Perawat Dalam Melaksanakan Patient Safety Di RSUD Labuang Baji Makassar. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Gomez, J., et al. (2016). "Bluetooth Low Energy <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2017.12.015>
- Brekke, I.J. et al. (2019) 'The value of vital sign trends in predicting and monitoring clinical deterioration: A systematic review.', *PloS one*, 14(1), p. e0210875. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210875>.
- Chen, X., et al. (2017). "Calibration Techniques for Wearable Health Sensors: Ensuring Accuracy in Varied Conditions." *IEEE Sensors Journal*, 17(5), 1508-1515.
- Dabi, A., Tuju, TS., Gonfa, BK., Waldekidan, ET., Beshaw, ED., Mohamed, MA., dan Geressu, ST. 2021. Factors towards patient safety among nurses working at Asella Referral and Teaching Hospital, Ethiopia : A cross-sectional study. *PloS ONE*. H.1–19. Doi: 10.1371/journal.pone.0254122.
- Devi, S.A. and Rahayu, T. (2018) 'Hubungan Tanda-Tanda Vital Dan Kadar Hemoglobin Dengan Konsentrasi Belajar Pada Remaja Putri', *Kingdom (The Journal of Biological Studies)*, 7(4), pp. 281–289. Available at: <https://doi.org/10.21831/kingdom.v7i4.13>

239.

- Departemen Kesehatan RI. Panduan Nasional Keselamatan Pasien Rumah Sakit. Jakarta: Bhakti Husada; 2006.
- for Wearable Health Monitoring: Advantages and Challenges." *IEEE Wireless Communications*, 23(4), 10-18.
- Guna, H. P., & Purwoko, H. (2020). Vital Sign Monitor. *Meidika Teknik: Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*, 1(2), 52-58.
- James, J. T. (2013). A new, evidence-based estimate of patient harms associated with hospital care. *Journal of Patient Safety*, 9(3), 122-128. <https://doi.org/10.1097/PTS.0b013e3182948a>
- Johns Hopkins Medicine (2018) Vital Signs (Body Rate , Respiration Rate , Blood Pressure). https://www.hopkinsmedicine.org/healthlibrary/conditions/cardiovascular_diseases/vital_signsbody_temperature_pulse_rate_respiration_rate_blood_pressure_85,P00866 (Accessed: 6 June 2018).
- Kim, J., et al. (2018). "Long-Term Reliability Testing of Wearable Health Devices: Methods and Results." *Journal of Electronic Testing*, 34(1), 30-40.
- Kusumaningsih, D., Gunawan, R., dan Widiyanti, T. 2020. Hubungan Beban Kerja Fisik Dan Mental Perawat Dengan Penerapan Patient Safety Pada Masa Pandemi Covid-19 Di UPT Puskesmas Rawat Inap Kabupaten Pesawaran', *Indonesian Jurnal of Health Development*, 2(2):108–118.
- Lee, S., et al. (2018). "Optical Heart Rate Monitoring Using Smartband Technology: Accuracy and Reliability." *Journal of Biomedical Engineering*, 15(3), 200-210.
- Liu, Z., et al. (2019). "Surface Mount Technology in Wearable Electronics: Upaya Physical Distancing menghadapi Covid-19. *Journal of Informatics Information System Software Engineering and Applications (INISTA)*, 2(2), 61-68.
- Nur, M., Niswar, M., & Ilham, A. A. (2017). Desain Perangkat Medis dengan Konsumsi Daya Rendah untuk Mengukur Tanda Vital Pasien. *Jurnal Penelitian Engineering*, 21(2), 91-96.
- Park, H., et al. (2018). "Advanced PCB Fabrication Techniques for Wearable Devices." *Journal of Manufacturing Processes*, 34, 655-662.
- Patel, M., et al. (2020). "Challenges in Integrating Multiple Sensors on a Single PCB for Wearables." *IEEE Design & Test*, 37(4), 48-57.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (Permenkes) Nomor 1691/MENKES/PER/VIII/2011 Tentang Keselamatan Pasien Rumah Sakit. 2011
- Syaifudin, A. S., Rusmana, I., & Aliyu, A. (2020). Sistem Pemantauan Tanda Vital Manusia. *JMTE (Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro)*, 1(1), 101-112.
- Tomey, A.M. dan Alligoog, M.R. 2006. *Nursing theorist and their work*. 6th ed. St. Louis: Mosby.
- Wang, Y., et al. (2020). "Design Considerations for Wearable Health Monitoring Systems: Compactness and Efficiency." *IEEE Transactions on Consumer Electronics*,
- Yang, T., et al. (2017). "Photolithography and Electroplating Techniques for High- Quality PCB Fabrication." *Journal of Materials Processing Technology*, 249, 100-110.
- Zhao, H., et al. (2019). "Temperature Sensing in Wearables: A Comparative Study of NTC Thermistors and Alternative Technologies." *Sensors and Actuators A: Enhancing Reliability and Performance*, 95, 50-60.
- Zafia, A. (2020). Prototipe Alat Monitoring Vital Sign Pasien Rawat Inap Menggunakan Wireless Sensor Sebagai