

PENELITIAN

Kesesuaian Hasil Pengukuran Suhu Tubuh antara Non-Contact Infrared Thermometer dan Termometer Air Raksa pada Dewasa

Ath-Thariq Ramadhan^{1*}, Putu Aditya Wiguna², Ika Primayanti³

¹Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran Universitas Mataram

²Staf Pengajar Bagian Ilmu Kesehatan Anak, Fakultas Kedokteran Universitas Mataram

³Staf Pengajar Bagian Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran Universitas Mataram

*Korespondensi:
thariq.ramadhan1159@gmail.com

Abstrak

Latar Belakang: Suhu tubuh menjadi indikator penting dalam penilaian kondisi kesehatan seseorang. Perkembangan teknologi dan situasi pandemi COVID-19 mendorong penggunaan *non-contact infrared thermometer* (NCIT) sebagai alat pengukur suhu yang diandalkan. Penelitian yang menilai keakuratan pengukuran oleh NCIT masih belum menunjukkan hasil yang konsisten, khususnya jika dibandingkan dengan termometer raksa. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kesesuaian hasil pengukuran suhu tubuh antara NCIT dengan termometer air raksa pada populasi dewasa.

Metode: Penelitian ini menggunakan desain analitik observasional untuk menilai kesesuaian atau kesepakatan hasil pengukuran antara termometer inframerah non kontak dan hasil pengukuran termometer air raksa. Pengukuran suhu dilakukan berulang sebanyak tiga kali untuk masing-masing termometer dan hasil pengukuran oleh termometer air raksa dianggap sebagai nilai referensi pengukuran. Pengukuran suhu dilakukan pada 32 partisipan dewasa. Kesesuaian hasil pengukuran diuji dengan *Intraclass Correlation Coefficient* (ICC) dan analisis grafik *Bland Altman*.

Hasil: Didapatkan nilai ICC yang menilai kesesuaian hasil pengukuran oleh NCIT dengan termometer air raksa masih di bawah 0,5 yang artinya masuk ke dalam kategori tidak baik atau lemah. Hasil pengukuran NCIT dan termometer raksa menunjukkan rentang kesepakatan yang masih lebar ($>1^{\circ}\text{C}$) pada grafik *Bland Altman*.

Kesimpulan: Hasil pengukuran suhu tubuh antara NCIT dan termometer air raksa menunjukkan tidak didapatkan kesesuaian yang baik.

Kata Kunci: Suhu Tubuh, Kesesuaian, Termometer Air Raksa, Termometer Inframerah Non-Kontak

PENDAHULUAN

Pengukuran suhu tubuh merupakan salah satu metode diagnostik yang telah dikenal sejak lama dan masih menjadi tanda penting dari kondisi kesehatan atau penyakit, baik saat perawatan medis maupun dalam kehidupan sehari-hari.¹ Demam merupakan kondisi peningkatan suhu tubuh di atas normal yang dapat disebabkan oleh infeksi bakteri, infeksi virus, kelainan pada otak (seperti lesi atau tumor), 48 jam pertama pasca operasi, pemberian obat, panas lingkungan, atau oleh faktor lain.²

Corona Virus Disease 2019 (COVID-19), yang kini menjadi pandemi, merupakan suatu penyakit

infeksi virus yang pada sebagian besar kasus, memiliki manifestasi klinis berupa demam.³ Sebuah laporan dari WHO mencatat bahwa di dari 55.924 kasus konfirmasi laboratorium COVID-19 di China, 87,9% mengalami demam.⁴ Selain demam, gejala seperti batuk, sesak napas, sakit tenggorokan dan hidung berair juga umum ditemukan pada pasien COVID-19 setelah terpapar 2-14 hari.³

Setelah mencuatnya wabah virus *Corona*, pengecekan suhu tubuh kini banyak ditemukan di tempat-tempat umum seperti, bandara, stasiun, kantor, *mall*, kafe bahkan di sekolah ataupun kampus dalam rangka memperketat protokol kesehatan bagi siapa saja yang akan memasuki

gedung.⁵ Termometer yang cepat, non-kontak, andal, hemat biaya, dan mudah digunakan adalah kebutuhan mendesak untuk skrining individu di era COVID-19 ini.⁶

Termometer air raksa sebelumnya digunakan sebagai standar alat pengukuran suhu tubuh. Termometer ini memiliki akurasi yang tinggi yaitu sekitar $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Harga yang murah dan mudah digunakan adalah dua keunggulan lain dari termometer air raksa.⁷ Namun, termometer ini membutuhkan waktu respons yang lama saat mengukur. Selain itu, termometer jenis ini dapat menimbulkan masalah karena berisiko mudah pecah dalam penggunaannya sehari-hari dan efek merkuri yang sangat merugikan bagi kesehatan.⁸

Metode yang lebih baru telah berkembang seiring berkembangnya teknologi dengan harapan dapat menggantikan termometer konvensional sebelumnya. Salah satu metode ideal di situasi pandemi ini adalah menggunakan *Non-Contact Infrared Thermometer* (NCIT).⁶ NCIT adalah alat pengukur suhu tubuh non-kontak, cepat, dan portabel. Pengukuran dilakukan di tulang frontal atau arteri temporal. Penggunaannya yang non-kontak menjadi solusi untuk menghindari risiko terjadinya infeksi silang.⁹ Cara kerja NCIT adalah dengan mendeteksi suhu dengan menangkap radiasi termal yang terpancar dari titik fokus, kemudian memusatkannya ke elemen sensor, dan mengubahnya menjadi sinyal elektronik. Selanjutnya sinyal tersebut diproses secara digital, dan nilai suhu disajikan kepada pengguna.⁶

Keakuratan NCIT dibanding termometer yang telah ada sebelumnya masih menjadi pertanyaan. Penelitian yang dilakukan pada 251 anak-anak oleh Chippini dkk. melaporkan bahwa NCIT memiliki performa yang baik saat dibandingkan dengan termometer air raksa yang diukur pada aksila.¹⁰ Franconi dkk. dalam penelitian mereka menyimpulkan bahwa penggunaan termometer digital aksila dan NCIT memiliki perbedaan hasil pengukuran secara statistik dan klinis yang signifikan pada pediatri sehingga dianggap tidak dapat saling menggantikan.¹¹ Selain itu, penelitian oleh Hayward dkk. mendapatkan hasil pengukuran suhu NCIT memiliki perbedaan di atas

1°C dibandingkan dengan termometer digital aksila dan timpani yang diukur pada anak-anak.¹²

Penelitian yang menilai kesesuaian hasil pengukuran suhu tubuh oleh NCIT dengan termometer air raksa masih sangat terbatas dan hasilnya masih belum konsisten. Penelitian mengenai topik serupa yang dilakukan pada populasi dewasa juga masih sedikit. Hal ini mendorong penulis untuk meneliti lebih lanjut mengenai kesesuaian hasil pengukuran NCIT dengan termometer air raksa pada orang dewasa. Mengingat banyaknya produk NCIT yang tersedia secara komersial, penelitian ini akan menggunakan beberapa produk NCIT yang diketahui sering digunakan.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain analitik observasional untuk menilai kesesuaian (*agreement*) hasil pengukuran dari dua metode berbeda yaitu *non-contact infrared thermometer* (NCIT) dan termometer air raksa. Partisipan dalam penelitian ini merupakan 32 orang karyawan yang bekerja di RSUD KLU. Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan dengan *purposive sampling*. Kriteria inklusi penelitian ini yaitu partisipan berusia 18 tahun ke atas, dalam kondisi sehat fisik dan mental dan tidak dalam keadaan demam, memiliki warna kulit tipe II-IV pada *Fitzpatrick scale*. Adapun yang menjadi kriteria eksklusi adalah partisipan memiliki riwayat mengonsumsi obat antipiretik, NSAID, steroid sejak 24 jam terakhir, riwayat penyakit tiroid, trauma/scar pada area pengukuran (aksila dan regio frontalis wajah), melakukan aktivitas fisik sedang-berat dalam 30 menit sebelumnya, obesitas (IMT ≥ 30), kehamilan, menolak untuk berpartisipasi. Penelitian dilakukan Ruang Tindakan Anak RSUD Kabupaten Lombok Utara (KLU). Suhu selama periode pengukuran tercatat pada rentang $28-32^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan di bawah 70%. Variasi suhu ruangan pada setiap sesi pengukuran tidak melebihi 1°C . Pengukuran dilaksanakan pada pukul 08.00-14.00 WITA pada bulan September hingga Oktober 2021.

Non-Contact Infrared Thermometer (NCIT)

Penelitian ini menggunakan tiga NCIT dengan merek berbeda, yaitu Omron®, Microlife®, dan Aicare®. Ketiga merek tersebut tersedia secara komersial dan cukup populer digunakan. NCIT yang dipilih adalah NCIT yang penggunaannya dilakukan pada dahi. Dua dari NCIT yang digunakan, yaitu NCIT merek Omron® dan Microlife®, telah memiliki sertifikat CE (*Conformite Europeenne*). Selain itu, NCIT merek Aicare® dibeli dengan harga sejumlah setengah dari harga Omron® dan Microlife®. Keakuratan alat-alat ini yang tercantum dalam petunjuk penggunaan dari produsen, yaitu $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ pada suhu 35-42°C.

Prosedur

Pengukuran suhu tubuh dilakukan dengan termometer air raksa sebagai referensi pengukuran dan tiga NCIT dengan merek berbeda, masing-masing sebanyak 3 kali pengukuran kemudian diambil nilai rata-ratanya. Pengukuran oleh termometer air raksa dilakukan di aksila dengan stabilisasi minimal 3 menit. Setelah mencatat hasil pengukuran suhu dengan termometer air raksa, pengukuran suhu tubuh langsung dilanjutkan dengan ketiga NCIT. Penggunaan NCIT disesuaikan mengikuti arahan dari produsen. Suhu diukur dengan sudut tegak lurus pada pertengahan regio frontalis wajah (dahi) partisipan secara bergantian untuk masing-masing alat. Jarak pengukuran, antara dahi dan sensor, tidak melebihi 5 cm. Partisipan diminta membebaskan area dahi dari topi, rambut, atau hal lain yang dapat menutupi. Dahi diusap dengan tisu apabila terlihat basah atau berkeringat. Pengukuran dilakukan oleh seorang perawat berpengalaman yang telah mendapat arahan dari peneliti. Sebelum melakukan pengukuran, subjek diminta kesediaannya untuk berpartisipasi dalam penelitian melalui lembar informed consent. Penerapan protokol kesehatan selama pada masa pandemi COVID-19 tetap menjadi perhatian utama. Penelitian ini telah memiliki *Ethical Clearance* dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan FK Unram.

Analisis Data

Data yang telah terkumpul akan diolah dianalisis dengan bantuan perangkat lunak program statistik. Tingkat kesesuaian hasil pengukuran suhu tubuh dianalisis dengan menentukan nilai *Intraclass Correlation Coefficient* (ICC) untuk *absolute agreement*. Nilai kurang dari 0,5 menunjukkan kesesuaian yang tidak baik, nilai antara 0,5 dan 0,75 menunjukkan kesesuaian sedang, nilai antara 0,75 dan 0,9 menunjukkan kesesuaian baik, dan nilai yang lebih besar dari 0,90 menunjukkan kesesuaian sangat baik.¹³ Untuk menilai kesesuaian lebih lanjut, akan dilakukan analisis grafik *Bland Altman*. Grafik tersebut terdiri dari selisih pengukuran yang terletak pada sumbu Y dan rata-rata kedua pengukuran pada sumbu X. Rerata selisih (bias) dua metode pengukuran $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ dan limit of agreement $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ digunakan sebagai batas penerimaan secara klinis.¹⁴ Sebagai tambahan, akan dilakukan analisis uji t tak berpasangan untuk mengetahui signifikansi perbedaan rerata pengukuran dari masing-masing termometer inframerah terhadap karakteristik demografi subjek berupa jenis kelamin. Nilai $p < 0,05$ dan interval kepercayaan sebesar 95% dianggap signifikan atau bermakna pada semua uji hipotesis.

HASIL

Hasil Pengukuran Suhu

Suhu tubuh partisipan yang diperoleh dengan termometer air raksa dan ketiga NCIT pada penelitian ini ditunjukkan oleh tabel 1. Hasil pengukuran suhu tubuh dengan termometer air raksa yang diukur pada aksila partisipan menunjukkan rata-rata (SD) yang diperoleh berada pada suhu 36,54°C (0,32). Hasil pengukuran suhu tubuh dengan NCIT Omron®, Microlife®, dan Aicare® yang diukur pada dahi partisipan menunjukkan rata-rata (SD) yang diperoleh masing-masing adalah 36,62°C (0,26), 36,63°C (0,29), 36,85°C (0,17). Dapat disimpulkan bahwa hasil pengukuran suhu tubuh oleh ketiga NCIT pada dahi partisipan lebih tinggi daripada hasil pengukuran termometer air raksa pada aksila.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Suhu

	N	Mini- mum	Maxi- mum	Rerata (°C)	SD (°C)
Termometer Raksa Aksila	32	35,93	37,13	36,54	0,32
NCIT Omron®	32	35,83	37,07	36,62	0,26
NCIT Microlife®	32	35,70	37,27	36,63	0,29
NCIT Aicare®	32	36,57	37,33	36,85	0,17

Analisis Bivariat

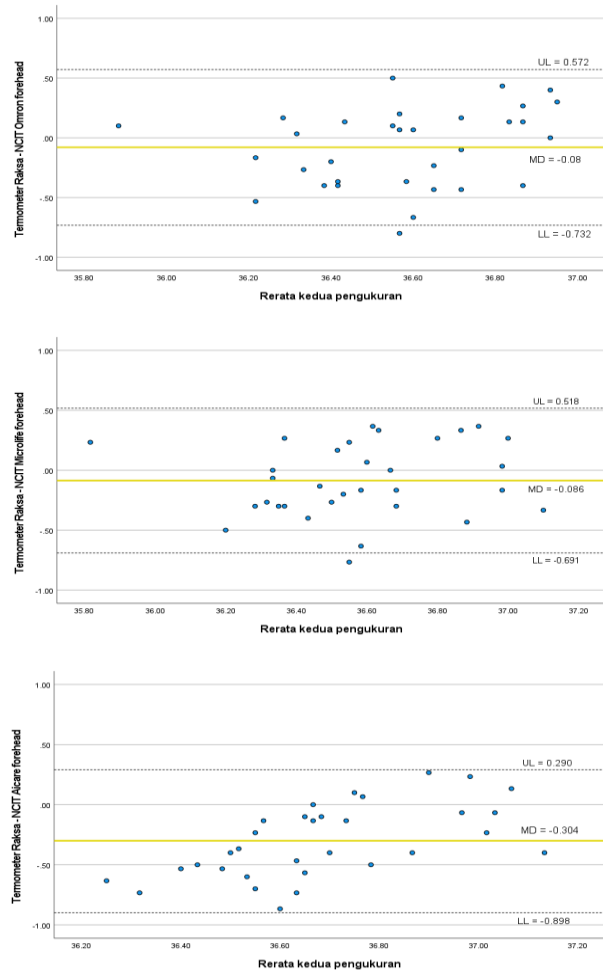
Tabel 3 menunjukkan perolehan nilai ICC *single measures* dari NCIT Omron®, Microlife®, dan Aicare® masing-masing adalah 0,348, 0,481, dan 0,184. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat kesesuaian hasil pengukuran dari ketiga NCIT dan termometer air raksa termasuk dalam kategori yang tidak baik atau lemah.

Tabel 2. Nilai ICC Termometer Raksa dan NCIT
Intraclass Correlation Coefficient

		<i>Intraclass Correlation</i>	<i>95% Confidence Interval</i>	
			<i>Lower Bound</i>	<i>Upper Bound</i>
NCIT Omron®	<i>Single Measures</i>	0,348	0,015	0,615
NCIT Microlife®	<i>Single Measures</i>	0,481	0,174	0,705
NCIT Aicare®	<i>Single Measures</i>	0,184	-0,091	0,466

Penilaian kesesuaian hasil pengukuran antara NCIT dan termometer air raksa dengan metode Bland Altman tertera pada gambar 1. NCIT Omron® menunjukkan rerata (SD) beda pengukuran adalah -0,08°C (0,33) dengan nilai $p > 0,05$ yang berarti tidak terdapat perbedaan bermakna. Didapatkan batas bawah kesepakatan -0,732°C sedangkan batas atas kesepakatan 0,572°C. NCIT Microlife® menunjukkan rerata (SD) selisih pengukuran adalah -0,086°C (0,30) dengan nilai $p > 0,05$ yang berarti tidak terdapat perbedaan bermakna. Didapatkan batas bawah kesepakatan -0,691°C sedangkan batas atas kesepakatan 0,518°C. NCIT Aicare® menunjukkan rerata (SD) selisih pengukuran adalah -0,304°C (0,30) dengan nilai $p < 0,05$ yang berarti terdapat perbedaan bermakna

secara statistik. Rerata selisih yang melebihi 0,2°C juga menunjukkan perbedaan bermakna secara klinis. Didapatkan batas bawah kesepakatan -0,898°C sedangkan batas atas kesepakatan 0,29°C.



Gambar 1. Grafik Bland Altman

Tabel 4 menunjukkan hasil uji t yang menilai perbedaan hasil pengukuran pada jenis kelamin laki-laki dan perempuan. Didapatkan bahwa nilai $p < 0,05$ untuk ketiga merek NCIT, yang berarti terdapat perbedaan bermakna dari hasil pengukuran suhu pada subjek laki-laki dan perempuan.

Tabel 3. Perbedaan Hasil Pengukuran Berdasarkan Jenis Kelamin

<i>Independent Samples T Test</i>					
	Jenis Kelamin	N	Rerata	SD	P
NCIT	Perempuan	19	0,015	0,35	0,046
Omron®	Laki-laki	13	-0,22	0,24	
NCIT	Perempuan	19	-0,002	0,34	0,040
Microlife®	Laki-laki	13	-0,21	0,20	
NCIT	Perempuan	19	-0,2	0,33	0,008
Aicare®	Laki-laki	13	-0,456	0,17	

PEMBAHASAN

Kesesuaian Hasil Pengukuran NCIT dan Termometer Air Raksa

Berdasarkan nilai ICC yang diperoleh kurang dari 0,5 dan rentang kesepakatan yang masih terhitung lebar ($>1^{\circ}\text{C}$), maka hasil pengukuran suhu tubuh oleh NCIT tidak memiliki kesesuaian yang baik dengan hasil pengukuran suhu tubuh oleh termometer air raksa.

Penelitian ini menyepakati penelitian oleh Wartono dkk. yang melaporkan derajat kesesuaian termometer inframerah dan termometer air raksa terhadap pengukuran suhu aksila pada 32 orang dewasa muda dikategorikan sebagai kurang dari sedang (*Intraclass Correlation Coefficient* = 0,25).¹⁵ Pengukuran suhu pada penelitian tersebut, baik oleh termometer air raksa maupun termometer inframerah, dilakukan pada aksila. Hal ini menunjukkan bahwa termometer inframerah tidak dapat memberikan hasil pengukuran yang optimal ketika dilakukan pada aksila subjek. Penelitian lainnya oleh Dante dkk. mendapatkan perbedaan ketika membandingkan pengukuran termometer inframerah pada dahi dengan termometer digital aksila dan memiliki 95% *limits of agreement* yang lebar ((-1,67)-1,79°C).¹⁶ Mereka menyimpulkan bahwa penggunaan termometer inframerah dan termometer digital aksila tidak dapat saling menggantikan.

Selain itu, Khan dkk. menunjukkan bahwa pembacaan NCIT tidak mewakili suhu tubuh yang sebenarnya seperti yang diperoleh termometer air raksa dan hanya memiliki korelasi yang lemah.¹⁷ Batas kesepakatan yang terlalu lebar menandakan inkonsistensi dalam pengukuran. Mereka menyimpulkan bahwa termometer inframerah bukan pengganti yang baik untuk termometer air raksa, tetapi masih dapat menawarkan keuntungan

untuk mencegah infeksi silang selama pandemi COVID-19. Termometer inframerah dinilai buruk dalam mendeteksi demam tetapi sangat efektif dalam mengeksklusi demam.¹⁷

Faktor Instrumental yang Mempengaruhi Pengukuran

Non-Contact Infrared Thermometer umumnya tidak seakurat termometer kontak. Hal ini dapat dipengaruhi oleh ketidakakuratan sensor yang mengukur suhu permukaan kulit dahi, ketidaktepatan algoritma yang digunakan untuk memprediksi suhu tubuh referensi dari suhu permukaan kulit dahi, faktor eksternal seperti keringat, paparan sinar matahari, dan arus angin.¹⁸ Selain itu, penting bagi operator untuk memperhatikan jarak yang optimal antara termometer dan lokasi pengukuran, mempertahankan agar termometer tetap tegak lurus dengan dahi orang dewasa/anak yang akan dinilai, dan pencahayaan ruangan diatur tetap konstan agar hasil pengukuran menjadi reliabel.¹⁹

Penelitian ini menggunakan tiga NCIT dari merek berbeda yang tersedia secara komersial dan cukup populer digunakan. Dua di antaranya, yaitu Omron® dan Microlife®, telah memiliki sertifikat CE (*Conformite Europeenne*). NCIT merek Aicare® dibeli dengan setengah dari harga Omron® dan Microlife®, di mana dua nama terakhir memiliki harga yang tidak jauh berbeda. Berdasarkan nilai ICC yang diperoleh, NCIT Microlife® memiliki level kesesuaian yang paling baik, diikuti Omron®, kemudian Aicare®. Selain itu, dari ketiga merek tersebut, NCIT Aicare® memiliki nilai rerata selisih (bias) paling besar dan signifikan secara statistik dan klinis. Berdasarkan hasil ini, desain pabrik, sertifikasi dan harga yang dimiliki oleh masing-masing produk mungkin dapat mempengaruhi kualitas pengukuran yang dihasilkan.

Faktor Fisiologis yang Mempengaruhi Pengukuran

Pengukuran suhu tubuh oleh termometer air raksa dan NCIT dapat dipengaruhi oleh berbagai macam faktor fisiologis, di antaranya adalah lokasi pengukuran. Pengukuran suhu dapat dilakukan di tempat yang berbeda, seperti kulit, membran timpani dan rektum dll. Kelebihan atau kekurangan yang dari masing-masing tempat dan variasi suhu yang dimiliki sudah diketahui dengan baik.²⁰

Karakteristik individu seperti jenis kelamin, usia, dan warna kulit menjadi faktor lainnya yang memiliki pengaruh terhadap hasil pengukuran suhu tubuh.^{1,9} Pada penelitian ini, diperoleh selisih hasil pengukuran NCIT dan termometer air raksa memiliki perbedaan bermakna antara partisipan laki-laki dan perempuan ($p < 0,05$). Berdasarkan hasil ini, terdapat pengaruh dari jenis kelamin terhadap pengukuran suhu tubuh. Regulasi suhu wanita dipengaruhi oleh rasio permukaan tubuh terhadap massa tubuh yang lebih besar, lemak subkutan yang lebih tebal, dan kapasitas olahraga yang lebih rendah.²¹ Perubahan hormonal selama siklus menstruasi juga dapat mengubah termoregulasi pada wanita.⁶

Limitasi penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Partisipan yang terlibat dalam penelitian ini merupakan orang dewasa yang dalam kondisi sehat atau afebril sehingga tidak dapat memberikan analisa terkait kesesuaian antar kedua metode pengukuran dalam rentang suhu yang lebih tinggi (di atas 38°C). Penelitian ini tidak melibatkan partisipan berusia di bawah 18 tahun sehingga tidak dapat mengevaluasi pengaruh usia terhadap hasil penelitian. Selain itu, pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *non probability*, yakni *purposive sampling* dimana teknik tersebut tidak lebih baik jika dibandingkan dengan teknik *probability sampling*.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa hasil pengukuran suhu tubuh antara *non-contact infrared thermometer* dan termometer air raksa memiliki kesesuaian yang tidak baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sund-Levander M, Grodzinsky E. Time for a change to assess and evaluate body temperature in clinical practice. *Int J Nurs Pract*. 2009;15(4):241–9.
2. Baura G. *Medical Device Technologies A Systems Based Overview Using Engineering Standards*. 2nd ed. Elsevier Inc.; 2021. 313–326 p.
3. Centers for Disease Control and Prevention. Symptoms of COVID-19 | CDC [Internet]. Covid-19. 2021. Available from: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019->

- ncov/symptoms-testing/symptoms.html
4. Chan WP, Kosik RO, Wang CJ. Considerations and a call to action for the use of noncontact forehead infrared handheld thermometers during the COVID-19 pandemic. 2021;11:10–2.
5. Yuniahastuti IT, Sunaryantiningsih I, Olanda B. Contactless Thermometer sebagai Upaya Siaga Covid-19 di Universitas PGRI Madiun. *ELECTRA Electr Eng Artic*. 2020;1(1):28.
6. Khan S, Saultry B, Adams S, Kouzani AZ, Decker K. Comparative accuracy testing of non-contact infrared thermometers and temporal artery thermometers in an adult hospital setting. *Am J Infect Control*. 2021;49(January):597–602.
7. Wang G, Wang W, Li K, Liu H. A digital thermometer with fast response and high precision. *Proc - 2014 7th Int Conf Biomed Eng Informatics, BMEI 2014*. 2014;(61372047):504–10.
8. Darwis ID, Basyar E, Adrianto AA. Kesesuaian Termometer Digital Dengan Termometer Air Raksa Dalam Mengukur Suhu Aksila Pada Dewasa Muda. *Diponegoro Med J (Jurnal Kedokt Diponegoro)*. 2018;7(2):1596–603.
9. Santoso D, Dalu Setiaji F. Non-contact portable infrared thermometer for rapid influenza screening. *Proc 2015 Int Conf Autom Cogn Sci Opt Micro Electro-Mechanical Syst Inf Technol ICACOMIT 2015*. 2016;18–23.
10. Chiappini E, Sollai S, Longhi R, Morandini L, Laghi A, Osio CE, et al. Performance of non-contact infrared thermometer for detecting febrile children in hospital and ambulatory settings. 2011;1311–8.
11. Franconi I, Cerra C La, Marucci AR, Petrucci C, Lancia L. Digital Axillary and Non-Contact Infrared Thermometers for. 2016;
12. Hayward G, Verbakel JY, Ismail FA, Edwards G, Wang K, Fleming S, et al. Non-contact infrared versus axillary and tympanic thermometers in children attending primary care : 2020;(April):236–44.
13. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med [Internet]*. 2016;15(2):155–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
14. Cutuli SL, See EJ, See EJ, Osawa EA, Ancona P, Marshall D, et al. Accuracy of non-invasive body temperature measurement methods in adult patients admitted to the intensive care unit: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Resusc*. 2021;23(1):6–13.
15. Wartono M, Puruhito B, Adrianto AA. Kesesuaian Termometer Inframerah Dengan Termometer Air Raksa Terhadap Pengukuran Suhu Aksila Pada Usia Dewasa Muda (18-22 Tahun). *Diponegoro Med J*

- (Jurnal Kedokt Diponegoro). 2018;7(2):1520–9.
16. Dante A, Franconi I, Rita A, Alfes CM, Lancia L. Evaluating the interchangeability of forehead , tympanic , and axillary thermometers in Italian paediatric clinical settings : Results of a multicentre observational study. *J Pediatr Nurs* [Internet]. 2019;(xxxx). Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2019.11.014>
 17. Khan NS, Arshad AR, Tariq M, Khan M, Siddique MB. Usefulness of Forehead Infrared Thermometers to Screen Patients for Fever during COVID-19 Pandemic. *Pakistan Armed Forces Med J*. 2020;19(2):597–602.
 18. Sullivan SJL, Rinaldi JE, Hariharan P, Casamento JP, Baek S, Seay N, et al. Clinical evaluation of non-contact infrared thermometers. *Sci Rep* [Internet]. 2021;11(1):1–10. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99300-1>
 19. Piccinini F, Martinelli G, Carbonaro A. Reliability of Body Temperature Measurements Obtained with Contactless Infrared Point Thermometers Commonly Used during the COVID-19 Pandemic. *Sensors (Basel)* [Internet]. 2021;21(11). Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34070896>
 20. Dell'isola GB, Cosentini E, Canale L, Ficco G, Dell'isola M. Noncontact body temperature measurement: Uncertainty evaluation and screening decision rule to prevent the spread of covid-19. *Sensors (Switzerland)*. 2021;21(2):1–20.
 21. Kaciuba-uscilko H, Grucza R. Gender differences in thermoregulation. 2001;533–6.