

Studi Literatur Penggunaan *Smartphone-based Thermal Imaging* dalam Pengkajian Perfusi Vascular Perifer

Syafa'atun Mirzanah^a, Rr.Tutik Sri Hariyati^b

^aMahasiswa Program Magister Keperawatan Medikal Bedah, Universitas Indonesia

^bStaf Dosen Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia.

e-mail korespondensi: syafaat.mirza@gmail.com

Abstract

The high prevalence and the serious impact of peripheral arterial disease lead the development of diagnostic tools that could be more efficient and easy to use. This review aims to examine the effectiveness of Smartphone-based Thermal Imaging in assessing peripheral perfusion. Article yielded by inserting specific keywords to Clinical Key, Science direct, ProQuest, and SAGE Publications databases. The inclusion were fulltext, English-based article and peer-reviewed from 2010 to 2018. 217 articles were identified from the databases and finally we got five relevant articles. Smartphone-based thermal imaging does not had significant different result with ABI, more precision and more easy to use than thermal imaging camera. This device also can be used as monitoring device compared to Doppler ultrasound and angiography. According SWOT analyses, this device might be implemented in Indonesia. Smartphone-based thermal imaging can be used as noninvasive monitoring device to asses peripheral perfusion in fast and easy ways. Next research should examine the specifity and sensitivity of the device and also the standard protocol in capturing photo and also solve the problem of security issue.

Keywords: *Smartphone, thermal, imaging, vascular*

Abstrak

Prevalensi yang tinggi dan dampak serius dari penyakit arteri perifer memicu perkembangan alat diagnostik yang lebih efisien dan mudah digunakan. Mengethui efektivitas *Smartphone-based Thermal Imaging* dalam pengkajian perfusi perifer. Pencarian penelitian dengan memasukkan kata kunci ke dalam database Clinical Key, Science direct, ProQuest, dan SAGE Publications dengan kriteria fulltext, berbahasa inggris, dan *peer-reviewed* dengan rentang waktu 2010 sampai 2018. Dari hasil pencarian, didapatkan 217 artikel. Penelusuran artikel dilakukan dan didapatkan 5 jurnal yang relevan. *Smartphone-based thermal imaging* tidak memiliki perbedaan hasil dengan ABI, lebih presisi dan lebih mudah digunakan dibanding kamera thermal imaging, dan berfungsi sebagai alat monitoring noninvasive dibanding Doppler ultrasound dan angiografi. Menurut analisa SWOT, metode ini dapat diterapkan di Indonesia. *Smartphone-based thermal imaging* dapat digunakan sebagai alat monitoring noninvasive untuk mengkaji perfusi perifer secara cepat dan mudah. Penelitian lebih lanjut terkait sensitivitas dan spesifitas serta protokol pengambilan gambar dan keamanan sistem informasi perlu dilakukan.

Katakunci: *Smartphone, thermal, imaging, vascular*

PENDAHULUAN

Jumlah penderita penyakit arteri perifer (PAD) di tahun 2010 mencapai 200 miliar diseluruh dunia (Fowkes, et al., 2013). Jumlah penderita terbanyak berada di Asia Tenggara dan pasifik Barat. Sebagian besar penderita tidak menunjukkan gejala khusus (Fowkes, Aboyans, Fowkes, McDermott, Sampson, & Criqui, 2016). Prevalensi yang

tinggi dan dampak serius dari PAD memicu perkembangan beberapa alat diagnostik yang lebih efisien waktu dan mudah digunakan.

Beberapa mode pemeriksaan diagnostic noninvasive untuk pembuluh darah perifer yang telah ada antara lain Doppler ultrasound dan pengukuran tekanan darah.

Beberapa mode pemeriksaan ini memiliki kelebihan dan keterbatasan masing-masing.

Metode Doppler ultrasound merupakan metode noninvasif yang paling populer dan menjadi gold standar dalam mendiagnosis sebuah penyakit vaskuler. Namun, metode ini memiliki beberapa kelemahan. Doppler ultrasound sulit dilakukan pada beberapa kondisi, antara lain: ulkus, nyeri, bengkak, arteri dan vena yang terkalsifikasi berat dan obesitas. Selain itu, proses penggunaan Doppler ultrasound cukup memakan waktu. Perlu satu hingga 2 jam untuk pengkajian lengkap. Kelemahan yang lain yaitu memerlukan alat yang mahal dan tenaga sangat terlatih (Varaki, Gargiulo, Penkala, & Breen, 2018).

Metode ABI (*Ankle Brachial Index*) relative murah, alat praktis dan murah dan diterima secara luas, namun memiliki sensitivitas rendah pada pasien dengan diabetes atau lansia dengan arteri terkalsifikasi. TBI (*Toe Brachial Index*) dapat digunakan sebagai alternatif dalam kalsifikasi arteri medial namun tidak efisien waktu. Kedua metode ini juga sulit dilakukan pada kasus ulkus (Varaki, Gargiulo, Penkala, & Breen, 2018).

Metode *Thermography Infrared* baru-baru ini digunakan sebagai salah satu metode untuk mendeteksi kelainan pada pembuluh dasar. Metode ini menggunakan sinar inframerah yang akan menangkap perubahan suhu pada kulit (Huang, et al., 2011). Meski demikian, metode ini memiliki beberapa kelemahan, antara lain alat tidak praktis, software sangat kompleks, mahal dan belum ada penelitian terkait protokol pengambilan foto yang sistematis (Peleki & da Silva, 2016) (Stanger, Wilkes, Boone, McGonigle, & Willmott, 2018).

Beberapa kelemahan dari mode diagnostic yang ada memicu kebutuhan akan pengembangan metode noninvasif baru yang efisien waktu dan mudah digunakan. *Smartphone-based Infrared imaging*

merupakan alternatif metode *thermal imaging* yang mudah digunakan dan mudah diaplikasikan. Penelitian yang dilakukan oleh Wallace dkk (2017) menemukan bahwa Smartphone berbasis kamera FLIR dapat digunakan untuk menentukan perfusi perifer pada kondisi klinis dimana ABI sulit dilakukan. Literatur review ini bertujuan mengetahui efektivitas smartphone based thermal imaging dalam mengkaji perfusi perifer.

METODE

Penulisan ini menggunakan metode studi literature. Kata kunci "*smartphone*", "*thermal*", "*imaging*", dan "*vascular*" dimasukkan ke dalam database penelitian, Clinical Key, Science direct, ProQuest, dan SAGE Publications. Dari hasil pemasukan kata kunci didapatkan 217 penelitian dengan kriteria fulltext, *peer reviewed*, dan berbahasa inggris. Dari kriteria tersebut didapatkan 6 jurnal yang relevan dengan topic yang akan dibahas. Analisis SWOT (*Strength, Weakness, Opportunity and Threat*) digunakan untuk menilai peluang penerapan *Smartphone-based Thermal Imaging* di Indonesia. Metode SWOT memberikan kerangka dasar dalam menganalisa lingkungan operasional untuk mendukung pengambilan keputusan strategis (Kajanus, Leskinen, Kurtila, & Kangas, 2012)

HASIL

Beberapa penelitian membandingkan *Smartphone-based Thermal Imaging* dengan mode pengkajian vascular perifer yang lain, seperti ABI (Wallace dkk, 2017; Lin & Saines, 2017); USG arteri (Lin & Saines, 2017); Doppler ekstremitas (Peleki & da Silva, 2016) dan angiografi (Hardwicke & Titley, 2016). Perubahan suhu pada kulit yang tampak

pada *thermal imaging* mengindikasikan perubahan perfusi vascular.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan hasil antara *Smartphone-based Thermal Imaging* dengan mode pengukuran yang lain (ABI, USG arteri, Doppler ekstremitas dan angiografi) dalam hal mengidentifikasi perfusi jaringan perifer. Jika dibandingkan dengan kamera *thermal imaging*, *Smartphone-based thermal*

imaging lebih presisi, lebih mudah pengambilan fotonya dan cepat dalam interpretasi (Cao dkk, 2017).

Dari kelima penelitian yang ada, *Smartphone-based thermal imaging* dapat digunakan alat monitoring noninvasive untuk mendeteksi kelainan perfusi perifer secara cepat dan mudah. Rangkuman hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian terkait Smartphone-based Thermal Imaging

Penelitian	Target diagnosis	Metode Rujukan	Alat yang digunakan	Hasil
Single Institution, non randomize , studi prospektif (Wallace dkk, 2017)	Penyakit arteri perifer (PAD)	ABI, tABI	FLIR One personal Vision System untuk IOS (FLIR systems, Wilsonville, OR).	23 pasien (45 ekstremitas) telah dicatat ABI dan termograf pada hari yang sama. Median ABI 0.89 (0.33-1.46, IQR 0.4). Median suhu ekstremitas bawah 83 F(60.7-96.9 F, IQR 14.1). Median tABI 0.93 (0.33-1.4, IQR 0.2). Korelasi positif antara ABI dan suhu ekstremitas (r=0.66, p=0.001). Korelasi positif tampak pada ABI dan tABI dengan analisis Pearson (r=0.83, p<0.0001) dan Bland Attman Plot (bias -0.01, LOA -0.13, to -0.12)
Longitudinal	Pernyakit arteri	USG	arteri FLIR ONE	Delapan pasien

<i>study</i> (Lin & Saines, 2017)	oklusif ekstremitas bawah yang menjalani operasi bypass	ekstremitas bawah, ABI	(FLIR Systems, Inc. Wilsonville, Ore) Smartphone based infrared thermal imaging camera.	yang menjalani revaskularisasi endovascular atau surgical dievaluasi nilai ABI, ultrasound arterial dan thermal imagingnya setelah 4 minggu intervensi. Terdapat peningkatan karakteristik termografi pada gambaran thermal imaging. Pemeriksaan ultrasound arterial duplex juga menunjukkan hasil yang sama, yaitu terdapat peningkatan aliran darah pada ekstremitas bawah.
Perbandingan pengukuran dengan kamera termal imaging (Cao dkk, 2017)	Orang sehat	Kamera thermal imaging (Exergen DermaTemp 01001RS; Exergen BSD, LLC, Watertown, Massachusetts)	FLIR ONE (FLIR Systems, Inc, Wilsonville, Oregon)	Total 23 perempuan dan 7 laki-laki diuji, Berdasarkan pada CI non overlap, koefisien interclass korelasi of repeatability lebih tinggi pada SBTI (<i>Smartphone Based Thermal Imaging</i>) dibanding IPTS (<i>Infrared Probe Temperature</i>)

						Scanner) pada perbedaan sisi ke sisi: 0.97 (95% CI, 0.96-0.99) vs 0.89 (95% CI, 0.82-0.95). Metode SBTI tercatat lebih tinggi pada perbedaan sisi ke sisi dan pengukuran pada sisi individu 0.56C (LOA), - 1.09C -2.2 C) dan 2.64 C (LOA 0.96C-4.32 C).
Laporan Kasus (Peleki & Silva, 2016)	Kasus da Iskemik tungkai bawah (acute limb ischemia)	Doppler ekstremitas	Kamera The Seek Thermal Compact XR (Santa Barbara, CA, USA)	Kamera infra red portable berhasil digunakan disamping pasien pada waktu akut, sehingga dapat memberikan gambaran thermal dengan cepat pada area ekstremitas yang terganggu. Gambaran termal memberikan informasi dasar mengenai ketidaksesuaian suhu dan perfusi, yang dapat digunakan untuk evaluasi dan control kualitas hasil revaskularisasi		
Laporan Kasus (Hardwicke & Titley, 2016)	Malformasi arteri dan vena (Arteriovenous Malformation)	Angiografi	FLIR ONE (FLIR Systems, Inc, Wilsonville, Oregon)	Pada penelitian ini tidak terdapat perubahan kulit atau tropic, kombinasi		

angiografi dan thermal imaging mengindikasikan adanya penurunan perfusi distal yang nyata.



Gambar 1. Smartphone-based Thermal Imaging

PEMBAHASAN

Infrared thermal imaging merupakan teknik non kontak, noninvasif yang memungkinkan seseorang mengukur dan menggambarkan radiasi infra merah. Penggambaran dan perhitungan suhu permukaan tubuh memberikan pengukuran tidak langsung dari kondisi mikrosirkulasi (Chojnowski, 2017). Perubahan suhu hangat maupun dingin dapat direkam oleh *infrared thermal imaging*. Penelitian yang dilakukan oleh Huang, dkk (2011) mengenai penggunaan *thermal imaging* membuktikan bahwa *infrared thermography* dapat

digunakan sebagai metode noninvasive dalam evaluasi PAD (*peripheral arterial disease*) dan pengkajian fungsional (Huang, et al., 2011).

Beberapa penelitian diatas menunjukkan bahwa *Smartphone-based thermal imaging* dapat digunakan sebagai alat noninvasive dalam memonitor perfusi perifer secara cepat dan tepat. Penggunaan ABI dan t ABI sebagai metode noninvasive diterima secara luas dalam mengukur stenosis pembuluh darah. Namun, teknik ini memiliki sensitivitas rendah pada pasien diabetes atau arteri terkalsifikasi berat pada lansia, cukup memakan waktu dan sulit

diterapkan pada kasus pasien dengan ulkus (Varaki, Gargiulo, Penkala, & Breen, 2018).

Mode pemeriksaan yang lain, Doppler Ultrasound, merupakan metode diagnostic noninvasive yang menggunakan transducer untuk melihat gelombang suara tak terdengar dengan frekuensi 1-30 MHz untuk mengkaji kompetensi vascular. Metode ini paling sering digunakan untuk menggambarkan anatomi, hemodinamik dan morfologi lesi dan merupakan gold standar dan sangat kuat dalam diagnosis insufisiensi vena kronik dan penyakit arteri perifer (PAD).

Doppler ultrasound memiliki beberapa kelemahan antara lain (1) sangat bergantung pada operator. (2) sulit pada beberapa kondisi, antara lain: ulkus, nyeri, bengkak, arteri dan vena yang terkalsifikasi berat dan obesitas. (3) memakan waktu (1-2 jam untuk pengkajian lengkap), memerlukan alat yang mahal dan sangat terlatih (Varaki, Gargiulo, Penkala, & Breen, 2018). Beberapa kondisi yang menyulitkan penggunaan Doppler ultrasound dapat diantisipasi dengan mode pemeriksaan *Smartphone-based thermal imaging*.

Penelitian yang dilakukan oleh Hardwicke & Titley (2016) membandingkan penggunaan *Smartphone-based thermal imaging* dengan arteriografi dalam mendiagnosa *arteriovenous malformation* (AVM). Penemuan mereka menegaskan bahwa dalam hal penegakan diagnose AVM, *thermal imaging* hanya dapat digunakan sebagai pemeriksaan tambahan. Angiografi tetap merupakan gold standar dalam penentuan diagnose AVM (Hardwicke & Titley, 2016).

Smartphone-based thermal imaging memiliki beberapa kelebihan, antara lain mengkaji perfusi atau kelancaran aliran darah secara cepat dan mudah, dan bisa diterapkan pada kasus ulkus. Bentuk yang portable memudahkan penggunaan metode ini dalam situasi apapun. Penggunaan

Smartphone-based thermal imaging sangat potensial dalam hal telemedicine. Bahkan lebih jauh lagi, penelitian lebih lanjut membuktikan bahwa dengan algoritma tertentu, pengelolaan *smartphone-based thermal imaging* berhasil mendeteksi kemungkinan kejadian ulkus pada kasus diabetik (Fraiwani, AlKhodari, Ninan, MUstafa, Saleh, & Ghazal, 2017). Meski demikian, pengujian sistem dalam setting klinis perlu dilakukan untuk membuktikan keefektifannya.

Walaupun sudah terbukti efektif dan tidak ada perbedaan hasil dengan metode rujukan lain, masih ada beberapa hal yang menjadi kekurangan dalam penggunaan *smartphone-based thermal imaging* ini. Penelitian mengenai uji validitas, sensitivitas, dan spesifitas metode ini belum banyak dilakukan. Penelitian terkait metode standar dalam pengambilan foto dan pengolahan foto juga belum ada. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa jarak dua kaki dan pengendalian sumber panas yang lain, seperti jendela, lampu dan computer, dapat menghasilkan gambar optimal (Lin & Saines, 2017; Lin dkk, 2017; Cao, 2017)

Bagaimanapun, metode ini memiliki peluang untuk diterapkan di Indonesia. Jumlah pengguna smartphone di Indonesia mencapai 62.69 juta jiwa di tahun 2017. Jumlah pengguna terus meningkat sejak tahun 2011 (Number of Smartphone Users in Indonesia from 2011 to 2017 (in millions), 2017). Menurut Lembaga Riset Digital Marketing Emarketer, jumlah penggunaan aktif smartphone mencapai lebih dari 100 juta orang di tahun 2018. Bahkan, Indonesia diperkirakan akan menempati peringkat keempat di dunia setelah China, India dan Amerika (Rahmayani, 2015). Peluang besar ini mencerminkan arah perkembangan teknologi ke depan. Penggunaan teknologi *smartphone-based thermal imaging* diharapkan searah dengan

kemajuan teknologi dan bisa lebih berkembang di masa mendatang.

Ancaman yang masih terasa nyata dalam penggunaan teknologi smartphone adalah keamanan data. Survey yang dilakukan oleh Kaspersky Lab menyatakan bahwa 48% responden dianggap gagal melindungi perangkat seluler mereka (Jamaludin, 2018). Potensi kebocoran data cukup besar. Menurut UU ITE, gambar termasuk ke dalam kategori informasi elektronik. Peraturan Pemerintah No.10 Tahun 1966 tentang “Wajib Simpan Rahasia Kedokteran”, pasal 3, menyatakan bahwa setiap informasi yang bersifat medis tidak boleh disebarkan oleh tenaga kesehatan. Gambar termasuk ke dalam informasi elektronik menurut UU ITE no 11 Tahun 2008. Meski demikian, hingga saat ini, belum ada sistem yang efektif yang dapat menjamin pembatasan kemungkinan penyebaran data ke luar.

DAFTAR PUSTAKA

Number of Smartphone Users in Indonesia from 2011 to 2011 (in millions). (2017, July). Retrieved Oktober 22, 2018, from statista: www.statista.com

Cao, J., Currie, K., Carry, P., Maddox, G., Nino, S., & Ipaktchi, K. (2017). Smartphone-based thermal imaging: A New Modality for Tissue Temperature Measurement in Hand and Upper Extremity Surgeries. *Hand.sagepub.com*, 310-354.

Chojnowski, M. (2017). Infrared Thermal Imaging in COnnective tissue disease. *Reumatologia*, 38-43.

Fowkes, F. R., Aboyans, V., Fowkes, F. J., McDermott, M. M., Sampson, U. K., & Criqui, M. H. (2016, November 17). *Review Peripheral Artery Disease:*

KESIMPULAN

Smartphone-based thermal imaging dapat digunakan sebagai salah satu alat monitoring noninvasive untuk mendeteksi kelainan perfusi perifer secara cepat dan mudah. Metode ini dapat diterapkan di Indonesia.

Saran untuk perkembangan ke depan antara lain penelitian lebih lanjut terkait sensitivitas dan spesifitas serta metode standar dalam pengambilan foto dan pengembangan sistem keamanan informasi dalam penggunaan teknologi berbasis smartphone.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tidak ada.

Epidemiology and Global Perspective. Retrieved Oktober 15, 2018, from Macmillan Publishers Limited, part of Springer Nature: www.dcp-3.org

Fowkes, F., Rudan, D., Rudan, I., Aboyans, V., Denenberg, J., McDermott, M., et al. (2013). Epidemiology, risk factor, and natural history of peripheral artery disease. *Lancet*.

Fraiwan, L., AlKhodari, M., Ninan, J., MUstafa, B., Saleh, A., & Ghazal, M. (2017). Diabetic foot ulcer mobile detection system using smartphone thermal camera: a feasibility study. *BioMed Engineering Online*, 117.

Hardwicke, J., & Titley, O. (2016). Thermographic Assessment of a Vascular Malformation of The Hand: A New Imaging Modality. *Journal of Clinical Imaging Science*.

- Huang, C.-L., Wu, Y.-W., Hwang, C.-L., JOng, Y.-S., CHao, C.-L., Chen, W.-J., et al. (2011). The application of infra red thermography in evaluation of patients at high risk for lower extremity peripheral arterial disease. *J Vasc Surg*, 1074-1080.
- Jamaludin, F. (2018, July 14). *Kaspersky: Banyak Pengguna Tak Peduli keamanan data di Smartphone*. Retrieved Oktober 22, 2018, from Liputan 6: www.liputan6.com
- Kajanus, M., Leskinen, P., Kurttila, M., & Kangas, J. (2012). making Use of MCDS methods in SWOT analysis- Lessons learnt in strategic natural resources management. *Forest Policy and Economics*, 1-9.
- Lin, P. H., & Saines, M. (2017). Assessment of Lower Extremity Ischemia Using Smartphone Thermographic Imaging. *Society of Vascular Surgery*.
- Peleki, A., & da Silva, A. (2016). Novel Use of Smartphone-based Infrared Imaging in the Detection of Acute Limb Ischemia. *EJVES SHort Reports*, 1-3.
- Rahmayani, I. (2015, Oktober 2). *Indonesia Raksasa Teknologi Digital Asia*. Retrieved Oktober 22, 2018, from KOMINFO: www.kominfo.go.id
- Stanger, L. R., Wilkes, T. C., Boone, N. A., McGonigle, A. J., & Willmott, J. R. (2018). Thermal Imaging Metrology with a Smartphone Sensor. *Sensors mdpi*.
- Varaki, E. S., Gargiulo, G. D., Penkala, S., & Breen, P. P. (2018). Peripheral Vascular disease in lower limb: a review of current and emerging non-invasive diagnostic methods. *Biomedical Engineering OnLine*.
- Wallace, G. A., Singh, N., Quiroga, E., & Tran, N. T. (2017). The Use of Smart Phone Thermal Imaging for Assessment of Peripheral Perfusion in Vascular Patients. *Annual Vascular Surgery*, 157-161.