

POTENSI PENGGUNAAN *SMARTWATCH* SEBAGAI ALAT PEMBERI UMPAN BALIK RESUSITASI JANTUNG PARU: SEBUAH KAJIAN SISTEMATIS

Valerie Josephine Dirjayanto,¹ Garry Soloan,¹ Bernadine Gracia Duindrahajeng¹

¹Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia, Jakarta

Korespondensi:

Valerie Josephine Dirjayanto

Email Korespondensi:

vjosephine@gmail.com

Riwayat Artikel

Diterima: 26 – 07 – 2021

Selesai revisi: 23 – 10 – 2021

DOI :

10.53366/jimki.v10i1.514

Pendahuluan: Henti jantung merupakan penyebab utama mortalitas dan merupakan penyebab kematian pada setidaknya 50% dari seluruh penderita penyakit kardiovaskular. Berbagai literatur telah mendokumentasikan potensial penggunaan perangkat elektronik pintar seperti *smartwatch* dalam meningkatkan kualitas resusitasi jantung paru (RJP). Maka dari itu, para penulis membuat kajian ini untuk menilai pengaruh penggunaan *smartwatch* terhadap berbagai parameter kualitas RJP.

Metode: Kajian sistematis ini dibuat berdasarkan PRISMA dan dilakukan melalui PubMed, Cochrane, Science Direct, Wiley Online Library, Scopus dan Google Scholar untuk mendapatkan literatur yang meninjau penggunaan *smartwatch* terhadap parameter kualitas RJP seperti kedalaman & frekuensi kompresi, baik pada populasi dewasa maupun pediatrik. Penilaian kualitas studi dilakukan dengan menggunakan *Revised Cochrane Risk of Bias Tool for Randomized Trials (RoB) 2.0*.

Hasil dan Pembahasan: Penggunaan *smartwatch* terbukti efektif dalam memandu RJP baik dalam keadaan *in-hospital cardiac arrest* (IHCA) dan terlebih lagi pada *out-of-hospital cardiac arrest* (OHCA). *Smartwatch* dapat meningkatkan akurasi frekuensi maupun kedalaman kompresi dada secara signifikan ($p < 0.001$). *Smartwatch* juga memberikan kualitas RJP yang lebih baik pada populasi pediatrik, terlepas dari tingkat pengetahuan penolong. Fitur umpan balik dapat diintegrasikan dengan aplikasi dan pengingat laju ventilasi juga mampu menghindari terjadinya *over-* maupun *underventilation*. Dengan meningkatnya kepercayaan diri serta rasa aman penolong dalam menghindari cedera pada pasien, *smartwatch* berkontribusi mempertahankan kualitas RJP dengan lebih panjang sehingga prognosis keselamatan pasien lebih baik.

Simpulan: Kajian sistematis ini menunjukkan efektivitas penggunaan *smartwatch* sebagai alat pemberi umpan balik RJP yang dapat secara signifikan meningkatkan kualitas RJP, baik dari segi kedalaman maupun kecepatan kompresi. Penelitian lebih lanjut dan dalam skala yang lebih besar diperlukan untuk memperkuat bukti.

Kata Kunci: Henti Jantung, Kualitas, Resusitasi Jantung Paru, *Smartwatch*

POTENTIAL USE SMARTWATCH AS A FEEDBACK TOOL OF HEART LUNG RESUSCITATION : A SYSTEMATIC STUDY

ABSTRACT

Introduction: Cardiac arrest is the first cause of mortality, causing 50% of all cardiovascular deaths. Previous studies have documented the potency of electronic devices such as smartwatch in increasing the quality of cardiopulmonary resuscitation (CPR). Thus, this review is made in order to evaluate the utility of smartwatches in increasing the quality of various CPR parameters.

Methods: This review follows PRISMA guidelines, searching for studies from databases such as PubMed, Cochrane, Science Direct, Wiley Online Library, Scopus, and Google Scholar that evaluate the utility of smartwatches in increasing parameters of CPR quality, including depth or frequency, in adults and pediatric population. Quality of studies are assessed with Revised Cochrane Risk of Bias Tool for Randomized Trials (RoB) 2.0.

Results and Discussion: Smartwatches are proven effective in guiding CPR both during in-hospital cardiac arrest (IHCA) and more so in out-of-hospital cardiac arrest (OHCA). Smartwatch can increase both the accuracy of frequency and depth of chest compressions significantly. In pediatric population, regardless of expertise of helper, smartwatches can help in achieving high quality CPR. Feedback feature from smartwatches can prevent over- and underventilation. With increase of confidence of helper in reducing patient injury, smartwatch is also potential for maintaining CPR quality, resulting in better patient survival.

Conclusion: This review shows the effectiveness of smartwatches as CPR feedback devices that can increase quality, both in terms of depth and frequency. Further clinical studies are encouraged with greater samples to strengthen evidence.

Keywords: cardiac arrest, cardiopulmonary resuscitation, quality, smartwatch

PENDAHULUAN

Henti jantung, sesuai definisi oleh *American Heart Association*, merupakan kondisi terhentinya seluruh aktivitas jaringan jantung, sehingga korban kehilangan kemampuan untuk bernafas secara normal, menjadi tidak responsif, dan tidak menunjukkan tanda-tanda sistem sirkulasi yang tidak berfungsi.^[1] Seringkali, henti jantung merupakan manifestasi akhir dari progresivitas berbagai patofisiologi

penyakit. Secara garis besar, henti jantung dapat dibedakan menjadi kelompok yang terjadi di dalam lingkungan rumah sakit (*in-hospital cardiac arrest-IHCA*) dan yang terjadi di luar lingkungan rumah sakit (*out-hospital cardiac arrest/OHCA*). Sebuah studi epidemiologi pada tahun 2019 menemukan bahwa henti jantung masih merupakan penyebab utama mortalitas, dan merupakan penyebab kematian pada setidaknya

50% dari seluruh penderita penyakit kardiovaskular.^[2]

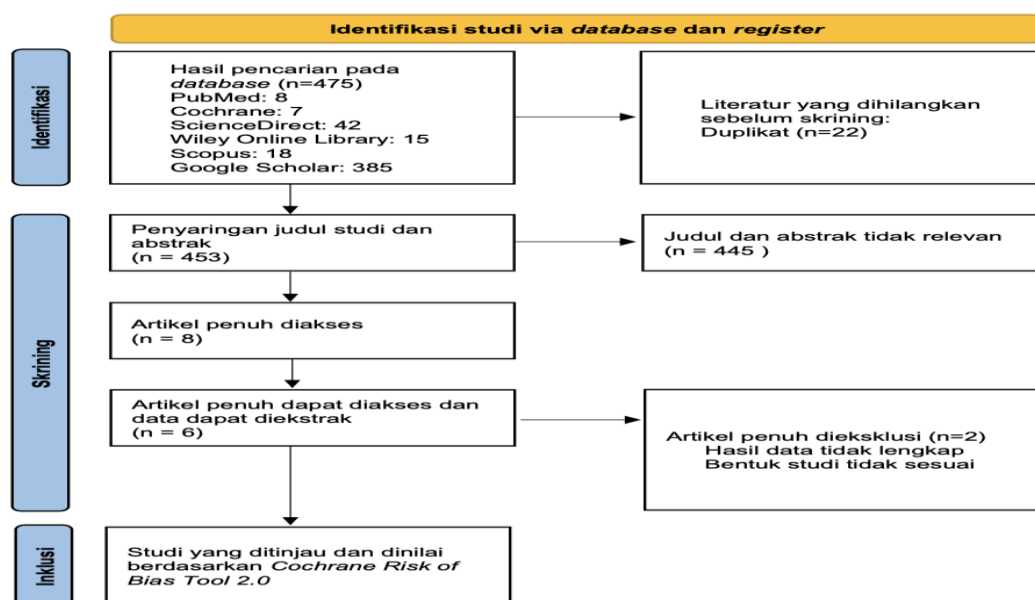
Berbagai literatur telah menekankan pentingnya kualitas resusitasi jantung paru (RJP) sebagai sebuah faktor yang berperan sangat penting dalam menentukan keselamatan pasien henti jantung.^[3,4] Namun, sangat disayangkan bahwa tingkat kemampuan melakukan RJP oleh masyarakat awam di Indonesia, masih sangat rendah. Sebuah studi pada tahun 2020 yang melibatkan 250 responden di wilayah Jakarta Utara, menemukan bahwa sekitar 55,6% dari seluruh responden memiliki pengetahuan mengenai RJP maupun prosedur bantuan hidup dasar (BHD).^[5] Terlebih lagi, seorang individu yang sudah terlatih dalam melakukan RJP kerap kali gagal memberikan RJP berkualitas tinggi dikarenakan kecemasan dan rasa takut pada saat menemui kasus henti jantung.^[6] Hal ini tentu sangat mengkhawatirkan, mengingat penemuan dari sebuah kajian sistematis telah menunjukkan adanya peningkatan kejadian dan mortalitas *OHCA* pada masa pandemi COVID-19.^[7] Maka dari itu, terletak sebuah urgensi yang belum terpenuhi, untuk menemukan sebuah teknologi yang dapat meningkatkan pengetahuan dan kemampuan RJP pada masyarakat awam secara efektif.

Teknologi kesehatan merupakan sebuah bidang yang sedang berkembang pesat selama beberapa tahun ke belakang. Sebuah kajian sistematis pada tahun 2016 menemukan bahwa kegunaan teknologi *smartwatch* memiliki perkembangan yang sangat pesat sejak tahun 2014, dan telah memudahkan kita memantau parameter kesehatan dasar seperti denyut nadi, tekanan darah, juga

pemantauan aktivitas fisik dengan akurat.^[8] Terlebih lagi, berbagai fitur *smartwatch* seperti akselerometer, sensor gerakan dan sensor tekanan memberikan *smartwatch* potensial untuk menjadi sebuah alat pemberi umpan balik RJP yang dapat diakses oleh masyarakat umum, baik tenaga medis maupun orang awam. Melalui kajian sistematis ini, para penulis berharap dapat menentukan efektivitas *smartwatch* dalam meningkatkan kualitas RJP dengan merangkum berbagai uji klinis yang sudah pernah dilakukan.

2. METODE

Kajian sistematis ini disusun berdasarkan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) statement*. Pencarian literatur dilakukan pada database PubMed/MEDLINE, CENTRAL/Cochrane, Science Direct, Wiley Online Library, Scopus dan Google Scholar. Untuk menemukan literatur yang relevan, kami menggunakan kata kunci sebagai berikut: “Smartwatch” AND (“Cardiopulmonary Resuscitation” OR “Advanced Cardiac Life Support” OR “CPR”), bersamaan dengan sinonim serta Mesh terms jika dibutuhkan. Informasi lebih lanjut mengenai kata kunci yang digunakan pada setiap *database* dapat dilihat pada **Tabel 1** di bagian **lampiran**. Literatur yang akan dikaji merupakan studi yang telah dipublikasikan sebelum 28 Oktober 2021. Detail lebih lanjut mengenai strategi pencarian dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Strategi Pencarian Literatur Sesuai dengan *PRISMA Flowchart*

2.1 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Pada studi ini, ditetapkan kriteria inklusi sebagai berikut: (1) studi klinis berbentuk *randomised* maupun *crossover trials*, (2) studi yang mempelajari pengaruh penggunaan *smartwatch* terhadap parameter kualitas RJP, (3) dilakukan pengukuran kedalaman kompresi & frekuensi RJP pada kelompok intervensi, (4) subjek adalah populasi tenaga medis dan juga masyarakat awam. Beberapa kriteria eksklusi yang telah ditetapkan adalah sebagai berikut: (1) Studi dimana artikel penuh (*full-text*) tidak dapat diakses, (2) intervensi yang menggunakan alat selain *smartwatch*, (3) uji klinis yang belum selesai atau hasil yang belum dipublikasi, (4) bentuk studi: kajian literatur, abstrak konferensi, dan editorial, (5) studi yang menggunakan bahasa selain Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris.

2.2 Ekstraksi Data dan Penilaian Kualitas Studi

Dari seluruh literatur yang memenuhi kriteria inklusi yang ditetapkan, kami mengekstraksi data yang relevan. Data yang diekstraksi meliputi penulis, tahun publikasi, desain studi, karakteristik populasi meliputi ukuran sampel dan rerata usia, teknik RJP yang digunakan, resep RJP, deskripsi penggunaan *smartwatch*, hasil studi yang meliputi parameter kualitas RJP seperti kedalaman & frekuensi RJP, serta nilai P. Seluruh literatur yang dikaji dinilai kualitas metodologinya menggunakan *Revised Cochrane Risk of Bias Tool for Randomized Trials (RoB) 2.0*.^[9] RoB 2.0 memiliki 5 domain yang dapat menjadi acuan untuk menilai kemungkinan munculnya bias pada proses: pengacakan sampel, penerimaan intervensi, bias dari data hasil yang hilang, metode pengukuran luaran, serta seleksi data yang dilaporkan. Pada kelima domain tersebut, terdapat opsi jawaban *Yes*, *Probably yes*, *No*, *Probably No*, dan *Not*

included, yang dapat menggambarkan apakah sebuah studi memiliki kemungkinan bias yang rendah atau tinggi. Penilaian kualitas studi dilakukan oleh ketiga peneliti, dan bila terdapat perbedaan dalam pendapat, diselesaikan dengan diskusi hingga tercapai kesepakatan antara ketiga penulis.

2.3 Hasil Seleksi Studi

Kajian sistematis ini ditulis berdasarkan 6 studi yang memenuhi kriteria inklusi, melibatkan total subjek sebanyak 357 individu. Seluruh studi yang dikaji berbentuk *randomised trials*. Karakteristik masing-masing studi serta hasil ekstraksi data dapat dilihat lebih lanjut pada **Tabel 2 di bagian lampiran**. Selanjutnya, 6 studi yang memenuhi kriteria inklusi secara lebih lanjut dikaji dari sisi metodologi penelitian menggunakan *Cochrane Risk of Bias Tool for Randomized Trials (RoB) 2.0*, dan ditemukan bahwa 5 dari 6 studi memiliki skor bias *low* dan 1 studi memiliki skor *some concerns*, sehingga dapat disimpulkan bahwa keenam studi yang diinklusi dalam kajian sistematis ini memiliki kualitas metodologi yang cukup baik serta memiliki risiko bias yang rendah. Detail penilaian risiko bias dapat secara lebih lanjut dilihat pada **Tabel 3 di bagian lampiran**.

3. PEMBAHASAN

3.1 *Smartwatch* sebagai inovasi teknologi mutakhir dalam berbagai umpan balik kualitas RJP

Sebagai tatalaksana pertama henti jantung yang menentukan setidaknya 50% angka kematian kardiovaskular, kualitas RJP yang baik menjadi langkah yang krusial

untuk meningkatkan prognosis keselamatan pasien. *American Heart Association (AHA) 2020* menganjurkan kompresi dada dengan kedalaman 5-6 cm dan frekuensi 100-120 kali per menit untuk dewasa, dengan rasio 30:2 untuk bantuan napas.^[10] Sedangkan, untuk bayi dianjurkan kedalaman 4 cm dan untuk anak-anak sedalam 5 cm, dengan rasio bantuan pernapasan 15:2 untuk 2 penolong. Meskipun demikian, seperti yang ditemukan dalam berbagai studi, secara praktik masih cukup sulit bahkan bagi tenaga kesehatan sekalipun untuk mempertahankan kualitas kompresi pada RJP,^[11] sehingga telah dikembangkan berbagai metode untuk memandu RJP. Diantaranya, pemandu metronom telah menunjukkan hasil yang baik untuk meningkatkan kesesuaian frekuensi kompresi, namun tidak adanya umpan balik mengakibatkan kedalaman kompresi yang masih kurang.^[12] Selain itu, pemandu suara juga dikembangkan, namun dalam keadaan berisik di tempat umum saat *out-of-hospital cardiac arrest (OHCA)*, metode ini sulit untuk diimplementasikan. Sementara itu, meskipun dapat digunakan dalam keadaan berisik, pemandu cahaya untuk RJP dapat menimbulkan kebingungan pada penolong.

Smartwatch merupakan terobosan mutakhir pada teknologi RJP yang termasuk pada kelompok *wearables*. Dengan kemudahan dalam penggunaannya serta dapat dibawa dengan ringan, *smartwatch* memiliki potensi yang baik yang dapat dipakai dalam keadaan *OHCA*.^[13] Tipe-tipe *smartwatch* yang dikembangkan pada studi-studi klinis saat ini juga melibatkan integrasi dengan akselerometer dan sensor

tekanan, sehingga kedalaman, intensitas, maupun frekuensi kompresi dada dapat dideteksi dengan akurat.^[13] Dengan pengembangan aplikasi yang memberikan umpan balik audiovisual maupun vibrasi *smartwatch*, penanganan RJP dapat secara mudah dilakukan dengan lebih akurat baik oleh tenaga kesehatan maupun populasi umum dibandingkan dengan panduan metode lainnya.^[14]

3.2 Dampak terhadap frekuensi dan durasi kompresi dada saat RJP

Akurasi frekuensi kompresi dada 100-120 per menit sangatlah penting karena frekuensi ideal tersebut memastikan aliran darah yang optimal sehingga angka keselamatan lebih tinggi.^[10] Kajian sistematis ini menunjukkan bahwa *smartwatch* dapat meningkatkan kesesuaian jumlah maupun proporsi frekuensi kompresi dada pada RJP. Pada studi Choi *et al.*, ditemukan bahwa setelah menggunakan *smartwatch*, proporsi frekuensi yang akurat mencapai 100% dengan peningkatan signifikan dibandingkan tanpa *smartwatch* ($p < 0,001$). Selain itu, terjadi juga penyesuaian rerata jumlah kompresi per menit dari 115 menjadi 109 kali, yang berada lebih median dalam rentang 100–120 kali per menit ($p < 0,001$).¹¹ Studi-studi lain juga menunjukkan hasil yang serupa, termasuk studi Lu *et al.* dan Jeon *et al.*, yang juga menemukan bahwa durasi kompresi dada dengan *smartwatch* juga meningkat sebanyak 20,9 milidetik, yang meningkatkan optimalisasi aliran darah.^[15]

Studi Ahn *et al.*, juga menunjukkan bahwa kualitas frekuensi RJP meningkat baik pada tenaga kesehatan maupun populasi

umum, sehingga memperkuat utilitas RJP pada *OHCA*.^[13] Namun, terdapat perbedaan signifikan antara jenis kelamin, dimana akurasi penolong perempuan mencapai dalam frekuensi maupun kedalaman kompresi tidak sebaik laki-laki, kemungkinan karena kekuatan fisik yang kurang.^[13] Meskipun demikian, dengan adanya mekanisme umpan balik *smartwatch*, deviasi ini dapat dideteksi dengan segera sehingga kembalinya ke frekuensi optimal ataupun rekrutmen penolong tambahan dapat dilakukan dengan lebih cepat.

3.3 Dampak terhadap kedalaman kompresi dada saat RJP

Dalam berbagai penelitian mengenai pengaruh penggunaan *smartwatch* terhadap kualitas RJP, parameter kedalaman RJP menjadi salah satu titik berat studi. Sesuai studi oleh Edelson *et al.* perbedaan kedalaman kompresi dada sebesar 0,5 cm menjadi sangat signifikan, karena peningkatan kedalaman kompresi dada sebesar 0,5 cm menggandakan kemungkinan kesuksesan RJP.^[16] Sesuai hasil studi oleh Lu *et al.* ($p < 0,001$), terlihat bahwa kedalaman RJP dalam milimeter (mm) pada subjek yang menggunakan *smartwatch* lebih dalam ($50,9 \pm 6,6$) dibandingkan subjek yang tidak menggunakan *smartwatch* ($39,0 \pm 8,7$).^[15] Hasil studi ini selaras dengan studi yang dilaksanakan oleh Lee *et al.*^[17] dan Ahn *et al.*^[13], dimana kedalaman RJP lebih besar dibandingkan subjek kontrol. Meskipun demikian, studi dari Choi *et al.* menunjukkan bahwa kedalaman RJP pada subjek yang menggunakan *smartwatch* lebih dangkal dibandingkan subjek yang tidak menggunakan perangkat, walau

tetap di dalam jangkauan normal. Hal ini dikarenakan studi oleh Choi *et al.* lebih fokus terhadap perbandingan fitur getaran pada *smartwatch* dengan fitur metronom, dimana umpan balik tidak dapat mengukur kedalaman secara langsung.^[11]

Selanjutnya, parameter yang dapat dibandingkan untuk kedalaman RJP pada penggunaan *smartwatch* adalah persentase kedalaman kompresi yang benar pada subjek. Berdasarkan studi oleh Ahn *et al.* ($p=0,002$), persentase subjek mencapai tingkat kedalaman kompresi dada yang benar dengan menggunakan *smartwatch* adalah $64,6 \pm 7,8$, sedangkan pada subjek yang tidak menggunakan *smartwatch* hanya mencapai $43,1 \pm 28,3$.^[13] Hasil perbandingan ini juga ditemukan selaras dengan studi oleh Choi *et al.* dan Lee *et al.* Choi *et al.* mengemukakan penemuan bahwa kedalaman kompresi menjadi lebih dangkal apabila kecepatan kompresi lebih tinggi, sesuatu yang secara signifikan didukung oleh hasil penelitian Lu *et al.* dan Lee *et al.*^[11,15,17] Konsep ini didukung oleh studi dari Monsieurs *et al.* yang menemukan bahwa frekuensi kompresi dalam jangkauan 80-120 per menit menunjukkan kedalaman kompresi yang lebih besar dibandingkan frekuensi kompresi diatas 120 per menit. Kedalaman paling akurat (4,5 cm) terjadi saat frekuensi 86 per menit lalu menunjukkan penurunan kedalaman yang tidak sesuai saat frekuensi mencapai lebih dari 145 per menit.^[18] Pada studi *smartwatch*, terlihat bahwa subjek yang menggunakan *smartwatch* melakukan kompresi dada dengan frekuensi yang lebih lambat dan lebih sesuai dengan frekuensi normal RJP. Hal ini

disebabkan karena *smartwatch* yang digunakan memiliki fitur umpan balik, baik dalam bentuk lampu berwarna, getaran atau audio, yang cukup akurat dalam mengarahkan subjek menuju frekuensi RJP yang tepat. Apabila subjek tidak menggunakan *smartwatch*, perhitungan oleh diri sendiri kerap tidak stabil dan lebih cepat. Frekuensi yang lebih lambat ini pun yang alhasil menyebabkan kedalaman menjadi lebih dalam. Tetapi, kedalaman kompresi dada dapat pula dipengaruhi oleh parameter lain seperti jenis kelamin (lelaki lebih unggul dibandingkan perempuan) dan umur (kalangan muda lebih unggul dibandingkan orang yang lebih tua) sesuai studi oleh Peberdy *et al.*^[19]

Adapun penelitian oleh Choi *et al.* menemukan bahwa fitur getaran pada *smartwatch* menjadi lebih unggul dibandingkan metronom atau audio pada kondisi yang cukup ramai dengan banyak pelintas karena suara umpan balik auditori menjadi tidak terdengar dan menurunkan konsentrasi.^[11] Namun, umpan balik dalam bentuk getaran dapat pula menjadi tantangan dikarenakan gerakan oleh tangan saat melakukan RJP, sehingga perlu ada penyesuaian fitur getaran. Studi oleh Gruenerbl *et al.* mengangkat parameter persentase waktu partisipan mencapai kedalaman ideal saat melakukan RJP, dimana subjek tanpa intervensi penggunaan *smartwatch* hanya mencapai kedalaman ideal 48,5% dari durasi RJP sedangkan subjek yang menggunakan *smartwatch* mencapai kedalaman ideal selama 65,01% dari keseluruhan durasi RJP.²⁰ *Smartwatch* yang digunakan pada studi ini secara langsung memberi umpan balik mengenai kedalaman dengan warna dan memiliki sensor,

berbeda dengan *smartwatch* berfitur getaran dalam penelitian Choi *et al.*^[11,20]

Perlu diketahui bahwa fitur berbeda oleh perangkat umpan balik memberikan pengaruh berbeda terhadap kedalaman RJP. Fitur getaran pada *smartwatch* memiliki peran yang mirip dengan fitur metronom, dimana umpan balik hanya fokus pada kecepatan dan tidak secara langsung mempengaruhi kedalaman. Namun, ada beberapa studi yang memiliki sensor kedalaman pada *smartwatch* yang secara langsung dapat memberitahu secara visual atau auditori apabila kedalaman kurang tepat. Hal ini patut dipertimbangkan, sebab pada *smartwatch* berumpan balik kecepatan, kedalaman menjadi dependen dengan kecepatan RJP yang dilakukan oleh subjek. Apabila fitur khusus *smartwatch* memberikan umpan balik langsung terhadap kedalaman, hal ini meningkatkan fokus subjek terhadap kedalaman kompresi dada dan dapat menghasilkan kedalaman ideal independen terhadap kecepatan RJP.^[11,15,18]

3.4 Dampak studi pada RJP di populasi pediatrik

Beberapa studi pada kajian menitikberatkan penelitian pada kualitas RJP terhadap kompresi dada dalam kasus penanganan darurat henti jantung pada bayi atau balita. Studi yang dimaksud termasuk studi oleh Lee *et al.*^[17] dan Jeon *et al.*^[14], yang menggunakan maneken bayi atau anak sebagai objek RJP. Semua studi yang telah disebut menggunakan *two-finger technique* untuk kompresi dada bayi dan/atau teknik *two-thumb encircling hands* pada manikin bayi. Penelitian oleh Lee *et al.* melibatkan

mahasiswa kedokteran yang diberikan pelatihan bantuan hidup dasar (BHD) pediatrik selama 2 minggu, sedangkan penelitian oleh Jeon *et al.* melibatkan tenaga kesehatan dengan pengetahuan BHD.^[14,17]

Pada studi oleh Lee *et al.*^[17], penggunaan *smartwatch* dalam pelaksanaan RJP untuk populasi pediatrik menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan tanpa penggunaan *smartwatch*. Selaras dengan hasil studi pada populasi dewasa, RJP yang dipandu dengan *smartwatch* pada populasi pediatrik memiliki persentase kedalaman kompresi benar yang lebih besar, kecepatan kompresi dada yang lebih lambat, kedalaman kompresi dada yang lebih besar, dan persentase keseluruhan kompresi dada akurat yang lebih baik. Perlu diketahui, hasil dari kecepatan kompresi dada pada studi oleh subjek yang menggunakan *smartwatch* dan tidak menggunakan *smartwatch* tidak jauh berbeda, yaitu 108.4 ± 18.8 dan 113.2 ± 18.0 secara berurutan dengan nilai statistik yang kurang signifikan ($p=0,482$).^[17] Hal ini dikarenakan semua subjek adalah tenaga kesehatan terlatih yang memiliki pengetahuan BHD dengan pengalaman melaksanakan BHD sebelumnya. Terlebih dari itu, standar deviasi untuk nilai frekuensi kompresi dada cukup tinggi. Hal ini disebabkan oleh umpan balik dalam bentuk getaran kurang dirasakan oleh para partisipan saat sedang melaksanakan kompresi dada dan layar *smartwatch* juga kerap kali tidak terlihat dengan baik.^[17]

Selanjutnya, studi oleh Jeon *et al.*^[14] berhasil mengukur parameter yang cukup berbeda dalam studi RJP terhadap manikin bayi. Studi ini menemukan bahwa penggunaan

smartwatch berpengaruh signifikan terhadap jumlah total kompresi dada yang akurat terhadap total kompresi dada keseluruhan. Subjek yang menggunakan *smartwatch* sebagai perangkat umpan balik mendapatkan proporsi jumlah kompresi dada yang optimal sebesar 71,1% dari keseluruhan kompresi dada, dibandingkan hasil dari subjek yang hanya sebesar 59,4% ($p < 0.001$).^[14] Selain itu, frekuensi dan kedalaman kompresi dada juga terbukti selaras dengan penemuan pada studi RJP di pasien dewasa. Frekuensi kompresi dada ditunjukkan menjadi lebih stabil dengan *smartwatch* (218.02 dalam 2 menit) dibandingkan tidak menggunakan *smartwatch* (226.59 dalam 2 menit) dengan $p < 0.001$.^[14] Penggunaan *smartwatch* pada studi ini juga menghasilkan durasi rata-rata setiap kompresi data sedikit lebih panjang selama 18 milidetik dibandingkan subjek yang tidak menggunakan *smartwatch*.^[14]

Secara keseluruhan, penggunaan *smartwatch* sebagai perangkat umpan balik dalam pelaksanaan RJP untuk populasi pediatrik adalah suatu hal yang patut dikembangkan. Perlu diingat bahwa teknik RJP pediatrik merupakan hal yang kurang umum untuk didalami oleh masyarakat awam dan sesuai dengan studi oleh Haque *et al.*, teknik dua jari untuk RJP pediatrik adalah suatu teknik yang lebih mudah meningkatkan rasa lelah dan menurunkan kualitas RJP secara linear.²¹ Namun, peningkatan rasa lelah ini dapat diatasi dengan adanya penggunaan suatu sistem umpan balik, seperti pada studi oleh Martin *et al.* yang menemukan bahwa umpan balik sesuai waktu sebenarnya dapat meningkatkan dan menstabilkan kualitas RJP pediatrik meskipun

terlihat bahwa rasa lelah tetap meningkat.^[22] Hal ini mendukung premis bahwa perangkat umpan balik dapat mengurangi penurunan kualitas RJP yang disebabkan oleh kelelahan. Perlu dicatat bahwa studi ini menggunakan umpan balik langsung dari manikin, sesuatu yang tidak menggambarkan kasus pasien sebenarnya. Namun, penggunaan *smartwatch* adalah suatu hal yang telah dibuktikan dalam studi Lee *et al.* dan Jeon *et al.* menjadi sarana pemberian umpan balik yang signifikan untuk RJP pediatrik.^[14,17] Sesuai studi oleh Alkhafaji *et al.*, umpan balik menjadi suatu konsep penting yang dapat membantu kualitas RJP karena kecepatan dan kedalaman kompresi dada seringkali sulit untuk stabil dan sesuai dalam jangkauan ideal apabila tidak ada basis acuan.^[23] Basis acuan yang tidak ada ini juga memudahkan subjek untuk kehilangan konsentrasi untuk menentukan siklus kompresi dada saat RJP sebab subjek lebih fokus pada kegiatan kompresi dada itu sendiri, sehingga sering terlewat dan lebih mudah lelah. Perangkat umpan balik menjadi suatu fasilitas acuan yang sangat baik untuk dikembangkan.^[14,17,22,23]

3.5 Penemuan lainnya

Secara keseluruhan, seperti yang dikemukakan studi Gruenerbl *et al.*,^[20] *smartwatch* dapat meningkatkan proporsi waktu kedalaman maupun frekuensi yang akurat dalam RJP dari sekitar 18,14% menjadi mendekati 52,14%. Meningkatnya akurasi ini juga berkontribusi terhadap kepercayaan diri dan motivasi penolong yang melakukan RJP. Faktanya, dengan *smartwatch*, 89% partisipan merasa lebih aman dalam melakukan RJP dan

92% merasa dapat melakukannya dengan lebih baik.^[20] Dengan berkurangnya rasa takut akan mencederai pasien dalam RJP, berbagai aspek peningkatan ini akan berkontribusi ke depannya untuk mempertahankan kompresi yang lebih optimal pula. Terlebih, fitur pengingat *smartwatch* juga meningkatkan kepatuhan penolong dalam memberikan ventilasi, sehingga mampu melindungi pasien dari *over-* maupun *underventilation*.^[15]

3.6 Kelebihan dan Kekurangan Studi

Studi ini merupakan kajian sistematis pertama yang secara spesifik menilai penggunaan *smartwatch* dalam pelaksanaan RJP pada pasien henti jantung. Ini merupakan suatu topik mutakhir yang memiliki nilai aplikatif tinggi untuk pertolongan pertama pasien henti jantung di keadaan sebenarnya, dengan fitur umpan balik yang dapat dimengerti oleh seluruh kalangan masyarakat. Studi yang digunakan dalam kajian ini pun telah mencakup kalangan tenaga kesehatan, masyarakat dengan latar belakang pendidikan bantuan hidup dasar (BHD), dan masyarakat awam yang tidak memiliki pengalaman dalam BHD. Umur subjek penelitian pada studi-studi ini cukup bervariasi, mulai dari anak muda hingga dewasa mencapai paruh baya yang dapat menggambarkan kalangan masyarakat secara luas pula. Studi penggunaan *smartwatch* juga memberikan penemuan signifikan dan selaras untuk populasi dewasa dan populasi pediatrik.

Di lain sisi, kekurangan studi ini terletak pada penggunaan maneken sebagai pasien RJP,

sehingga kurang menggambarkan intervensi dan hasil klinis saat menggunakan perangkat umpan balik untuk pasien henti jantung. Penting untuk memperhitungkan kondisi seperti keramaian atau getaran pada kendaraan saat mobilisasi pasien ketika menggunakan perangkat umpan balik dengan fitur berbeda. Selain itu, studi yang dilibatkan pada kajian ini belum dapat menilai waktu dan kenyamanan penyelamat dalam melakukan persiapan penggunaan alat, sebab tindakan RJP kerap kali merupakan situasi yang tegang dan membuat panik, sehingga waktu persiapan yang dibutuhkan untuk menjalankan program pada perangkat umpan balik serta kenyamanan penyelamat dalam pre-tindakan menjadi suatu parameter penting untuk diteliti lebih lanjut.

3.7 Aplikasi dan rekomendasi

Kami merekomendasikan studi klinis kuantitatif lebih lanjut yang menerapkan *smartwatch* pada RJP pasien hidup dengan populasi lebih besar. Dengan melihat peningkatan kualitas RJP yang meningkat secara signifikan menggunakan *smartwatch*, dampak terhadap keselamatan pasien juga akan meningkat, sehingga penggunaan *smartwatch* ini secara lebih luas juga kami rekomendasikan terutama untuk *OHCA*. Melihat hasil yang menjanjikan, tidak menutup kemungkinan pula jika produksi *smartwatch* diadakan secara komersial diikuti edukasi publik agar dapat RJP dapat dilakukan dengan efektif oleh masyarakat secara luas. Dengan demikian, penanganan henti jantung terutama dapat dilakukan dengan lebih baik sehingga meningkatkan keselamatan pasien,

baik pada masa pandemi ini maupun ke depannya secara berkesinambungan.

4. KESIMPULAN

Sebagai kesimpulan, kajian sistematis ini mendukung pengembangan penggunaan smartwatch sebagai alat bantu ideal dan perangkat umpan balik mutakhir dalam pelaksanaan Resusitasi Jantung Paru (RJP) di kalangan masyarakat umum untuk kasus *out-of-hospital cardiac arrest (OHCA)* disebabkan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kualitas kedalaman dan kecepatan RJP. Penggunaan *smartwatch* terlihat dapat menghasilkan kecepatan RJP yang lebih pelan dan ideal, serta lebih stabil sesuai dengan panduan *American Heart Association (AHA)*. *Smartwatch* ini juga dapat menjaga kedalaman kompresi dada agar ideal, baik tidak terlalu dalam maupun

terlalu dangkal. Beberapa studi berhasil menemukan bahwa kualitas keseluruhan RJP menjadi lebih baik apabila didukung oleh keberadaan perangkat umpan balik, dan hasil tampak selaras baik untuk RJP di kalangan pasien dewasa maupun pasien anak. Menimbang hasil studi yang signifikan, penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan *smartwatch* pada kondisi klinis sebenarnya menjadi langkah penting untuk diambil. Mengaplikasikan *smartwatch* agar menyediakan fitur bantuan RJP atau menyediakan perangkat umpan balik berbentuk *smartwatch* pada kit RJP merupakan suatu pengembangan yang dapat meningkatkan kualitas RJP oleh khayalak umum. Dengan ini, besar harapan bahwa pelaksanaan RJP saat waktu genting dapat dilakukan dengan efektif oleh khalayak umum dan mengurangi mortalitas dari henti jantung.

DAFTAR PUSTAKA

1. Patel K, Hipskind JE. *Cardiac arrest* [Internet]. 2021 Aug 21 [cited 2021 Dec 1. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK534866/>
2. Wong CX, Brown A, Lau DH, Chugh SS, Albert CM, Kalman JM, Sanders P. *Epidemiology of sudden cardiac death: global and regional perspectives*. *Heart, Lung and Circulation*. 2019 Jan 1;28(1):6-14.
3. Yannopoulos D, Aufderheide TP, Abella BS, Duval S, Frascone RJ, Goodloe JM, Mahoney BD, Nadkarni VM, Halperin HR, O'Connor R, Idris AH. *Quality of CPR: an important effect modifier in cardiac arrest clinical outcomes and intervention effectiveness trials*. *Resuscitation*. 2015 Sep 1;94:106-13.
4. Park HJ, Jeong WJ, Moon HJ, Kim GW, Cho JS, Lee KM, Choi HJ, Park YJ, Lee CA. *Factors associated with high-quality cardiopulmonary resuscitation performed by bystander*. *Emergency medicine international*. 2020 Feb 27;2020.
5. Hidayati R. *Tingkat Pengetahuan Masyarakat Tentang Penanganan Henti Jantung di Wilayah Jakarta Utara*. *NERS Jurnal Keperawatan*. 2020 Jul 19;16(1):10-7.
6. Abella BS. *High-quality cardiopulmonary resuscitation: current and future directions*. *Current opinion in critical care*. 2016 Jun 1;22(3):218-24.

7. Lim ZJ, Reddy MP, Afroz A, Billah B, Shekar K, Subramaniam A. *Incidence and outcome of out-of-hospital cardiac arrests in the COVID-19 era: a systematic review and meta-analysis*. Resuscitation. 2020 Nov 1.
8. Reeder B, David A. *Health at hand: A systematic review of smart watch uses for health and wellness*. Journal of biomedical informatics. 2016 Oct 1;63:269-76.
9. Cochrane. *RoB 2: A revised Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials* [Internet]. London: Cochrane; date unknown [2021 Dec 3]. Available from: <https://methods.cochrane.org/bias/resources/rob-2-revised-cochrane-risk-bias-toolrandomized-trials>
10. Merchant RM, Topjian AA, Panchal AR, Cheng A, Aziz K, Berg KM, et al. *Part 1: Executive Summary: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care*. Circulation. 2020 Oct 20;142(16_suppl_2):S337-57.
11. Choi S, Han S, Chae MK, Lee YH. *Effects of vibration-guided cardiopulmonary resuscitation with a smartwatch versus metronome guidance cardiopulmonary resuscitation during adult cardiac arrest: a randomized controlled simulation study*. Australasian Emergency Care. 2021 Dec;24(4):302-7.
12. Kim CW, Oh JH. *Effect of metronome guidance on infant cardiopulmonary resuscitation*. Eur J Pediatr. 2019 Jun 1;178(6):795-801
13. Ahn C, Lee J, Oh J, Song Y, Chee Y, Lim TH, et al. *Effectiveness of feedback with a smartwatch for high-quality chest compressions during adult cardiac arrest: A randomized controlled simulation study*. PLoS ONE. 2017 Apr 3;12(4):e0169046.
14. Jeon SA, Chang H, Yoon SY, Hwang N, Kim K, Yoon H, et al. *Effectiveness of Smartwatch Guidance for High-Quality Infant Cardiopulmonary Resuscitation: A Simulation Study*. Medicina. 2021 Feb 25;57(3):193.
15. Lu T-C, Chang Y-T, Ho T-W, Chen Y, Lee Y-T, Wang Y-S, et al. *Using a smartwatch with real-time feedback improves the delivery of high-quality cardiopulmonary resuscitation by healthcare professionals*. Resuscitation. 2019 Jul;140:16-22.
16. Edelson DP, Abella BS, Kramer-Johansen J, et al. *Association Between Chest Compression Interruptions and Clinical Outcomes of Ventricular Fibrillation Out-of-Hospital Cardiac Arrest*. Circulation. 2015 Aug 7;132:1030-7
17. Lee J, Song, Y, Oh J, Chee Y, Ahn C, Shin H, et al. *Smartwatch feedback device for high-quality chest compressions by a single rescuer during infant cardiac arrest: a randomized, controlled simulation study*. Eur J Emerg Med. 2018;00:00
18. Monsieurs KG, De Regge M, Vansteelandt K, De Smet J, Annaert E, Lemoyne S, Kalmar AF, Calle PA. *Excessive chest compression rate is associated with insufficient compression depth in prehospital cardiac arrest*. Resuscitation. 2012 Nov 1;83(11):1319-23.

19. Peberdy, M. A., Silver, A., & Ornato, J. P. (2009). *Effect of a feedback system on the quality of 2-minute chest compression-only cardiopulmonary resuscitation: a randomised crossover simulation study* [Internet]. *Int J Med Res*. 2019 Des 29;48(1). Available from: doi:10.1016/j.resuscitation.2009.07.003
20. Gruenerbl A, Pirkl G, Monger E, Gobbi M, Lukowicz P. *Smart-watch life saver: smart-watch interactive-feedback system for improving bystander CPR*. In: *Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers - ISWC '15* [Internet]. Osaka, Japan: ACM Press; 2015 [cited 2021 Dec 5]. p. 19–26. Available from: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doi=2802083.2802086>
21. Manrique, G., González, A., Iguñiz, M. *et al*. *Quality of chest compressions during pediatric resuscitation with 15:2 and 30:2 compressions-to-ventilation ratio in a simulated scenario*. *Scientific Reports*. 2020 Apr 22;10(6828):2020.
22. Martin P, Theobald P, Kemp A, Maguire S, Maconochie I, Jones M. *Real-time feedback can improve infant manikin cardiopulmonary resuscitation by up to 79% – a randomised controlled trial*. *Resuscitation* 2013; 84:1125–1130.
23. Alkhafaji F, Khalid G, Al-Naji A, Hussein B, Chahl J. *Characterization of Infant Cardiopulmonary Resuscitation Delivery with Range Sensor Feedback on Performance*. *Appl Sci*. 2021 Oct 20;11:9813

LAMPIRAN

Tabel 1. Pelaporan kata kunci pada setiap *database*

<i>Database</i>	<i>Keyword</i>
Google Scholar	"Smartwatch" AND ("Cardiopulmonary resuscitation" OR "CPR")
Scopus	TITLE-ABS-KEY ("Smartwatch" AND ("Cardiopulmonary resuscitation" OR "CPR"))
PubMed	Smartwatch AND (("Cardiopulmonary Resuscitation"[Mesh]) OR ("Advanced Cardiac Life Support"[Mesh]) OR ("CPR"[Text Word]))
Cochrane	Smartwatch in Title Abstract Keyword AND "cardiopulmonary resuscitation" in Title Abstract Keyword - (Word variations have been searched)
Science Direct	("Smartwatch" OR "Smart Devices") AND ("CPR" OR "Cardiopulmonary Resuscitation" OR "BLS" OR "Basic Life Support")
Wiley Online Library	"Smartwatch" AND ("Cardiopulmonary resuscitation" OR "CPR")

Tabel 2. Karakteristik Studi.

Penulis; tahun studi	Bentuk studi	Lokasi studi	Populasi			Teknik RJP	Resipien RJP	Utilisasi <i>smartwatch</i>	Hasil studi			
			Ukuran sampel	Karakteristik	Rata-rata usia (tahun)				Parameter (satuan)	Kelompok Intervensi	Kontrol	Nilai p
Ahn <i>et al.</i> , 2017	RCT	Korea Selatan	40	Kelompok menggunakan perangkat umpan-balik (n=20) Kontrol (n=20)	19.0	RJP tanpa bantuan napas	Maneken pelatihan “SkillReporter”	<i>Smartwatch</i> yang dapat memberikan umpan balik visual mengenai kualitas RJP yaitu kecepatan RJP serta Lampu indikator berwarna	Persentase kompresi dada dengan kedalaman yang akurat (%)	64.6 ± 7.8	43.1 ± 28.3	0.020
								Kedalaman kompresi dada (mm)	53.1 ± 4.1	51.1 ± 7.7	0.915	
								Frekuensi kompresi	115.5 ± 8.2	115.2 ± 12.1	0.310	

								biru menunjukkan kedalaman RJP >6 cm, warna merah menunjukkan kedalaman RJP <5 cm, dan warna hijau bila kedalaman RJP 5-6 cm	dada(counts/min)			
									Persentase siklus RJP dengan dekompresi dada yang adekuat (%)	100.0 (99.3 - 100.0)	100.0 (99.5 - 100.0)	0.366
Choi <i>et al.</i> , 2021	RCT	Korea Selatan	130	Kelompok menggunakan perangkat umpan balik (n=65) Kontrol	21.5	RJP tanpa bantuan napas	Manekin pelatihan "SkillReporter"	<i>Smartwatch Galaxy Watch</i> memberikan getaran pada frekuensi 110 bpm	Persentase kompresi dada dengan kedalaman yang akurat(%)	73.0 ± 28.8	72.0 ± 27.4	0.370
									Kedalaman	51.8 ± 3.4	52.9 ± 3.5	0.089

				(n=65)					kompresi dada (mm)			
									Frekuensi kompresi dada(kali/min)	109.0 ± 1.5	115.0 ± 3.7	<0.001
									Persentase kompresi dada dengan frekuensi yang akurat (%)	100.0 ± 0.0	96.0 ± 15.6	<0.001
Lee <i>et al.</i> , 2017	RCT	Korea Selatan	30	Kelompok menggunakan perangkat umpan-balik(n=15) Kontrol(n=15)	26.2	teknik dua jari dengan <i>single rescuer</i>	Manekin pelatihan RJP pada anak	<i>Smartwatch</i> yang dapat memberitahukan kualitas kompresi dada dengan warna yaitu	Persentase kedalaman kompresi yang benar (%)	99 ± 2.2	83 ± 28.8	0.002
									Kecepatan kompresi dada (kali/menit)	108.4 ± 18.8	113.2 ± 18.0	0.482

								putih (apabila tidak ada pergerakan), merah (apabila kedalaman kurang dari 3.5 cm), hijau (apabila kedalaman kompresi 3.5-4.5 cm), dan biru (apabila kedalaman kompresi lebih dari 4.5 cm), serta adanya vibrasi yang mengarahkan	Kedalaman kompresi dada (mm)	41.2 ± 1.4	38.6 ± 2.6	0.004
									Persentase kompresi dada yang benar (%)	94 ± 28.1	90 ± 5.9	0.089

								kecepatan kompresi 110 kali per menit				
Lu <i>et al.</i> , 2019	RCT	Taiwan	80 tenaga kesehatan dengan sertifikasi ACLS	Kelompok menggunakan perangkat umpan-balik (n=40) Kontrol(n=40)	30.0	RJP dengan bantuan nafas (30:2)	Manekin	<i>Smartwatch</i> ASUS ZenWatch 2 model WI501Q yang dikembangkan menggunakan sensor yang memberikan estimasi kedalaman dan kecepatan kompresi dada pada layar dengan kecepatan 5-Hz	Kecepatan kompresi dada(kali/min)	112.0 ± 3.5	129.1 ± 14.9	<0.001
									Kedalaman kompresi dada (mm)	50.9 ± 6.6	39.0 ± 8.7	<0.001
									Persentase CPR dengan kualitas tinggi (%)	39.4 ± 17.0	0.0 [0.0-0.0]	<0.001
									Jumlah partisipan yang mendapatkan peringatan karena terlupa	1 dari 40	11 dari 40	<0.001

								refresh rate, menunjukkan layar berwarna hijau muda apabila kedalaman dan kecepatan sesuai dengan standar CPR berkualitas tinggi atau merah apabila tidak sesuai standar, dan menyediakan audio umpan balik yang mengucap	untuk memberikan bantuan pernapasan			
--	--	--	--	--	--	--	--	---	-------------------------------------	--	--	--

								kan perintah lisan seperti <i>push faster</i> atau <i>push harder</i> setiap 3 detik sesuai dengan estimasi kompresi dan kedalaman				
Gruen erbl <i>et al.</i> , 2015	<i>Cross over trial</i>	Jerman	41	Populasi tanpa <i>background</i> tenaga kesehatan/ CPR tanpa tambahan data (n=40)	37 \pm 13 tahun	5 kali 30/2 CPR pada masing-masing dari modalitas CPR tanpa tambaha	Manekin <i>training</i> 'Little Anne' yang dilengkapi CPR-meter (QPCR)	<i>Smartwatch</i> yang dapat memberitahukan kualitas kompresi melalui warna (hijau jika 50-60mm,	Persentase waktu partisipan mencapai CPR frekuensi ideal 100-120 bpm[% (SD)]	61.31 (29.79)	19.78 (33.7)	

				CPR dengan <i>smartwatch</i> (n=41)		n data atau CPR dengan <i>smartwatch</i> .		kuning bila terlalu kuat >60 mm, merah jika terlalu lemah), dan jumlah kompresi tersisa yang harus dilakukan untuk mencapai 30 kompresi				
									Persentase waktu partisipan mencapai kedalaman CPR ideal 50-60mm [% (SD)]	65.01 (23.87)	48.5% (25.8)	
									Persentase waktu partisipan mencapai CPR ideal [% (SD)]	52.14 (23.86)	18.14 (24.73)	
									Persentase partisipan merasa lebih	89%	N/A	N/A

									aman dalam melakukan CPR (%)			
									Persentase partisipan merasa melakukan CPR lebih baik (%)	92	N/A	N/A
Jeon <i>et al.</i> , 2021	<i>Crossover RCT</i>	Korea Selatan	36	Partisipan yang direkrut melalui pengumuman karyawan, termasuk profesional kesehatan, yang tidak memiliki masalah	<i>Smartwatch</i> : 28.5 (25-30) Kontrol : 27.5 (25-31)	2 menit kompresi dengan teknik 2 jari selama 2 menit, istirahat selama 2 menit, dan teknik <i>two-thumb</i>	Manekin bayi 'Laerdal Resusci Baby'	<i>Smartwatch</i> Samsung Galaxy Gear S3 dengan aplikasi metronom yang memberikan vibrasi 110 kali/menit	Jumlah total kompresi dada	15,585	16,212	N/A
									Persentase kompresi dada optimal [Jumlah (%)]	11,081 (71.1)	9630 (59.4)	<0.001
									Durasi kompresi dada	550.8 (54.8)	529.9 (68.4)	<0.001

				muskuloskeletal.		<i>encircling hands</i> selama 2 menit.			(milidetik (SD))			
				Intervensi (n=18) Kontrol (n=18)					Perbedaan absolut kompresi dada dari ideal 220 kali	1.98	6.59	

SD, standar deviasi

Tabel 3. Penilaian kualitas studi dengan *Cochrane RoB 2.0*
Domain 1: Risk of bias arising from the randomization process

Signalling questions	Response options	Gruenerbl <i>et al.</i> ; 2015	Jeon <i>et al.</i> ;2021	Lee <i>et al.</i> ;2017	Lu <i>et al.</i> ;2019	Ahn <i>et al.</i> ;2017	Choi <i>et al.</i> ;2021
1.1 Was the allocation sequence random?	<u>Y</u> / <u>PY</u> / <u>PN</u> / <u>N</u> / NI	PN	<u>Y</u>	<u>Y</u>	<u>Y</u>	<u>Y</u>	<u>Y</u>
1.2 Was the allocation sequence concealed until participants were enrolled and assigned to interventions?	<u>Y</u> / <u>PY</u> / <u>PN</u> / <u>N</u> / NI	<u>PY</u>	<u>PY</u>	<u>Y</u>	<u>Y</u>	<u>Y</u>	<u>PY</u>
1.3 Did baseline differences between intervention groups suggest a problem with the randomization process?	Y / <u>PY</u> / <u>PN</u> / <u>N</u> / NI	<u>PN</u>	<u>PN</u>	<u>N</u>	<u>N</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
Risk-of-bias judgement	Low / High / Some concerns	Some concerns	Low	Low	Low	Low	Low

Domain 2: Risk of bias due to deviations from the intended interventions (*effect of assignment to intervention*)

Signalling questions	Response options	Gruenerbl <i>et al.</i> ;2015	Jeon <i>et al.</i> ;2021	Lee <i>et al.</i> ;2017	Lu <i>et al.</i> ;2019	Ahn <i>et al.</i> ;2017	Choi <i>et al.</i> ;2021
----------------------	------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------	------------------------	-------------------------	--------------------------

2.1. Were participants aware of their assigned intervention during the trial?	<u>Y</u> / PY / <u>PN</u> / <u>N</u> / NI	PY	PY	PY	PY	PY	PY
2.2. Were carers and people delivering the interventions aware of participants' assigned intervention during the trial?	<u>Y</u> / PY / <u>PN</u> / <u>N</u> / NI	PY	PY	PY	PY	<u>N</u>	PY
2.3. <u>If Y/PY/NI to 2.1 or 2.2:</u> Were there deviations from the intended intervention that arose because of the trial context?	NA / <u>Y</u> / PY / <u>PN</u> / <u>N</u> / NI	<u>PN</u>	<u>PN</u>	<u>PN</u>	<u>PN</u>	<u>N</u>	<u>PN</u>
2.4 <u>If Y/PY to 2.3:</u> Were these deviations likely to have affected the outcome?	NA / <u>Y</u> / PY / <u>PN</u> / <u>N</u> / NI	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.5. <u>If Y/PY/NI to 2.4:</u> Were these deviations from intended intervention balanced between groups?	NA / <u>Y</u> / PY / <u>PN</u> / <u>N</u> / NI	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.6 Was an appropriate analysis used to estimate the effect of assignment to intervention?	<u>Y</u> / PY / <u>PN</u> / <u>N</u> / NI	<u>PY</u>	<u>PY</u>	<u>PY</u>	<u>PY</u>	<u>PY</u>	<u>PY</u>
2.7 <u>If N/PN/NI to 2.6:</u> Was there potential for a substantial impact (on the result) of the failure to analyse participants in the group to which they were randomized?	NA / <u>Y</u> / PY / <u>PN</u> / <u>N</u> / NI	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Risk-of-bias judgement	Low / High / Some concerns	Low	Low	Low	Low	Low	Low

Domain 3: Missing outcome data

Signalling questions	Response options	Gruenerbl <i>et al.</i> ;2015	Jeon <i>et al.</i> ;2021	Lee <i>et al.</i> ;2017	Lu <i>et al.</i> ;2019	Ahn <i>et al.</i> ;2017	Choi <i>et al.</i> ;2021
3.1 Were data for this outcome available for all, or nearly all, participants randomized?	<u>Y</u> / PY / PN / N / NI	PN	<u>PY</u>	<u>Y</u>	<u>PY</u>	<u>Y</u>	<u>Y</u>
3.2 <u>If N/PN/NI to 3.1:</u> Is there evidence that the result was not biased by missing outcome data?	NA / <u>Y</u> / PY / PN / N	<u>PY</u>	NA	NA	NA	NA	NA
3.3 <u>If N/PN to 3.2:</u> Could missingness in the outcome depend on its true value?	NA / Y / PY / <u>PN / N / NI</u>	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3.4 <u>If Y/PY/NI to 3.3:</u> Is it likely that missingness in the outcome depended on its true value?	NA / Y / PY / <u>PN / N / NI</u>	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Risk-of-bias judgement	Low / High / Some concerns	Low	Low	Low	Low	Low	Low

Domain 4: Risk of bias in measurement of the outcome

Signalling questions	Response options	Gruenerbl <i>et al.</i> ;2015	Jeon <i>et al.</i> ;2021	Lee <i>et al.</i> ;2017	Lu <i>et al.</i> ;2019	Ahn <i>et al.</i> ;2017	Choi <i>et al.</i> ;2021
----------------------	------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------------	------------------------	-------------------------	--------------------------

4.1 Was the method of measuring the outcome inappropriate?	Y / PY / <u>PN</u> / <u>N</u> / NI	<u>N</u>	<u>N</u>	<u>N</u>	<u>N</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
4.2 Could measurement or ascertainment of the outcome have differed between intervention groups?	Y / PY / <u>PN</u> / <u>N</u> / NI	<u>N</u>	<u>N</u>	<u>N</u>	<u>N</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
4.3 <u>If N/PN/NI to 4.1 and 4.2:</u> Were outcome assessors aware of the intervention received by study participants?	NA / Y / PY / <u>PN</u> / <u>N</u> / NI	NA	NA	NA	NA	<u>N</u>	<u>N</u>
4.4 <u>If Y/PY/NI to 4.3:</u> Could assessment of the outcome have been influenced by knowledge of intervention received?	NA / Y / PY / <u>PN</u> / <u>N</u> / NI	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4.5 <u>If Y/PY/NI to 4.4:</u> Is it likely that assessment of the outcome was influenced by knowledge of intervention received?	NA / Y / PY / <u>PN</u> / <u>N</u> / NI	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Risk-of-bias judgement	Low / High / Some concerns	Low	Low	Low	Low	Low	Low

Domain 5: Risk of bias in selection of the reported result

Signalling questions	Response options	Gruenerbl <i>et al.</i> ;2015	Jeon <i>et al.</i> ;2021	Lee <i>et al.</i> ;2017	Lu <i>et al.</i> ;2019	Ahn <i>et al.</i> ;2017	Choi <i>et al.</i> ;2021
5.1 Were the data that produced this result analysed in accordance with a pre-specified	<u>Y</u> / <u>PY</u> / <u>PN</u> / <u>N</u> / NI	<u>PY</u>	<u>PY</u>	<u>PY</u>	<u>PY</u>	<u>PY</u>	<u>PY</u>

analysis plan that was finalized before unblinded outcome data were available for analysis?							
Is the numerical result being assessed likely to have been selected, on the basis of the results, from...							
5.2. ... multiple eligible outcome measurements (e.g. scales, definitions, time points) within the outcome domain?	Y / PY / <u>PN</u> / <u>N</u> / NI	<u>PN</u>	<u>PN</u>	<u>PN</u>	<u>PN</u>	<u>PN</u>	<u>PN</u>
5.3 ... multiple eligible analyses of the data?	Y / PY / <u>PN</u> / <u>N</u> / NI	<u>PN</u>	<u>PN</u>	<u>PN</u>	<u>PN</u>	<u>PN</u>	<u>PN</u>
Risk-of-bias judgement	Low / High / Some concerns	Low	Low	Low	Low	Low	Low

Overall risk of bias

		Gruenerbl <i>et al.</i> ;2015	Jeon <i>et al.</i> ;2021	Lee <i>et al.</i> ;2017	Lu <i>et al.</i> ;2019	Ahn <i>et al.</i> ;2017	Choi <i>et al.</i> ;2021
--	--	--------------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	---------------------------------

Risk-of-bias judgement	Low / High / Some concerns	Some concerns	Low	Low	Low	Low	Low
-------------------------------	----------------------------	---------------	-----	-----	-----	-----	-----