



The Indonesian Journal of General Medicine

MENINGKATKAN KUALITAS DAN AKSES LAYANAN BEDAH DI TENGAH BENCANA, TRANSFORMASI KESEHATAN, DAN PERKEMBANGAN TEKNOLOGI : A SYSTEMATIC REVIEW OF RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL AND PRIMARY STUDIES

¹ Coy Hutagaol

¹ Rumah Sakit TK III IM 07.01 Lhokseumawe, Indonesia / Fakultas
Kedokteran, Universitas Methodist Indonesia

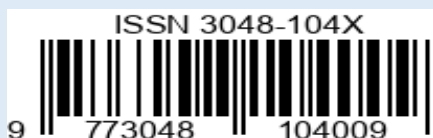
Email Korespondensi : hutagaolcoy26@gmail.com

Article History :

Received date : 2026/06/02
Revised date : 2026/07/21
Accepted date : 2026/08/16
Published date : 2026/09/30



Copyright: © 2024 by the
authors. Submitted for possible
open access publication under
the terms and conditions of the
Creative Commons Attribution
(BY NC) license
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).



ABSTRAK

Pendahuluan : Sekitar lima miliar penduduk dunia belum memiliki akses terhadap layanan bedah dan anestesi yang aman, terjangkau, dan tepat waktu. Kesenjangan ini diperberat oleh bencana alam, pandemi, serta ketimpangan geografis negara kepulauan seperti Indonesia, sementara transformasi sistem kesehatan dan teknologi digital menawarkan jalur penyelesaian baru. Tinjauan sistematis ini bertujuan mensintesis bukti primer mutakhir mengenai strategi peningkatan kualitas dan akses layanan bedah pada empat domain: bencana gempa bumi, pandemi COVID-19, transformasi sistem kesehatan, dan teknologi.^{3,4}

Metode : Tinjauan sistematis mengikuti PRISMA 2020. Pencarian dilakukan untuk publikasi 2011–

2026. Kriteria inklusi dibatasi pada uji acak terkendali (RCT), kohort, kasus-kontrol, potong lintang, serta studi observasional prospektif dan retrospektif.^{1,2,5-7}

Hasil : Dari 251 rekaman, 94 studi primer (21 RCT; 73 studi observasional/kuasi-eksperimental) dari >30 negara diinklusi, dan 35 studi berkontribusi pada sembilan meta-analisis. Pada korban gempa bumi, mortalitas gabungan pasien bedah/trauma sebesar 6,0% (IK 95% 3,9–9,0; I^2 78,6%), lebih tinggi pada kohort sindrom crush/ICU (10,3%) dibanding kohort ortopedi umum (3,7%; p -interaksi = 0,017); proporsi amputasi 10,1% (6,2–16,0) dan fasciotomi 26,3% (13,1–45,6); fasciotomi yang tertunda >45,5 jam meningkatkan kebutuhan amputasi 28,5 kali. Pada pandemi COVID-19, *lockdown* penuh menyebabkan 15,0% pasien kanker tidak jadi dioperasi, dan mortalitas pascaoperasi periode pandemi cenderung meningkat (OR gabungan 1,41; 0,84–2,36; I^2 80,1%). Pembagian tugas (*task-sharing*) bedah kepada klinisi non-spesialis tidak meningkatkan mortalitas (OR 0,32; 0,07–1,54) dan menurunkan rekurensi hernia 1 tahun (RR 0,20; 0,04–0,91). Program mutu multimodal *Clean Cut* menurunkan infeksi luka operasi (ILO) sebesar 38% (RR 0,62; 0,52–0,74; I^2 25,1%; interval prediksi 0,40–0,95). Tindak lanjut pascaoperasi melalui telemedisin tidak meningkatkan komplikasi (RR 0,81; 0,54–1,22; I^2 0%) maupun kunjungan tak terencana (RR 1,00; 0,57–1,75). Pengantaran darah dengan *drone* mempercepat distribusi 79–98 menit dan menurunkan kedaluwarsa produk darah 67%;

telebedah robotik berbasis 5G mencapai keberhasilan teknis 95–100% dengan latensi 31,6–166,6 ms. Di Indonesia, cakupan akses ≤ 2 jam terhadap layanan subspesialis onkologi ginekologi hanya 4,9% di Papua dibanding 79,1% di Jawa.^{8–16}

Diskusi : Bukti menunjukkan bahwa akses dan kualitas bedah dapat ditingkatkan secara simultan melalui kombinasi kesiapsiagaan bencana berbasis protokol *damage control* dan fasiotomi dini, perlindungan jalur operasi elektif saat krisis, *task-sharing* terstruktur dengan pelatihan berbasis kompetensi, program mutu berbiaya rendah, serta adopsi teknologi digital dan logistik yang disesuaikan konteks. Heterogenitas tinggi pada data bencana dan dominasi studi observasional membatasi kepastian bukti.^{4,17}

Kesimpulan : Strategi terintegrasi lintas domain bencana, transformasi, dan teknologi berpotensi memperluas akses bedah yang aman. Indonesia memerlukan rencana bedah nasional yang memuat kesiapsiagaan bencana, program *task-sharing* terakreditasi, program pencegahan ILO, telemedisin pascaoperasi, serta pemetaan geospasial sebagai dasar alokasi sumber daya.^{3,18}

Kata kunci : akses bedah; bedah bencana; sindrom crush; fasiotomi; COVID-19; *task-sharing*; infeksi luka operasi; telemedisin; *drone*; telebedah; *global surgery*; Indonesia.³

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Layanan bedah dan anestesi merupakan komponen yang tidak terpisahkan dari sistem kesehatan yang berfungsi. Laporan Komisi Lancet tentang Bedah Global menyatakan bahwa lima miliar orang tidak memiliki akses terhadap layanan bedah dan anestesi yang aman dan terjangkau ketika diperlukan, bahwa dibutuhkan sekitar 143 juta tindakan bedah tambahan setiap tahun di negara berpendapatan rendah-menengah (*low- and middle-income countries*, LMIC), dan bahwa puluhan juta penduduk mengalami pengeluaran katastrofik akibat biaya bedah. Komisi tersebut menetapkan enam indikator, meliputi akses tepat waktu ≤ 2 jam terhadap fasilitas yang mampu melakukan prosedur *bellwether* (seksio sesarea, laparotomi, tata laksana fraktur terbuka), densitas tenaga spesialis bedah-anestesi-obstetri, volume operasi, mortalitas perioperatif, serta proteksi finansial.³

Satu dekade kemudian, kemajuan menuju target 2030 dinilai terlalu lambat dan tidak merata. Kebutuhan bedah yang tidak terpenuhi diperkirakan meningkat hingga sedikitnya 160 juta operasi per tahun, sementara sekitar 3,5 juta orang dewasa meninggal setelah pembedahan setiap tahun. Tinjauan sistematis indikator Komisi Lancet menemukan bahwa pelaporan indikator nasional masih jarang dan tidak merata, terutama di LMIC, dan sebagian besar estimasi yang dimodelkan kurang transparan. Pandemi COVID-19 kemudian menyingkap kerapuhan layanan bedah akibat kekurangan pendanaan, tenaga, dan infrastruktur.^{4,17,19}

Hambatan akses bedah bersifat multidimensi. Tinjauan sistematis studi kualitatif mengidentifikasi hambatan jarak, buruknya jalan dan transportasi, kurangnya sumber daya dan keahlian lokal, biaya langsung maupun tidak langsung, serta ketakutan terhadap pembedahan dan anestesi. Wawancara terhadap 148 penyedia layanan bedah di 21 LMIC—termasuk Indonesia—menunjukkan bahwa rumah sakit perdesaan kekurangan tenaga terlatih, infrastruktur, peralatan, dan darah yang tersedia di bank darah, sedangkan rumah sakit perkotaan menghadapi kepadatan pasien dan lemahnya koordinasi antar-rumah sakit.^{20,21}

Bencana alam memperparah ketidakseimbangan antara kebutuhan dan kapasitas bedah secara mendadak. Gempa bumi menghasilkan beban ortopedi yang melampaui jenis bencana lain karena banyaknya cedera muskuloskeletal akibat reruntuhan, disertai kerusakan luas infrastruktur umum dan medis; hal ini menuntut perubahan pola pikir ke arah bedah *damage control* dengan prinsip *life before limb*, serta perhatian pada empat unsur ruang, staf, persediaan, dan sistem (*space, staff, supplies, system*). Gempa Kahramanmaraş 6 Februari 2023 di Türkiye yang menewaskan lebih dari 50.000 orang, gempa Nepal 2015, dan gempa

Lombok 2018 di Indonesia menghasilkan data primer berharga tentang sindrom crush, sindrom kompartemen akut, fasiotomi, amputasi, dan mortalitas.^{8,22–24}

Selain bencana alam, pandemi COVID-19 merupakan krisis kesehatan global yang secara langsung mengganggu layanan bedah. Kohort internasional COVIDSurg melaporkan mortalitas 30 hari sebesar 23,8% dan komplikasi paru 51,2% pada pasien dengan infeksi SARS-CoV-2 perioperatif, sedangkan kebijakan *lockdown* penuh menyebabkan satu dari tujuh pasien kanker tidak menjalani operasi kuratif yang telah direncanakan. Temuan ini menegaskan bahwa ketahanan (*resilience*) sistem bedah menjadi prasyarat akses yang berkelanjutan.^{10,25}

Transformasi sistem kesehatan menawarkan beberapa jalur penyelesaian. Pembagian tugas (*task-sharing*) bedah kepada klinisi non-dokter (*associate clinicians, non-physician clinicians*) dan dokter umum terlatih telah diterapkan di Sierra Leone, Ghana, Tanzania, Zambia, Etiopia, dan Nepal untuk meningkatkan volume operasi di rumah sakit tingkat pertama. Di sisi mutu, program multimodal berbiaya rendah seperti *Clean Cut*—yang memperkuat enam standar pencegahan infeksi perioperatif termasuk Daftar Tilik Keselamatan Bedah WHO—diuji di berbagai negara berpendapatan rendah. Rencana bedah, obstetri, dan anestesi nasional (*national surgical, obstetric and anaesthesia plans, NSOAP*) juga dipandang sebagai peta jalan menuju tujuan pembangunan berkelanjutan.^{12,26–29}

Sementara itu, perkembangan teknologi menghadirkan instrumen baru untuk menjembatani jarak. Telemedisin pascaoperasi, aplikasi kesehatan bergerak (*mobile health, mHealth*) yang dioperasikan kader/petugas kesehatan komunitas, kecerdasan buatan (*artificial intelligence, AI*) untuk mendeteksi ILO dari citra ponsel, pengantaran produk darah dengan pesawat nirawak (*drone*), hingga telebedah robotik berbasis jaringan 5G telah dilaporkan dalam studi primer. Namun, bukti mengenai keamanan, akurasi, dan dampaknya terhadap akses masih tersebar pada literatur yang berbeda.^{13,14,30–32}

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan risiko bencana tinggi menghadapi seluruh tantangan tersebut sekaligus. Analisis geospasial nasional menunjukkan bahwa meskipun 94,5% perempuan usia reproduksi berada dalam jarak tempuh ≤ 2 jam dari rumah sakit dengan layanan obstetri darurat, delapan provinsi memiliki akses tepat waktu yang rendah; akses ke subspesialis onkologi ginekologi hanya mencakup 4,9% perempuan di Papua dibanding 79,1% di Jawa; dan cakupan 2 jam terhadap laboratorium kateterisasi jantung turun dari 73,0% menjadi 63,5% setelah disesuaikan dengan kredensial Jaminan Kesehatan Nasional. Di wilayah kepulauan Maluku, 65% puskesmas tidak memiliki dokter dan jarak rata-rata ke rumah sakit mencapai 56–73 km.^{16,18,33,34}

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, pertanyaan penelitian utama tinjauan ini adalah: *strategi apa saja—dalam konteks bencana, transformasi sistem kesehatan, dan perkembangan teknologi—yang terbukti meningkatkan kualitas (keselamatan dan luaran klinis) serta akses (ketersediaan, ketepatan waktu, dan jangkauan) layanan bedah, dan seberapa besar efeknya berdasarkan studi primer 15 tahun terakhir?* Pertanyaan turunan meliputi besaran beban bedah pascagempa, dampak pandemi terhadap akses dan mortalitas perioperatif, keamanan *task-sharing*, efektivitas program mutu pencegahan ILO, keamanan telemedisin pascaoperasi, akurasi diagnosis ILO jarak jauh, serta kelayakan teknologi logistik dan telebedah.^{3,35}

Tujuan Penelitian

Tujuan umum: mensintesis secara sistematis dan kuantitatif bukti primer (2011–2026) mengenai strategi peningkatan kualitas dan akses layanan bedah dalam konteks bencana, transformasi kesehatan, dan teknologi, serta merumuskan implikasinya bagi Indonesia.³

Tujuan khusus: (1) mengestimasi proporsi gabungan mortalitas, amputasi, dan fasciotomi pada pasien bedah korban gempa bumi serta faktor waktu yang memengaruhinya; (2) mengkuantifikasi dampak pandemi COVID-19 terhadap non-operasi, volume operasi, dan mortalitas pascaoperasi; (3) menilai keamanan *task-sharing* bedah terhadap mortalitas dan rekurensi; (4) menilai efektivitas program mutu multimodal terhadap ILO; (5) menilai keamanan telemedisin pascaoperasi terhadap komplikasi dan pemanfaatan layanan tak terencana; (6) memetakan akurasi diagnostik mHealth/AI untuk ILO; (7) menilai kinerja *drone* pengantaran darah dan telebedah robotik 5G; serta (8) mendeskripsikan ketimpangan akses geografis bedah di Indonesia.^{10–12,14}

Manfaat Penelitian

Manfaat teoretis: menyediakan kerangka konseptual terpadu yang menghubungkan domain bencana, pandemi, transformasi, dan teknologi dengan luaran akses dan mutu, serta memperbarui estimasi kuantitatif yang sebelumnya tersebar. **Manfaat klinis:** memberikan dasar bukti bagi dokter spesialis bedah, ortopedi, anesthesiologi, obstetri-ginekologi, dan kedokteran keluarga layanan primer dalam menata laksana korban massal, menentukan waktu fasciotomi, dan merancang tindak lanjut pascaoperasi jarak jauh. **Manfaat kebijakan:** menjadi masukan bagi penyusunan rencana bedah nasional, kebijakan penempatan dan pelatihan tenaga, program pencegahan ILO, serta investasi teknologi kesehatan digital di Indonesia.^{4,29}

Hipotesis

Hipotesis yang diuji adalah sebagai berikut. **H1:** pada gempa bumi, mortalitas pasien bedah bermakna secara klinis dan lebih tinggi pada kohort sindrom crush/ICU dibanding

kohort ortopedi umum, serta keterlambatan fasciotomi berhubungan dengan amputasi. **H2:** pandemi COVID-19 menurunkan akses operasi (non-operasi dan penurunan volume) dan meningkatkan mortalitas pascaoperasi. **H3:** *task-sharing* bedah tidak inferior terhadap dokter/spesialis dalam mortalitas dan rekurensi. **H4:** program mutu multimodal menurunkan kejadian ILO. **H5:** telemedisin pascaoperasi tidak meningkatkan komplikasi maupun pemanfaatan layanan tak terencana dibanding kunjungan tatap muka. **H6:** teknologi logistik dan telebedah memperpendek waktu akses dengan keamanan yang dapat diterima.^{3,25}

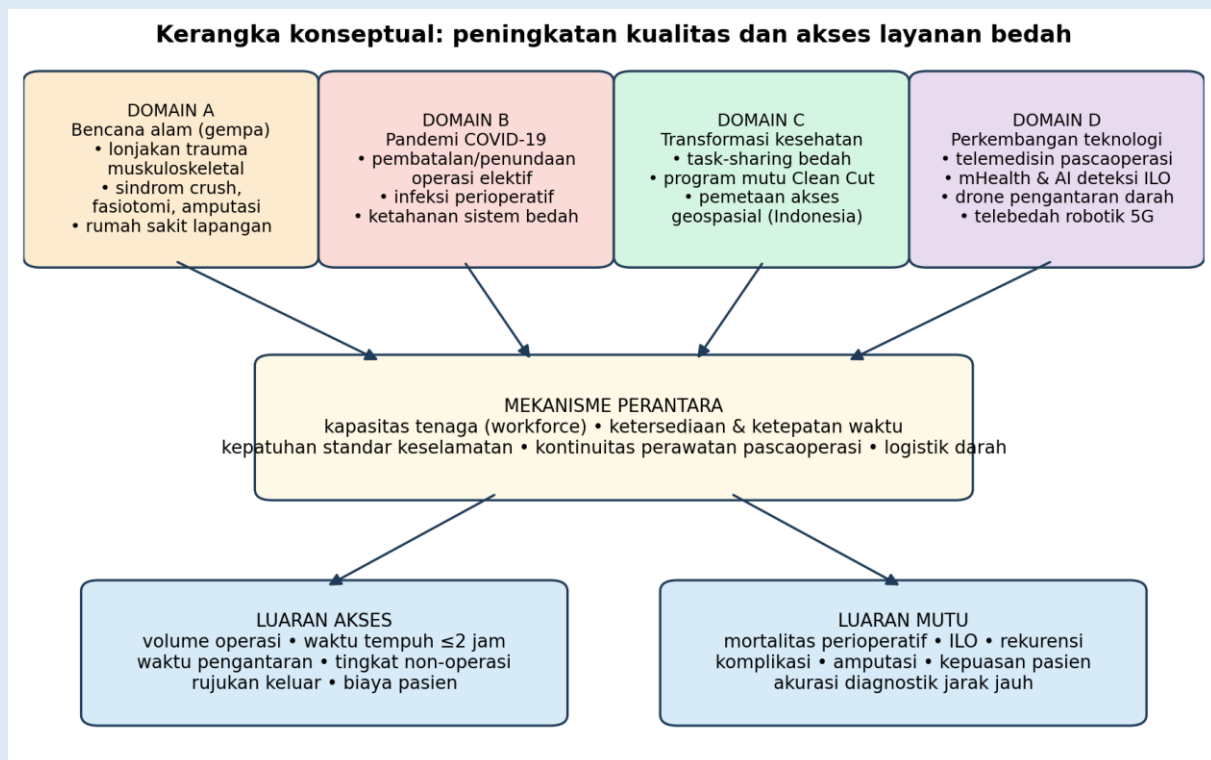
Kesenjangan Penelitian (Research Gap)

Tinjauan terdahulu cenderung berfokus pada satu intervensi, misalnya *task-sharing* seksio sesarea, akurasi telemedisin untuk ILO, kepuasan pasien telemedisin, atau telebedah pada urologi. Tinjauan sistematis intervensi akses tepat waktu setelah Komisi Lancet hanya menemukan sebelas publikasi dengan metrik luaran yang tidak seragam. Belum ada sintesis kuantitatif yang secara simultan mengestimasi beban bedah pascagempa, dampak pandemi terhadap akses, keamanan *task-sharing*, efektivitas program mutu, dan keamanan teknologi pascaoperasi, apalagi dengan memasukkan data akses geospasial Indonesia sebagai konteks kebijakan.^{35–39}

Selain itu, studi-studi gempa Kahramanmaraş 2023 yang jumlahnya bertambah pesat sejak 2023 belum digabungkan secara meta-analitik untuk memperoleh estimasi mortalitas, amputasi, dan fasciotomi yang dapat dijadikan dasar perencanaan kapasitas rumah sakit rujukan, stok implan, dan kebutuhan dialisis. Demikian pula, bukti mutakhir 2024–2026 mengenai skala-naik program *Clean Cut* di lima negara, telebedah transkontinental, dan dampak *drone* terhadap mortalitas rumah sakit belum dianalisis bersama.^{9,40–43}

Kebaruan (Novelty)

Kebaruan tinjauan ini terletak pada: (1) sintesis lintas-domain pertama yang memadukan bencana, pandemi, transformasi sistem, dan teknologi dalam satu kerangka akses–mutu; (2) meta-analisis proporsi mortalitas, amputasi, dan fasciotomi korban gempa dengan analisis subkelompok dan sensitivitas; (3) meta-analisis program *Clean Cut* yang memasukkan uji acak *stepped-wedge* dan data skala-naik lima negara; (4) pemetaan ruang ROC akurasi mHealth untuk ILO dan analisis latensi–jarak telebedah 5G; serta (5) kontekstualisasi temuan terhadap data geospasial akses bedah Indonesia untuk menghasilkan matriks rekomendasi kebijakan.^{15,16,31,41,44}



Gambar 1. Kerangka konseptual tinjauan: empat domain determinan (bencana alam, pandemi COVID-19, transformasi kesehatan, perkembangan teknologi) memengaruhi luaran akses dan mutu layanan bedah melalui mekanisme perantara kapasitas tenaga, ketepatan waktu, kepatuhan standar keselamatan, kontinuitas perawatan, dan logistik darah. Disusun penulis berdasarkan sintesis literatur.^{3,22}

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian dan Pedoman Pelaporan

Penelitian ini merupakan riset pustaka berbentuk tinjauan sistematis (*systematic review*) dengan meta-analisis terhadap studi primer, yang disusun dan dilaporkan mengikuti pernyataan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) 2020. Daftar tilik PRISMA 2020 digunakan sebagai kerangka penulisan butir judul, abstrak, metode, hasil, dan diskusi, sedangkan diagram alir PRISMA 2020 dipakai untuk melaporkan proses identifikasi, penapisan, penilaian kelayakan, dan inklusi studi.¹

Pertanyaan Penelitian dan Kerangka PECOS

Pertanyaan penelitian utama dirumuskan sebagai berikut: pada pasien yang membutuhkan layanan bedah dan anestesi dalam konteks bencana alam, pandemi, transformasi sistem kesehatan, dan penerapan teknologi (P), bagaimana paparan atau intervensi yang memengaruhi akses dan mutu (E), dibandingkan kondisi tanpa paparan, praintervensi, atau layanan standar (C), berdampak terhadap luaran klinis dan luaran akses (O), berdasarkan bukti

dari RCT dan studi observasional primer (S)? Rincian kerangka PECOS disajikan pada Tabel 1.^{1,3}

Tabel 1. Kerangka PECOS (*Population, Exposure/Intervention, Comparator, Outcome, Study design*) tinjauan sistematis

Komponen	Uraian
P – Populasi	Pasien segala usia yang membutuhkan layanan bedah/anestesi (elektif, darurat, obstetri, trauma), tenaga kesehatan bedah, fasilitas bedah, atau populasi geografis yang diukur aksesnya
E – Paparan/Intervensi	Domain A: bencana alam (gempa bumi, termasuk sindrom crush); Domain B: pandemi COVID-19 (<i>lockdown</i> , infeksi SARS-CoV-2 perioperatif); Domain C: transformasi kesehatan (<i>task-sharing</i> , pelatihan berbasis kompetensi, program mutu Clean Cut/WHO SSC, pemetaan akses geospasial); Domain D: teknologi (telemedisin pascaoperasi, mHealth/AI untuk ILO, <i>drone</i> logistik darah, telebedah robotik 5G)
C – Pembanding	Dokter/spesialis bedah; periode pra-intervensi atau prapandemi; kunjungan tatap muka; transportasi darat; fasilitas atau populasi tanpa intervensi; atau tanpa pembanding untuk luaran proporsi/deskriptif
O – Luaran	Primer: mortalitas perioperatif/30 hari, ILO, komplikasi pascaoperasi, rekurensi, amputasi, fasiotomi. Sekunder: volume/aktivitas bedah, keterlambatan dan non-operasi, pemanfaatan layanan tak terencana, kepuasan pasien, akurasi diagnostik (sensitivitas/spesifisitas/AUC), waktu pengantaran, latensi, dan cakupan akses ≤ 2 jam
S – Desain studi	RCT (individual, klaster, <i>stepped-wedge</i> , faktorial, <i>crossover</i>), kohort prospektif/retrospektif, kasus-kontrol, potong lintang, studi observasional/kuasi-eksperimental (<i>before-after</i> , <i>interrupted time-series</i> , <i>difference-in-differences</i>); tinjauan sistematis/meta-analisis dikecualikan dari sintesis utama

ILO: infeksi luka operasi; mHealth: *mobile health*; AI: kecerdasan artifisial; SSC: *Surgical Safety Checklist*.

Kriteria Kelayakan

Kriteria inklusi dan eksklusi ditetapkan secara *a priori* dan diringkas pada Tabel 2. Sesuai permintaan desain tinjauan, hanya studi primer dengan desain RCT, kohort, kasus-kontrol, potong lintang, serta observasional prospektif dan retrospektif yang dimasukkan ke dalam tabel karakteristik dan sintesis kuantitatif. Tinjauan sistematis dan meta-analisis diidentifikasi secara terpisah dan hanya digunakan sebagai pembanding eksternal pada bagian diskusi. Pembatasan periode publikasi 2011–2026 (≤ 15 tahun) dipilih agar bukti mencerminkan praktik bedah kontemporer dan era pasca-Komisi Lancet *Global Surgery* 2015.^{1,3,17}

Tabel 2. Kriteria inklusi dan eksklusi

Aspek	Kriteria inklusi	Kriteria eksklusi
Desain	RCT; kohort prospektif/retrospektif; kasus-kontrol; potong lintang; observasional/kuasi-eksperimental	Tinjauan naratif, SR/MA (hanya untuk diskusi), editorial, komentar, protokol, studi pemodelan murni, laporan/serial kasus < 5 pasien

Periode	Terbit 1 Januari 2011–27 September 2026	Data dikumpulkan sebelum 2011 atau publikasi <2011
Populasi/setting	Layanan bedah, anestesi, obstetri operatif, trauma bedah; fasilitas atau populasi yang diukur aksesnya	Populasi non-bedah murni; studi hewan/simulasi tanpa data klinis (kecuali uji lapangan logistik darah yang mengukur luaran operasional)
Luaran	Minimal satu luaran klinis, akses, proses, atau diagnostik yang dapat diekstraksi	Tidak ada luaran yang dapat diekstraksi; hanya luaran ekonomi
Jenis publikasi	Artikel jurnal <i>peer-reviewed</i> dengan DOI	Abstrak kongres tanpa artikel lengkap; <i>preprint</i> tanpa telaah sejawat
Bahasa	Inggris atau Indonesia	Bahasa lain tanpa abstrak berbahasa Inggris

Strategi Pencarian

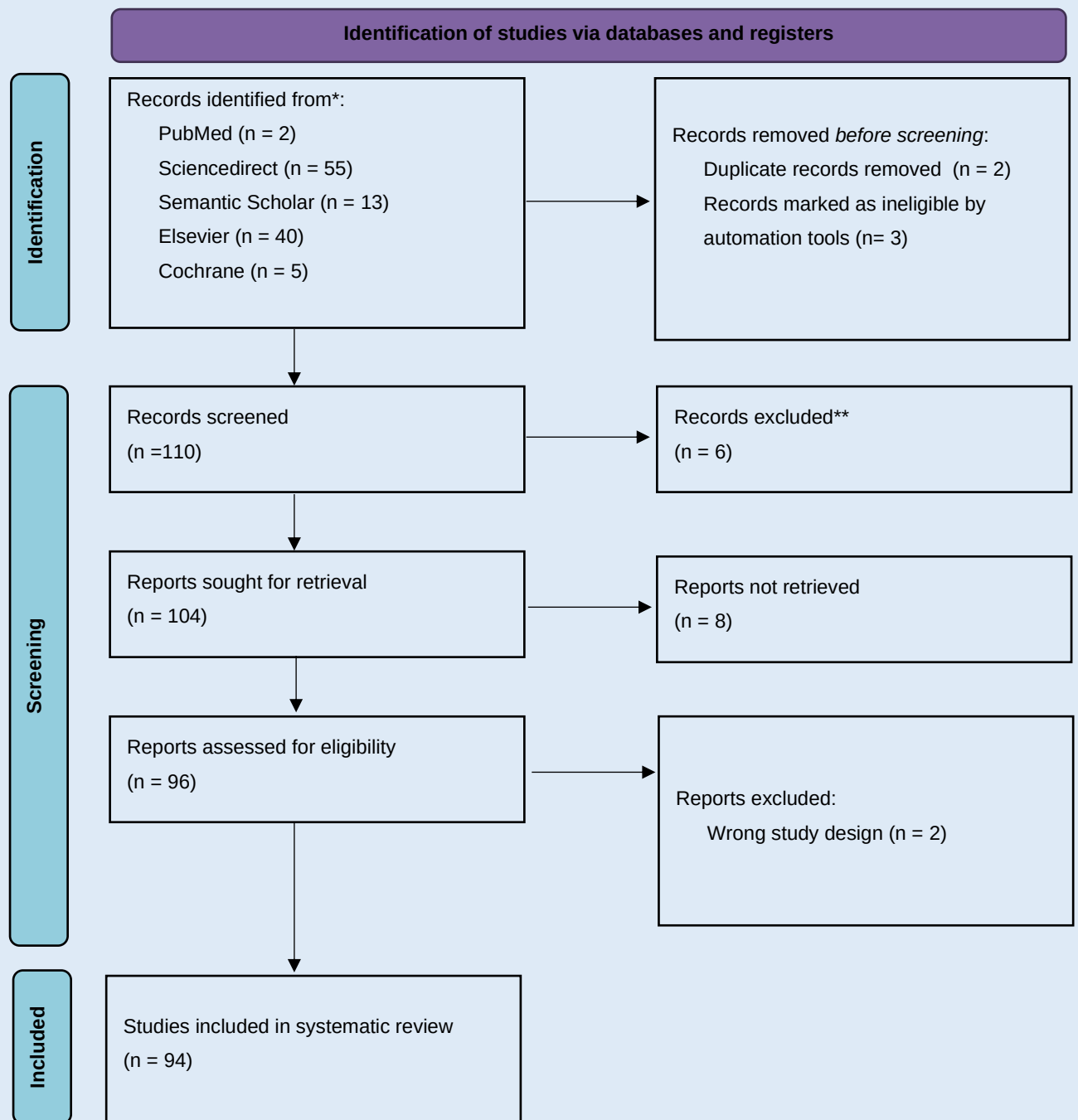
The keywords used for this research based PICO :

PICO Element	Keyword 1	Keyword 2	Keyword 3
P (Population)	Patients needing surgical care in disasters	Surgical patients during COVID-19 pandemic	Surgical workforce and facilities in LMICs
I (Intervention)	Surgical access and quality improvement strategies	Task-sharing and surgical quality programs	Telemedicine, mHealth, and drone technology
C (Comparison)	Standard care or pre-intervention period	Specialist-led surgical care	In-person follow-up or ground transport
O (Outcome)	Surgical mortality and amputation rates	Surgical site infection and recurrence	Access coverage and timeliness of surgery

The Boolean MeSH keywords inputted on databases for this research are: ("*Patients needing surgical care in disasters*") OR ("*Surgical patients during COVID-19 pandemic*") OR ("*Surgical workforce and facilities in LMICs*") AND ("*Surgical access and quality improvement strategies*") OR ("*Task-sharing and surgical quality programs*") OR ("*Telemedicine, mHealth, and drone technology*") AND ("*Standard care or pre-intervention period*") OR ("*Specialist-led surgical care*") OR ("*In-person follow-up or ground transport*") AND ("*Surgical mortality and amputation rates*") OR ("*Surgical site infection and recurrence*") OR ("*Access coverage and timeliness of surgery*")

Article Search Strategy

Database	Keywords	Hits
Pubmed	<i>("Patients needing surgical care in disasters" OR "Surgical workforce and facilities in LMICs") AND ("Surgical access and quality improvement strategies" OR "Task-sharing and surgical quality programs" OR "Telemedicine, mHealth, and drone technology" AND "Surgical mortality and amputation rates" OR "Surgical site infection and recurrence" OR "Access coverage and timeliness of surgery")</i>	2
Science-direct	<i>"Patients needing surgical care in disasters" OR "Surgical workforce and facilities in LMICs" AND "Surgical access and quality improvement strategies" OR "Task-sharing and surgical quality programs" OR "Telemedicine, mHealth, and drone technology" AND "Surgical mortality and amputation rates" OR "Surgical site infection and recurrence" OR "Access coverage and timeliness of surgery"</i>	55
Semantic Scholar	<i>("Patients needing surgical care in disasters" OR "Surgical patients during COVID-19 pandemic" OR "Surgical workforce and facilities in LMICs") AND ("Surgical access and quality improvement strategies" OR "Task-sharing and surgical quality programs" OR "Telemedicine, mHealth, and drone technology") AND ("Standard care or pre-intervention period" OR "Specialist-led surgical care" OR "In-person follow-up or ground transport") AND ("Surgical mortality and amputation rates" OR "Surgical site infection and recurrence" OR "Access coverage and timeliness of surgery")</i>	13
Elsevier	<i>("Patients needing surgical care in disasters" OR "Surgical workforce and facilities in LMICs" AND "Surgical access and quality improvement strategies" OR "Task-sharing and surgical quality programs" OR "Telemedicine, mHealth, and drone technology" AND "Surgical mortality and amputation rates" OR "Surgical site infection and recurrence" OR "Access coverage and timeliness of surgery")</i>	40
Cochrane	<i>"Patients needing surgical care in disasters" OR "Surgical workforce and facilities in LMICs" AND "Surgical access and quality improvement strategies" OR "Task-sharing and surgical quality programs" OR "Telemedicine, mHealth, and drone technology" AND "Surgical mortality and amputation rates" OR "Surgical site infection and recurrence" OR "Access coverage and timeliness of surgery"</i>	5



Article search flowchart

Seleksi Studi

Seleksi dilakukan dua tahap. Tahap pertama adalah penapisan judul dan abstrak terhadap kriteria kelayakan setelah penghapusan duplikat berbasis DOI dan kemiripan judul. Tahap kedua adalah penilaian kelayakan berdasarkan abstrak terstruktur dan metadata lengkap, termasuk desain, jumlah sampel, dan ketersediaan luaran yang dapat diekstraksi. Alasan eksklusi pada tahap kelayakan dicatat per kategori (serial kasus <5 pasien, luaran tidak dapat diekstraksi, studi ekonomi murni, abstrak kongres, dan data sebelum 2011) dan dilaporkan pada diagram PRISMA.¹

Tinjauan sistematis dan meta-analisis yang terjaring tidak diekstraksi ke dalam tabel karakteristik; sebanyak 14 di antaranya dipertahankan sebagai literatur pembanding pada diskusi. Ketidakpastian kelayakan diselesaikan melalui telaah ulang terhadap kriteria PECOS, dengan prinsip inklusi bila studi memenuhi desain primer dan memiliki minimal satu luaran relevan.^{1,36,37}

Ekstraksi Data

Ekstraksi dilakukan menggunakan formulir terstandar yang telah diujicobakan pada lima studi. Variabel yang diekstraksi dirinci pada Tabel 4. Data diekstraksi dari abstrak terstruktur, tabel ringkasan, dan metadata publikasi yang tersedia melalui Sumber Internet. Bila jumlah kejadian atau penyebut tidak dilaporkan secara eksplisit, nilainya diturunkan dari persentase dan ukuran sampel yang dilaporkan, lalu ditandai dengan tanda bintang (*) pada tabel dan forest plot*; penurunan ini merupakan sumber ketidakpastian tambahan yang diuji melalui analisis sensitivitas.^{1,45}

Tabel 3. Variabel yang diekstraksi

Kategori	Variabel
Identitas studi	Penulis pertama, tahun terbit, negara/setting, sumber pendanaan bila tersedia, DOI
Desain dan metode	Desain (RCT/kohort/kasus-kontrol/potong lintang/kuasi-eksperimental), periode pengumpulan data, jumlah pusat, metode pengacakan dan penyamaran (RCT), metode penyesuaian perancu (observasional)
Populasi	Jumlah partisipan/fasilitas, usia, jenis tindakan atau cedera, kriteria inklusi
Paparan/intervensi dan pembanding	Jenis bencana, fase pandemi, kader tenaga (<i>associate clinician</i> , <i>non-physician clinician</i> , dokter umum), komponen program mutu, modalitas telemedisin, jenis teknologi
Luaran	Jumlah kejadian dan penyebut; OR/RR/aOR dengan IK 95%; proporsi; sensitivitas, spesifisitas, AUC; waktu (menit/jam); latensi (ms); cakupan akses (%)
Kualitas	Butir RoB 2 (D1–D5) atau NOS (seleksi, komparabilitas, luaran)

Penilaian Risiko Bias

Risiko bias RCT dinilai dengan *Cochrane Risk of Bias tool* versi 2 (RoB 2) pada lima domain: D1 proses randomisasi, D2 penyimpangan dari intervensi yang direncanakan, D3 data luaran yang hilang, D4 pengukuran luaran, dan D5 pemilihan hasil yang dilaporkan. Setiap domain dinilai *low risk*, *some concerns*, atau *high risk*; penilaian keseluruhan mengikuti algoritma RoB 2, yaitu *high* bila minimal satu domain berisiko tinggi, *some concerns* bila minimal satu domain bermasalah tanpa domain berisiko tinggi, dan *low* bila seluruh domain berisiko rendah. Karena intervensi telemedisin dan *task-sharing* tidak dapat disamakan terhadap pasien maupun klinisi, domain D2 dan D4 dinilai secara khusus menurut apakah luaran bersifat objektif (mortalitas, rekurensi terverifikasi) atau subjektif (kepuasan).²

Studi observasional dinilai dengan *Newcastle–Ottawa Scale* (NOS) yang terdiri atas tiga ranah: seleksi (maksimal 4 bintang), komparabilitas (maksimal 2 bintang), dan luaran/paparan (maksimal 3 bintang), dengan skor total 0–9. Kualitas dikategorikan baik (≥ 7), sedang (5–6), dan rendah (≤ 4). Untuk studi potong lintang digunakan adaptasi NOS, dengan mempertimbangkan bahwa reliabilitas antarpemilai NOS bervariasi dan pilihan instrumen untuk desain potong lintang tidak mutlak.^{5,46}

Tabel 4. Penilaian risiko bias uji acak terkendali dengan RoB 2 (n = 21)

No	Studi	D1 Randomisasi	D2 Deviasi intervensi	D3 Data hilang	D4 Pengukuran luaran	D5 Pelaporan selektif	Keseluruhan
1	Ashley 2021 ¹¹	Low	Low	Low	Low	Low	Low
2	Gajewski 2019 ²⁸	Some concerns	Some concerns	Low	Some concerns	Some concerns	Some concerns
3	Mammo 2024 ⁴⁴	Low	Some concerns	High	Some concerns	Low	High
4	Ademuyiwa 2021 (FALCON) ⁴⁷	Low	Low	Low	Low	Low	Low
5	Kateera 2022 ⁴⁸	Low	Some concerns	Low	Low	Low	Some concerns
6	McLean 2021b ⁴⁹	Low	Some concerns	Low	Low	Low	Some concerns
7	Yao 2022 ⁵⁰	Low	Some concerns	Low	Some concerns	Some concerns	Some concerns
8	Fink 2022 ⁵¹	Some concerns	Low	Some concerns	Some concerns	Low	Some concerns
9	Lee 2020 ⁵²	Low	Low	Low	Some concerns	Low	Some concerns
10	Muschol 2022 ⁵³	Low	Low	Some concerns	Some concerns	Low	Some concerns
11	Wherley 2025 ⁵⁴	Low	Low	Some concerns	Some concerns	Low	Some concerns
12	Sathiyakumar 2015 ⁵⁵	Some concerns	High	High	Some concerns	Some concerns	High
13	Goedeke 2019 ⁵⁶	Low	Low	Low	Some concerns	Low	Some concerns
14	Viers 2015 ⁵⁷	Low	Low	Low	Some concerns	Low	Some concerns
15	Giusto 2021 ¹³	Low	Low	Low	Low	Low	Low
16	Thompson 2019 ⁵⁸	Low	Low	Some concerns	Some concerns	Low	Some concerns
17	Herrero 2021 ⁵⁹	Some concerns	Low	Some concerns	Some concerns	Low	Some concerns
18	Radtke 2021 ⁶⁰	Some concerns	Low	High	Some concerns	Some concerns	High
19	Earp 2025 ⁶¹	Low	Low	Low	Some concerns	Low	Some concerns
20	Mamon 2025 ⁶²	Some concerns	Some concerns	Low	Some concerns	Some concerns	Some concerns

21	Ngowroongrueng 2026 ⁶³	Low	Low	Low	Some concerns	Low	Some concerns
----	-----------------------------------	-----	-----	-----	---------------	-----	---------------

Rekapitulasi: *low risk* 3 (14,3%), *some concerns* 15 (71,4%), *high risk* 3 (14,3%). Alasan *high risk*: Mammo 2024 – D3, ketidaklengkapan tindak lanjut ILO antarkluster; Sathiyakumar 2015 – D2/D3, studi pilot dengan *attrition* tinggi; Radtke 2021 – D3, analisis hanya pada 41 pasien dari kohort yang diacak.

Tabel 5. Penilaian kualitas studi observasional dengan Newcastle–Ottawa Scale (n = 73)

No	Studi	Dom.	Desain	Seleksi (0–4)	Kompar. (0–2)	Luaran (0–3)	Total	Kualitas
1	Kundakçı 2023 ⁸	A	Retrospective cohort	★★★★	★	★★	6	Sedang
2	Turgut 2024 ⁶⁴	A	Retrospective cohort	★★★★	–	★★	5	Sedang
3	Yalın 2023 ⁶⁵	A	Retrospective cohort	★★★★	★	★★	6	Sedang
4	Gök 2024 ⁶⁶	A	Retrospective cohort	★★★★	★	★★	6	Sedang
5	Bicakcioglu 2024 ⁶⁷	A	Retrospective cohort	★★★★	★	★★	6	Sedang
6	Çomoğlu 2025 ⁶⁸	A	Retrospective cohort	★★★★	★★	★★	7	Baik
7	Temel 2025 ⁶⁹	A	Retrospective cohort	★★★★	★	★★	6	Sedang
8	Kulakoğlu 2023 ⁷⁰	A	Retrospective cohort	★★★★	–	★★	5	Sedang
9	Taygurt 2026 ⁷¹	A	Retrospective cohort	★★★★	★	★★	6	Sedang
10	Özdemir 2023 ⁷²	A	Retrospective cohort	★★★★	–	★★	5	Sedang
11	Yalın 2024 ⁷³	A	Retrospective cohort	★★★★	★	★★	6	Sedang
12	Gökmen 2023 ⁷⁴	A	Retrospective cohort	★★★★	–	★★	5	Sedang
13	Bingol 2023 ⁹	A	Retrospective cohort	★★★★	★	★★★★	7	Baik
14	Kilincarslan 2024 ⁷⁵	A	Retrospective cohort	★★★★	–	★★	5	Sedang
15	Yıldırım 2023 ⁷⁶	A	Retrospective cohort	★★★★	–	★★	5	Sedang
16	Gezer 2026 ⁷⁷	A	Retrospective cohort	★★★★	★	★★	6	Sedang
17	Gökmen 2026 ⁴⁰	A	Retrospective cohort	★★★★	★	★★	6	Sedang
18	Acar 2026 ⁷⁸	A	Retrospective cohort	★★★★	★	★★	6	Sedang
19	Günaydın 2025 ⁷⁹	A	Retrospective cohort	★★★★	–	★★	5	Sedang
20	Durak Aslan 2025 ⁸⁰	A	Retrospective cohort	★★	–	★★	4	Rendah
21	Giri 2018 ²³	A	Prospective observational	★★★★★	★	★★	7	Baik

22	Bar-On 2016 ⁸¹	A	Retrospective comparative	★★★	★	★★	6	Sedang
23	Moitinho de Almeida 2019 ⁸²	A	Retrospective cohort	★★★	★	★★	6	Sedang
24	Moitinho de Almeida 2020 ⁸³	A	Interrupted time-series	★★★★	★	★★★★	8	Baik
25	Anshori 2023 ²⁴	A	Cohort (1-y follow-up)	★★★	★	★★	6	Sedang
26	Shrestha 2021 ⁸⁴	A	Retrospective cohort	★★★	–	★★	5	Sedang
27	Sigdel 2023 ⁸⁵	A	Retrospective cohort	★★★	–	★★	5	Sedang
28	Kanchan 2019 ⁸⁶	A	Cross-sectional	★★	–	★★	4	Rendah
29	COVIDSurg Collaborative 2020 ²⁵	B	International cohort	★★★	★★	★★★★	8	Baik
30	Glasbey 2021 ¹⁰	B	Prospective cohort	★★★★	★★	★★★★	9	Baik
31	McLean 2021a ⁸⁷	B	Comparative prospective cohorts	★★★★	★★	★★★★	9	Baik
32	Jonker 2020 ⁸⁸	B	Matched cohort	★★★★	★★	★★★★	9	Baik
33	Alser 2021 ⁸⁹	B	Multicentre cohort	★★★★	★★	★★★★	9	Baik
34	Fotopoulou 2022 ⁹⁰	B	Prospective cohort	★★★★	★	★★★★	8	Baik
35	Challine 2021 ⁹¹	B	Nationwide matched cohort	★★★★	★★	★★★★	9	Baik
36	Nassar 2023 ⁹²	B	Nationwide cohort	★★★★	★★	★★★★	9	Baik
37	de Graaff 2022 ⁹³	B	Nationwide audit cohort	★★★★	★	★★★★	8	Baik
38	Alelyani 2022 ⁹⁴	B	Retrospective cohort	★★★	–	★★	5	Sedang
39	Ashley 2025 ⁹⁵	C	Prospective 5-y follow-up cohort (trial + training)	★★★	★★	★★	7	Baik
40	Ashley 2023 ⁹⁶	C	Prospective training cohort	★★★	★	★★★★	7	Baik
41	Beard 2019 ²⁷	C	Prospective cohort	★★★★	★	★★★★	8	Baik
42	Beard 2024 ⁹⁷	C	Prospective cohort (5-y)	★★★★	★	★★	7	Baik
43	van Kesteren 2022 ⁹⁸	C	Retrospective logbook cohort	★★★	–	★★	5	Sedang
44	Bolkan 2017 ²⁶	C	Prospective observational	★★★★	★★	★★★★	9	Baik

45	van Duinen 2019 ⁹⁹	C	Prospective multicentre non-inferiority	★★★★	★	★★★	8	Baik
46	Beard 2014 ¹⁰⁰	C	Retrospective cohort	★★★	★★	★★	7	Baik
47	Ngongo 2024 ¹⁰¹	C	Retrospective cohort	★★★	★★	★★	7	Baik
48	Tariku 2019 ¹⁰²	C	Retrospective cohort	★★★	★	★★	6	Sedang
49	Knoble 2024 ¹⁰³	C	Mixed-methods cross-sectional	★★★	–	★★	5	Sedang
50	Forrester 2020 ¹²	C	Prospective quality-improvement	★★★	★	★★★★	7	Baik
51	Starr 2023 ¹⁰⁴	C	Prospective cohort	★★★★	★★	★★★★	9	Baik
52	Nofal 2025 ⁴¹	C	Quasi-experimental cohort	★★★★	★	★★★★	8	Baik
53	Ambulkar 2024 ¹⁰⁵	C	Prospective interventional	★★★	★	★★★★	7	Baik
54	Alamnie 2024 ¹⁰⁶	C	Prospective before–after	★★★	★	★★★★	7	Baik
55	Starr 2020 ¹⁰⁷	C	Prospective cohort	★★★	–	★★★★	6	Sedang
56	Tjokropawiro 2024 ¹⁸	C	Cross-sectional geospatial	★★★	–	★★	5	Sedang
57	Tjokropawiro 2026 ¹⁶	C	Cross-sectional geospatial	★★★	–	★★	5	Sedang
58	Dakota 2026 ³³	C	Cross-sectional geospatial	★★★★	–	★★	6	Sedang
59	Nugroho 2024 ¹⁰⁸	C	Retrospective registry	★★★	–	★★	5	Sedang
60	Leosari 2023 ³⁴	C	Cross-sectional GIS	★★★	–	★★	5	Sedang
61	Nkurunziza 2022 ³⁰	D	Prospective diagnostic cohort	★★★★	–	★★★★	7	Baik
62	Hedt-Gauthier 2022 ¹⁰⁹	D	Prospective diagnostic study	★★★★	–	★★★★	7	Baik
63	Cherian 2020 ¹¹⁰	D	Prospective diagnostic study	★★★★	–	★★★★	7	Baik
64	Fletcher 2021 ³¹	D	Diagnostic model development	★★★	–	★★★★	6	Sedang
65	Nisingizwe 2022 ¹⁴	D	Retrospective cross-sectional + ITS	★★★	★	★★★★	7	Baik
66	Jeon 2026 ⁴³	D	Staggered difference-in-differences	★★★★	★★	★★	8	Baik

67	Homier 2020 ¹¹¹	D	Prospective pilot experiment	★★	★	★★	5	Sedang
68	Yang 2025 ³²	D	Prospective controlled trial	★★★★	★	★★★★	7	Baik
69	Guo HH 2025 (FUTURE-04) ¹¹²	D	Prospective single-arm trial	★★★★	–	★★★★	6	Sedang
70	Guo C 2025 ¹¹³	D	Retrospective series	★★	–	★★	4	Rendah
71	Pan 2026 ¹¹⁴	D	Retrospective series	★★	–	★★	4	Rendah
72	Dong 2026 ¹⁵	D	Prospective registered trial	★★	–	★★★★	5	Sedang
73	Aldousari 2026 ⁴²	D	Prospective case series	★★	–	★★	4	Rendah

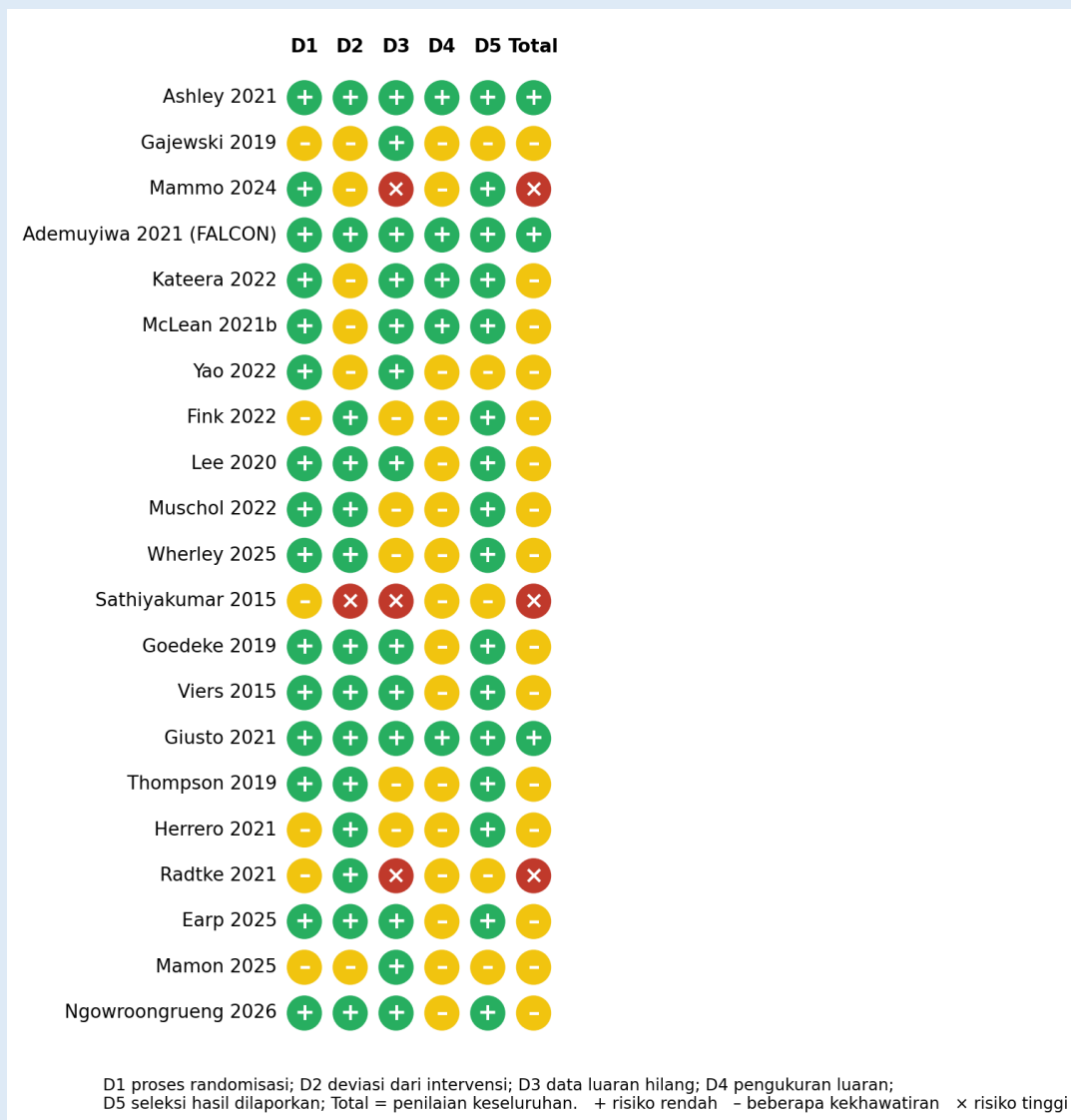
Rekapitulasi: kualitas baik 32 (43,8%), sedang 36 (49,3%), rendah 5 (6,8%); rerata skor 6,38/9.

Dom.: domain (A bencana, B pandemi, C transformasi, D teknologi). Kompar.: komparabilitas.

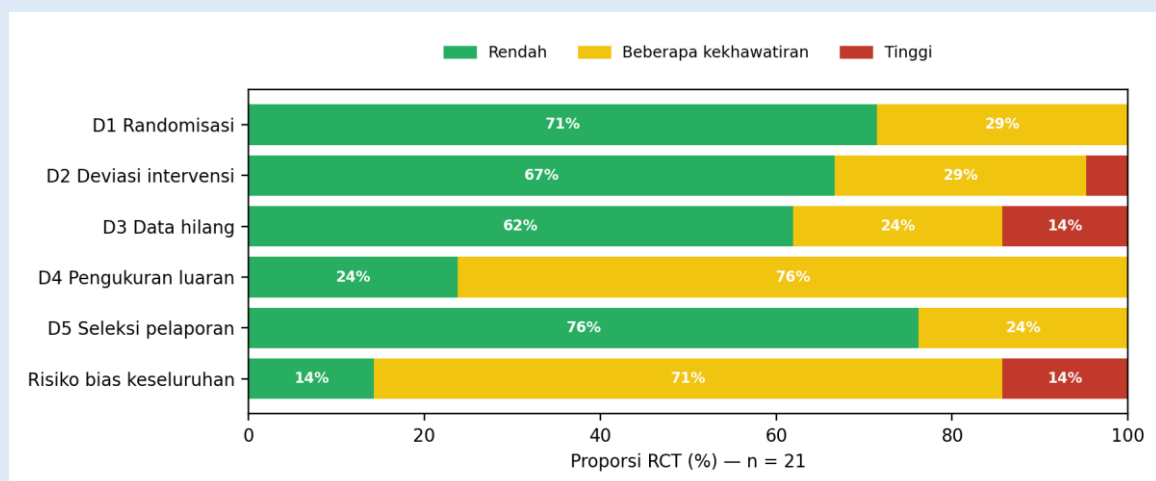
Studi deskriptif satu kelompok umumnya tidak memperoleh bintang komparabilitas.

Hasil Penilaian Risiko Bias

Dari 21 RCT, tiga studi (14,3%) memiliki risiko bias rendah pada seluruh domain (Ashley 2021, Ademuyiwa 2021/FALCON, dan Giusto 2021), 15 studi (71,4%) memiliki *some concerns*, dan tiga studi (14,3%) berisiko tinggi. Sumber kekhawatiran yang paling sering adalah domain D4 (pengukuran luaran), karena luaran kepuasan dan komplikasi pada uji telemedisin dinilai oleh pasien atau klinisi yang mengetahui alokasi, diikuti D2 (penyimpangan intervensi) akibat pergantian modalitas kunjungan. Risiko tinggi disebabkan oleh ketidaklengkapan data luaran pada RCT *stepped-wedge* Clean Cut, studi pilot trauma ortopedi dengan *attrition* besar, dan analisis subset pada RCT kunjungan *virtual*.^{2,11,13,44,47,55,60}

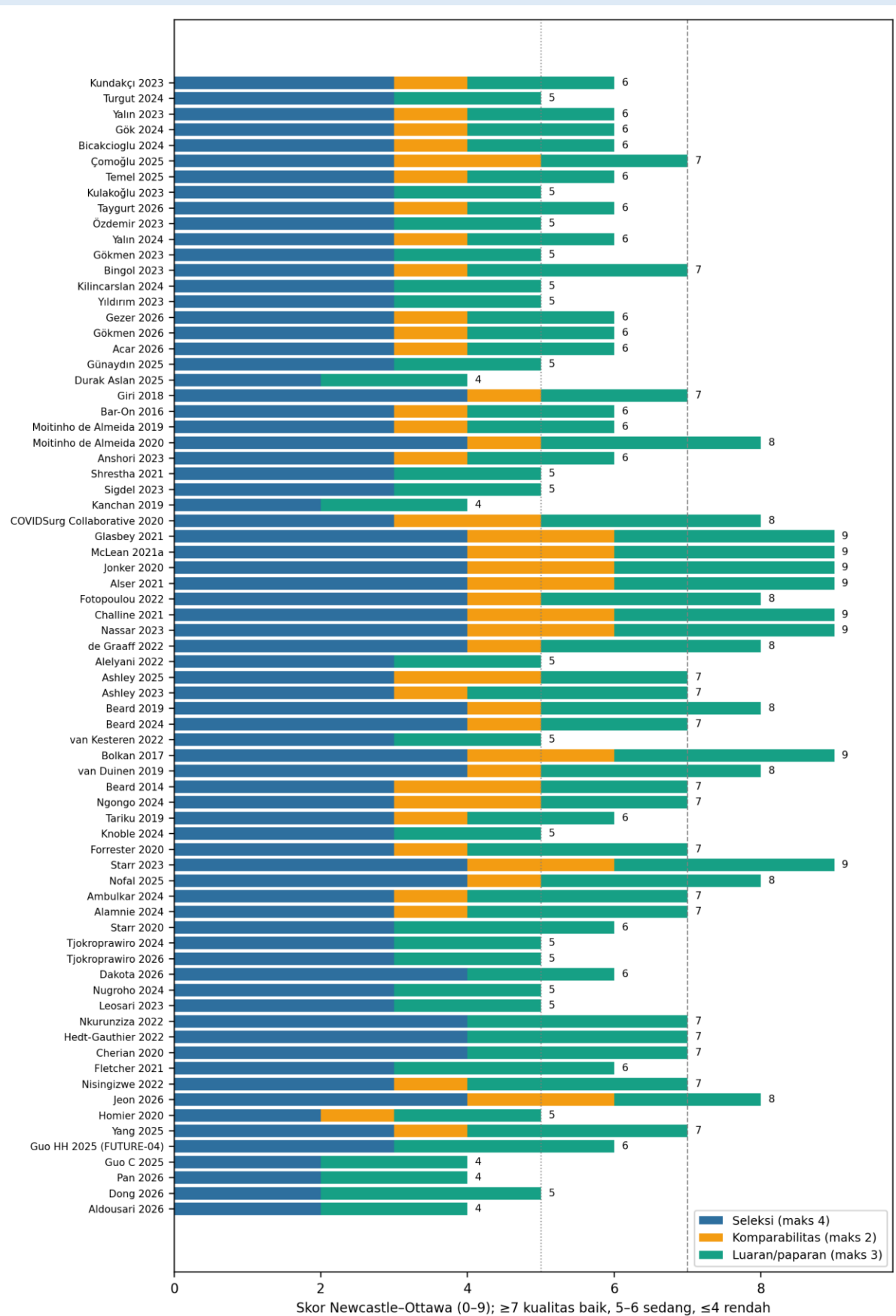


Gambar 2. Diagram *traffic light* RoB 2 untuk 21 RCT. Hijau: risiko rendah; kuning: *some concerns*; merah: risiko tinggi. D1–D5 sesuai domain RoB 2. Disusun penulis.²



Gambar 3. Ringkasan risiko bias RoB 2 per domain (persentase studi). Disusun penulis.²

Pada 73 studi observasional, skor NOS berkisar 4–9 dengan median 6. Sebanyak 32 studi (43,8%) berkualitas baik (≥ 7), 36 studi (49,3%) sedang (5–6), dan 5 studi (6,8%) rendah (≤ 4). Ranah seleksi umumnya terpenuhi karena kohort diambil secara konsekutif dari registri rumah sakit rujukan, sedangkan ranah komparabilitas merupakan kelemahan utama studi pascagempa, yang sebagian besar bersifat deskriptif satu kelompok tanpa penyesuaian perancu. Studi dengan skor tertinggi adalah kohort multinasional prospektif domain pandemi dan studi kuasi-eksperimental Clean Cut dengan analisis terkoreksi.^{5,10,25,41,104}



Gambar 4. Skor Newcastle–Ottawa Scale per studi observasional (batang bertumpuk: seleksi, komparabilitas, luaran). Disusun penulis.⁵

Tabel 6. Ringkasan kualitas metodologis per domain

Domain	Jumlah RCT	RoB 2: rendah/some concerns/tinggi	Jumlah observasional	Median NOS	NOS: baik/sedang/rendah
A. Bencana alam	0	–	28	6	4/22/2
B. Pandemi	0	–	10	9	9/1/0
C. Transformasi	4	2/1/1	22	7	13/9/0
D. Teknologi	17	1/14/2	13	6	6/4/3

Median NOS dihitung dari skor total 0–9.

Ukuran Efek dan Metode Sintesis

Untuk luaran biner komparatif, ukuran efek dinyatakan sebagai rasio odds (OR) atau rasio risiko (RR) dengan interval kepercayaan (IK) 95%. Bila studi melaporkan jumlah kejadian, $\ln(\text{OR})$ atau $\ln(\text{RR})$ dan variansnya dihitung langsung, dengan koreksi kontinuitas 0,5 pada sel nol. Bila studi hanya melaporkan estimasi terkoreksi beserta IK 95% (aOR/aRR), galat baku diturunkan dari lebar IK pada skala logaritmik dan dikombinasikan dengan metode varians terbalik generik (*generic inverse variance*). Untuk luaran proporsi tunggal (mortalitas, amputasi, fasiotomi korban gempa), proporsi ditransformasi logit sebelum digabungkan, lalu ditransformasi balik ke persen.^{45,115}

Seluruh meta-analisis menggunakan model efek acak DerSimonian–Laird karena heterogenitas klinis antarstudi diperkirakan besar. Heterogenitas statistik diukur dengan uji Q Cochran (signifikan pada $p < 0,10$), τ^2 , dan I^2 (25%, 50%, dan 75% sebagai heterogenitas rendah, sedang, dan tinggi). Karena I^2 pada meta-analisis proporsi cenderung mendekati 100% akibat presisi studi besar, interpretasi heterogenitas pada MA-5 sampai MA-7 lebih mengandalkan τ^2 dan interval prediksi 95%, yang dihitung bila $k \geq 5$ menggunakan distribusi t dengan $k-2$ derajat bebas.^{6,45,115}

Analisis tambahan meliputi: (1) analisis subkelompok berdasarkan jenis kohort (sindrom crush/ICU versus ortopedi/umum) untuk MA-5 dengan uji Q antarkelompok (Q_b); (2) analisis sensitivitas *leave-one-out* untuk MA-5, MA-6, dan MA-7; (3) analisis sensitivitas yang mengeluarkan studi berisiko bias tinggi, studi pilot, atau studi dengan desain berbeda; (4) *funnel plot* dan uji regresi Egger untuk menilai bias publikasi/efek studi kecil bila $k \geq 10$, sedangkan untuk MA-3 ($k = 5$) *funnel plot* disajikan secara deskriptif.^{6,45}

Luaran yang tidak dapat digabungkan secara statistik, yaitu akurasi diagnostik mHealth/AI, waktu pengantaran *drone*, latensi telebedah, faktor prognostik, dan cakupan akses geospasial, disintesis secara naratif terstruktur mengikuti prinsip *Synthesis Without Meta-*

analysis (SWiM): pengelompokan menurut domain dan intervensi, tabulasi standar, visualisasi (ruang ROC, diagram latensi–jarak, diagram batang), serta penilaian arah efek.^{1,37}

Tabel 7. Rencana sintesis kuantitatif per meta-analisis

Kode	Luaran	Pembanding	Ukuran efek	Model	Analisis tambahan
MA-1	Mortalitas perioperatif	<i>Task-sharing</i> vs dokter/spesialis	OR (IV generik)	DL efek acak	Sensitivitas tanpa estimasi terkoreksi
MA-2	Rekurensi hernia 1 tahun	Non-spesialis vs pembanding	RR	DL efek acak	–
MA-3	ILO 30 hari	Clean Cut vs praintervensi/kontrol	RR/aOR (IV generik)	DL efek acak	PI 95%, funnel plot, sensitivitas tanpa RCT <i>stepped-wedge</i>
MA-4a	Komplikasi pascaoperasi	Telemedisin vs tatap muka	RR	DL efek acak	Sensitivitas tanpa studi pilot
MA-4b	Kunjungan tak terencana/IGD	Telemedisin vs tatap muka	RR	DL efek acak	–
MA-5	Mortalitas korban gempa	Proporsi tunggal	Proporsi logit	DL efek acak	PI, subkelompok, LOO, funnel, Egger
MA-6	Amputasi korban gempa	Proporsi tunggal	Proporsi logit	DL efek acak	PI, LOO, funnel, Egger
MA-7	Fasiotomi korban gempa	Proporsi tunggal	Proporsi logit	DL efek acak	PI, LOO, Egger
MA-8	Mortalitas pascaoperasi	Pandemi vs prapandemi	OR/aOR (IV generik)	DL efek acak	Sensitivitas tanpa kohort pasien terinfeksi

DL: DerSimonian–Laird; IV: *inverse variance*; PI: interval prediksi; LOO: *leave-one-out*.

Penilaian Kepastian Bukti (GRADE)

Kepastian bukti untuk setiap luaran meta-analisis dinilai menggunakan pendekatan *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation* (GRADE). Bukti dari RCT dimulai pada tingkat tinggi dan bukti observasional pada tingkat rendah, kemudian diturunkan berdasarkan risiko bias, inkonsistensi, ketidaklangsungan (*indirectness*), ketidaktepatan (*imprecision*), dan bias publikasi, atau dinaikkan berdasarkan besarnya efek, gradien dosis–respons, dan arah perancu yang masuk akal. Hasilnya disajikan dalam tabel *Summary of Findings* dengan kategori tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah.^{7,116}

Tabel 8. Kriteria operasional penurunan dan peningkatan kepastian bukti GRADE

Ranah	Kriteria penurunan (–1 serius; –2 sangat serius)	Contoh penerapan
Risiko bias	>50% bobot dari studi <i>some concerns/high</i> (RCT) atau NOS ≤5 (observasional)	MA-3 (RCT <i>stepped-wedge high risk</i>); MA-4a (studi pilot)
Inkonsistensi	I ² >50% dengan arah efek berbeda atau PI melewati nilai nol	MA-1 (I ² 84,0%); MA-5 sampai MA-7 (PI lebar)
Ketidaklangsungan	Populasi/intervensi berbeda dari pertanyaan (mis. bedah ginekologi untuk telemedisin umum)	MA-4a/b dominan bedah uroginekologi

Ketidaktepatan	IK 95% melewati ambang keputusan atau jumlah kejadian <300 (ukuran informasi optimal)	MA-1, MA-2, MA-4a/b, MA-8
Bias publikasi	Asimetri funnel plot atau Egger p <0,10; k kecil	Tidak terdeteksi pada MA-5/6/7
Peningkatan	Efek besar (RR <0,5 atau >2), dosis-respons, perancu residual menurunkan efek	MA-3 konsisten lintas negara; hubungan waktu fasciotomi-amputasi

Perangkat Lunak dan Pertimbangan Etik

Seluruh perhitungan meta-analisis, uji heterogenitas, interval prediksi, analisis subkelompok dan sensitivitas, uji Egger, serta pembuatan *forest plot*, *funnel plot*, diagram risiko bias, dan diagram pendukung dilakukan menggunakan Python 3 (NumPy, SciPy, Matplotlib) dengan skrip yang ditulis khusus dan diverifikasi terhadap perhitungan manual untuk setiap meta-analisis. Konvensi desimal menggunakan koma sesuai kaidah bahasa Indonesia. Karena tinjauan ini hanya menggunakan data terpublikasi tanpa data pasien individual, persetujuan etik tidak diperlukan.^{1,45}

HASIL PENELITIAN

Karakteristik Umum Studi

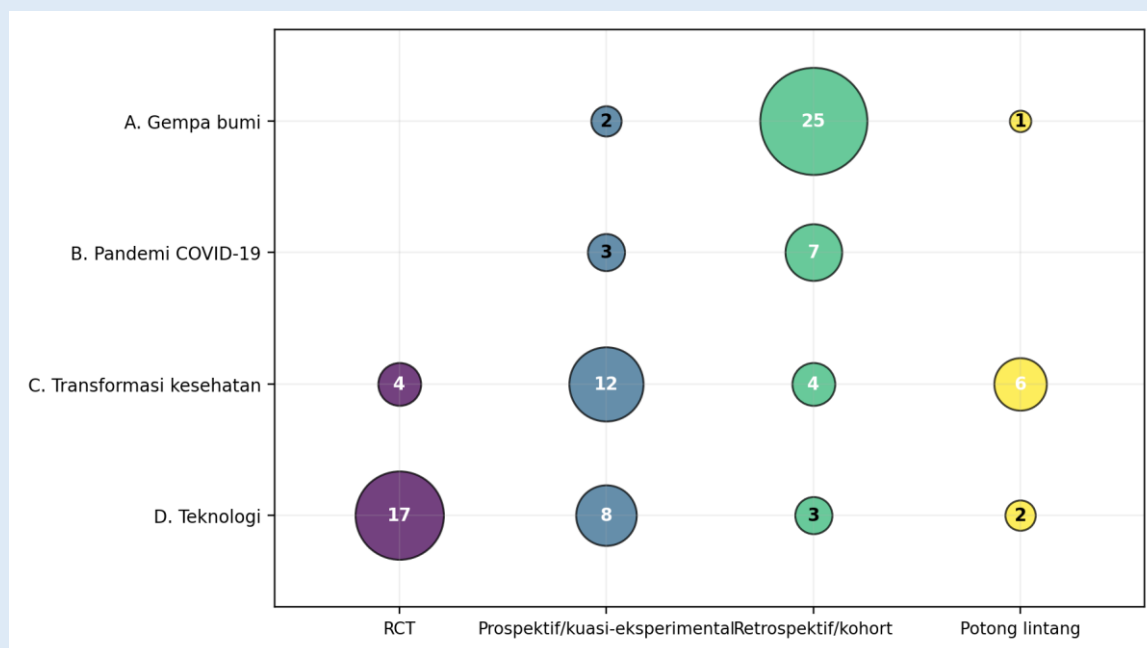
Ke-94 studi primer diterbitkan antara 2014 dan 2026, dengan konsentrasi publikasi pada periode 2021–2026 (lebih dari 70% studi), sesuai dengan prioritas bukti ≤ 15 tahun. Studi berasal dari lebih dari 30 negara di lima benua, termasuk tiga kolaborasi multinasional berskala sangat besar (24, 52, dan 61 negara) pada domain pandemi. Domain A (bencana alam) mencakup 28 studi, didominasi kohort retrospektif pascagempa Kahramanmaraş 2023 di Türkiye (20 studi), gempa Gorkha 2015 di Nepal (7 studi), serta satu kohort Indonesia pascagempa. Domain B (pandemi) mencakup 10 studi kohort nasional/internasional. Domain C (transformasi kesehatan) mencakup 26 studi, termasuk 4 RCT, program mutu di Afrika Sub-Sahara dan India, serta 5 studi akses geospasial Indonesia. Domain D (teknologi) mencakup 30 studi dengan 17 RCT telemedisin/mHealth, studi akurasi diagnostik, studi *drone*, dan uji klinis telebedah 5G. Ringkasan disajikan pada Tabel 9 dan peta bukti pada Gambar 3, sedangkan karakteristik rinci setiap studi disajikan dalam bahasa Inggris pada Tabel 10 sampai Tabel 13.^{8,10,11,13–16,23}

Tabel 9. Ringkasan karakteristik studi terinklusi berdasarkan domain dan desain

Domain	Jumlah studi	RCT	Prospektif/kuasi-eksperimental	Retrospektif /kohort	Potong lintang	Negara/wilayah utama	Luaran dominan
A. Bencana alam (gempa bumi)	28	0	2	25	1	Türkiye, Nepal, Haiti, Indonesia	Mortalitas, amputasi, fasciotomi, sindrom crush,

							hemodialisis, beban kerja
B. Pandemi COVID-19	10	0	3	7	0	Multinasional (24–61 negara), Prancis, Belanda, AS, Arab Saudi	Non-operasi, keterlambatan, volume, mortalitas, komplikasi paru
C. Transformasi kesehatan	26	4	12	4	6	Sierra Leone, Ghana, Etiopia, Tanzania, Zambia, India, Indonesia	Mortalitas, rekurensi, ILO, kepatuhan standar, cakupan akses
D. Perkembangan teknologi	30	17	8	3	2	AS, Jerman, Rwanda, Tiongkok, Kuwait, Pakistan, Thailand	Komplikasi, kunjungan tak terencana, akurasi ILO, waktu pengantaran, latensi
Total	94	21	25	39	9	>30 negara	—

Kategori desain mengikuti klasifikasi peta bukti; studi *before–after*, *interrupted time-series*, *difference-in-differences*, uji terkontrol non-acak, dan uji lapangan dikelompokkan sebagai prospektif/kuasi-eksperimental.



Gambar 5. Peta bukti (*evidence map*) domain × desain studi. Ukuran lingkaran sebanding dengan jumlah studi. Bukti RCT terkonsentrasi pada domain teknologi (telemedisin), sedangkan domain bencana hampir seluruhnya berupa kohort retrospektif. Disusun penulis dari data studi terinklusi.¹

Characteristics of Included Studies

Tabel karakteristik berikut disajikan dalam bahasa Inggris sesuai konvensi pelaporan internasional, memuat penulis dan tahun, negara, desain, jumlah sampel, populasi/setting, paparan atau intervensi, pembandingan, temuan utama, dan penilaian kualitas setiap studi. Tinjauan sistematis dan meta-analisis tidak dimasukkan ke dalam tabel ini.^{1,2,5}

Tabel 10. Characteristics of included studies – Domain A: natural disasters (earthquakes) (n = 28)

No	Study	Country	Design	N	Population / setting	Exposure / intervention	Comparator	Key findings	Quality
1	Kundakçı 2023 ⁸	Türkiye	Retrospective cohort	233	Crush syndrome after 2023 Kahramanmaraş earthquake	Fasciotomy / amputation / haemodialysis	—	Fasciotomy 17.6%, amputation 30.9%, HD 56.7%; mortality 6.4%; thigh, abdominal and thoracic trauma associated with death	NOS 6/9
2	Turgut 2024 ⁶⁴	Türkiye	Retrospective cohort	260	Orthopaedic earthquake casualties (single centre)	Orthopaedic surgery, fasciotomy, amputation	—	1-month mortality 6.15%; 47 fasciotomies (35 pts), 22 amputations (19 pts); lower limb 40%	NOS 5/9
3	Yalın 2023 ⁶⁵	Türkiye	Retrospective cohort	40	Crush-induced AKI (children and adults)	Fasciotomy (n = 21)	No fasciotomy	Mortality 12.5% (adults only); fasciotomy not associated with higher mortality; number of incisions correlated with sepsis	NOS 6/9
4	Gök 2024 ⁶⁶	Türkiye	Retrospective cohort	112	Orthopaedic referrals within 7 days	Bedside fasciotomy (ED)	Fasciotomy in OR	ACS 28.5%; 43 extremities fasciotomised; no difference in complications bedside vs OR (p = 0.456)	NOS 6/9
5	Bicakcioğlu 2024 ⁶⁷	Türkiye	Retrospective cohort	26	ICU earthquake victims	Crush injury, surgery	Survivors vs non-survivors	Mortality 27%; amputation 31%; SOFA, K+, Mg2+, HCO3 ⁻ , base deficit predicted death	NOS 6/9

6	Çomoğlu 2025 ⁶⁸	Türkiye	Retrospective cohort	138	Survivors undergoing fasciotomy or amputation	Amputation (n = 59)	Fasciotomy only (n = 79)	Septic shock and mortality higher after amputation; sepsis predictors: traumatised sites OR 3.68, >2 amputation sites OR 4.27	NOS 7/9
7	Temel 2025 ⁶⁹	Türkiye	Retrospective cohort	62	ICU crush syndrome	Surgery 77%, amputation 24%, RRT 40%	—	28-day mortality 13%; mNUTRIC, BUN, lactate independent predictors	NOS 6/9
8	Kulakoğlu 2023 ⁷⁰	Türkiye	Retrospective cohort	957	Trauma patients, local hospital	Surgical (n = 252) vs conservative (n = 322)	—	Soft-tissue 40%, closed fractures 19%, crush 7.7%; peak load within first 24 h	NOS 5/9
9	Taygurt 2026 ⁷¹	Türkiye	Retrospective cohort	64	Emergency surgery for crush/compartment syndrome	General anaesthesia 93.8%	—	60-day mortality 11.1%; pre-operative albumin/lactate ratio independent predictor; CK fell after fasciotomy	NOS 6/9
10	Özdemir 2023 ⁷²	Türkiye	Retrospective cohort	439	Musculoskeletal earthquake injuries, tertiary hospital	Messaging-app (WhatsApp) triage and team allocation	—	Debridement 53.1%; 118 fasciotomies; 50 amputations in 40 pts; triage system reduced treatment delay	NOS 5/9
11	Yalın 2024 ⁷³	Türkiye	Retrospective cohort	427	All earthquake-related admissions	Time under debris	—	Mortality 1.6%; fasciotomy 5.9%; HD 6.6%; entrapment time correlated with fasciotomy and death	NOS 6/9
12	Gökmen 2023 ⁷⁴	Türkiye	Retrospective cohort	1246 (560 admitted)	Paediatric casualties, first month	Fasciotomy (n = 131), amputation (n = 31)	—	42% admitted in 24 h; 55% of amputations within 24 h, 90% within 1 week	NOS 5/9
13	Bingöl 2023 ⁹	Türkiye	Retrospective cohort	140 (163 limbs)	Patients with fasciotomy or amputation	Time to fasciotomy; extrication time	—	Fasciotomy >45.5 h: 28.48-fold amputation risk; extrication >23 h: 8.8-fold	NOS 7/9
14	Kilincarslan 2024 ⁷⁵	Türkiye	Retrospective cohort	375	Operated victims (≥10 y) in	GA 352, spinal 19, PNB 33	—	Debridement 147, fasciotomy 49, amputation 33; dialysis 105; 26	NOS 5/9

					city hospital			deaths; no intra-operative death	
15	Yıldırım 2023 ⁷⁶	Türkiye	Retrospective cohort	120	Plastic-surgery consultations	Fasciotomy (n = 75), HBOT (n = 21)	—	4 amputations after fasciotomy; free flaps 11.67%	NOS 5/9
16	Gezer 2026 ⁷⁷	Türkiye	Retrospective cohort	138	Elderly (≥ 65 y) survivors	Crush syndrome (n = 58)	No crush syndrome	Surgery 44.2%; mortality 8.7%; crush linked to AKI, HD, fasciotomy, amputation	NOS 6/9
17	Gökmen 2026 ⁴⁰	Türkiye	Retrospective cohort	473	Extremity crush injury, first week	Fasciotomy (n = 327)	No fasciotomy	Fasciotomy 69.1%, clustered in first 48 h, mostly lower limb; 16 in-hospital deaths	NOS 6/9
18	Acar 2026 ⁷⁸	Türkiye	Retrospective cohort	216	Paediatric patients, tertiary centre	Age >10 y	Age <10 y	Extremity/spine injury 83.8%; crush and fasciotomy more frequent >10 y; 4 deaths; 25 limb losses	NOS 6/9
19	Günaydın 2025 ⁷⁹	Türkiye	Retrospective cohort	135	Children admitted within 3 days	Fasciotomy, amputation	—	Fasciotomy 52.6%, lower-limb amputation 9.6%, vertebral fractures 14.1%	NOS 5/9
20	Durak Aslan 2025 ⁸⁰	Türkiye	Retrospective cohort	29	PICU referral centre 595 km from epicentre	Fasciotomy, KRT	—	Compartment syndrome 93.1% (77.8% fasciotomy); crush syndrome 82.8%; KRT 58.3%; no long-term dialysis	NOS 4/9
21	Giri 2018 ²³	Nepal	Prospective observational	2003	Emergency patients, local hospital, 21 days after 2015 earthquake	Emergency registry + 90-day telephone follow-up	Pre-event baseline	Daily load $\times 5$ (150 vs 35); fractures 58%; 345 operations; 111 severe injuries	NOS 7/9
22	Bar-On 2016 ⁸¹	Nepal, Haiti	Retrospective comparative	1686 vs 1111	Israeli field hospitals	Collaborative mode with local hospital (Nepal)	Independent mode (Haiti)	Surgery 18.1% vs 32%; earthquake injuries 26% vs 66%; femoral fractures 7.9% vs 26.4%	NOS 6/9
23	Moitinho de	Nepal	Retrospective cohort	501	Admitted victims,	Crush, amputation	—	69% underwent surgery; median LOS 10 d; crush	NOS 6/9

	Almeida 2019 ⁸²				tertiary hospital	n, plastic surgery		and amputation prolonged stay	
24	Moitinho de Almeida 2020 ⁸³	Nepal	Interrupted time-series	9596 admissions	Tertiary hospital admissions pre/post earthquake	Earthquake periods	Pre-earthquake	381 admissions lost (CI 206–556); LOS longer in acute phase; pregnancy admissions fell	NOS 8/9
25	Anshori 2023 ²⁴	Indonesia	Cohort (1-y follow-up)	73	Lombok 2018 earthquake orthopaedic victims	Immediate ORIF	Non-ORIF (DCO /conservative)	ORIF: better union but infection 23.5% (only in ORIF) and lower SF-36 domains	NOS 6/9
26	Shrestha 2021 ⁸⁴	Nepal	Retrospective cohort	85	Orthopaedic victims, 24-month follow-up	Operative fixation	—	Mortality 2.35%; 28.6% lost to follow-up	NOS 5/9
27	Sigdel 2023 ⁸⁵	Nepal	Retrospective cohort	192	Admitted orthopaedic casualties	205 surgeries in 170 pts	—	2 amputations; no in-hospital mortality	NOS 5/9
28	Kanchan 2019 ⁸⁶	Nepal	Cross-sectional	238	Admitted surgical victims, teaching hospital	Surgical procedures	—	Orthopaedics 76% of procedures; peak from Sindhupalchowk district	NOS 4/9

ACS, acute compartment syndrome; AKI, acute kidney injury; HD, haemodialysis; KRT, kidney replacement therapy; LOS, length of stay; ORIF, open reduction internal fixation; SOFA, Sequential Organ Failure Assessment; mNUTRIC, modified Nutrition Risk in the Critically ill; BUN, blood urea nitrogen; CK, creatine kinase; NOS, Newcastle–Ottawa Scale.

Tabel 11. Characteristics of included studies – Domain B: COVID-19 pandemic (n = 10)

No	Study	Country	Design	N	Population / setting	Exposure / intervention	Comparator	Key findings	Quality
1	COVID Surg Collaborative 2020 ²⁵	24 countries	International cohort	1128	Surgery with perioperative SARS-CoV-2	Perioperative SARS-CoV-2	—	30-day mortality 23.8%; pulmonary complications 51.2% (mortality 38.0%)	NOS 8/9
2	Glasbey 2021 ¹⁰	61 countries	Prospective cohort	20 006	Planned curative cancer surgery	Moderate / full lockdown	Light restrictions	Non-operation 0.6% / 5.5% / 15.0%; >12-week delay 9.1% / 10.4% / 23.8%	NOS 9/9

3	McLean 2021a ⁸⁷	50 countries	Comparative prospective cohorts	7402	Elective intra-abdominal cancer resection	Pandemic period	Pre-pandemic (2019)	Mortality 0.7% vs 2.0%; aOR 2.72; 54.8% of excess deaths attributable to SARS-CoV-2	NOS 9/9
4	Jonker 2020 ⁸⁸	Netherlands	Matched cohort	161 vs 342	Emergency/elective surgery	SARS-CoV-2 positive	SARS-CoV-2 negative	30-day mortality 12% vs 4% after matching; OR 3.4 (1.5–8.5); more pulmonary and thromboembolic events	NOS 9/9
5	Alser 2021 ⁸⁹	USA	Multicentre cohort	1581	Surgery with perioperative SARS-CoV-2 (70 hospitals)	Patient/procedure factors	—	Mortality 11.0%; pulmonary complications 39.5%; elective-cancellation orders protective for elective cases	NOS 9/9
6	Fotopoulos 2022 ⁹⁰	52 countries	Prospective cohort	3973	Gynaecological cancer surgery	Pandemic-related care changes	—	Care altered 20.7%; >8-week delay 11.2%; 7.9% non-operated; SARS-CoV-2 mortality 18.2% vs 0.7%	NOS 8/9
7	Challine 2021 ⁹¹	France	Nationwide matched cohort	15 217	Elective digestive resections	Lockdown 2020	Same period 2019	Activity –37%; mortality OR 1.05 (0.83–1.34); symptomatic COVID-19 ~10-fold mortality	NOS 9/9
8	Nassar 2023 ⁹²	France	Nationwide cohort	58 508	Liver tumour hospital stays	Lockdown periods	2019/2021 periods	Surgical activity –11.6%;	NOS 9/9

								morbidity 47%; mortality OR 1.12 (0.72–1.74)	
9	de Graaff 2022 ⁹³	Netherlands	Nationwide audit cohort	12 154 (2020)	Eight surgical audits	2020 pandemic year	2018–2019	Procedures –13.6% (non-cancer –29.2% first wave); diagnosis-to-surgery 28 vs 34–36 d; mortality unchanged	NOS 8/9
10	Alelyani 2022 ⁹⁴	Saudi Arabia	Retrospective cohort	656	Elective/emergency abdominal surgery	Lockdown (n = 253)	Control (n = 403)	Activity –37.2%; LOS 3.43→5.83 d; more reoperation and transfusion	NOS 5/9

aOR, adjusted odds ratio; OR, odds ratio; LOS, length of stay.

Table 12. Characteristics of included studies – Domain C: health-system transformation (n = 26)

No	Study	Country	Design	N	Population / setting	Exposure / intervention	Comparator	Key findings	Quality
1	Ashley 2021 ¹¹	Sierra Leone	RCT (non-inferiority)	230	Men with primary inguinal hernia, rural first-level hospital	Associate clinicians (AC)	Medical doctors (MD)	1-y recurrence 0.9% vs 6.9% (non-inferior); follow-up 94.1%	RoB 2: Low
2	Ashley 2025 ⁹⁵	Sierra Leone	Prospective 5-y follow-up cohort (trial + training)	358	Training + trial patients	AC	MD	5-y recurrence 5.0%, mortality 11.2%; no difference AC vs MD	NOS 7/9
3	Ashley 2023 ⁹⁶	Sierra Leone	Prospective training cohort	129 (13 trainees)	Competency-based mesh training	Training-phase patients	Post-training trial patients	11/13 trainees proficient; SSI 8.5% vs 3.1%; no difference in 1-y	NOS 7/9

								recurrence or mortality	
4	Beard 2019 ²⁷	Ghana	Prospective cohort	242	Men with reducible inguinal hernia	Trained MDs	Surgeons	1-y recurrence 0.9% vs 2.8% (non-inferior); complications 29.1% vs 24.2%	NOS 8/9
5	Beard 2024 ⁹⁷	Ghana	Prospective cohort (5-y)	241	Same cohort	Trained MDs	Surgeons	5-y recurrence 2.3% vs 7.3%; sustained QoL improvement	NOS 7/9
6	van Kesteren 2022 ⁹⁸	Sierra Leone	Retrospective logbook cohort	31 trainees	Associate-clinician surgical trainees	Consecutive Bassini herniorrhaphies	—	Operating time 79.6→48.6 min; plateau after 31–35 cases (~1.5 y)	NOS 5/9
7	Bolkan 2017 ²⁶	Sierra Leone	Prospective observational	27 216 operations	16 hospitals, task-sharing programme	Trainees / graduated SACHOs	Trainers & supervisors	Adjusted mortality OR 0.47 (trainees) and 0.16 (SACHOs); SACHO median 173 operations/y	NOS 9/9
8	van Duinen 2019 ⁹⁹	Sierra Leone	Prospective multicentre non-inferiority	127 4 CS	Caesarean section, 9 hospitals	Associate clinicians	Doctors	Maternal death 1 vs 15 (OR 0.12); fewer stillbirths; readmission OR 2.17	NOS 8/9
9	Gajewski 2019 ²⁸	Zambia	Cluster RCT	16 hospitals	Rural district hospitals	Deployment of medical licentiates	Control hospitals	CS volume +15.2% vs -47% (p = 0.015); no difference in wound infection	RoB 2: Some concerns
10	Beard 2014 ¹⁰⁰	Tanzania	Retrospective cohort	169 8 MSP	Non-obstetric major surgery, 7 hospitals	Non-physician clinicians	Physicians	NPCs performed 55.8%; mortality 1.7% vs 1.5%; no	NOS 7/9

								difference on multivariable analysis	
11	Ngongo 2024 ¹⁰¹	Tanzania, Malawi	Retrospective cohort	1290	Post-caesarean fistula	Associate clinicians	Physicians	Iatrogenic fistula 24.6% vs 29.2%; equivalence; aOR 0.90 (0.61–1.33)	NOS 7/9
12	Tariku 2019 ¹⁰²	Ethiopia	Retrospective cohort	474	Caesarean deliveries, 2 hospitals	Non-physician surgeons (82%)	Physician surgeons	Newborn outcome not affected (ARR 1.24, 0.55–2.78); GA was key risk factor	NOS 6/9
13	Knoble 2024 ¹⁰³	Nepal	Mixed-methods cross-sectional	93 graduates	Advanced Skilled Birth Attendant programme	Medical officers trained for CS	—	92.7% performed CS after training, 65.6% still; 51.7% of non-performers lacked functioning OT	NOS 5/9
14	Forrester 2020 ¹²	Ethiopia	Prospective quality-improvement	2213 operations	5 hospitals	Clean Cut programme	Baseline	Compliance 2.9→4.5 of 6 standards; SSI RR 0.65 (0.43–0.99)	NOS 7/9
15	Starr 2023 ¹⁰⁴	Ethiopia	Prospective cohort	3364	7 hospitals	Refined Clean Cut	Baseline	SSI aRR 0.66 (0.54–0.81); SSC use 16.3→43.0%	NOS 9/9
16	Nofal 2025 ⁴¹	Liberia, Madagascar, Malawi, India, Bolivia	Quasi-experimental cohort	1865	One hospital per country	Clean Cut scale-up	Baseline	30-day SSI 28.4%→12.1%; RR 0.51 (0.38–0.67)	NOS 8/9
17	Mammo 2024 ⁴⁴	Ethiopia	Stepped-wedge cluster RCT	9755	Caesarean delivery, 9 hospitals	Clean Cut	Control period	No significant SSI reduction (OR 0.84, 0.55–1.27); compliance	RoB 2: High

								≥5/6 OR 2.95	
18	Ambulkar 2024 ¹⁰⁵	India	Prospective interventional	186	Elective head-neck oncological surgery	Clean Cut (T2)	Baseline (T1), 1-y (T3)	SSI 32%→13.95% (p = 0.012), rebounded to 34% at 1 y without oversight	NOS 7/9
19	Alamnie 2024 ¹⁰⁶	Ethiopia, Côte d'Ivoire	Prospective before–after	275	Cleft lip/palate repair, 3 hospitals	Clean Cleft	Baseline	Complications 21.7→8.7%; SSI 18.1→8.0%; dehiscence 18.0→8.0%	NOS 7/9
20	Ademuyiwa 2021 (FALCON) ⁴⁷	7 LMICs	Factorial RCT	5788	Abdominal surgery, 54 hospitals	2% alcoholic chlorhexidine; triclosan suture	Povidone-iodine; non-coated suture	Overall SSI 22.0%; no benefit of either intervention	RoB 2: Low
21	Starr 2020 ¹⁰⁷	Ethiopia	Prospective cohort	701	Clean Cut surgical patients	30-day telephone follow-up	In-hospital surveillance	77% reached; 49% of SSIs detected only by telephone	NOS 6/9
22	Tjokroprawiro 2024 ¹⁸	Indonesia	Cross-sectional geospatial	3202 hospitals	Women of reproductive age	Travel time to emergency obstetric surgery	LCoGS 2-h benchmark	94.5% within 2 h; 8 provinces with low timely access	NOS 5/9
23	Tjokroprawiro 2026 ¹⁶	Indonesia	Cross-sectional geospatial	139 specialists / 243 hospitals	Female population	Access to gynaecologic oncologists	—	≤2 h: Java 79.1% vs Papua 4.9%; 34.4% live >100 km away	NOS 5/9
24	Dakota 2026 ³³	Indonesia	Cross-sectional geospatial	335 cath labs	National population	Road-network travel time	—	2-h coverage 73.0% (urban 95% vs rural 66.9%); BPJS-adjusted 63.5%; 24/7 only 5.1%	NOS 6/9

25	Nugroho 2024 ¹⁰⁸	Indonesia	Retrospective registry	998 (216 operated)	North Maluku archipelagic province	New neurosurgical service	—	62.5% from outside Ternate; neurotrauma 40.7%; no surgery for the most distant district	NOS 5/9
26	Leosari 2023 ³⁴	Indonesia	Cross-sectional GIS	207 puskesmas	Maluku archipelago	Distance to facilities	—	Mean distance to hospitals 56–73 km; 65% of puskesmas without physician	NOS 5/9

AC, associate clinician; MD, medical doctor; CS, caesarean section; SACHO, surgical assistant community health officer; NPC, non-physician clinician; MSP, major surgical procedures; SSC, Surgical Safety Checklist; SSI, surgical site infection; OT, operating theatre; GA, gestational age; ARR, adjusted risk ratio; WRA, women of reproductive age; BPJS, national health insurance; GIS, geographic information system; RCT, randomised controlled trial; RoB 2, Cochrane risk-of-bias tool version 2.

Tabel 13. Characteristics of included studies – Domain D: technological development (n = 30)

No	Study	Country	Design	N	Population / setting	Exposure / intervention	Comparator	Key findings	Quality
1	Yao 2022 ⁵⁰	USA	RCT (crossover of 2nd visit)	46	Transabdominal colorectal surgery	Telemedicine first visit	In-person first visit	Satisfaction non-inferior; no difference in safety score or visit length	RoB 2: Some concerns
2	Fink 2022 ⁵¹	Australia	RCT	123	Uncomplicated general surgery	Telephone follow-up	Face-to-face clinic	Consultation 10.5 vs 16.0 min; no difference in complications; 100% high/very	RoB 2: Some concerns

								high satisfacti on	
3	Lee 2020 ⁵²	USA	RCT (non- inferiorit y)	52	Pelvic organ prolapse surgery	Video visit	Office visit	PSQ-18 80.7 vs 81.2 (non- inferior); complica tions 31% vs 46%; ED 15% vs 19%	RoB 2: Some concerns
4	Muschol 2022 ⁵³	Germany	RCT	60	Knee/shoul der orthopaedic follow-up	Video consultati on	In-clinic	Patient satisfacti on 1.58 vs 1.64 (p = 0.69); physician satisfacti on similar	RoB 2: Some concerns
5	Wherley 2025 ⁵⁴	USA	RCT (non- inferiorit y)	101 (92 analy sed)	Minimally invasive hysterectom y	Telehealth 4-week visit	Clinic visit	Satisfacti on 92.0 vs 94.3 (non- inferior); 90-day complica tions similar	RoB 2: Some concerns
6	Sathiyaku mar 2015 ⁵⁵	USA	Pilot RCT	24	Orthopaedic trauma	Video follow-up	Clinic	Satisfacti on 89% vs 100% (NS); no time off work 0% vs 55.6%; 1 complica tion each arm	RoB 2: High
7	Goedeke 2019 ⁵⁶	Germany	RCT	224	Paediatric surgery discharges	Video telephony	Onsite clinic	Interactio n quality 77.8% vs 48%; caregiver satisfacti on 5.4 vs 5.1; lower	RoB 2: Some concerns

								travel & cost	
8	Viers 2015 ⁵⁷	USA	RCT (equivalence)	55	Post-radical prostatectomy	Video visit	Office visit	Equivalent face time (14.5 vs 14.3 min); travel 0 vs 95 miles; cost \$0 vs \$48	RoB 2: Some concerns
9	Giusto 2021 ¹³	USA, international	Multicentre RCT	238	Synthetic midurethral sling	Telemedicine 3-week visit	Office visit	Unplanned events 14% vs 12.9%; complications 9.9% vs 8.6%; 3–5-month compliance 90.1% vs 79.3%	RoB 2: Low
10	Thompson 2019 ⁵⁸	USA	RCT (non-inferiority)	100	Pelvic floor surgery	Nurse telephone follow-up	Clinic visits	Surgeon rating non-inferior (92% vs 88%); adverse events 43% vs 57% of 26 events	RoB 2: Some concerns
11	Herrero 2021 ⁵⁹	USA	RCT (equivalence)	150 (122 analysed)	Arthroscopic meniscal surgery	Video follow-up	Office follow-up	Satisfaction 9.79 vs 9.77 (equivalent); complications NS	RoB 2: Some concerns
12	Radtke 2021 ⁶⁰	USA	RCT	41 analysed	Laparoscopic hysterectomy/endometriosis	Telemedicine	Office visit	Higher general satisfaction; ED visit 0 vs 1 (4%)	RoB 2: High
13	Earp 2025 ⁶¹	USA	RCT	60	Carpal tunnel/trigger digit release	Virtual 2-week visit	In-person	Lower PG score at 2 weeks (4.1 vs	RoB 2: Some concerns

								4.7), equal at 3 months; less travel and time off	
14	Mamon 2025 ⁶²	Pakistan	Multicentre RCT	180	Routine general surgery (urban/suburban/rural)	Telemedicine follow-up	Face-to-face	Satisfaction 70% vs 68%; consultation 8.6 vs 14.7 min; rural and video users more satisfied	RoB 2: Some concerns
15	Ngowroongrueng 2026 ⁶³	Thailand	RCT	70	Upper-extremity surgery	Telemedicine + app instruction	Outpatient visit	No satisfaction difference; digital literacy not associated with satisfaction	RoB 2: Some concerns
16	Kateera 2022 ⁴⁸	Rwanda	3-arm RCT	1025	Post-caesarean women, rural district	CHW home visit / phone mHealth screening	Standard care	88.1% (home) and 67.7% (phone) assessed; 30-day return to care 99.7/98.4/99.7% (NS)	RoB 2: Some concerns
17	Nkurunziza 2022 ³⁰	Rwanda	Prospective diagnostic cohort	787	Post-caesarean women	CHW wound photo via WhatsApp to GP	Physical examination by GP	Sensitivity 36.8%, specificity 97.6%, NPV 96.4%; 79% full completion	NOS 7/9
18	Hedt-Gauthier 2022 ¹⁰⁹	Rwanda	Prospective diagnostic study	569 images	Post-caesarean wounds	Photo review by 6 physicians	Physical examination	Median sensitivity 0.83, specificity	NOS 7/9

								y 0.69; Gwet AC1 0.46	
19	Cherian 2020 ¹¹⁰	Rwanda	Prospecti ve diagnosti c study	596	Post- caesarean women	3-question CHW screening algorithm	GP examinat ion	GP: Se 96.8%/S p 85.6%; CHW: Se 87.1%/S p 73.8%; communi ty agreemen t 81.1%	NOS 7/9
20	McLean 2021b ⁴⁹	United Kingdom	RCT	492	Emergency abdominal surgery	Smartpho ne wound- assessmen t tool	Routine care	SSI 9.4% vs 7.4%; diagnosis ≤7 d OR 3.7; communi ty attendanc e OR 0.57; better access experienc e	RoB 2: Some concerns
21	Fletcher 2021 ³¹	Rwanda	Diagnosti c model developm ent	530	Post- caesarean women	Smartpho ne thermal image + CNN	Physical examinat ion	Transfer- learning AUC 0.90 (Se 95%, Sp 84%)	NOS 6/9
22	Nisingizw e 2022 ¹⁴	Rwanda	Retrospec tive cross- sectional + ITS	12 733 order s; 20 facilit ies	Blood product delivery	Drone delivery (Zipline)	Road delivery (estimate d)	Mean drone time 49.6 min, 79– 98 min faster; expiratio ns –7.1/mon th (–67% at 12 months)	NOS 7/9
23	Jeon 2026 ⁴³	Rwanda	Staggered differenc e-in- differenc es	Publi c transf using hospi tals	Blood inventory and in- hospital outcomes	Drone rollout	Pre- rollout / later adopters	Lower RBC inventory and wastage; reduced in- hospital mortality	NOS 8/9

								for PPH and trauma near drone port	
24	Homier 2020 ¹¹¹	Canada	Prospective pilot experiment	9 flights	Simulated blood products to trauma centre	UAV transport	Ground transport	17:06 vs 28:54 min (p < 0.0001); temperatures maintained	NOS 5/9
25	Yang 2025 ³²	China	Prospective controlled trial	40 (20 vs 20)	Robotic cholecystectomy	5G remote telesurgery	Local robotic surgery	Success 95% vs 100%; docking time shorter; latency 43.4 ms; packet loss <1%	NOS 7/9
26	Guo HH 2025 (FUTURE-04) ¹¹²	China	Prospective single-arm trial	27	Gastric cancer	5G remote radical gastrectomy (15 km)	—	R0 100%; complications 18.5% (none ≥CD III); round-trip delay 31.6 ms	NOS 6/9
27	Guo C 2025 ¹¹³	China	Retrospective series	10	Gastric cancer	5G remote gastrectomy (63 and 1758 km)	—	Median latency 51 and 91 ms; conversion 0%; complications ≤CD II	NOS 4/9
28	Pan 2026 ¹¹⁴	China	Retrospective series	21	Mixed laparoscopic procedures (3700 km)	Redundant 5G remote robotics	—	Technical success 100%; 2 minor complications; latency 37.7 ms; OSATS 64.6→87.9	NOS 4/9

29	Dong 2026 ¹⁵	China	Prospective registered trial	6	Urological procedures (5038 km)	Telerobotic surgery	—	100% success; RTT 77.4 ms; no major complications at 3 months	NOS 5/9
30	Aldousari 2026 ⁴²	Kuwait (remote from China, France, Oman)	Prospective case series	11	Major urological procedures	Transcontinental telesurgery	—	No clinical/technical adverse events; RTT 46–166.6 ms	NOS 4/9

PSQ-18, Patient Satisfaction Questionnaire-18; ED, emergency department; PG, Press Ganey; CHW, community health worker; GP, general practitioner; NPV, negative predictive value; AUC, area under the curve; ITS, interrupted time-series; RBC, red blood cells; PPH, postpartum haemorrhage; R0, microscopically negative margin; CD, Clavien–Dindo; RTT, round-trip time; OSATS, Objective Structured Assessment of Technical Skills.

Domain A: Layanan Bedah pada Bencana Alam (Gempa Bumi)

Profil cedera dan beban kerja bedah

Gempa bumi menghasilkan lonjakan beban kerja bedah yang tajam dan terkonsentrasi pada fase awal. Di Nepal, beban harian pasien trauma meningkat sekitar lima kali (150 vs 35 pasien per hari) dengan fraktur sebagai 58% diagnosis dan 345 operasi dalam fase akut, sedangkan analisis *interrupted time-series* menunjukkan 381 rawat inap non-trauma yang "hilang" (IK 95% 206–556), termasuk penurunan rawat inap kehamilan. Pada gempa Kahramanmaraş 2023, 42% pasien anak dirawat dalam 24 jam pertama, 55% amputasi dilakukan dalam 24 jam, dan 90% dalam satu minggu; puncak beban cedera jaringan lunak (40%) dan fraktur tertutup (19%) terjadi dalam 24 jam pertama.^{23,70,74,83}

Perbandingan Nepal 2015 dan Haiti 2010 memperlihatkan bahwa proporsi pasien yang memerlukan operasi (18,1% vs 32%) dan fraktur femur (7,9% vs 26,4%) sangat bergantung pada karakteristik bencana dan waktu kedatangan rumah sakit lapangan. Di Nepal, 69% pasien rawat inap trauma gempa menjalani operasi dengan median lama rawat 10 hari, dan cedera crush serta amputasi memperpanjang lama rawat. Ortopedi menyumbang 76% tindakan, sehingga kesiapan implan, fiksator eksternal, dan ahli ortopedi merupakan determinan utama kapasitas respons.^{22,81,82,86}

Tabel 14. Luaran bedah per studi pada korban gempa bumi

Studi	N	Mortalitas n (%)	Amputasi n (%)	Fasiotomi n (%)	Temuan tambahan
Kundakçı 2023 ⁸	233	15 (6,4)	72 (30,9)	41 (17,6)	HD 56,7%; trauma paha, abdomen, toraks terkait kematian
Turgut 2024 ⁶⁴	260	16 (6,2)	19 (7,3)	35 (13,5)	47 fasiotomi; 22 amputasi; ekstremitas bawah 40%
Yalın 2023 ⁶⁵	40	5 (12,5)	–	–	Jumlah insisi fasiotomi berkorelasi dengan sepsis
Gök 2024 ⁶⁶	112	–	–	32 (28,6)	Fasiotomi <i>bedside</i> vs kamar operasi: komplikasi setara (p = 0,456)
Bicakcioglu 2024 ⁶⁷	26	7 (26,9)	8 (30,8)	2 (7,7)	SOFA, K ⁺ , Mg ²⁺ , HCO ₃ ⁻ , defisit basa prediktor kematian

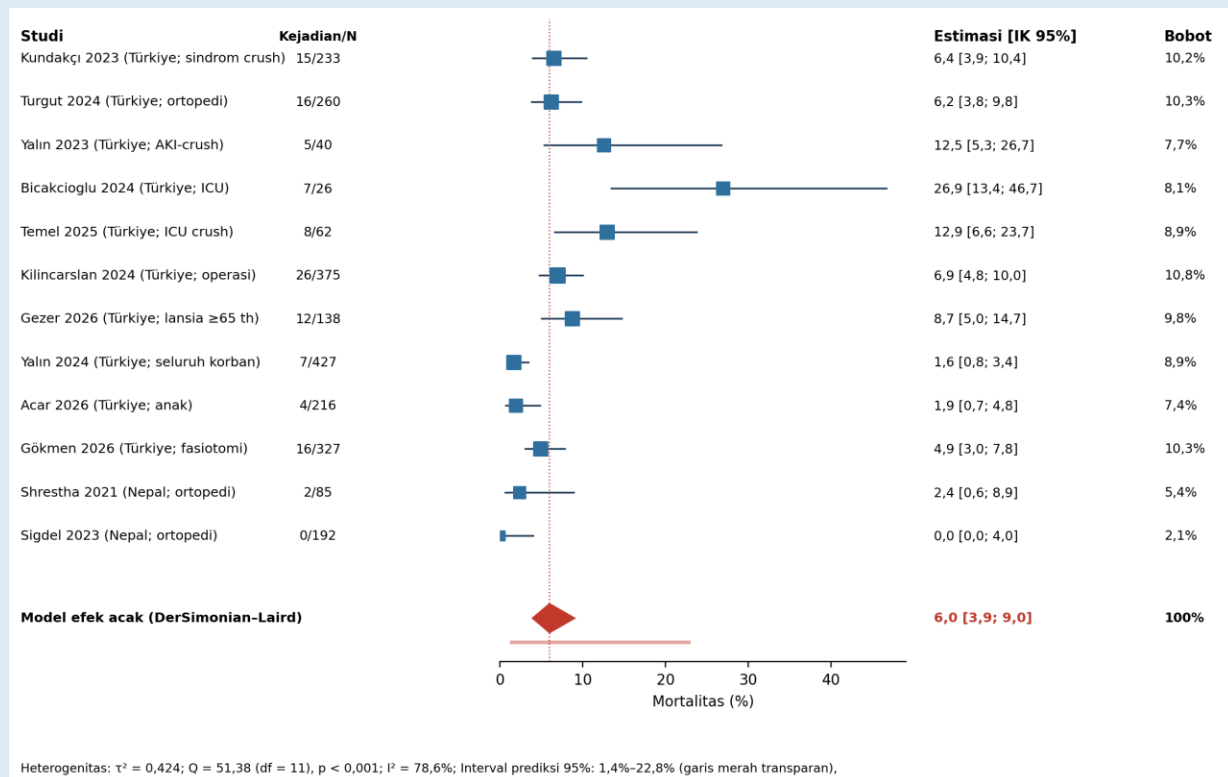
Çomoğlu 2025 ⁶⁸	138	–	–	–	Sepsis: regio trauma OR 3,68; amputasi >2 regio OR 4,27
Temel 2025 ⁶⁹	62	8 (12,9)	15 (24,2)	22 (35,5)	mNUTRIC, BUN, laktat prediktor independen mortalitas 28 hari
Kulakoğlu 2023 ⁷⁰	957	–	–	–	Jaringan lunak 40%, fraktur tertutup 19%, crush 7,7%
Taygurt 2026 ⁷¹	64	11,1% (60 hari)	–	–	Rasio albumin/laktat praoperasi prediktor independen
Özdemir 2023 ⁷²	439	–	40 (9,1)	118 tindakan	Debridemen 53,1%; sistem triase menurunkan keterlambatan
Yalın 2024 ⁷³	427	7 (1,6)	–	25 (5,9)	HD 6,6%; lama terjepit berkorelasi dengan fasiotomi dan kematian
Gökmen 2023 ⁷⁴	560 rawat inap	–	31 (5,5)	–	55% amputasi ≤24 jam; 90% ≤1 minggu
Bingol 2023 ⁹	140 (163 ekstremitas)	–	–	–	Fasiotomi >45,5 jam: risiko amputasi ×28,48; ekstrikasi >23 jam: ×8,8
Kilincarslan 2024 ⁷⁵	375	26 (6,9)	33 (8,8)	49 (13,1)	Dialisis 105 (28,0%); tanpa kematian intraoperatif
Yıldırım 2023 ⁷⁶	120	–	4 (3,3)	75 (62,5)	<i>Free flap</i> 11,67%
Gezer 2026 ⁷⁷	138 (≥65 th)	12 (8,7)	–	–	Operasi 44,2%; crush terkait AKI, HD, fasiotomi, amputasi
Gökmen 2026 ⁴⁰	473	16/327 (4,9)	–	327 (69,1)	Fasiotomi terkonsentrasi 48 jam pertama, dominan ekstremitas bawah
Acar 2026 ⁷⁸	216 (anak)	4 (1,9)	25 (11,6)	–	Crush dan fasiotomi lebih sering pada usia >10 tahun
Günaydın 2025 ⁷⁹	135 (anak)	–	13 (9,6)	71 (52,6)	Fraktur vertebra 14,1%
Durak Aslan 2025 ⁸⁰	29 (anak)	–	–	77,8% dari SK	Sindrom kompartemen 93,1%; KRT 58,3%; tanpa dialisis jangka panjang
Giri 2018 ²³	2003	–	–	–	Beban harian ×5; 345 operasi; 111 cedera berat
Bar-On 2016 ⁸¹	1686 vs 1111	–	–	–	Operasi 18,1% (Nepal) vs 32% (Haiti)

Moitinho 2019 ⁸²	501	–	–	–	69% dioperasi; median LOS 10 hari
Moitinho 2020 ⁸³	9596 rawat inap	–	–	–	381 rawat inap non-trauma hilang (IK 206–556)
Anshori 2023 ²⁴	73	–	–	–	ORIF: union lebih baik, infeksi 23,5%, SF-36 lebih rendah
Shrestha 2021 ⁸⁴	85	2 (2,4)	–	–	28,6% hilang dari tindak lanjut
Sigdel 2023 ⁸⁵	192	0 (0)	2 (1,0)	–	Tanpa mortalitas intrarumah sakit
Kanchan 2019 ⁸⁶	238	–	–	–	Ortopedi 76% tindakan

Tanda "–" menunjukkan luaran tidak dilaporkan pada abstrak/metadata atau tidak relevan. Amputasi dan fasciotomi dihitung per pasien bila tersedia. SK: sindrom kompartemen; HD: hemodialisis; KRT: terapi pengganti ginjal.

Meta-analisis mortalitas (MA-5)

Dua belas kohort (2.381 pasien) berkontribusi pada MA-5. Mortalitas gabungan pasien bedah/trauma korban gempa adalah 6,0% (IK 95% 3,9–9,0) dengan heterogenitas tinggi (I^2 78,6%; τ^2 0,424; $Q = 51,38$; $p < 0,001$) dan interval prediksi 95% 1,4–22,8%, yang berarti bahwa sebuah rumah sakit rujukan pada gempa berikutnya dapat mengalami mortalitas antara sekitar 1% hingga hampir 23% bergantung pada kasus yang diterimanya. Estimasi terendah berasal dari kohort ortopedi Nepal (0–2,4%) dan kohort seluruh korban atau anak di Türkiye (1,6–1,9%), sedangkan tertinggi dari kohort ICU (26,9%).^{6,8,64,67,73,78,85}



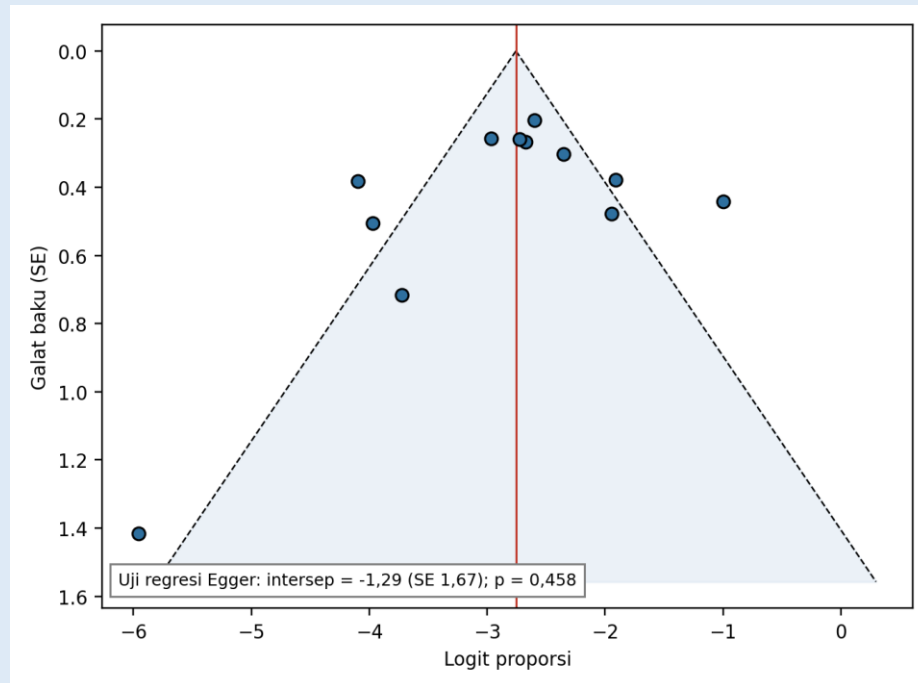
Gambar 6. Forest plot MA-5: proporsi mortalitas pasien bedah/trauma korban gempa bumi (model efek acak DerSimonian–Laird, transformasi logit). Diamond: estimasi gabungan; garis horizontal di bawah diamond: interval prediksi 95%. Disusun penulis dari data studi.^{8,40,64,65,67,69,73,75,77,78,84,85}

Analisis subkelompok menunjukkan bahwa mortalitas pada kohort sindrom crush/ICU ($k = 5$) sebesar 10,3% (IK 95% 5,6–18,1; $I^2 = 78,5\%$), hampir tiga kali lipat kohort ortopedi/umum ($k = 7$) sebesar 3,7% (IK 95% 2,1–6,6; $I^2 = 77,2\%$), dengan perbedaan antarkelompok bermakna ($Q_b = 5,71$; $p = 0,017$). Temuan ini mendukung H1 dan menegaskan bahwa triase sindrom crush serta ketersediaan ICU dan dialisis merupakan penentu mortalitas yang lebih kuat daripada tindakan ortopedi itu sendiri.^{8,40,65,67,69}

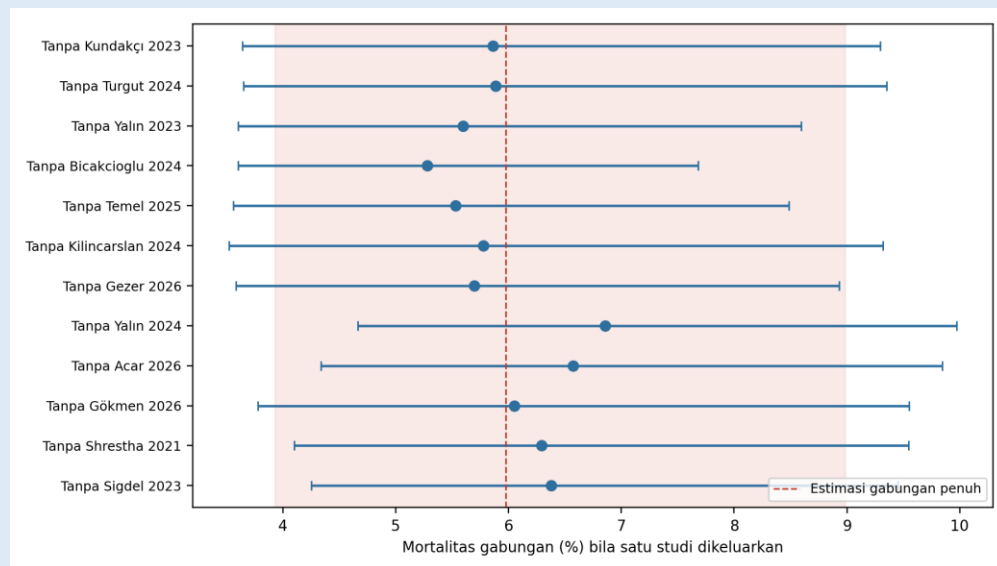
Tabel 15. Analisis subkelompok MA-5 berdasarkan jenis kohort

Subkelompok	k	Mortalitas gabungan % (IK 95%)	I^2 (%)	Uji antarkelompok
Kohort sindrom crush/ICU	5	10,3 (5,6–18,1)	78,5	$Q_b = 5,71$; df = 1; $p = 0,017$
Kohort ortopedi/umum	7	3,7 (2,1–6,6)	77,2	
Keseluruhan	12	6,0 (3,9–9,0)	78,6	PI 95%: 1,4–22,8

Analisis sensitivitas *leave-one-out* memperlihatkan estimasi yang stabil, berkisar 5,3% (bila kohort ICU Bicakcioglu dikeluarkan) hingga 6,9% (bila kohort seluruh korban Yalin 2024 dikeluarkan), tanpa satu studi pun yang mengubah kesimpulan. *Funnel plot* tampak simetris dan uji Egger tidak menunjukkan efek studi kecil (intersep $-1,29$; SE $1,67$; $p = 0,458$).^{45,67,73}



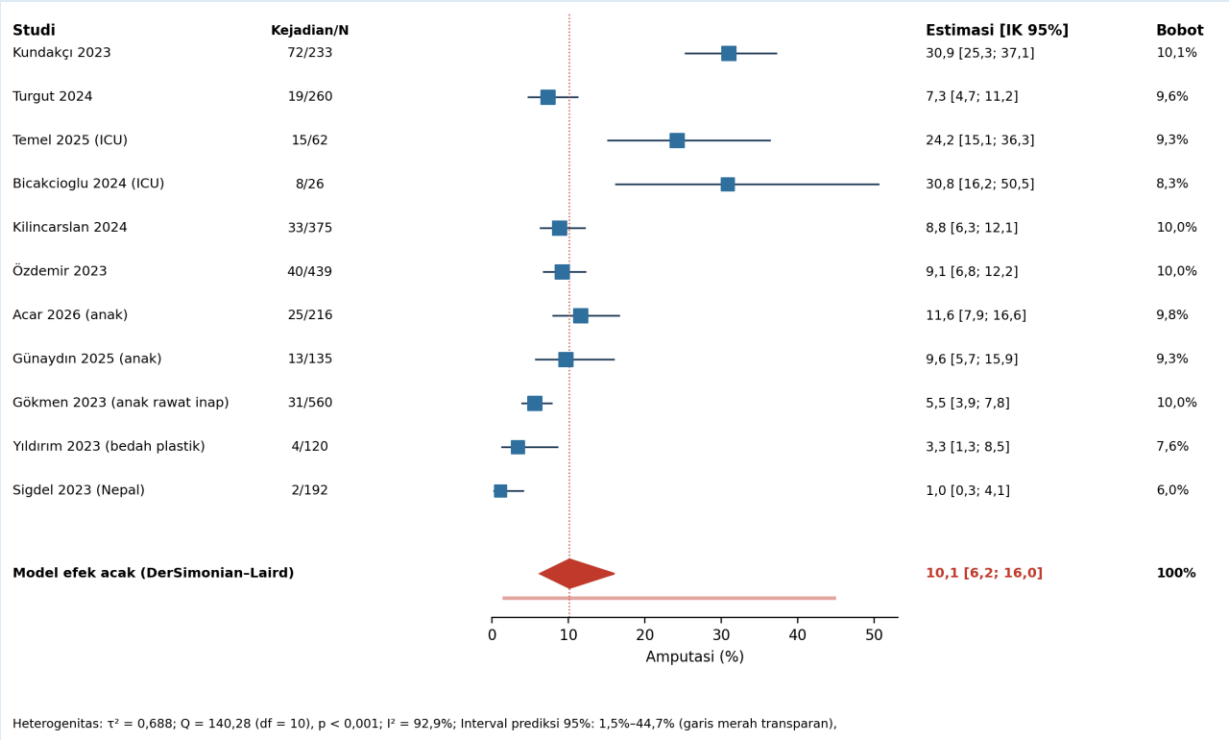
Gambar 7. *Funnel plot* MA-5 (logit proporsi mortalitas terhadap galat baku) dengan uji regresi Egger. Disusun penulis.^{8,85}



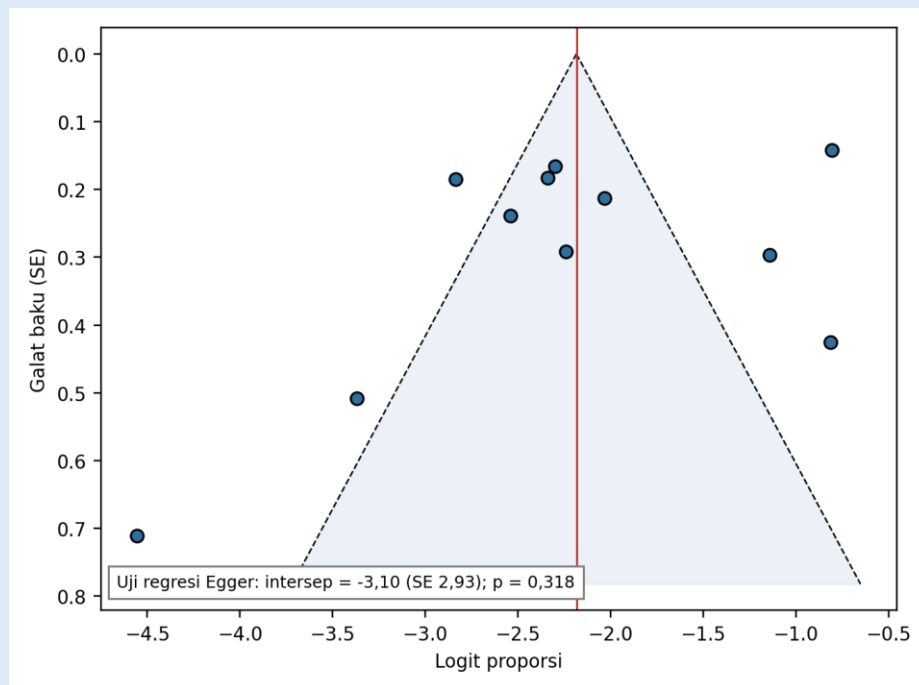
Gambar 8. Analisis sensitivitas *leave-one-out* MA-5: estimasi mortalitas gabungan bila masing-masing studi dikeluarkan. Garis putus-putus menunjukkan estimasi keseluruhan. Disusun penulis.^{67,73}

Meta-analisis amputasi (MA-6) dan fasiotomi (MA-7)

Sebelas kohort (2.618 pasien) menghasilkan proporsi amputasi gabungan 10,1% (IK 95% 6,2–16,0; I^2 92,9%; τ^2 0,688; PI 1,5–44,7%). Proporsi tertinggi terdapat pada kohort sindrom crush (30,9%) dan ICU (24,2–30,8%), sedangkan terendah pada kohort bedah plastik (3,3%) dan ortopedi Nepal (1,0%) (Gambar 10). *Funnel plot* tidak menunjukkan asimetri bermakna (Egger $p = 0,318$) (Gambar 11), dan *leave-one-out* menghasilkan rentang 9,1–11,6%.^{8,67,69,76,85}

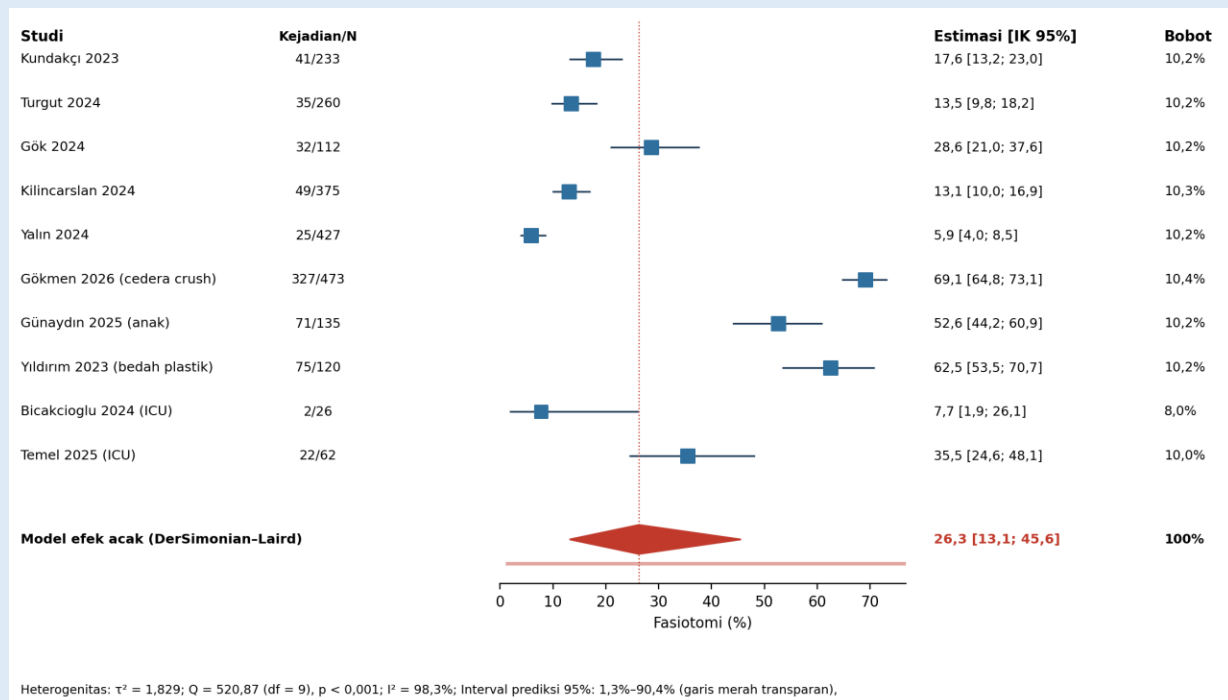


Gambar 9. Forest plot MA-6: proporsi amputasi ekstremitas pada korban gempa bumi (efek acak, logit). Disusun penulis.^{8,64,67,69,72,74–76,78,79,85}



Gambar 10. *Funnel plot* MA-6 dengan uji regresi Egger. Disusun penulis.^{8,85}

Sepuluh kohort (2.223 pasien) menghasilkan proporsi fasciotomi gabungan 26,3% (IK 95% 13,1–45,6) dengan heterogenitas sangat tinggi (I^2 98,3%; τ^2 1,829; PI 1,3–90,4%), mencerminkan perbedaan mendasar dalam populasi (kohort cedera crush 69,1%, bedah plastik 62,5%, anak 52,6% versus seluruh korban 5,9%) serta perbedaan ambang indikasi fasciotomi antarpusat. Uji Egger tidak bermakna ($p = 0,141$). Pengeluaran kohort cedera crush Gökmen 2026 menurunkan estimasi menjadi 22,5% dan I^2 menjadi 96,7%, menandakan bahwa heterogenitas tidak didorong oleh satu studi tunggal.^{40,73,76,79,115}



Gambar 11. Forest plot MA-7: proporsi fasciotomi pada korban gempa bumi (efek acak, logit).
Disusun penulis.^{8,40,64,66,67,69,73,75,76,79}

Tabel 16. Ringkasan analisis sensitivitas *leave-one-out* MA-5, MA-6, dan MA-7

Meta-analisis	Estimasi keseluruhan % (IK 95%)	Rentang estimasi LOO (%)	Studi paling berpengaruh	Rentang I ² LOO (%)	Kesimpulan
MA-5 Mortalitas	6,0 (3,9–9,0)	5,3–6,9	Bicakcioglu 2024 (↓); Yalın 2024 (↑)	72,3–80,5	Robust
MA-6 Amputasi	10,1 (6,2–16,0)	9,1–11,6	Kundakçı 2023 (↓); Sigdel 2023 (↑)	83,0–93,6	Robust
MA-7 Fasiotomi	26,3 (13,1–45,6)	22,5–30,4	Gökmen 2026 (↓); Yalın 2024 (↑)	96,7–98,5	Robust arah; presisi rendah

Faktor waktu dan prognostik pada bedah bencana

Waktu merupakan variabel prognostik paling kuat pada domain bencana. Fasiotomi yang dilakukan lebih dari 45,5 jam setelah cedera meningkatkan kebutuhan amputasi 28,48 kali, dan waktu ekstrikasi lebih dari 23 jam meningkatkan risiko 8,8 kali. Lama terjepit berkorelasi dengan kebutuhan fasciotomi dan kematian, sementara jumlah regio trauma (OR 3,68) serta amputasi lebih dari dua regio (OR 4,27) memprediksi sepsis. Pada pasien ICU, skor SOFA, kalium, magnesium, bikarbonat, dan

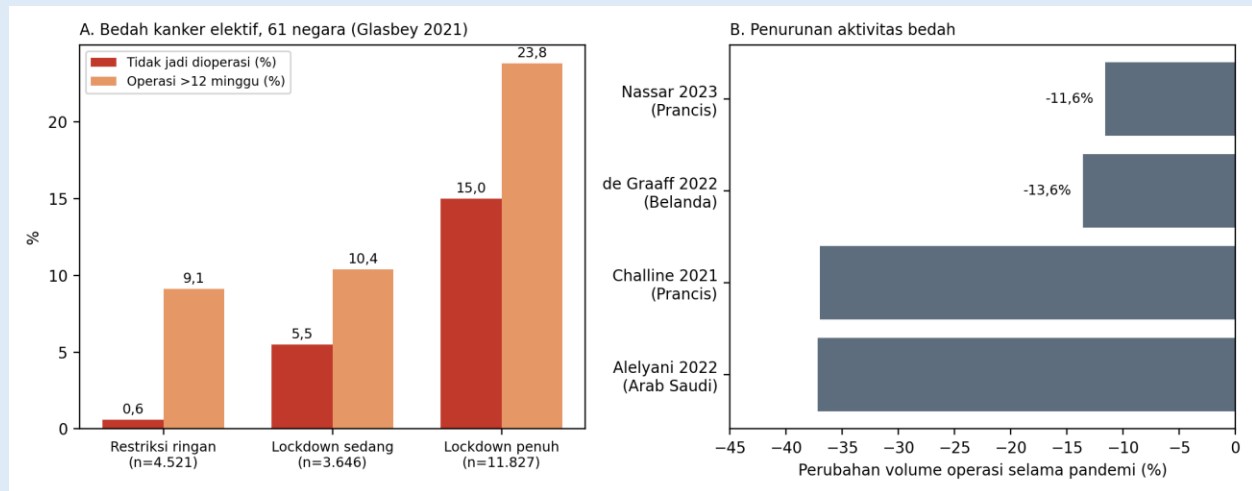
defisit basa, serta mNUTRIC, BUN, laktat, dan rasio albumin/laktat praoperasi, merupakan prediktor mortalitas.^{9,67–69,71,73}

Tabel 17. Faktor waktu dan prognostik pada pasien bedah korban gempa

Faktor	Luaran	Besar efek	Studi
Fasiotomi >45,5 jam pascacedera	Amputasi	Risiko ×28,48	Bingol 2023 ⁹
Waktu ekstrikasi >23 jam	Amputasi	Risiko ×8,8	Bingol 2023 ⁹
Lama terjepit	Fasiotomi, kematian	Korelasi positif bermakna	Yalın 2024 ⁷³
Jumlah regio trauma	Sepsis	OR 3,68 (2,13–6,33)	Çomoğlu 2025 ⁶⁸
Amputasi >2 regio	Sepsis	OR 4,27 (1,15–15,9)	Çomoğlu 2025 ⁶⁸
SOFA, K ⁺ , Mg ²⁺ , HCO ₃ ⁻ , defisit basa	Mortalitas ICU	Prediktor bermakna	Bicakcioglu 2024 ⁶⁷
mNUTRIC, BUN, laktat	Mortalitas 28 hari	Prediktor independen	Temel 2025 ⁶⁹
Rasio albumin/laktat praoperasi	Mortalitas 60 hari	Prediktor independen	Taygurt 2026 ⁷¹
Trauma paha, abdomen, toraks	Mortalitas	Berhubungan bermakna	Kundakçı 2023 ⁸
Jumlah insisi fasiotomi	Sepsis	Korelasi positif	Yalın 2023 ⁶⁵
Sistem triase terstruktur	Keterlambatan terapi	Menurunkan keterlambatan	Özdemir 2023 ⁷²

Domain B: Akses dan Mutu Layanan Bedah pada Pandemi COVID-19

Pandemi COVID-19 menimbulkan dua mekanisme kerugian: hilangnya akses (penundaan dan pembatalan operasi) dan meningkatnya risiko perioperatif pada pasien terinfeksi. Pada 20.006 pasien kanker di 61 negara, proporsi yang tidak jadi dioperasi meningkat secara bertingkat dari 0,6% pada restriksi ringan menjadi 5,5% pada *lockdown* sedang dan 15,0% pada *lockdown* penuh, sedangkan penundaan >12 minggu meningkat dari 9,1% menjadi 23,8%. Pada kanker ginekologi di 52 negara, 20,7% pasien mengalami perubahan tata laksana dan 7,9% tidak dioperasi. Volume operasi menurun 11,6–37,2% di berbagai negara.^{10,90–94}



Gambar 12. Dampak pandemi COVID-19 terhadap akses bedah. (A) Proporsi non-operasi dan penundaan >12 minggu menurut intensitas *lockdown* pada bedah kanker elektif di 61 negara; (B) penurunan volume operasi di empat negara. Disusun penulis dari data studi.^{10,91–94}

Infeksi SARS-CoV-2 perioperatif berhubungan dengan mortalitas 30 hari yang sangat tinggi: 23,8% dengan komplikasi paru pada 51,2% pasien (mortalitas 38,0% pada pasien dengan komplikasi paru) dalam kohort internasional COVIDSurg, 11,0% dengan komplikasi paru 39,5% di Amerika Serikat, serta OR 3,4 (1,5–8,5) setelah *matching* di Belanda. Faktor prognostik yang konsisten adalah jenis kelamin laki-laki, usia ≥ 70 tahun, ASA 3–5, diagnosis maligna, operasi darurat, dan operasi mayor.^{25,88,89}

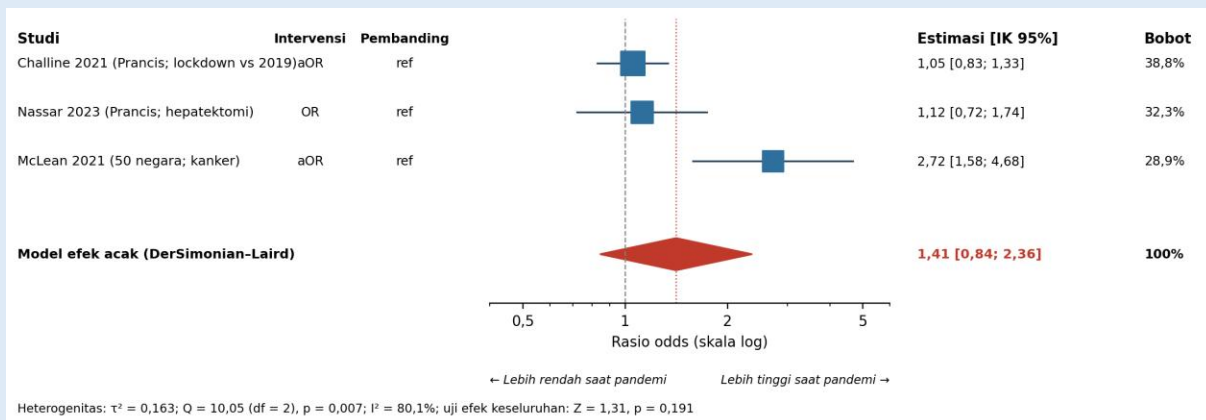
Tabel 18. Luaran akses dan mutu bedah selama pandemi COVID-19

Studi	Setting	N	Luaran akses	Luaran klinis	Efek utama
COVIDSurg 2020 ²⁵	24 negara	1128	–	Mortalitas 30 hari 23,8%; PPC 51,2%	PPC → mortalitas 38,0%
Glasbey 2021 ¹⁰	61 negara	20 006	Non-operasi 0,6/5,5/15,0%; tunda >12 minggu 9,1/10,4/23,8%	–	Gradien dosis–respons <i>lockdown</i>
McLean 2021a ⁸⁷	50 negara	7402	–	Mortalitas 0,7% vs 2,0%	aOR 2,72; 54,8% kematian berlebih akibat SARS-CoV-2

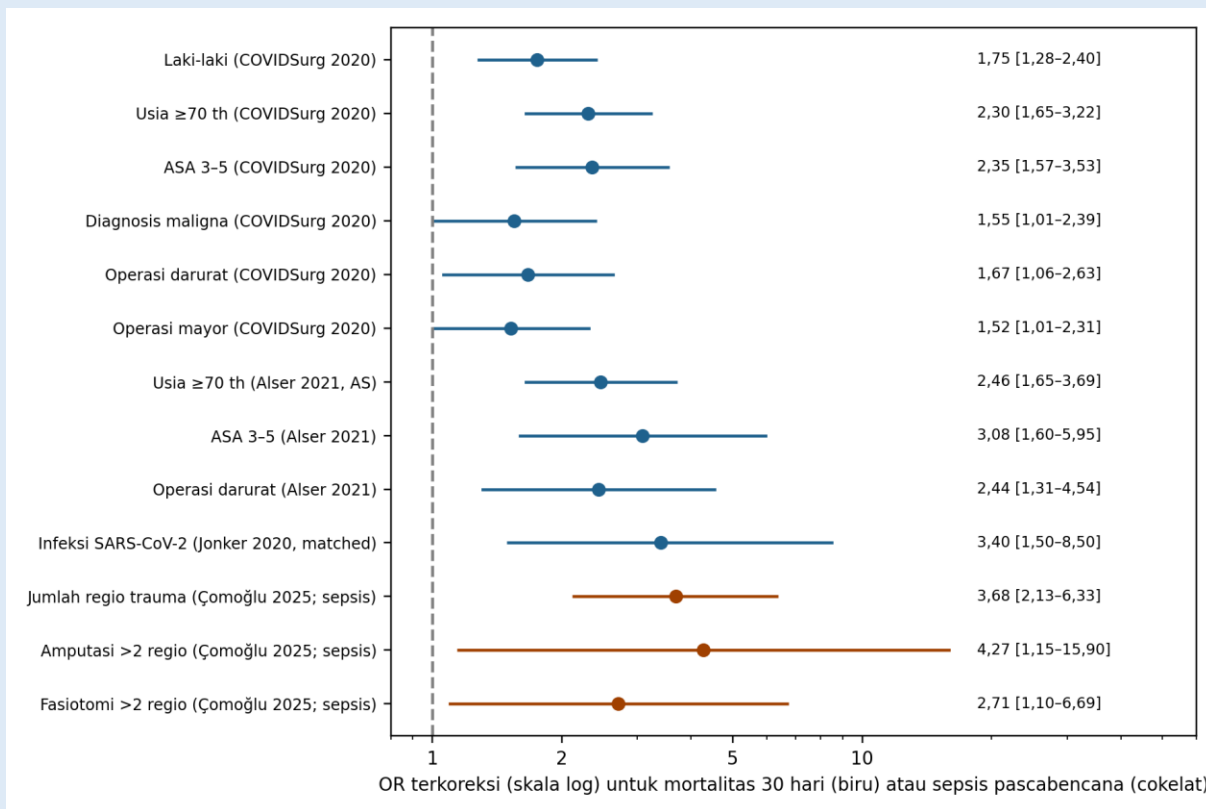
Jonker 2020 ⁸⁸	Belanda	161 vs 342	–	Mortalitas 12% vs 4%	OR 3,4 (1,5–8,5)
Alser 2021 ⁸⁹	AS	1581	Pembatalan elektif protektif	Mortalitas 11,0%; PPC 39,5%	Usia, ASA, darurat prediktor
Fotopoulou 2022 ⁹⁰	52 negara	3973	Perubahan tata laksana 20,7%; tunda >8 minggu 11,2%; non-operasi 7,9%	Mortalitas 18,2% vs 0,7% (terinfeksi vs tidak)	–
Challine 2021 ⁹¹	Prancis	15 217	Aktivitas –37%	OR mortalitas 1,05 (0,83–1,34)	COVID-19 simptomatik ~10× mortalitas
Nassar 2023 ⁹²	Prancis	58 508	Aktivitas –11,6%	Morbiditas 47%; OR mortalitas 1,12 (0,72–1,74)	–
de Graaff 2022 ⁹³	Belanda	12 154	Tindakan –13,6% (non-kanker –29,2%)	Mortalitas tidak berubah	Diagnosis–operasi 28 vs 34–36 hari
Alelyani 2022 ⁹⁴	Arab Saudi	656	Aktivitas –37,2%	LOS 3,43→5,83 hari; reoperasi dan transfusi ↑	–

PPC: *pulmonary postoperative complications*; LOS: lama rawat.

Meta-analisis MA-8 (tiga kohort) menunjukkan kecenderungan peningkatan mortalitas pascaoperasi pada periode pandemi dibanding prapandemi (OR 1,41; IK 95% 0,84–2,36; $p = 0,19$; I^2 80,1%). Heterogenitas sepenuhnya dijelaskan oleh kohort McLean 2021 yang memasukkan pasien terinfeksi SARS-CoV-2; setelah kohort ini dikeluarkan, OR menjadi 1,07 (0,86–1,32; I^2 0%). Dengan demikian, pandemi terutama menurunkan akses, sedangkan mortalitas meningkat khususnya pada pasien yang terinfeksi perioperatif, sehingga H2 didukung sebagian.^{87,91,92}



Gambar 13. Forest plot MA-8: mortalitas pascaoperasi periode pandemi vs prapandemi (efek acak, IV generik). Disusun penulis.^{87,91,92}



Gambar 14. Faktor prognostik mortalitas 30 hari pada pasien bedah dengan infeksi SARS-CoV-2 (biru) dan sepsis pada korban gempa (cokelat); estimasi tidak digabungkan. Disusun penulis dari data studi.^{25,68,88,89}

Domain C: Transformasi Kesehatan

Pembagian tugas (task-sharing) dan pelatihan berbasis kompetensi

Tiga belas studi mengevaluasi pembagian tugas bedah dari spesialis/dokter kepada klinisi non-dokter (*associate clinician*, *non-physician clinician*, *surgical assistant community health officer/SACHO*) atau dokter umum. Uji acak non-inferioritas di Sierra Leone menunjukkan rekurensi hernia inguinalis 1 tahun 0,9% pada *associate clinician* dibanding 6,9% pada dokter, dengan tindak lanjut 94,1%, dan tindak lanjut 5 tahun menunjukkan rekurensi 5,0% tanpa perbedaan antarkader. Di Ghana, rekurensi 1 tahun 0,9% versus 2,8% dan rekurensi 5 tahun 2,3% versus 7,3% disertai perbaikan kualitas hidup yang menetap. Kurva belajar memperlihatkan waktu operasi turun dari 79,6 menjadi 48,6 menit dengan plateau setelah 31–35 kasus (~1,5 tahun), dan 11 dari 13 peserta pelatihan mencapai kecakapan.^{11,27,95–98}

Pada obstetri operatif, seksio sesarea oleh *associate clinician* di Sierra Leone berhubungan dengan kematian maternal 1/443 versus 15/831 (OR 0,12) dan lebih sedikit lahir mati, meskipun readmisi lebih tinggi (OR 2,17). Kohort nasional 27.216 operasi menunjukkan OR mortalitas terkoreksi 0,47 untuk peserta pelatihan dan 0,16 untuk SACHO, dengan median 173 operasi per tahun per SACHO. Di Tanzania dan Malawi, proporsi fistula iatrogenik setara (aOR 0,90; 0,61–1,33), dan luaran neonatus tidak dipengaruhi kader operator (ARR 1,24; 0,55–2,78). RCT klaster di Zambia menunjukkan bahwa penempatan *medical licentiate* meningkatkan volume seksio sesarea 15,2% di rumah sakit intervensi dibanding penurunan 47% di kontrol ($p = 0,015$), tanpa peningkatan infeksi luka. Namun di Nepal, hanya 65,6% lulusan pelatihan yang tetap melakukan seksio sesarea, terutama karena 51,7% tidak memiliki kamar operasi yang berfungsi.^{26,28,99–103}

Tabel 19. Luaran studi pembagian tugas dan pelatihan bedah

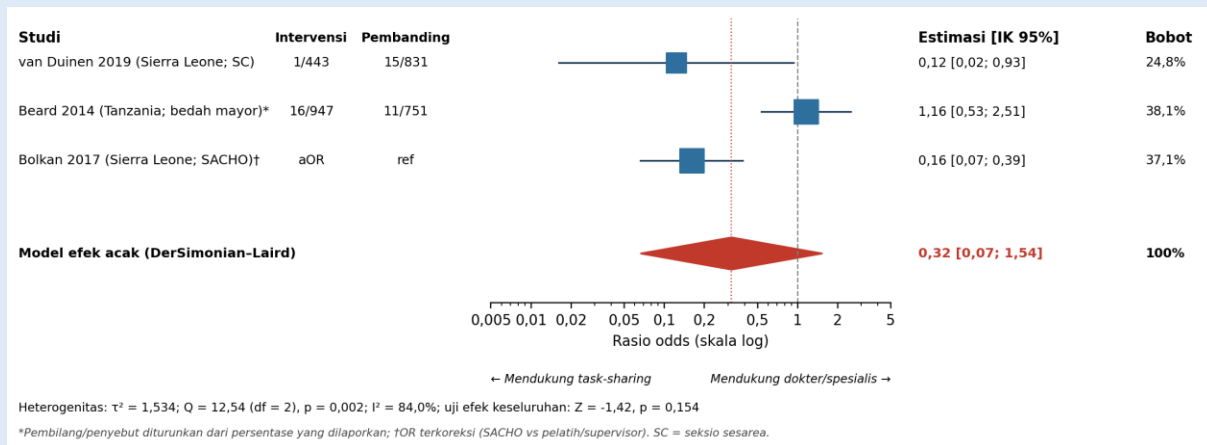
Studi	Desain	Kader vs pembandingan	Tindakan	Luaran utama	Arah efek
Ashley 2021 ¹¹	RCT non-inferioritas	AC vs MD	Hernia inguinalis (mesh)	Rekurensi 1 th 0,9% vs 6,9%	Non-inferior
Ashley 2025 ⁹⁵	Kohort 5 tahun	AC vs MD	Hernia inguinalis	Rekurensi 5 th 5,0%; mortalitas 11,2%	Setara

Ashley 2023 ⁹⁶	Kohort pelatihan	Fase latih vs uji	Hernia inguinalis	11/13 cakap; ILO 8,5% vs 3,1%	Kurva belajar
Beard 2019 ²⁷	Kohort prospektif	MD vs spesialis	Hernia inguinalis	Rekurensi 0,9% vs 2,8%; komplikasi 29,1% vs 24,2%	Non-inferior
Beard 2024 ⁹⁷	Kohort 5 tahun	MD vs spesialis	Hernia inguinalis	Rekurensi 2,3% vs 7,3%	Setara/lebih baik
van Kesteren 2022 ⁹⁸	Kohort logbook	31 peserta	Bedah umum/obstetri	Waktu operasi 79,6→48,6 menit; plateau 31–35 kasus	Kurva belajar
Bolkan 2017 ²⁶	Observasional prospektif	SACHO/peserta vs pelatih-supervisor	Bedah mayor	aOR mortalitas 0,16 (SACHO), 0,47 (peserta)	Mendukung
van Duinen 2019 ⁹⁹	Non-inferioritas multisenter	AC vs dokter	Seksio sesarea	Kematian maternal 1 vs 15 (OR 0,12); readmisi OR 2,17	Non-inferior
Gajewski 2019 ²⁸	RCT klaster	Penempatan <i>medical licentiate</i> vs kontrol	Seksio sesarea	Volume +15,2% vs -47% (p = 0,015)	Akses ↑
Beard 2014 ¹⁰⁰	Kohort retrospektif	NPC vs dokter	Bedah mayor	Mortalitas 1,7% vs 1,5%; NPC melakukan 55,8%	Setara
Ngongo 2024 ¹⁰¹	Kohort retrospektif	NPC vs dokter	Obstetri operatif	Fistula iatrogenik 24,6% vs 29,2%; aOR 0,90	Ekuivalen
Tariku 2019 ¹⁰²	Kohort retrospektif	NPC vs dokter	Seksio sesarea	Luaran neonatus ARR 1,24 (0,55–2,78)	Setara
Knoble 2024 ¹⁰³	Potong lintang	Lulusan pelatihan	Seksio sesarea	92,7% pernah, 65,6% masih melakukan	Hambatan sistem

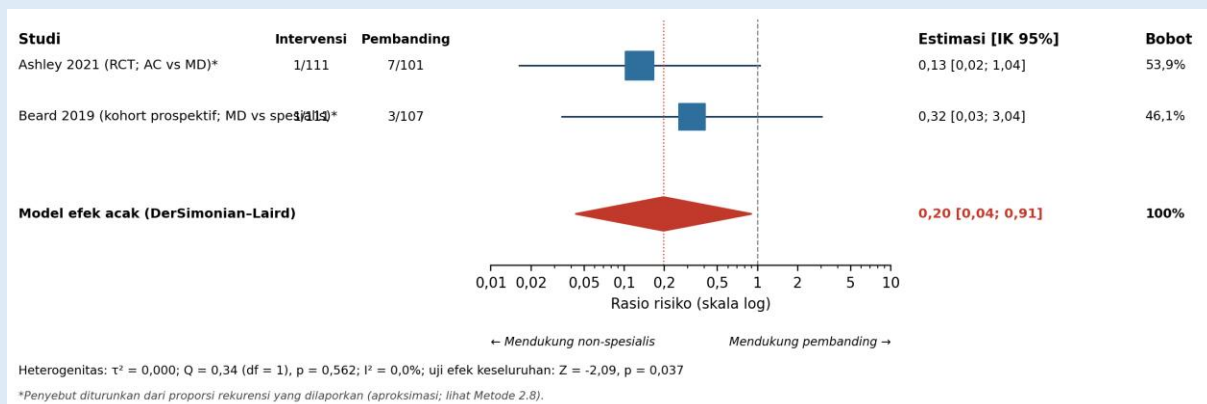
AC: *associate clinician*; MD: *medical doctor*; NPC: *non-physician clinician*; SACHO: *surgical assistant community health officer*; ARR: *adjusted risk ratio*.

Meta-analisis MA-1 (tiga studi) menunjukkan OR mortalitas perioperatif 0,32 (IK 95% 0,07–1,54; p = 0,15) untuk *task-sharing* dibanding dokter/spesialis, dengan heterogenitas tinggi (I² 84,0%;

τ^2 1,534). Pengeluaran estimasi terkoreksi Bolkan 2017 menghasilkan OR 0,46 (0,05–4,01). Arah efek tidak menunjukkan bahaya, namun IK yang lebar dan perbedaan jenis tindakan (seksio sesarea vs bedah mayor) membatasi presisi. Meta-analisis MA-2 (dua studi) menunjukkan rekurensi hernia 1 tahun lebih rendah secara bermakna pada operator non-spesialis (RR 0,20; IK 95% 0,04–0,91; $p = 0,037$; I^2 0%). H3 (non-inferioritas) didukung.^{11,26,27,99,100}



Gambar 15. Forest plot MA-1: mortalitas perioperatif pada *task-sharing* vs dokter/spesialis (efek acak, IV generik). *Penyebut diturunkan dari persentase; †estimasi terkoreksi. Disusun penulis.^{26,99,100}

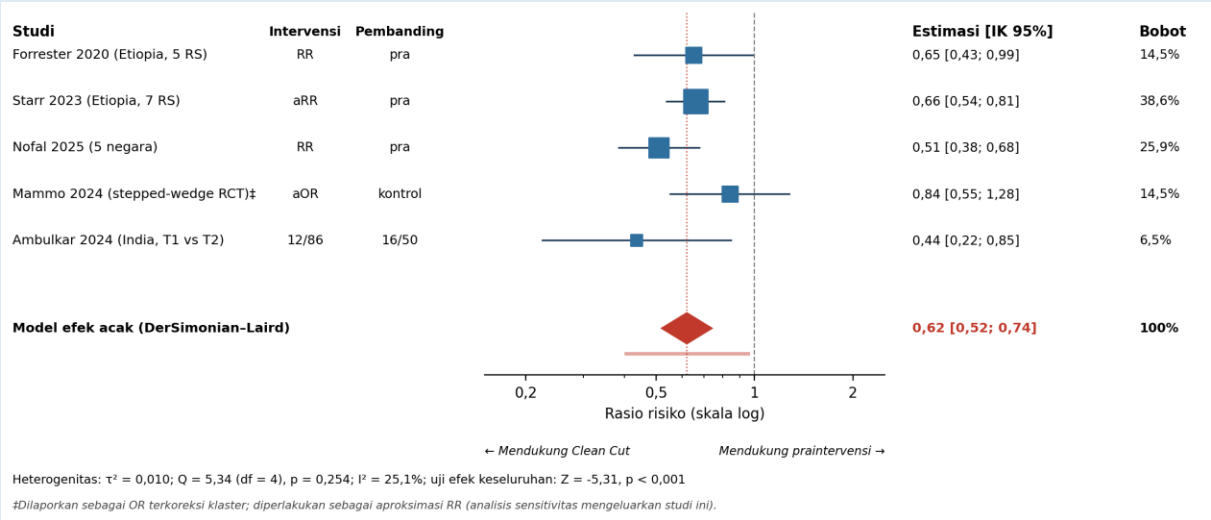


Gambar 16. Forest plot MA-2: rekurensi hernia inguinalis 1 tahun, operator non-spesialis vs pembanding (efek acak, RR). *Jumlah kejadian diturunkan dari persentase. Disusun penulis.^{11,27}

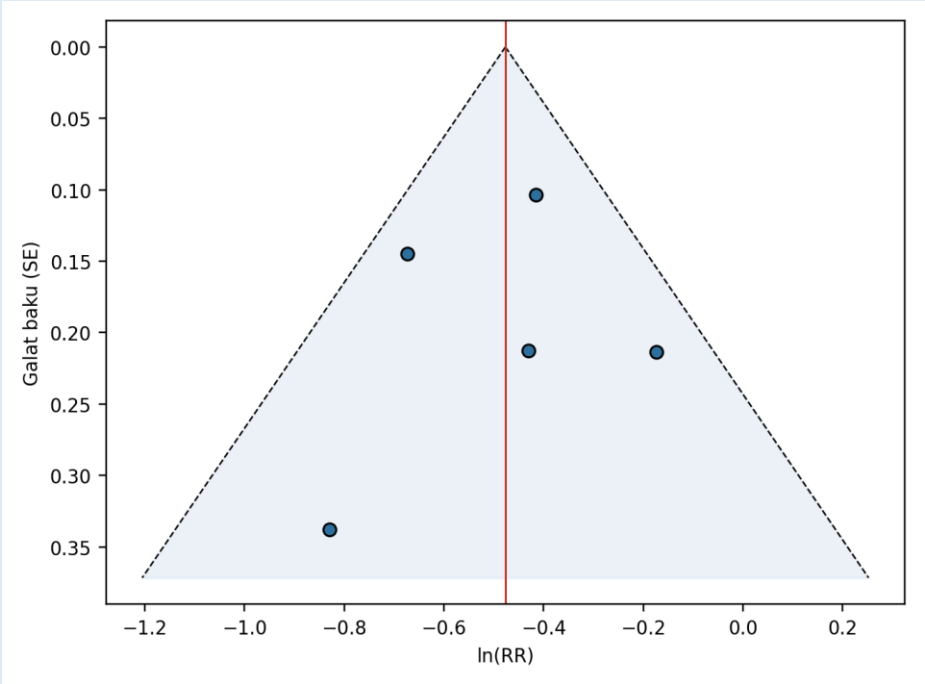
Program peningkatan mutu dan keselamatan bedah

Program Clean Cut (Lifebox) yang menargetkan enam standar pencegahan infeksi perioperatif meningkatkan kepatuhan dari 2,9 menjadi 4,5 dari 6 standar dan menurunkan ILO (RR 0,65; 0,43–0,99) di lima rumah sakit Etiopia. Perluasan ke tujuh rumah sakit menghasilkan aRR 0,66 (0,54–0,81) dengan peningkatan penggunaan *Surgical Safety Checklist* dari 16,3% menjadi 43,0%, dan skala-naik ke lima negara (Liberia, Madagaskar, Malawi, India, Bolivia) menurunkan ILO 30 hari dari 28,4% menjadi 12,1% (RR 0,51; 0,38–0,67). RCT *stepped-wedge* di Etiopia tidak menunjukkan penurunan ILO yang bermakna (OR 0,84; 0,55–1,27), namun kepatuhan $\geq 5/6$ standar meningkat (OR 2,95), mengindikasikan hubungan dosis–respons antara kepatuhan dan manfaat. Di India, pada bedah onkologi kepala-leher, ILO turun dari 32% menjadi 13,95% ($p = 0,012$) tetapi kembali ke 34% setelah satu tahun tanpa supervisi.^{12,41,44,104,105}

Meta-analisis MA-3 (lima studi) menunjukkan bahwa program Clean Cut menurunkan ILO sebesar 38% (RR 0,62; IK 95% 0,52–0,74; $p < 0,001$) dengan heterogenitas rendah (I^2 25,1%; τ^2 0,010) dan interval prediksi 0,40–0,95, yang berarti efek protektif diperkirakan tetap ada pada implementasi di rumah sakit baru. Pengeluaran RCT *stepped-wedge* berisiko bias tinggi menghasilkan RR 0,60 (0,51–0,70; I^2 4,6%). *Funnel plot* tidak memperlihatkan asimetri yang nyata, meskipun jumlah studi terlalu kecil untuk uji formal. Sebaliknya, uji faktorial FALCON di tujuh negara berpenghasilan rendah-menengah menunjukkan bahwa intervensi tunggal (klorheksidin-alkohol dan jahitan triklosan) tidak menurunkan ILO (22,0%), yang menegaskan pentingnya pendekatan multimodal. H4 didukung.^{6,12,41,44,47,104,105}



Gambar 17. Forest plot MA-3: ILO setelah program Clean Cut vs praintervensi/kontrol (efek acak, IV generik). ‡RCT stepped-wedge (aOR). Disusun penulis.^{12,41,44,104,105}



Gambar 18. Funnel plot MA-3 (ln RR terhadap galat baku; deskriptif, k = 5). Disusun penulis.^{12,41}

Tabel 20. Luaran program peningkatan mutu bedah dan pengawasan ILO

Studi	Setting	Desain	Intervensi	Luaran	Efek
-------	---------	--------	------------	--------	------

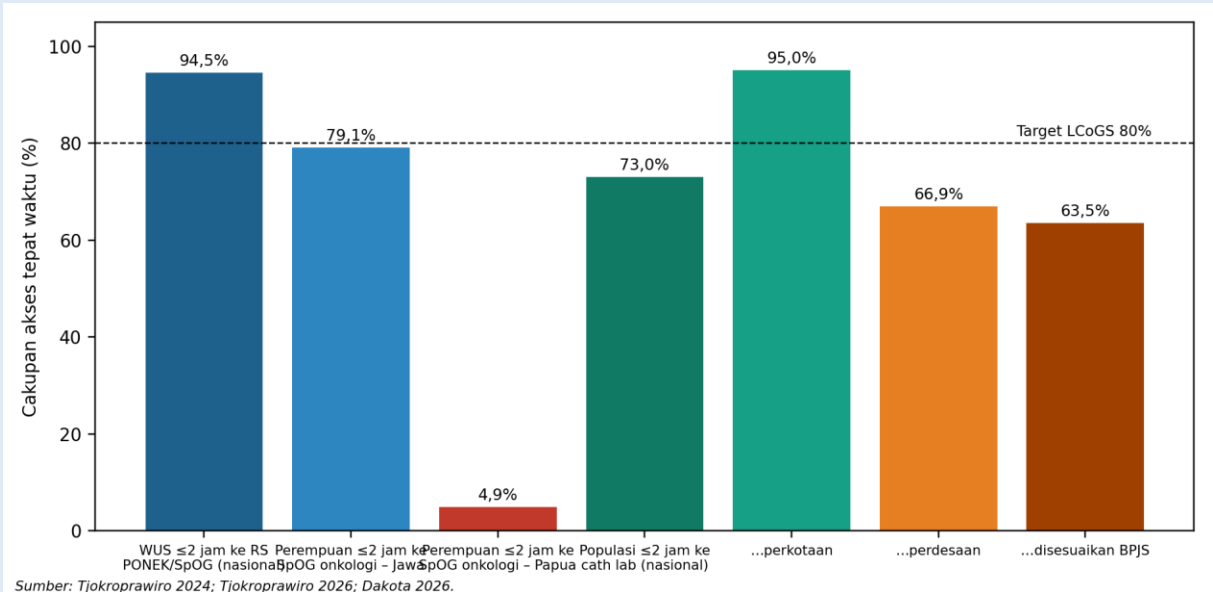
Forrester 2020 ¹²	Etiopia, 5 RS	Kuasi-eksperimental	Clean Cut	Kepatuhan 2,9→4,5/6; ILO	RR 0,65 (0,43–0,99)
Sarr 2023 ¹⁰⁴	Etiopia, 7 RS	Kohort prospektif	Clean Cut	ILO; penggunaan SSC 16,3→43,0%	aRR 0,66 (0,54–0,81)
Nofal 2025 ⁴¹	5 negara	Kuasi-eksperimental	Clean Cut skala-naik	ILO 30 hari 28,4→12,1%	RR 0,51 (0,38–0,67)
Mammo 2024 ⁴⁴	Etiopia, 9 RS	RCT <i>stepped-wedge</i>	Clean Cut (seksio sesarea)	ILO; kepatuhan ≥5/6 (OR 2,95)	OR 0,84 (0,55–1,27)
Ambulkar 2024 ¹⁰⁵	India	Intervensional prospektif	Clean Cut (bedah onkologi kepala-leher)	ILO 32→13,95%; rebound 34% (1 th)	RR 0,44 (0,23–0,85)
Alamnie 2024 ¹⁰⁶	Etiopia, Pantai Gading	Before–after	Clean Cleft (bedah celah bibir/langit)	Komplikasi 21,7→8,7%; ILO 18,1→8,0%; dehisensi 18,0→8,0%	Menurun
Ademuyiwa 2021 ⁴⁷	7 LMIC	RCT faktorial	Klorheksidin-alkohol; triklosan	ILO keseluruhan 22,0%	Tanpa manfaat
Sarr 2020 ¹⁰⁷	Etiopia	Kohort prospektif	Tindak lanjut telepon	77% terjangkau; 49% ILO terdeteksi hanya via telepon	Deteksi ↑

Akses geografis layanan bedah di Indonesia

Lima studi geospasial dan satu registri menggambarkan ketimpangan akses bedah di Indonesia. Secara nasional, 94,5% perempuan usia reproduksi berada ≤2 jam dari rumah sakit dengan layanan bedah obstetri darurat, namun delapan provinsi memiliki akses tepat waktu yang rendah. Untuk subspecialis onkologi ginekologi, cakupan ≤2 jam mencapai 79,1% di Jawa tetapi hanya 4,9% di Papua, dan 34,4% perempuan tinggal >100 km dari layanan. Cakupan laboratorium kateterisasi jantung ≤2 jam adalah 73,0% (perkotaan 95% vs perdesaan 66,9%), turun menjadi 63,5% bila hanya fasilitas yang menerima BPJS dihitung, dan hanya 5,1% yang beroperasi 24/7.^{16,18,33}

Di Maluku Utara, 62,5% pasien bedah saraf berasal dari luar Ternate dan tidak ada operasi yang dilakukan untuk kabupaten terjauh, sedangkan di kepulauan Maluku rerata jarak ke rumah sakit mencapai 56–73 km dengan 65% puskesmas tanpa dokter. Kohort pascagempa Lombok 2018

memperlihatkan bahwa ORIF memberikan union lebih baik tetapi infeksi 23,5% dan skor kualitas hidup SF-36 yang lebih rendah, sehingga keterbatasan sarana steril pascabencana memengaruhi mutu. Temuan ini memperlihatkan bahwa indikator akses nasional dapat menutupi ketimpangan antarwilayah yang ekstrem.^{3,24,34,108}



Gambar 19. Cakupan akses tepat waktu (≤ 2 jam) terhadap layanan bedah/spesialistik di Indonesia dibanding target Komisi Lancet (80%). WUS: wanita usia subur. Disusun penulis dari data studi.^{16,18,33}

Tabel 21. Studi akses dan mutu layanan bedah di Indonesia

Studi	Desain	Unit analisis	Indikator	Temuan utama
Tjokroprawiro 2024 ¹⁸	Potong lintang geospasial	3202 rumah sakit	Akses ≤ 2 jam bedah obstetri darurat	94,5% nasional; 8 provinsi akses rendah
Tjokroprawiro 2026 ¹⁶	Potong lintang geospasial	139 spesialis; 243 RS	Akses ≤ 2 jam onkologi ginekologi	Jawa 79,1% vs Papua 4,9%; 34,4% >100 km
Dakota 2026 ³³	Potong lintang geospasial	335 cath lab	Akses ≤ 2 jam	73,0% (kota 95%, desa 66,9%); BPJS 63,5%; 24/7 5,1%
Nugroho 2024 ¹⁰⁸	Registri retrospektif	998 pasien (216 dioperasi)	Asal rujukan bedah saraf	62,5% dari luar Ternate; neurotrauma 40,7%

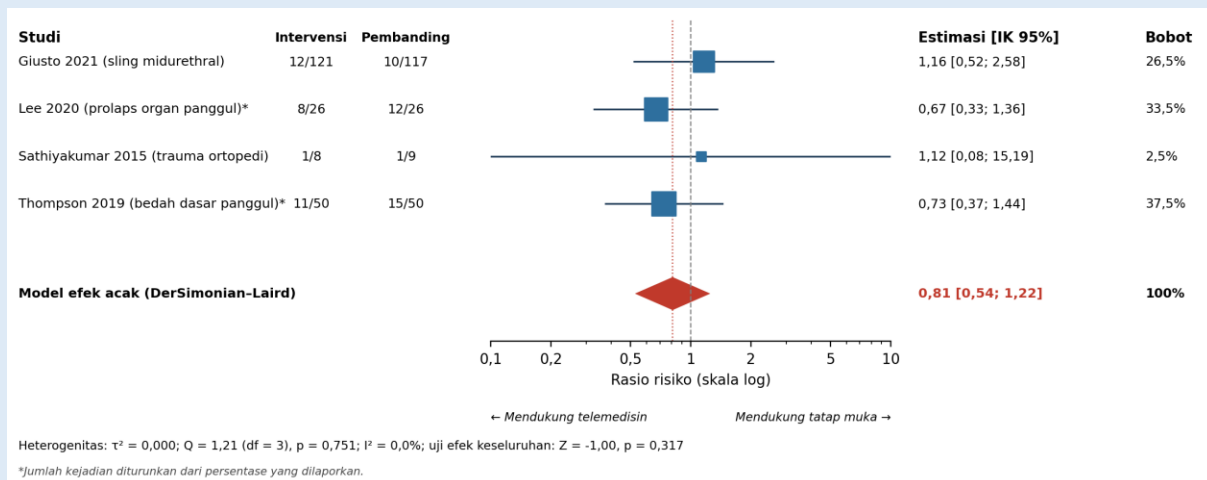
Leosari 2023 ³⁴	Potong lintang GIS	207 puskesmas	Jarak ke RS; ketersediaan dokter	Jarak 56–73 km; 65% tanpa dokter
Anshori 2023 ²⁴	Kohort 1 tahun	73 pasien pascagempa	Union, infeksi, SF-36	ORIF: infeksi 23,5%, SF-36 lebih rendah

Domain D: Perkembangan Teknologi

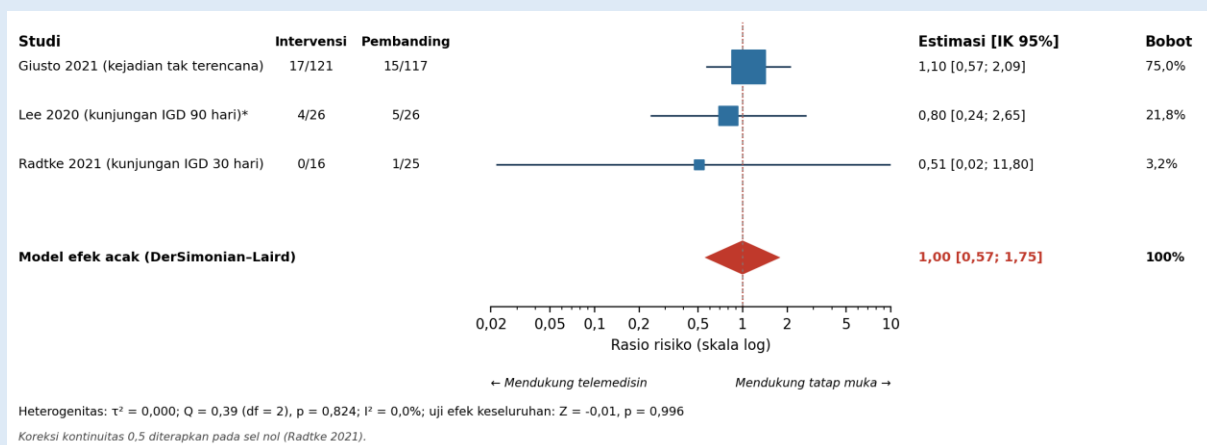
Telemedisin untuk tindak lanjut pascaoperasi

Tujuh belas RCT membandingkan tindak lanjut pascaoperasi melalui telemedisin (video, telepon, atau aplikasi) dengan kunjungan tatap muka pada bedah umum dan kolorektal, ortopedi dan bedah tangan, urologi, ginekologi dan uroginekologi, bedah anak, serta seksio sesarea. Kepuasan pasien konsisten non-inferior atau ekuivalen (misalnya PSQ-18 80,7 vs 81,2; skor 92,0 vs 94,3; 9,79 vs 9,77), durasi konsultasi lebih singkat (10,5 vs 16,0 menit; 8,6 vs 14,7 menit), dan beban perjalanan serta biaya pasien menurun (0 vs 95 mil; USD 0 vs 48). Kepuasan pada studi Earp 2025 lebih rendah pada 2 minggu tetapi setara pada 3 bulan, dan literasi digital tidak berhubungan dengan kepuasan di Thailand.^{51,52,54,57,59,61–63}

Meta-analisis MA-4a (empat RCT; 407 pasien) menunjukkan bahwa telemedisin tidak meningkatkan komplikasi pascaoperasi (RR 0,81; IK 95% 0,54–1,22; p = 0,32; I² 0%); tanpa studi pilot, RR 0,80 (0,53–1,22). MA-4b (tiga RCT; 331 pasien) menunjukkan pemanfaatan layanan tak terencana yang setara (RR 1,00; 0,57–1,75; I² 0%). Di Rwanda, penilaian luka oleh petugas kesehatan komunitas di rumah mencapai 88,1% pasien dibanding 67,7% melalui telepon, dengan tingkat kembali ke layanan 30 hari yang setara, sedangkan di Inggris tindak lanjut luka berbasis foto *smartphone* meningkatkan diagnosis ILO ≤ 7 hari (OR 3,7) dan menurunkan kunjungan komunitas (OR 0,57). H5 didukung.^{13,48,49,52,55,58,60}



Gambar 20. Forest plot MA-4a: komplikasi pascaoperasi, telemedisin vs tatap muka (efek acak, RR). *Jumlah kejadian diturunkan dari persentase. Disusun penulis.^{13,52,55,58}



Gambar 21. Forest plot MA-4b: pemanfaatan layanan tak terencana (kunjungan IGD/kejadian tak terencana), telemedisin vs tatap muka. Disusun penulis.^{13,52,60}

Tabel 22. Luaran RCT telemedisin/mHealth pascaoperasi

Studi	Negara	Bidang bedah	N	Kepuasan/proses	Keamanan
Yao 2022 ⁵⁰	AS	Bedah kolorektal	46	Kepuasan non-inferior; durasi setara	Skor keamanan setara
Fink 2022 ⁵¹	Australia	Bedah umum (telepon)	123	Konsultasi 10,5 vs 16,0 menit; 100% puas	Komplikasi setara

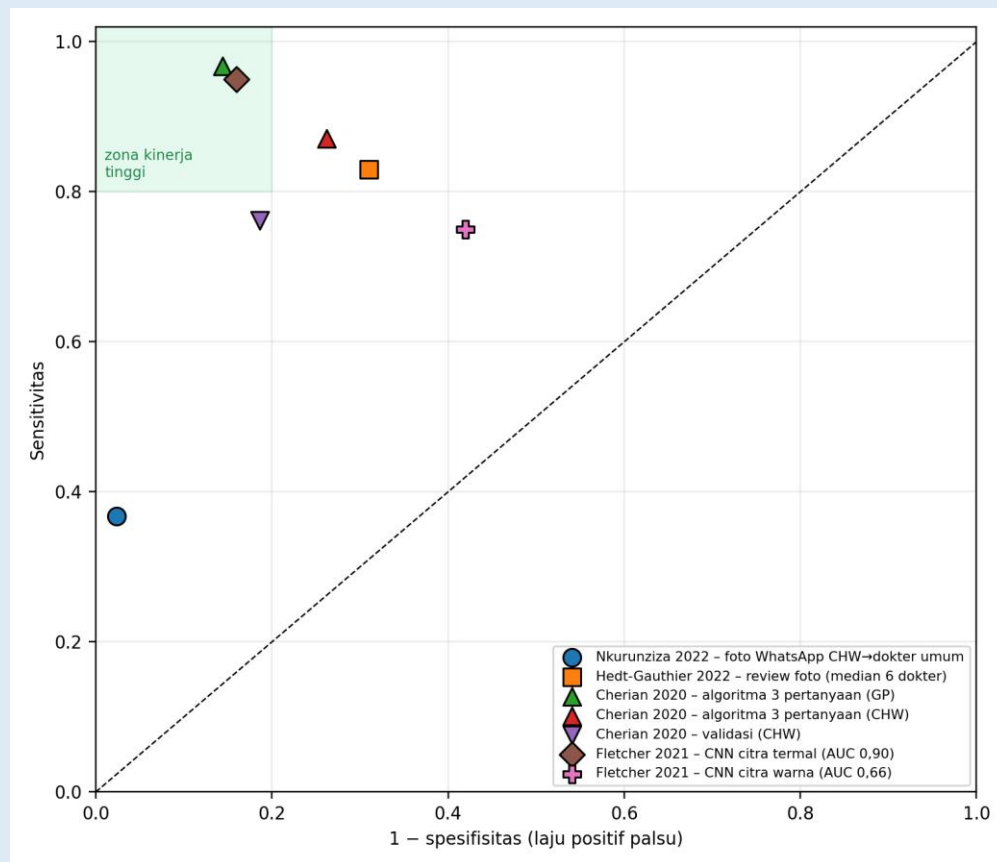
Lee 2020 ⁵²	AS	Prolaps organ panggul	52	PSQ-18 80,7 vs 81,2	Komplikasi 31% vs 46%; IGD 15% vs 19%
Muschol 2022 ⁵³	Jerman	Ortopedi (lutut/bahu)	60	Kepuasan 1,58 vs 1,64 (p = 0,69)	–
Wherley 2025 ⁵⁴	AS	Histerektomi minimal invasif	101	92,0 vs 94,3 (non-inferior)	Komplikasi 90 hari setara
Sathiyakumar 2015 ⁵⁵	AS	Trauma ortopedi	24	89% vs 100% (NS); tanpa cuti kerja 0% vs 55,6%	1 komplikasi per lengan
Goedeke 2019 ⁵⁶	Jerman	Bedah anak	224	Kualitas interaksi 77,8% vs 48%	–
Viers 2015 ⁵⁷	AS	Prostatektomi radikal	55	Face time 14,5 vs 14,3 menit; biaya USD 0 vs 48	–
Giusto 2021 ¹³	AS/internasional	Uroginekologi (sling)	238	Kepatuhan 3–5 bulan 90,1% vs 79,3%	Komplikasi 9,9% vs 8,6%; tak terencana 14% vs 12,9%
Thompson 2019 ⁵⁸	AS	Bedah dasar panggul	100	Penilaian ahli bedah 92% vs 88%	Kejadian tak diinginkan 43% vs 57%
Herrero 2021 ⁵⁹	AS	Artroskopi meniskus	150	9,79 vs 9,77 (ekuivalen)	Komplikasi NS
Radtke 2021 ⁶⁰	AS	Histerektomi laparoskopik	41	Kepuasan umum lebih tinggi	IGD 0 vs 1 (4%)
Earp 2025 ⁶¹	AS	Bedah tangan	60	PG 4,1 vs 4,7 (2 minggu); setara 3 bulan	–
Mamon 2025 ⁶²	Pakistan	Bedah umum	180	Kepuasan 70% vs 68%; 8,6 vs 14,7 menit	–
Ngowroongrueng 2026 ⁶³	Thailand	Bedah ekstremitas atas	70	Kepuasan setara; literasi digital tidak berpengaruh	–
Kateera 2022 ⁴⁸	Rwanda	Seksio sesarea	1025	Penilaian luka 88,1% (rumah) vs 67,7% (telepon)	Kembali ke layanan 30 hari NS
McLean 2021b ⁴⁹	Inggris	Bedah abdomen darurat	492	Diagnosis ILO ≤ 7 hari OR 3,7;	ILO 9,4% vs 7,4%

				kunjungan komunitas OR 0,57	
--	--	--	--	--------------------------------	--

NS: tidak bermakna; PG: *Press Ganey*; PSQ-18: *Patient Satisfaction Questionnaire-18*; IGD: instalasi gawat darurat.

mHealth dan kecerdasan artifisial untuk deteksi ILO

Akurasi diagnostik deteksi ILO jarak jauh sangat bergantung pada modalitas dan pembaca. Pengiriman foto WhatsApp oleh petugas kesehatan komunitas kepada dokter umum menghasilkan sensitivitas rendah (36,8%) tetapi spesifisitas tinggi (97,6%; NPV 96,4%), sedangkan penilaian foto oleh median enam dokter menghasilkan sensitivitas 0,83 dan spesifisitas 0,69 dengan kesepakatan sedang (Gwet AC1 0,46). Algoritma tiga pertanyaan klinis mencapai sensitivitas 96,8%/spesifisitas 85,6% bila digunakan dokter umum dan 87,1%/73,8% bila digunakan petugas komunitas. Model *convolutional neural network* dengan *transfer learning* pada citra termal mencapai AUC 0,90 (sensitivitas 95%, spesifisitas 84%), jauh lebih baik dibanding citra warna (AUC 0,655).^{30,31,109,110,117}



Gambar 22. Ruang ROC akurasi diagnostik deteksi ILO jarak jauh (mHealth dan AI) setelah seksio sesarea di Rwanda. Area hijau: sensitivitas $\geq 80\%$ dan spesifisitas $\geq 80\%$. Disusun penulis dari data studi.^{30,31,109,110,117}

Tabel 23. Akurasi diagnostik mHealth/AI untuk deteksi ILO

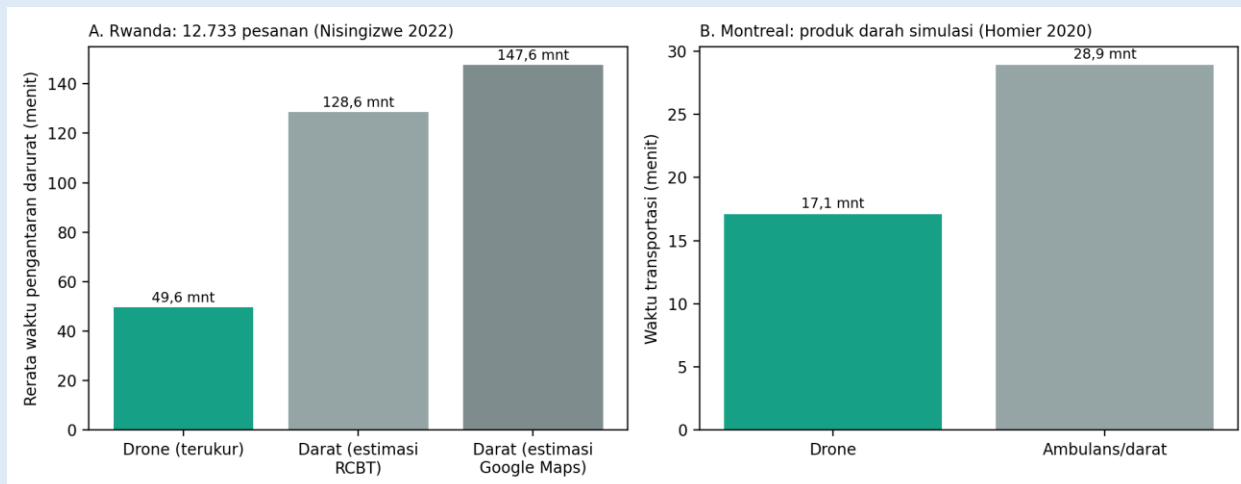
Studi	Modalitas	Pembaca	N	Sensitivitas	Spesifisitas	Metrik lain
Nkurunziza 2022 ³⁰	Foto WhatsApp	CHW → dokter umum	787	36,8%	97,6%	NPV 96,4%; 79% lengkap
Hedt-Gauthier 2022 ¹⁰⁹	Foto luka	Median 6 dokter	569 foto	83%	69%	Gwet AC1 0,46
Cherian 2020 ¹¹⁰	Algoritma 3 pertanyaan	Dokter umum	596	96,8%	85,6%	–
Cherian 2020 ¹¹⁰	Algoritma 3 pertanyaan	CHW	596	87,1%	73,8%	Kesepakatan komunitas 81,1%

Fletcher 2021 ³¹	Citra termal + CNN	Model AI	530	95%	84%	AUC 0,90
Fletcher 2021b ¹¹⁷	Citra warna + CNN	Model AI	–	–	–	AUC 0,655

CHW: *community health worker*; CNN: *convolutional neural network*; NPV: *negative predictive value*; AUC: *area under the curve*. Fletcher 2021b merupakan publikasi prosiding pendamping yang dipakai sebagai data pelengkap.

Drone untuk logistik darah

Di Rwanda, 12.733 pesanan darah darurat ke 20 fasilitas melalui *drone* memiliki rerata waktu pengantaran 49,6 menit, 79–98 menit lebih cepat dibanding estimasi transportasi darat, dan kedaluwarsa produk darah menurun 7,1 unit per bulan (–67% pada 12 bulan). Analisis *staggered difference-in-differences* menunjukkan penurunan persediaan dan pemborosan sel darah merah serta penurunan mortalitas intrarumah sakit akibat perdarahan pascapersalinan dan trauma pada rumah sakit yang dekat dengan pangkalan *drone*. Di Kanada, uji lapangan menunjukkan waktu transportasi 17:06 menit dibanding 28:54 menit dengan ambulans ($p < 0,0001$) dengan suhu produk darah tetap terjaga.^{14,43,111}



Gambar 23. Kinerja *drone* pengantaran darah. (A) Rwanda: waktu pengantaran terukur vs estimasi darat; (B) Montreal: waktu transportasi produk darah simulasi. Disusun penulis dari data studi.^{14,111}

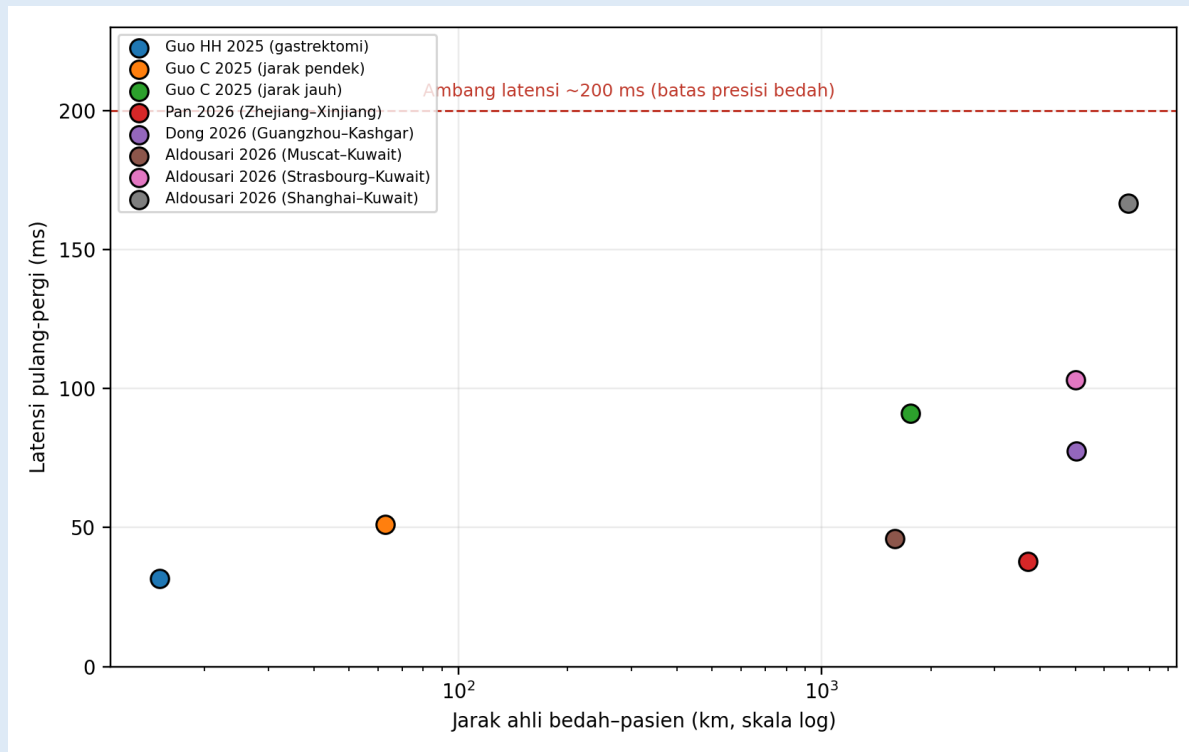
Tabel 24. Luaran studi drone logistik darah

Studi	Setting	Desain	Skala	Luaran waktu	Luaran sistem/klinis
-------	---------	--------	-------	--------------	----------------------

Nisingizwe 2022 ¹⁴	Rwanda	Potong lintang + ITS	12 733 pesanan; 20 fasilitas	49,6 menit; 79–98 menit lebih cepat	Kedaluwarsa –7,1/bulan (–67% pada 12 bulan)
Jeon 2026 ⁴³	Rwanda	<i>Staggered DiD</i>	RS publik penyedia transfusi	–	Persediaan dan pemborosan SDM ↓; mortalitas PPH dan trauma ↓
Homier 2020 ¹¹¹	Kanada	Uji lapangan prospektif	9 penerbangan	17:06 vs 28:54 menit (p < 0,0001)	Suhu produk terjaga

Telebedah robotik berbasis 5G

Enam studi klinis telebedah robotik jarak jauh (115 pasien; kolesistektomi, gastrektomi, prosedur laparoskopik, dan urologi) melaporkan keberhasilan teknis 95–100%, tanpa konversi ke operasi terbuka, dan komplikasi terbatas pada derajat Clavien–Dindo $\leq$ II. Uji terkontrol prospektif menunjukkan keberhasilan 95% vs 100% dengan latensi 43,4 ms dan *packet loss* <1%; uji FUTURE-04 untuk gastrektomi mencapai margin R0 100% dengan latensi pulang-pergi 31,6 ms; operasi lintas benua antara Tiongkok/Prancis/Oman dan Kuwait tetap aman dengan latensi hingga 166,6 ms. Latensi tidak meningkat secara linear terhadap jarak dan seluruhnya berada di bawah ambang ~200 ms. H6 didukung, dengan catatan bahwa bukti masih berupa serial kecil.^{15,32,42,112–114}



Gambar 24. Hubungan jarak ahli bedah–pasien dengan latensi pulang-pergi pada telebedah robotik 5G. Garis merah: ambang latensi ~200 ms. Disusun penulis dari data studi.^{15,42,112–114}

Tabel 25. Luaran studi klinis telebedah robotik

Studi	Rute/jarak	Desain	N	Tindakan	Keberhasilan	Latensi	Keamanan
Yang 2025 ³²	Tiongkok	Uji terkontrol prospektif	40	Kolesistektomi robotik	95% vs 100%	43,4 ms	Packet loss <1%
Guo HH 2025 ¹¹²	Tiongkok (15 km)	Uji satu lengan (FUTURE-04)	27	Gastrektomi	R0 100%	31,6 ms	Komplikasi 18,5% (<CD III)
Guo C 2025 ¹¹³	63 dan 1758 km	Serial retrospektif	10	Gastrektomi	Konversi 0%	51 dan 91 ms	≤CD II
Pan 2026 ¹¹⁴	Zhejiang–Xinjiang (3700 km)	Serial retrospektif	21	Laparoskopi campuran	100%	37,7 ms	2 komplikasi minor; OSATS 64,6→87,9
Dong 2026 ¹⁵	Guangzhou–Kashgar (5038 km)	Uji prospektif terdaftar	6	Urologi	100%	77,4 ms	Tanpa komplikasi

							mayor 3 bulan
Aldousari 2026 ⁴²	Tiongkok/Prancis/Oman–Kuwait	Serial prospektif	11	Urologi mayor	100%	46–166,6 ms	Tanpa kejadian klinis/teknis

CD: klasifikasi Clavien–Dindo; OSATS: *Objective Structured Assessment of Technical Skills*; R0: margin reseksi negatif mikroskopis.

Ringkasan Meta-analisis, Analisis Sensitivitas, dan Kepastian Bukti

Sembilan meta-analisis dirangkum pada Tabel 27. Dua meta-analisis komparatif menghasilkan efek yang bermakna secara statistik (MA-2 dan MA-3), tiga meta-analisis proporsi (MA-5 hingga MA-7) memberikan estimasi beban bedah pascagempa, sedangkan MA-1, MA-4a, MA-4b, dan MA-8 menunjukkan tidak adanya perbedaan bermakna yang diinterpretasikan sebagai keamanan (non-inferioritas) pada MA-1 dan MA-4. Analisis sensitivitas pada Tabel 28 menunjukkan bahwa kesimpulan utama tidak berubah, kecuali MA-8 yang heterogenitasnya sepenuhnya dijelaskan oleh populasi terinfeksi SARS-CoV-2.^{6,45}

Tabel 26. Ringkasan hasil sembilan meta-analisis

Kode	Luaran	k	Ukuran	Estimasi (IK 95%)	p	I ² (%)	τ ²	PI 95%
MA-1	Mortalitas: <i>task-sharing</i> vs dokter/spesialis	3	OR	0,32 (0,07–1,54)	0,154	84,0	1,534	–
MA-2	Rekurensi hernia 1 tahun	2	RR	0,20 (0,04–0,91)	0,037	0,0	0	–
MA-3	ILO: Clean Cut vs praintervensi	5	RR	0,62 (0,52–0,74)	<0,001	25,1	0,010	0,40–0,95
MA-4a	Komplikasi: telemedisin vs tatap muka	4	RR	0,81 (0,54–1,22)	0,317	0,0	0	–
MA-4b	Kunjungan tak terencana	3	RR	1,00 (0,57–1,75)	0,996	0,0	0	–
MA-5	Mortalitas korban gempa	12	%	6,0 (3,9–9,0)	–	78,6	0,424	1,4–22,8
MA-6	Amputasi korban gempa	11	%	10,1 (6,2–16,0)	–	92,9	0,688	1,5–44,7
MA-7	Fasiotomi korban gempa	10	%	26,3 (13,1–45,6)	–	98,3	1,829	1,3–90,4
MA-8	Mortalitas pandemi vs prapandemi	3	OR	1,41 (0,84–2,36)	0,191	80,1	0,163	–

PI dihitung bila $k \geq 5$. Estimasi proporsi dalam persen (transformasi logit). Seluruh model efek acak DerSimonian–Laird.

Tabel 27. Analisis sensitivitas

Meta-analisis	Skenario sensitivitas	k	Estimasi awal	Estimasi sensitivitas (IK 95%)	I ² (%)	Interpretasi
MA-1	Tanpa estimasi terkoreksi (Bolkan 2017)	2	OR 0,32	OR 0,46 (0,05–4,01)	75,6	Arah sama; presisi rendah
MA-3	Tanpa RCT <i>stepped-wedge</i> berisiko tinggi	4	RR 0,62	RR 0,60 (0,51–0,70)	4,6	Efek menguat; heterogenitas hilang
MA-4a	Tanpa studi pilot (Sathiyakumar 2015)	3	RR 0,81	RR 0,80 (0,53–1,22)	0,0	Tidak berubah
MA-8	Tanpa kohort pasien terinfeksi (McLean 2021)	2	OR 1,41	OR 1,07 (0,86–1,32)	0,0	Heterogenitas dijelaskan
MA-5	<i>Leave-one-out</i>	11	6,0%	5,3–6,9%	72,3–80,5	Robust
MA-6	<i>Leave-one-out</i>	10	10,1%	9,1–11,6%	83,0–93,6	Robust
MA-7	<i>Leave-one-out</i>	9	26,3%	22,5–30,4%	96,7–98,5	Robust arah

Penilaian GRADE menunjukkan kepastian bukti sedang untuk efek program Clean Cut terhadap ILO, rendah untuk keamanan telemedisin, rekurensi hernia pada *task-sharing*, dan mortalitas korban gempa, serta sangat rendah untuk mortalitas *task-sharing*, amputasi, fasiotomi, dan mortalitas periode pandemi. Kepastian yang rendah terutama disebabkan oleh dominasi desain observasional, heterogenitas tinggi pada meta-analisis proporsi, dan jumlah kejadian yang kecil.^{7,116}

Tabel 28. Tabel *Summary of Findings* (GRADE)

Luaran (kode)	Desain (k)	Risiko bias	Inkonsistensi	Ketidak-langsungan	Ketidaktepatan	Bias publikasi	Efek	Kepastian
ILO – Clean Cut (MA-3)	1 RCT + 4 obs (5)	Serius	Tidak serius	Tidak serius	Tidak serius	Tidak terdeteksi	RR 0,62 (0,52–0,74); ↑ dosis–respons	⊕⊕⊕○ Sedang

Komplikasi – telemedisin (MA-4a)	RCT (4)	Serius	Tidak serius	Tidak serius	Serius	Tidak dapat dinilai	RR 0,81 (0,54–1,22)	⊕⊕○○ Rendah
Kunjungan tak terencana (MA-4b)	RCT (3)	Serius	Tidak serius	Tidak serius	Serius	Tidak dapat dinilai	RR 1,00 (0,57–1,75)	⊕⊕○○ Rendah
Rekurensi hernia (MA-2)	1 RCT + 1 obs (2)	Serius	Tidak serius	Tidak serius	Serius	Tidak dapat dinilai	RR 0,20 (0,04–0,91)	⊕⊕○○ Rendah
Mortalitas – task-sharing (MA-1)	Obs (3)	Serius	Serius	Tidak serius	Serius	Tidak dapat dinilai	OR 0,32 (0,07–1,54)	⊕○○○ Sangat rendah
Mortalitas gempa (MA-5)	Obs (12)	Tidak serius	Serius*	Tidak serius	Tidak serius	Tidak terdeteksi	6,0% (3,9–9,0)	⊕⊕○○ Rendah
Amputasi gempa (MA-6)	Obs (11)	Tidak serius	Sangat serius	Tidak serius	Tidak serius	Tidak terdeteksi	10,1% (6,2–16,0)	⊕○○○ Sangat rendah
Fasiotomi gempa (MA-7)	Obs (10)	Tidak serius	Sangat serius	Tidak serius	Serius	Tidak terdeteksi	26,3% (13,1–45,6)	⊕○○○ Sangat rendah
Mortalitas pandemi (MA-8)	Obs (3)	Tidak serius	Serius	Serius	Serius	Tidak dapat dinilai	OR 1,41 (0,84–2,36)	⊕○○○ Sangat rendah

*Sebagian dijelaskan oleh analisis subkelompok (Q_b $p = 0,017$); estimasi proporsi pada studi observasional dimulai dari kepastian rendah. Obs: observasional. MA-3 dinaikkan satu tingkat karena konsistensi lintas negara dan hubungan dosis–respons dengan kepatuhan standar. ⊕: tingkat kepastian.

Pengujian Hipotesis

Lima hipotesis didukung dan satu hipotesis didukung sebagian, dengan kekuatan bukti yang bervariasi dari sangat rendah hingga sedang.⁷

Tabel 29. Pengujian hipotesis penelitian

Hipotesis	Bukti kunci	Keputusan	Kepastian
-----------	-------------	-----------	-----------

H1: mortalitas bedah gempal bermakna dan lebih tinggi pada kohort crush/ICU; keterlambatan fasiotomi terkait amputasi	MA-5 6,0% (crush/ICU 10,3% vs 3,7%; $p = 0,017$); fasiotomi >45,5 jam $\times 28,48$	Didukung	Rendah
H2: pandemi menurunkan akses dan meningkatkan mortalitas	Non-operasi 15,0% (<i>lockdown</i> penuh); volume $-11,6$ s.d. $-37,2\%$; MA-8 OR 1,41 (NS), 1,07 tanpa pasien terinfeksi	Didukung sebagian	Sangat rendah (mortalitas)
H3: <i>task-sharing</i> non-inferior	MA-1 OR 0,32 (NS); MA-2 RR 0,20	Didukung	Sangat rendah–rendah
H4: program mutu multimodal menurunkan ILO	MA-3 RR 0,62; PI 0,40–0,95	Didukung	Sedang
H5: telemedisin tidak meningkatkan komplikasi/kunjungan tak terencana	MA-4a RR 0,81; MA-4b RR 1,00; I^2 0%	Didukung	Rendah
H6: teknologi logistik dan telebedah memperpendek waktu akses dengan aman	<i>Drone</i> 79–98 menit lebih cepat, kedaluwarsa -67% ; telebedah sukses 95–100%, latensi <200 ms	Didukung	Rendah (naratif)

Data Masukan Meta-analisis

Untuk transparansi dan reproduibilitas, seluruh data masukan meta-analisis beserta jenisnya (jumlah kejadian atau estimasi dengan IK 95%). Nilai yang diturunkan dari persentase ditandai dan perlu diverifikasi terhadap teks lengkap artikel sumber.¹

Tabel 30. Data masukan meta-analisis

Kode	Studi	Intervensi/paparan (kejadian/N atau estimasi)	Pembandingan	Jenis data
MA-1	van Duinen 2019	1/443	15/831	Kejadian
MA-1	Beard 2014	16/947*	11/751*	Kejadian
MA-1	Bolkan 2017	aOR 0,16 (0,07–0,41)	ref	Estimasi
MA-2	Ashley 2021	1/111*	7/101*	Kejadian
MA-2	Beard 2019	1/111*	3/107*	Kejadian
MA-3	Forrester 2020	RR 0,65 (0,43–0,99)	pra	Estimasi
MA-3	Starr 2023	aRR 0,66 (0,54–0,81)	pra	Estimasi
MA-3	Nofal 2025	RR 0,51 (0,38–0,67)	pra	Estimasi
MA-3	Mammo 2024	aOR 0,84 (0,55–1,27)	kontrol	Estimasi
MA-3	Ambulkar 2024	12/86	16/50	Kejadian
MA-4a	Giusto 2021	12/121	10/117	Kejadian
MA-4a	Lee 2020	8/26*	12/26*	Kejadian
MA-4a	Sathiyakumar 2015	1/8	1/9	Kejadian

MA-4a	Thompson 2019	11/50*	15/50*	Kejadian
MA-4b	Giusto 2021	17/121	15/117	Kejadian
MA-4b	Lee 2020	4/26*	5/26*	Kejadian
MA-4b	Radtke 2021	0/16	1/25	Kejadian
MA-8	Challine 2021	aOR 1,05 (0,83–1,34)	ref	Estimasi
MA-8	Nassar 2023	OR 1,12 (0,72–1,74)	ref	Estimasi
MA-8	McLean 2021a	aOR 2,72 (1,58–4,67)	ref	Estimasi
MA-5	Kundakçı 2023; Turgut 2024; Yalın 2023; Bicakcioglu 2024; Temel 2025; Kilincarslan 2024	15/233; 16/260; 5/40; 7/26; 8/62; 26/375	–	Proporsi
MA-5	Gezer 2026; Yalın 2024; Acar 2026; Gökmen 2026; Shrestha 2021; Sigdel 2023	12/138; 7/427; 4/216; 16/327; 2/85; 0/192	–	Proporsi
MA-6	Kundakçı; Turgut; Temel; Bicakcioglu; Kilincarslan; Özdemir	72/233; 19/260; 15/62; 8/26; 33/375; 40/439	–	Proporsi
MA-6	Acar; Günaydın; Gökmen 2023; Yıldırım; Sigdel	25/216; 13/135; 31/560; 4/120; 2/192	–	Proporsi
MA-7	Kundakçı; Turgut; Gök; Kilincarslan; Yalın 2024	41/233; 35/260; 32/112; 49/375; 25/427	–	Proporsi
MA-7	Gökmen 2026; Günaydın; Yıldırım; Bicakcioglu; Temel	327/473; 71/135; 75/120; 2/26; 22/62	–	Proporsi

Diturunkan dari persentase yang dilaporkan. Pada MA-3, arah pembandingan adalah periode praintervensi (studi kuasi-eksperimental) atau kluster kontrol (RCT stepped-wedge).*

DISKUSI

Ringkasan Temuan Utama

Tinjauan sistematis ini mensintesis 94 studi primer (21 RCT dan 73 studi observasional/kuasi-eksperimental) lintas empat determinan akses dan mutu layanan bedah. Terdapat lima temuan pokok. Pertama, pada gempa bumi, sekitar satu dari enam belas pasien bedah/trauma meninggal, satu dari sepuluh menjalani amputasi, dan seperempat menjalani fasciotomi, dengan mortalitas hampir tiga kali lebih tinggi pada kohort sindrom crush/ICU dan risiko amputasi yang meningkat tajam ketika fasciotomi tertunda. Kedua, pandemi COVID-19 terutama merusak akses melalui non-operasi dan penurunan volume secara dosis-respons terhadap intensitas *lockdown*, sedangkan peningkatan mortalitas terkonsentrasi pada pasien yang terinfeksi perioperatif. Ketiga, *task-sharing* bedah tidak menunjukkan sinyal bahaya dan bahkan menurunkan rekurensi hernia. Keempat, program mutu

multimodal Clean Cut menurunkan ILO sekitar 38% dengan efek yang konsisten lintas negara. Kelima, telemedisin pascaoperasi aman, sementara *drone* dan telebedah 5G memperpendek waktu akses dengan keamanan yang dapat diterima.^{8-11,13-15,41,87}

Secara konseptual, keempat domain ini bertemu pada satu kesimpulan: akses bedah tidak dapat dipisahkan dari mutu. Akses tanpa mutu, misalnya volume seksio sesarea yang meningkat tanpa pengendalian infeksi, tidak menghasilkan manfaat kesehatan yang optimal, sedangkan mutu tanpa akses, misalnya pusat rujukan unggul yang tidak terjangkau dalam dua jam, meninggalkan sebagian besar populasi tanpa layanan. Kerangka ini sejalan dengan agenda Komisi Lancet *Global Surgery* 2030 dan kebijakan bedah global 2025–2035 yang menempatkan ketepatan waktu, keamanan, dan keterjangkauan sebagai satu kesatuan indikator sistem bedah.^{3,4,29}

Layanan Bedah pada Bencana Alam

Estimasi mortalitas gabungan 6,0% pada pasien bedah korban gempa harus dibaca bersama interval prediksi 1,4–22,8%. Rentang yang lebar ini bukan sekadar kebisingan statistik, melainkan cerminan nyata perbedaan bauran kasus antarrumah sakit: rumah sakit yang menerima pasien sindrom crush dengan cedera ginjal akut dan hiperkalemia akan menghadapi mortalitas dua digit, sedangkan rumah sakit ortopedi yang menerima fraktur tertutup terisolasi menghadapi mortalitas di bawah 3%. Perbedaan subkelompok yang bermakna (10,3% vs 3,7%) mendukung konsep bahwa kapasitas ICU, hemodialisis, dan tata laksana gangguan elektrolit, bukan semata kapasitas kamar operasi, merupakan penentu utama kelangsungan hidup pascagempa.^{8,22,65,67,69}

Hubungan waktu–luaran merupakan temuan dengan implikasi operasional terkuat. Risiko amputasi yang meningkat 28,5 kali ketika fasciotomi dilakukan setelah 45,5 jam, dan 8,8 kali ketika ekstirpasi melebihi 23 jam, menunjukkan adanya jendela terapi yang sempit untuk sindrom kompartemen akut. Namun, proporsi fasciotomi yang sangat heterogen (5,9–69,1%) juga mengisyaratkan variasi ambang indikasi antarpusat; fasciotomi pada otot yang telah nekrosis setelah pembebasan tertunda dapat meningkatkan risiko infeksi dan sepsis, sebagaimana tercermin dari korelasi jumlah insisi dengan sepsis dan dari risiko sepsis yang meningkat pada amputasi atau fasciotomi multiregio. Oleh karena itu, protokol yang tepat bukan "fasciotomi sebanyak mungkin",

melainkan fasciotomi dini yang tepat indikasi, disertai pengawasan tekanan kompartemen dan evaluasi viabilitas otot.^{9,40,65,66,68}

Data Nepal memperlihatkan dimensi akses yang sering terabaikan pada bencana, yaitu hilangnya layanan non-trauma. Sebanyak 381 rawat inap non-trauma hilang setelah gempa, termasuk rawat inap kehamilan, sedangkan beban harian pasien darurat meningkat lima kali. Dengan kata lain, bencana tidak hanya menambah pasien trauma, tetapi juga menggeser kapasitas yang semestinya melayani kasus obstetri dan bedah esensial lain. Perencanaan kesiapsiagaan harus mencakup mekanisme perlindungan layanan esensial, termasuk jalur obstetri darurat, selama fase surge.^{23,81,83,86}

Bagi Indonesia, yang berada di zona subduksi aktif dan telah mengalami gempa Lombok 2018 serta berbagai gempa besar lain, implikasinya nyata. Kohort Lombok menunjukkan bahwa fiksasi internal dini memberikan union lebih baik tetapi dengan infeksi 23,5% dan kualitas hidup lebih rendah, sehingga strategi *damage control orthopaedics* dan fiksasi eksterna pada fase awal perlu dipertimbangkan bila sterilitas dan implan terbatas. Sementara itu, 94,5% perempuan usia reproduksi berada dalam jangkauan dua jam layanan bedah obstetri, tetapi delapan provinsi memiliki akses rendah; rumah sakit rujukan di provinsi tersebut perlu diprioritaskan untuk kapasitas dialisis, ICU, dan tim fasciotomi yang dapat dimobilisasi dalam 24–48 jam pertama.^{9,18,24,74}

Pandemi COVID-19 dan Resiliensi Sistem Bedah

Temuan gradien dosis–respons antara intensitas *lockdown* dan non-operasi (0,6% → 5,5% → 15,0%) merupakan salah satu bukti paling kuat dalam tinjauan ini, karena berasal dari kohort prospektif 20.006 pasien di 61 negara dan memenuhi kriteria gradien biologis GRADE. Penurunan volume 11,6–37,2% di negara berpendapatan tinggi memperlihatkan bahwa bahkan sistem dengan sumber daya besar tidak kebal terhadap guncangan. Sebaliknya, estimasi mortalitas periode pandemi (OR 1,41, tidak bermakna) menjadi mendekati nol (OR 1,07) ketika kohort yang memasukkan pasien terinfeksi dikeluarkan, sehingga kerugian utama bagi pasien yang tidak terinfeksi adalah keterlambatan dan hilangnya akses, bukan meningkatnya risiko operasi itu sendiri.^{10,87,91–94,116}

Pada pasien yang terinfeksi SARS-CoV-2, mortalitas 30 hari 11–24% dan komplikasi paru 40–51% menegaskan pentingnya skrining praoperasi, penundaan operasi elektif pada pasien positif, dan jalur bebas COVID (*COVID-free surgical pathway*). Kohort Amerika Serikat bahkan

menunjukkan bahwa kebijakan pembatalan operasi elektif bersifat protektif bagi kasus elektif. Pelajaran kebijakan yang dapat ditarik adalah bahwa resiliensi sistem bedah bergantung pada kemampuan memisahkan arus pasien menular dan non-menular, bukan pada penghentian layanan secara menyeluruh, sebagaimana juga ditekankan oleh agenda kebijakan bedah global terbaru.^{4,25,88–90}

Pembagian Tugas sebagai Strategi Transformasi Tenaga Bedah

Temuan MA-1 dan MA-2 konsisten dengan tinjauan sistematis terdahulu. Meta-analisis sepuluh studi dari tujuh negara Afrika tidak menemukan perbedaan mortalitas maternal (OR 1,09; 0,56–2,14) maupun perinatal (OR 1,18; 0,86–1,61) antara seksio sesarea oleh klinisi non-dokter dan dokter, tetapi menemukan peningkatan komplikasi luka (OR 1,89). Meta-analisis sebelumnya terhadap enam studi non-acak (16.018 perempuan) juga tidak menemukan perbedaan kematian maternal maupun perinatal, namun mencatat infeksi luka dan dehiscensi yang lebih tinggi pada *clinical officer*. Temuan readmisi yang lebih tinggi (OR 2,17) pada studi Sierra Leone dalam tinjauan ini selaras dengan sinyal komplikasi luka tersebut, sehingga kebutuhan pelatihan khusus teknik penutupan luka dan pengendalian infeksi tetap relevan.^{36,99,118}

Untuk hernia inguinalis, sintesis tujuh studi Afrika yang mencakup 14.108 herniorafi oleh 230 tenaga non-bedah melaporkan mortalitas 0,36% dan morbiditas 14,2%, sedangkan data RCT dan kohort 5 tahun dalam tinjauan ini menunjukkan rekurensi yang tidak lebih buruk dan bahkan lebih rendah pada operator non-spesialis terlatih. Tinjauan global tentang *task-shifting* anestesi dan bedah juga menyimpulkan keamanan tenaga non-spesialis di negara berpenghasilan rendah-menengah, terutama untuk seksio sesarea, hernia, dan sirkumsisi, sedangkan bukti *task-shifting* anestesi masih bertentangan. Rekurensi yang lebih rendah pada operator non-spesialis kemungkinan mencerminkan kepatuhan yang tinggi terhadap teknik mesh terstandar yang diajarkan dalam program berbasis kompetensi, bukan superioritas kader itu sendiri.^{11,96,97,119,120}

Namun, keberhasilan *task-sharing* tidak hanya bergantung pada keterampilan individu. Studi Nepal memperlihatkan bahwa hampir separuh lulusan yang berhenti melakukan seksio sesarea tidak memiliki kamar operasi yang berfungsi, dan kurva belajar membutuhkan sekitar 31–35 kasus atau 1,5 tahun. Tinjauan sistematis di Afrika Sub-Sahara dan tinjauan global *task-sharing* kepada dokter non-

spesialis juga menyoroti pentingnya supervisi, retensi, dan dukungan sistem. Dalam konteks Indonesia, pendekatan ini relevan bagi penguatan kompetensi dokter umum di rumah sakit daerah terpencil, dengan catatan bahwa kerangka regulasi, kredensial, dan supervisi berjenjang harus disiapkan terlebih dahulu.^{28,98,103,121,122}

Program Mutu Multimodal dan Keberlanjutan

MA-3 menunjukkan efek yang besar dan konsisten, dengan interval prediksi yang seluruhnya berada di bawah 1, artinya rumah sakit baru yang menerapkan Clean Cut kemungkinan besar akan memperoleh penurunan ILO. Kontras dengan uji faktorial FALCON, yang tidak menemukan manfaat intervensi tunggal klorheksidin-alkohol maupun benang triklosan pada 5.788 pasien, menegaskan bahwa perbaikan ILO di rumah sakit dengan sumber daya terbatas memerlukan perubahan proses menyeluruh (kepatuhan terhadap enam standar, penggunaan *Surgical Safety Checklist*, sterilisasi instrumen, antibiotik profilaksis tepat waktu) daripada satu komponen teknis.^{6,12,41,47,104}

Hasil netral RCT *stepped-wedge* di Etiopia dan *rebound* ILO ke 34% setelah satu tahun tanpa supervisi di India merupakan peringatan penting tentang keberlanjutan. Hubungan antara kepatuhan $\geq 5/6$ standar dan manfaat klinis mengisyaratkan bahwa efek program ditentukan oleh fidelitas implementasi. Tindak lanjut telepon yang mendeteksi 49% ILO yang tidak terdeteksi di rumah sakit juga menunjukkan bahwa tanpa surveilans pascapulung, beban ILO di banyak rumah sakit kemungkinan diremehkan dan efek program tidak dapat dinilai dengan akurat.^{44,105–107}

Akses Geografis Layanan Bedah di Indonesia dan Transformasi Sistem

Data geospasial Indonesia memperlihatkan paradoks akses: indikator nasional tampak baik (94,5% perempuan usia reproduksi ≤ 2 jam dari layanan bedah obstetri darurat), tetapi di balik angka nasional terdapat ketimpangan ekstrem, misalnya akses subspesialis onkologi ginekologi 79,1% di Jawa dibanding 4,9% di Papua dan hanya 5,1% laboratorium kateterisasi yang beroperasi 24 jam. Pola serupa ditemukan di negara kepulauan Pasifik, di mana hanya 5 dari 13 negara mencapai akses dua jam untuk $\geq 80\%$ penduduk dengan cakupan serendah 20% di Papua Nugini dan Kepulauan Solomon. Tinjauan sistematis indikator Komisi Lancet menemukan bahwa hanya 39% negara yang melaporkan indikator akses tepat waktu mencapai target, dan pelaporan nasional justru menurun sejak 2016.^{16–19,33,123}

Hambatan akses di Indonesia bersifat berlapis dan sejalan dengan tinjauan hambatan akses bedah di negara berpenghasilan rendah-menengah, yang mengidentifikasi jarak, infrastruktur jalan dan transportasi, keterbatasan sumber daya dan keahlian lokal, biaya langsung dan tidak langsung, serta rasa takut terhadap operasi dan anestesi. Di Maluku, jarak rata-rata 56–73 km ke rumah sakit dan 65% puskesmas tanpa dokter, serta tidak adanya operasi bedah saraf untuk kabupaten terjauh di Maluku Utara, menunjukkan bahwa pembukaan layanan spesialis baru belum otomatis menjangkau populasi terjauh. Temuan bahwa cakupan *cath lab* turun dari 73,0% menjadi 63,5% bila hanya fasilitas mitra BPJS dihitung menunjukkan bahwa dimensi keterjangkauan finansial dan kontrak pembiayaan sama pentingnya dengan dimensi geografis.^{20,21,33,34,108}

Agenda Transformasi Kesehatan nasional, yang mencakup transformasi layanan primer, layanan rujukan, sistem ketahanan kesehatan, pembiayaan, sumber daya manusia, dan teknologi kesehatan, menyediakan payung kebijakan yang selaras dengan temuan tinjauan ini. Temuan domain C dan D menunjukkan bahwa intervensi yang paling berpotensi untuk konteks kepulauan adalah kombinasi penguatan tenaga lokal (*task-sharing* terstandar), program mutu yang diawasi, surveilans ILO berbasis telepon/mHealth, dan logistik darah berbasis *drone* untuk wilayah dengan waktu tempuh darat panjang. Tinjauan intervensi akses tepat waktu pascakomisi Lancet hanya menemukan sebelas publikasi, sehingga evaluasi implementasi di Indonesia akan menjadi kontribusi penting bagi literatur global.^{4,16,29,35}

Telemedisin Pascaoperasi

Keamanan telemedisin pascaoperasi dalam tinjauan ini (MA-4a RR 0,81; MA-4b RR 1,00; I² 0%) sejalan dengan tinjauan sistematis 11 RCT (1.598 pasien) bedah umum yang menemukan kepuasan pasien telemedisin setara dengan perawatan standar pada seluruh uji, serta meta-analisis tujuh RCT (692 pasien) pascabedah ginekologi yang menemukan skor interpersonal PSQ-18 lebih tinggi pada kelompok *telehealth*. Nilai tambah telemedisin terbesar terletak pada efisiensi dan pengurangan beban pasien, seperti konsultasi yang lebih singkat, jarak tempuh nol, dan tidak perlu cuti kerja, yang secara langsung relevan bagi pasien di wilayah kepulauan dengan biaya transportasi tinggi.^{38,51,55,57,124}

Meski demikian, bukti ini didominasi prosedur elektif risiko rendah di negara berpenghasilan tinggi, sehingga ketidaklangsungan terhadap populasi Indonesia perlu diperhitungkan. RCT di Pakistan dan Thailand, serta uji tiga lengan di Rwanda, mulai mengisi kesenjangan tersebut dan menunjukkan bahwa kunjungan rumah oleh kader komunitas mencapai cakupan penilaian luka tertinggi. Temuan bahwa literasi digital tidak memengaruhi kepuasan dan bahwa pengguna perdesaan justru lebih puas mendukung perluasan telemedisin ke wilayah perdesaan, asalkan disertai jalur eskalasi yang jelas bagi pasien dengan tanda bahaya.^{48,49,62,63}

mHealth dan Kecerdasan Artifisial untuk Deteksi ILO

Pemetaan ruang ROC dalam tinjauan ini memperlihatkan heterogenitas besar dalam akurasi deteksi ILO jarak jauh, dengan sensitivitas 36,8–96,8%. Meta-analisis 17 studi akurasi telemedisin melaporkan sensitivitas ringkasan 87,8% dan spesifisitas 96,8%, tetapi metode berbasis foto memiliki sensitivitas yang lebih rendah (63,9%). Konsisten dengan hal tersebut, foto WhatsApp yang dinilai dokter umum dalam tinjauan ini memiliki spesifisitas tinggi tetapi sensitivitas rendah, sehingga lebih tepat digunakan untuk menyingkirkan ILO (*rule-out*) daripada untuk skrining tunggal.^{30,37,109}

Dua pendekatan tampak menjanjikan untuk mengatasi keterbatasan foto: algoritma klinis sederhana tiga pertanyaan yang mencapai sensitivitas 87–97%, dan model *deep learning* pada citra termal *smartphone* yang mencapai AUC 0,90, jauh di atas citra warna (AUC 0,655). Pendekatan hibrida, yaitu algoritma gejala oleh kader diikuti konfirmasi citra termal atau telekonsultasi, dapat menjadi model surveilans ILO pascapulung yang realistis bagi puskesmas di Indonesia. Validasi eksternal pada kulit, iklim, dan jenis operasi yang berbeda tetap diperlukan sebelum implementasi luas.^{31,107,110,117}

Drone untuk Logistik Darah

Bukti *drone* dalam tinjauan ini telah melampaui kelayakan teknis menuju dampak sistem dan klinis. Selain mempercepat pengantaran 79–98 menit dan menurunkan kedaluwarsa darah 67%, analisis *difference-in-differences* bertahap menunjukkan penurunan mortalitas akibat perdarahan pascapersalinan dan trauma di rumah sakit yang dekat dengan pangkalan *drone*. Karena perdarahan pascapersalinan dan trauma merupakan kondisi bedah yang paling sensitif terhadap waktu, dan

ketersediaan darah merupakan salah satu komponen kesiapan bedah esensial, *drone* dapat dipandang sebagai intervensi akses bedah, bukan sekadar logistik.^{3,14,43,111}

Topografi kepulauan Indonesia, dengan banyak rumah sakit daerah yang dipisahkan oleh laut dan pegunungan dari unit transfusi darah, secara teoritis sangat cocok untuk model ini. Namun, bukti dari tinjauan ini berasal dari Rwanda yang daratan dan Kanada perkotaan, sehingga faktor angin laut, cuaca tropis, jarak antarpulau, regulasi ruang udara, dan biaya operasional perlu dievaluasi melalui studi percontohan sebelum diperluas.^{14,34,43}

Telebedah Robotik Berbasis 5G

Tinjauan sistematis telebedah pada manusia tahun 2022 hanya menemukan delapan artikel (2001–2020) dengan 72 subjek hidup dan latensi 28–280 ms. Dalam kurun 2025–2026 saja, tinjauan ini mengidentifikasi enam studi klinis dengan 115 pasien, termasuk uji terkontrol dan uji terdaftar, dengan latensi yang seluruhnya di bawah 200 ms bahkan pada jarak transkontinental ± 7.000 km. Pertumbuhan ini, bersama tinjauan telebedah urologi yang menilai keberhasilan bedah dan sistem jaringan, menunjukkan bahwa telebedah sedang bertransisi dari demonstrasi teknologi ke fase uji klinis awal.^{15,32,39,42,125}

Meskipun demikian, telebedah tidak menggantikan kebutuhan tim bedah lokal: pasien tetap memerlukan dokter bedah pendamping yang mampu mengonversi operasi, anesthesiolog, perawat kamar operasi, dan sistem robotik yang sangat mahal. Oleh karena itu, dalam konteks Indonesia, telebedah lebih realistis diposisikan sebagai sarana mentoring dan subspesialisasi jarak jauh antar-rumah sakit rujukan regional, bukan sebagai solusi primer untuk kesenjangan akses dasar. Aspek regulasi, tanggung jawab medikolegal lintas yurisdiksi, keamanan siber, dan redundansi jaringan harus diatur sebelum diterapkan.^{42,112–114,125}

Perbandingan dengan Tinjauan Sistematis Terdahulu

Secara umum, arah temuan tinjauan ini konsisten dengan literatur, sedangkan kontribusi barunya adalah integrasi lintas domain, meta-analisis beban bedah pascagempa, meta-analisis Clean Cut, dan pemutakhiran bukti telebedah hingga 2026.^{19,36,37,125}

Tabel 31. Perbandingan dengan tinjauan sistematis/meta-analisis terdahulu

Tinjauan	Topik	Cakupan	Temuan utama	Konsistensi dengan tinjauan ini
Wilson 2011 ¹¹⁸	SC oleh <i>clinical officer</i> vs dokter	6 studi non-acak; 16.018 perempuan	Kematian maternal/perinatal NS; infeksi luka dan dehiscensi ↑	Konsisten (MA-1); sinyal readmisi
Zakhari 2022 ³⁶	<i>Task-shifting</i> SC di LMIC	10 studi; 7 negara Afrika	Mortalitas maternal OR 1,09; perinatal OR 1,18; komplikasi luka OR 1,89	Konsisten
Bognini 2023 ¹²⁰	<i>Task-shifting</i> bedah dan anestesi global	40 studi	Aman untuk SC, hernia, sirkumsisi di LMIC; bukti anestesi bertentangan	Konsisten
Ryan 2023 ¹²¹	<i>Task-sharing</i> di Afrika Sub-Sahara	Tinjauan dua tingkat + MA	Menilai keamanan, retensi, supervisi tenaga non-bedah	Konsisten; tinjauan ini menambah data 2024–2025
Falk 2020 ¹²²	<i>Task-sharing</i> ke dokter non-spesialis	Global	Pemetaan bukti dokter non-spesialis di setting terbatas	Konsisten
Schroeder 2020 ¹¹⁹	<i>Task-sharing</i> hernia inguinalis	7 studi; 14.108 operasi	Mortalitas 0,36%; morbiditas 14,2%; rekurensi 0–0,9%	Konsisten (MA-2)
Lathan 2022 ³⁷	Akurasi telemedisin untuk ILO	17 studi dalam MA	Se 87,8%; Sp 96,8%; foto Se 63,9%	Konsisten (ruang ROC)
Blount 2022 ³⁸	Kepuasan telemedisin bedah umum	11 RCT; 1.598 pasien	Kepuasan setara pada seluruh RCT	Konsisten (MA-4)
Lemos 2026 ¹²⁴	<i>Telehealth</i> pascabedah ginekologi	7 RCT; 692 pasien	Skor interpersonal PSQ-18 lebih tinggi pada <i>telehealth</i>	Konsisten
Barba 2022 ¹²⁵	Telebedah jarak jauh pada manusia	8 artikel; 72 subjek hidup	Latensi 28–280 ms; metode sangat bervariasi	Diperbarui (6 studi baru, 115 pasien)
Ferreira 2025 ³⁹	Telebedah urologi	Uji urologi robotik	Menilai keberhasilan bedah dan sistem jaringan	Konsisten
Binda 2021 ³⁵	Intervensi akses tepat waktu pasca-LCoGS	11 publikasi	Inovasi jarang; metrik tidak seragam	Tinjauan ini menambah bukti kuantitatif

Grimes 2011 ²⁰	Hambatan akses bedah di LMIC	Studi kualitatif	Jarak, transportasi, biaya, sumber daya, rasa takut	Konsisten dengan data Indonesia
Anyomih 2026 ¹⁹	Indikator LCoGS	44 studi; 217 negara	39% negara pelapor mencapai target akses tepat waktu	Konsisten; Indonesia timpang antarwilayah

SC: seksio sesarea; LMIC: negara berpenghasilan rendah-menengah; LCoGS: *Lancet Commission on Global Surgery*; NS: tidak bermakna; Se: sensitivitas; Sp: spesifisitas.

Implikasi Kebijakan dan Praktik bagi Indonesia

Berdasarkan sintesis bukti, matriks implikasi kebijakan disusun menurut domain, tingkat sistem, dan kekuatan bukti. Rekomendasi dengan kekuatan bukti tertinggi adalah penerapan program mutu multimodal pencegahan ILO dan telemedisin pascaoperasi untuk kasus risiko rendah, sedangkan rekomendasi terkait *drone* dan telebedah perlu diawali dengan studi percontohan dan evaluasi.^{7,13,14,16,41}

Tabel 32. Matriks implikasi kebijakan dan praktik untuk Indonesia

Domain	Rekomendasi	Tingkat pelaksana	Dasar bukti	Kepastian
Bencana	Protokol triase sindrom crush; target fasciotomi tepat indikasi <24–48 jam; stok dialisis dan ICU pada RS rujukan zona gempa	Kemenkes, BNPB, RS rujukan provinsi	MA-5, MA-6, MA-7; Bingol 2023	Rendah
Bencana	Perlindungan layanan obstetri dan bedah esensial selama <i>surge</i>	Dinkes, RS daerah	Moitinho 2020; Giri 2018	Rendah
Pandemi	Jalur operasi bebas infeksi dan skrining praoperasi; hindari penghentian layanan menyeluruh	Kemenkes, RS	Glasbey 2021; COVIDSurg 2020	Sedang (akses)
Tenaga	<i>Task-sharing</i> terstandar berbasis kompetensi (hernia, SC) dengan supervisi dan kredensial	Kolegium, Kemenkes, FK	MA-1, MA-2; Ashley 2021	Rendah
Mutu	Program multimodal pencegahan ILO dengan audit kepatuhan berkelanjutan	RS, Komite PPI	MA-3	Sedang
Mutu	Surveilans ILO pascapulung via telepon/mHealth	RS, puskesmas	Starr 2020; Kateera 2022	Rendah
Teknologi	Telemedisin untuk kontrol pascaoperasi risiko rendah dengan jalur eskalasi	RS, BPJS (skema pembiayaan)	MA-4a, MA-4b	Rendah

Teknologi	Percontohan <i>drone</i> darah di provinsi kepulauan	Kemenkes, UTD, Pemda	Nisingizwe 2022; Jeon 2026	Rendah
Teknologi	Telebedah sebagai mentoring antar-RS rujukan regional; regulasi medikolegal	Kemenkes, KKI, RS vertikal	Dong 2026; Aldousari 2026	Sangat rendah
Akses	Pemetaan geospasial rutin indikator LCoGS per provinsi dan per mitra BPJS	Kemenkes, BPJS	Tjokroprawiro 2024/2026; Dakota 2026	Rendah

BNPB: Badan Nasional Penanggulangan Bencana; PPI: pencegahan dan pengendalian infeksi; UTD: unit transfusi darah; KKI: Konsil Kedokteran Indonesia; FK: fakultas kedokteran; SC: seksio sesarea.

Kekuatan

Kekuatan tinjauan ini meliputi cakupan lintas domain yang luas, pembatasan pada studi primer dengan desain yang jelas, penilaian risiko bias terstruktur dengan RoB 2 dan NOS, analisis statistik yang lengkap (interval prediksi, subkelompok, *leave-one-out*, uji Egger), penilaian kepastian bukti GRADE, dan penyajian data masukan meta-analisis secara transparan sehingga dapat direproduksi. Setiap rujukan dilengkapi DOI dan tautan yang dapat ditelusuri.^{1,2,5-7}

Arah Penelitian Selanjutnya

Penelitian mendatang perlu memprioritaskan: (1) registri bedah bencana nasional di Indonesia dengan variabel waktu ekstrikasi, waktu fasiotomi, dan luaran ginjal; (2) uji acak klaster program mutu pencegahan ILO dengan komponen keberlanjutan dan surveilans pascapulang di rumah sakit daerah; (3) evaluasi implementasi *task-sharing* terstandar dengan luaran jangka panjang dan retensi tenaga; (4) RCT telemedisin pascaoperasi pada populasi Indonesia, termasuk pasien perdesaan dan kepulauan; (5) validasi eksternal model AI citra termal untuk ILO; (6) studi percontohan *drone* darah dengan desain kuasi-eksperimental; serta (7) pemutakhiran berkala pengukuran indikator akses bedah per provinsi dan per skema pembiayaan.^{9,19,31,43,44,103}

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Tinjauan sistematis dan meta-analisis terhadap 94 studi primer ini menyimpulkan bahwa bencana alam dan pandemi menurunkan akses dan mutu layanan bedah secara bermakna, sementara transformasi sistem kesehatan dan perkembangan teknologi menawarkan solusi yang aman dan efektif. Pada gempa bumi, mortalitas pasien bedah sebesar 6,0%, amputasi 10,1%, dan fasiotomi

26,3%, dengan mortalitas lebih tinggi pada sindrom crush/ICU dan risiko amputasi yang meningkat tajam bila fasciotomi tertunda. Pandemi COVID-19 menurunkan akses secara dosis-respons terhadap intensitas *lockdown*, dengan peningkatan mortalitas terutama pada pasien terinfeksi perioperatif.^{8-10,87}

Pembagian tugas bedah kepada klinisi non-spesialis terlatih tidak meningkatkan mortalitas dan menurunkan rekurensi hernia; program mutu multimodal Clean Cut menurunkan ILO sebesar 38% dengan kepastian bukti sedang; telemedisin pascaoperasi tidak meningkatkan komplikasi maupun kunjungan tak terencana; dan *drone* serta telebedah 5G mempercepat akses dengan keamanan yang dapat diterima. Di Indonesia, akses bedah nasional tampak memadai tetapi menyembunyikan ketimpangan antarwilayah yang ekstrem, terutama di kawasan timur. Dengan demikian, hipotesis H1, H3, H4, H5, dan H6 didukung, dan H2 didukung sebagian.^{11,13-16,41}

Saran

Bagi pembuat kebijakan: mengintegrasikan protokol bedah bencana (triase sindrom crush, fasciotomi dini tepat indikasi, kesiapan dialisis dan ICU) ke dalam rencana kesiapsiagaan rumah sakit rujukan di zona rawan gempa; menetapkan jalur layanan bedah yang tetap berjalan selama pandemi; menyusun kerangka regulasi *task-sharing* berbasis kompetensi dengan supervisi berjenjang; memasukkan telemedisin pascaoperasi ke dalam skema pembiayaan; serta menginisiasi percontohan *drone* darah di provinsi kepulauan dan pemantauan indikator akses bedah per provinsi.^{9-11,13,19,43}

Bagi rumah sakit dan klinisi: menerapkan program pencegahan ILO multimodal dengan audit kepatuhan berkala dan surveilans pascapulang; memanfaatkan telekonsultasi dan algoritma klinis sederhana untuk deteksi dini ILO; serta menggunakan telemedisin sebagai alternatif kontrol pascaoperasi pada pasien risiko rendah dengan jalur eskalasi yang jelas.^{41,51,107,110}

Bagi peneliti dan institusi pendidikan: membangun registri bedah bencana dan registri ILO nasional, melakukan uji acak klaster dan studi implementasi di rumah sakit daerah Indonesia, memvalidasi teknologi AI dan *drone* dalam konteks kepulauan, serta memverifikasi seluruh angka dalam tinjauan ini terhadap teks lengkap artikel sumber sebelum digunakan sebagai dasar kebijakan.^{1,14,31,44}

DAFTAR PUSTAKA

1. Page MJ, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. PLoS Med. 2021. doi:10.1371/journal.pmed.1003583. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/2525b0f4be60541ea19b8a79e9698d2c/?utm_source
2. Sterne JAC, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. BMJ. 2019. doi:10.1136/bmj.l4898. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/99eca47c80a253ec80ec043138089451/?utm_source
3. Meara JG, et al. Global Surgery 2030: evidence and solutions for achieving health, welfare, and economic development. Lancet. 2015. doi:10.1016/s0140-6736(15)60160-x. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/e0362dc4b9f25808b8909f39a15e3ca7/?utm_source
4. Nepogodiev D, et al. Surgical health policy 2025-35: strengthening essential services for tomorrow's needs. Lancet. 2025. doi:10.1016/s0140-6736(25)00985-7. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/1e175a71a06e543fa07c1c0491ae271b/?utm_source
5. Lo CK, et al. Newcastle-Ottawa Scale: comparing reviewers' to authors' assessments. BMC Med Res Methodol. 2014. doi:10.1186/1471-2288-14-45. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/99c603548ee6550ba8155b80f80114e2/?utm_source
6. IntHout J, et al. Plea for routinely presenting prediction intervals in meta-analysis. BMJ Open. 2016. doi:10.1136/bmjopen-2015-010247. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/a612ee5986af5d0b9631788a33dd1617/?utm_source
7. Guyatt G, et al. GRADE guidelines: 1. Introduction-GRADE evidence profiles and summary of findings tables. J Clin Epidemiol. 2011. doi:10.1016/j.jclinepi.2010.04.026. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/a4075e7053d551c0825616edc7dd3ec3/?utm_source
8. Kundakçı B, et al. 6 February 2023, orthopedic experience in Kahramanmaraş earthquake and surgical decision in patients with crush syndrome. J Orthop Surg Res. 2023.

- doi:10.1186/s13018-023-04001-2. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/688581550bda5dc69a2ff114725425b2/?utm_source
9. Bingol O, et al. Preventing extremity amputations after earthquakes: a quantitative analysis of fasciotomy and extrication time. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2023. doi:10.1007/s00068-023-02325-6. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/f1755059363157e09e0b164fdf6ca25c/?utm_source
10. Glasbey J, et al. Effect of COVID-19 pandemic lockdowns on planned cancer surgery for 15 tumour types in 61 countries: an international, prospective, cohort study. *Lancet Oncol*. 2021. doi:10.1016/s1470-2045(21)00493-9. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/cd0c18e9803a579e98b33e5ea505ad8c/?utm_source
11. Ashley T, et al. Outcomes after elective inguinal hernia repair performed by associate clinicians vs medical doctors in Sierra Leone. *JAMA Netw Open*. 2021. doi:10.1001/jamanetworkopen.2020.32681. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/922eae0c22625b2b9ca82372521817c1/?utm_source
12. Forrester JA, et al. Clean Cut (adaptive, multimodal surgical infection prevention programme) for low-resource settings: a prospective quality improvement study. *Br J Surg*. 2020. doi:10.1002/bjs.11997. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/ce6b53a0f5ee5f73b15a364f5bc596fd/?utm_source
13. Giusto LL, et al. Telemedicine follow-up is safe and efficacious for synthetic midurethral slings: a randomized, multi-institutional control trial. *Int Urogynecol J*. 2021. doi:10.1007/s00192-021-04767-1. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/ba3ed36be46c56b5a01662c3b03eca9c/?utm_source
14. Nisingizwe MP, et al. Effect of unmanned aerial vehicle (drone) delivery on blood product delivery time and wastage in Rwanda: a retrospective, cross-sectional study and time series analysis. *Lancet Glob Health*. 2022. doi:10.1016/s2214-109x(22)00048-1. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/c392c2d4619e5e9e9891c4c9717c4d8f/?utm_source

15. Dong W, et al. Safety and feasibility of robot-assisted telesurgery at a distance of 5000 kilometers. Chin Med J (Engl). 2026. doi:10.1097/cm9.0000000000004027. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/f1169284582853e7acab89936cfdee17/?utm_source
16. Tjokroprawiro B, et al. Geographic barriers to gynaecological cancer care in Indonesia: a geospatial and infrastructure analysis. BMJ Open. 2026. doi:10.1136/bmjopen-2025-112112. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/de177c7d59c95198ab6541a54fad79fa/?utm_source
17. Alayande B, et al. Five years to the finish line: progress and unintended consequences since the Lancet Commission on Global Surgery. Br J Surg. 2025. doi:10.1093/bjs/znaf205. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/274e80c9709851a59b956a75e697c7dd/?utm_source
18. Tjokroprawiro B, et al. Geospatial access to emergency obstetric surgery in Indonesia: is travel time for access too long? Ann Glob Health. 2024. doi:10.5334/aogh.4598. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/7c69ffe532b95981b434992cad058222/?utm_source
19. Anyomih T, et al. Systematic review of the Lancet Commission on Global Surgery indicators with quality assessment of modelled estimates. BJS. 2026. doi:10.1093/bjs/znaf289. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/8a3478c82b7e58c3ac46575b7bca9d31/?utm_source
20. Grimes CE, et al. Systematic review of barriers to surgical care in low-income and middle-income countries. World J Surg. 2011. doi:10.1007/s00268-011-1010-1. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/b8522f738e885dd39aa73a64ce121fc2/?utm_source
21. Raykar NP, et al. The How Project: understanding contextual challenges to global surgical care provision in low-resource settings. BMJ Glob Health. 2016. doi:10.1136/bmjgh-2016-000075. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/ebcc62e865ea5a61be4a2a3fac2227ff/?utm_source

22. Bar-On E. Medical care following earthquakes: clinical, organizational, and logistic challenges. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2023. doi:10.5152/j.aott.2023.23184. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/2a2d9d58df6f5302a5bcf64077635540/?utm_source
23. Giri S, et al. Impact of 2015 earthquakes on a local hospital in Nepal: a prospective hospital-based study. *PLoS One.* 2018. doi:10.1371/journal.pone.0192076. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/ff0bc1d95de6576585794eeae735dc73/?utm_source
24. Anshori F, et al. The outcome of orthopedics treatment of Lombok earthquake victim 2018: a cohort of one-year follow-up study—lesson learned after Lombok earthquake. *Orthop Res Rev.* 2023. doi:10.2147/orr.s387625. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/5a162e7617d7590fa2d394df5d95fa05/?utm_source
25. COVIDSurg Collaborative. Mortality and pulmonary complications in patients undergoing surgery with perioperative SARS-CoV-2 infection: an international cohort study. *Lancet.* 2020. doi:10.1016/S0140-6736(20)31182-X. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/75c4eb4adb22584d9ef00c4396e4a3d3/?utm_source
26. Bolkan H, et al. Safety, productivity and predicted contribution of a surgical task-sharing programme in Sierra Leone. *Br J Surg.* 2017. doi:10.1002/bjs.10552. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/e849c48f8a675c47b1e8d6cb88149f4c/?utm_source
27. Beard JH, et al. Outcomes after inguinal hernia repair with mesh performed by medical doctors and surgeons in Ghana. *JAMA Surg.* 2019. doi:10.1001/jamasurg.2019.1744. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/ec0e3f562cb55d04801b23238b9aeabb/?utm_source
28. Gajewski J, et al. The contribution of non-physician clinicians to the provision of surgery in rural Zambia—a randomised controlled trial. *Hum Resour Health.* 2019. doi:10.1186/s12960-019-0398-9. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/50b4f4af4ca35502a282ad9eab9d30db/?utm_source
29. Roa L, et al. Global surgery and the sustainable development goals. *Br J Surg.* 2019. doi:10.1002/bjs.11044. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/55cf4bd66d525258984b08cca7c3ea09/?utm_source

30. Nkurunziza T, et al. mHealth-community health worker telemedicine intervention for surgical site infection diagnosis: a prospective study among women delivering via caesarean section in rural Rwanda. *BMJ Glob Health*. 2022. doi:10.1136/bmjgh-2022-009365. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/4f3e988604b95a0fb4088211ccde09c1/?utm_source
31. Fletcher R, et al. The use of mobile thermal imaging and deep learning for prediction of surgical site infection. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc (EMBC)*. 2021. doi:10.1109/embc46164.2021.9630094. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/9590015f75cf50999f20dfc8c8190140/?utm_source
32. Yang J, et al. The safety and feasibility of telerobotic cholecystectomy via a 5G network: a prospective controlled clinical trial. *Surg Endosc*. 2025. doi:10.1007/s00464-025-12005-8. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/6d36725c9a525c3ca09fe73daceea04c/?utm_source
33. Dakota I, et al. Modelling the coverage gap in percutaneous coronary intervention in LMIC: a geospatial analysis of cath lab coverage in Indonesia. *Open Heart*. 2026. doi:10.1136/openhrt-2025-003702. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/9b4c6e0d6051574cbd4913908d0d117d/?utm_source
34. Leosari Y, et al. Spatial evaluation of healthcare accessibility across archipelagic communities of Maluku Province, Indonesia. *PLOS Glob Public Health*. 2023. doi:10.1371/journal.pgph.0001600. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/8ae5a01c9a7f593cb80a2fa47bd1255a/?utm_source
35. Binda C, et al. Evaluation of interventions addressing timely access to surgical care in low-income and low-middle-income countries as outlined by the LANCET Commission 2030 Global Surgery goals: a systematic review. *World J Surg*. 2021. doi:10.1007/s00268-021-06152-x. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/33022f6a713753078713f2214899105f/?utm_source
36. Zakhari A, et al. Task shifting cesarean sections in low- and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. *Int J Gynaecol Obstet*. 2022. doi:10.1002/ijgo.14401.

Tersedia di (Consensus):

https://consensus.app/papers/details/69699fce114e5efb8fd59c5605080297/?utm_source

37. Lathan R, et al. Diagnostic accuracy of telemedicine for detection of surgical site infection: a systematic review and meta-analysis. NPJ Digit Med. 2022. doi:10.1038/s41746-022-00655-0.

Tersedia di (Consensus):

https://consensus.app/papers/details/bc9c1b0067035cc28b8380f55f1bf746/?utm_source

38. Blount E, et al. Patient reported satisfaction levels with the use of telemedicine for general surgery—a systematic review of randomized control trials. Surg Pract Sci. 2022.

doi:10.1016/j.sipas.2022.100152. Tersedia di (Consensus):

https://consensus.app/papers/details/b445b6dbf26b5b988ab43f1d521a10f2/?utm_source

39. Ferreira S, et al. Feasibility and initial outcomes of telesurgery in urology: a systematic review of the literature. Int Braz J Urol. 2025. doi:10.1590/s1677-5538.ibju.2024.0494. Tersedia di (Consensus):

https://consensus.app/papers/details/bb55025443b75a2998971379d0c9c355/?utm_source

40. Gökmen M, et al. Fasciotomy for earthquake-related extremity crush injury: timing, anatomic localization, co-procedures, and in-hospital mortality in a single-center cohort. Eskisehir Med J. 2026. doi:10.48176/esmj.2025.227. Tersedia di (Consensus):

https://consensus.app/papers/details/f35025604502572db780e81d1ff7cbe7/?utm_source

41. Nofal MR, et al. Global scaling of a surgical infection prevention program to 5 low-resource countries. JAMA Surg. 2025. doi:10.1001/jamasurg.2025.2790. Tersedia di (Consensus):

https://consensus.app/papers/details/e193c1add9d35aba9113c241c414ac9e/?utm_source

42. Aldousari S, et al. Clinical and technical outcomes of transcontinental urological telesurgery: a series of 11 cases. Urology. 2026. doi:10.1016/j.urology.2026.03.024. Tersedia di (Consensus):

https://consensus.app/papers/details/64bfe2769680548e9f0e3a4d96bd1dbc/?utm_source

43. Jeon H, et al. Frontiers in operations: last-mile delivery in healthcare: drone delivery for blood products in Rwanda. Manuf Serv Oper Manag. 2026. doi:10.1287/msom.2025.0055. Tersedia di (Consensus):

https://consensus.app/papers/details/58bbef09340f52e78c2a15620786859d/?utm_source

44. Mammo TN, et al. A perioperative quality improvement program for cesarean delivery in Ethiopia. JAMA Netw Open. 2024. doi:10.1001/jamanetworkopen.2024.28910. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/1e4a0b5460be5b81a1d7578a96767b8a/?utm_source
45. Veroniki AA, et al. Methods to calculate uncertainty in the estimated overall effect size from a random-effects meta-analysis. Res Synth Methods. 2018. doi:10.1002/jrsm.1319. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/45ee8b7c41b25c3eab659dbcc08adaf7/?utm_source
46. Moskalewicz A, et al. No clear choice between NOS and AXIS to assess methodological quality in cross-sectional studies of health-related quality-of-life and breast cancer. J Clin Epidemiol. 2019. doi:10.1016/j.jclinepi.2019.12.013. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/51240541b95353b69f3e286010551391/?utm_source
47. Ademuyiwa A, et al. Reducing surgical site infections in low-income and middle-income countries (FALCON): a pragmatic, multicentre, stratified, randomised controlled trial. Lancet. 2021. doi:10.1016/s0140-6736(21)01548-8. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/64ecaa3b4c0955d1875c97a23a5a71ba/?utm_source
48. Kateera F, et al. The effect and feasibility of mHealth-supported surgical site infection diagnosis by community health workers after cesarean section in rural Rwanda: randomized controlled trial. JMIR Mhealth Uhealth. 2022. doi:10.2196/35155. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/2c422ad2a3b3531d9fc5e25f2d5a6214/?utm_source
49. McLean K, et al. Remote diagnosis of surgical-site infection using a mobile digital intervention: a randomised controlled trial in emergency surgery patients. NPJ Digit Med. 2021. doi:10.1038/s41746-021-00526-0. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/0f8ede1653135ec4a84e13e3b9d616ca/?utm_source
50. Yao L, et al. Impact of postoperative telemedicine visit versus in-person visit on patient satisfaction: a randomized clinical trial. Surgery. 2022. doi:10.1016/j.surg.2022.09.036. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/8aba85bce1a250f4b1ed3773d63186d8/?utm_source

51. Fink T, et al. Telemedicine versus face-to-face follow up in general surgery: a randomized controlled trial. ANZ J Surg. 2022. doi:10.1111/ans.18028. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/58ee401f24265c389e8f9c0509d97c1f/?utm_source
52. Lee DD, et al. Video virtual clinical encounters versus office visits for postoperative care after pelvic organ prolapse surgery: a randomized clinical trial. Female Pelvic Med Reconstr Surg. 2020. doi:10.1097/spv.0000000000000909. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/38f1f386966657aa93619d78715755dc/?utm_source
53. Muschol J, et al. Assessing telemedicine efficiency in follow-up care with video consultations for patients in orthopedic and trauma surgery in Germany: randomized controlled trial. J Med Internet Res. 2022. doi:10.2196/36996. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/dec3697572b350c5b1c431556ea5a6cc/?utm_source
54. Wherley S, et al. Telehealth vs clinic postoperative visit after hysterectomy: a randomized controlled trial. Int Urogynecol J. 2025. doi:10.1007/s00192-025-06070-9. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/0f922e8b18ad5e9c8cd70e24a35c15f6/?utm_source
55. Sathiyakumar V, et al. Prospective randomized controlled trial using telemedicine for follow-ups in an orthopedic trauma population: a pilot study. J Orthop Trauma. 2015. doi:10.1097/bot.0000000000000189. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/cbb562319ee85d56b25388c438b66790/?utm_source
56. Goedeke J, et al. Telemedicine for pediatric surgical outpatient follow-up: a prospective, randomized single-center trial. J Pediatr Surg. 2019. doi:10.1016/j.jpedsurg.2018.10.014. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/d9affc75eb495ab5911eaa581ff7ffc5/?utm_source
57. Viers BR, et al. Efficiency, satisfaction, and costs for remote video visits following radical prostatectomy: a randomized controlled trial. Eur Urol. 2015. doi:10.1016/j.eururo.2015.04.002. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/2991942c064f535da368a7ae2b27cd37/?utm_source

58. Thompson JC, et al. Outpatient visits versus telephone interviews for postoperative care: a randomized controlled trial. *Int Urogynecol J*. 2019. doi:10.1007/s00192-019-03895-z. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/d3268e1d7526554dbc41ec0bb0f60a98/?utm_source
59. Herrero C, et al. Patient satisfaction is equivalent using telemedicine versus office-based follow-up after arthroscopic meniscal surgery. *J Bone Joint Surg Am*. 2021. doi:10.2106/jbjs.20.01413. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/67fbc530db9d5f74889bf31445a95253/?utm_source
60. Radtke S, et al. Utilizing telemedicine for delivery of postoperative care following minimally invasive gynecologic surgery: a randomized controlled trial. *Gynecol Minim Invasive Ther*. 2021. doi:10.4103/gmit.gmit_66_20. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/b6f59a19f9f653b79d305e9e336e2480/?utm_source
61. Earp BE, et al. The use of telemedicine postoperative visits following carpal tunnel and trigger digit releases: a randomized clinical trial. *J Hand Surg Am*. 2025. doi:10.1016/j.jhsa.2025.07.036. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/54be95fe3d6b5972a6809b2bc160dcfa/?utm_source
62. Mamon MM. The role of telemedicine in postoperative follow-up care for patients undergoing routine general surgical procedures in urban, suburban, and rural Pakistan: a prospective assessment of patient satisfaction and cost-effectiveness. *Med Forum Mon*. 2025. doi:10.60110/36711. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/82c279de7e9d5ff3b97235c821c7871b/?utm_source
63. Ngowroongrueng W, et al. Digital literacy and patient satisfaction in telemedicine follow-up with in-person app instruction versus outpatient department follow-up after upper-extremity surgery: a randomized controlled trial. *J Med Internet Res*. 2026. doi:10.2196/86918. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/5d155d9921955808a52e157b2e510311/?utm_source
64. Turgut N, et al. Evaluation of musculoskeletal system injuries after the 2023 Kahramanmaraş Turkey earthquakes: our single-center experience. *Qatar Med J*. 2024.

- doi:10.5339/qmj.2024.10. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/1cf3c85885d650dd8648b3d5b0efae32/?utm_source
65. Yalın M, et al. A comparative analysis of fasciotomy results in children and adults affected by crush-induced acute kidney injury following the Kahramanmaraş earthquakes. *Medicina (Kaunas)*. 2023. doi:10.3390/medicina59091593. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/fd4f4cd99b3a56fb9f36a9d323a5a752/?utm_source
66. Gök M, et al. Clinical features and outcomes of orthopaedic injuries after the Kahramanmaraş earthquake: a retrospective study from a hospital located in the affected region. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2024. doi:10.1186/s13049-024-01181-6. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/591d30d46dac5d67b72f9c5743891ac9/?utm_source
67. Bicakcioglu M, et al. Mortality predictors in earthquake victims admitted to intensive care unit in Kahramanmaraş earthquakes. *Injury*. 2024. doi:10.1016/j.injury.2024.111632. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/0c1e7c4ac7f0503385fdc06312533758/?utm_source
68. Çomoğlu M, et al. Sepsis predictors in earthquake survivors: a comparative analysis of amputation and fasciotomy patients. *Jt Dis Relat Surg*. 2025. doi:10.52312/jdrs.2025.1971. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/7f27a2fc53af5977ac4a6a8a258bf481/?utm_source
69. Temel Ş, et al. Retrospective analysis of earthquake related crush injury patients in ICU: 6-February earthquake in Türkiye. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2025. doi:10.1007/s00068-025-02771-4. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/8c1cf819b47e59368b0fc364b6fb28d9/?utm_source
70. Kulakoğlu B, et al. Evaluation of musculoskeletal injuries after the 2023 Kahramanmaraş earthquake: a local hospital experience. *Jt Dis Relat Surg*. 2023. doi:10.52312/jdrs.2023.1100. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/6df5d3fa599257bd9ad10f0622ef1203/?utm_source
71. Taygurt TN, et al. Anesthetic management and early outcomes in patients with earthquake-induced crush and compartment syndrome: a single-center retrospective analysis. *Ulus Travma*

- Acil Cerrahi Derg. 2026. doi:10.14744/tjtes.2025.88870. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/5c79c4dcb0bb5bed9966a3660f490984/?utm_source
72. Özdemir G, et al. Systematic triage and treatment of earthquake victims: our experience in a tertiary hospital after the 2023 Kahramanmaraş earthquake. *Jt Dis Relat Surg*. 2023. doi:10.52312/jdrs.2023.1102. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/56b407a7d8ba5c0eb8103b618ee9bf33/?utm_source
73. Yalın M, et al. Analysis of the effect of time under debris as a mortality determinant and injury patterns in the 2023 Kahramanmaraş earthquakes. *Arch Basic Clin Res*. 2024. doi:10.5152/abcr.2024.23211. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/6b25b46c8e385f2ebc4e01c60daa61a6/?utm_source
74. Gökmen M. The 2023 Turkey earthquake: management of 627 pediatric musculoskeletal injuries in the first month. *Children (Basel)*. 2023. doi:10.3390/children10111733. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/6b14da7ce1cd5ef0b4f7a1b448e93c08/?utm_source
75. Kilincarslan A, et al. Anesthetic approach to trauma patients in the city hospital after the 2023 Maraş earthquake. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2024. doi:10.14744/tjtes.2024.92346. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/099b6b0ae444534d94765a5f7da675c1/?utm_source
76. Yıldırım F, et al. Evaluation of the 2023 Kahramanmaraş earthquake from the perspective of Plastic Surgery Department: a single-center experience. *Jt Dis Relat Surg*. 2023. doi:10.52312/jdrs.2023.1107. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/2abc4968f27c5c91a7478f6ec3f85d83/?utm_source
77. Gezer D, et al. Prognostic factors of crush syndrome and survival in elderly earthquake survivors: a retrospective study after the 2023 Turkey disaster. *Emerg Care J*. 2026. doi:10.4081/ecj.2026.14433. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/437bc492593a57bf8a561a85588cbaa9/?utm_source

78. Acar A, et al. Pediatric injuries after 2023 Kahramanmaraş earthquake: an epidemiologic study. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2026. doi:10.1007/s00068-025-03048-6. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/c5bfc599388c5684a840a6f97226e6dc/?utm_source
79. Günaydın F, et al. Orthopedic trauma management in pediatric earthquake victims: a single-center experience from the 2023 Türkiye disaster. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2025. doi:10.1007/s00068-025-02940-5. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/04907000a3985487b9574dfb88380d30/?utm_source
80. Durak Aslan A, et al. Crush injuries and outcomes in the 2023 Kahramanmaraş, Türkiye earthquake: a referral center experience. *Acta Paediatr*. 2025. doi:10.1111/apa.70155. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/d182ac8db1b85a1484fda63bf3127682/?utm_source
81. Bar-On E, et al. Orthopedic activity in field hospitals following earthquakes in Nepal and Haiti. *World J Surg*. 2016. doi:10.1007/s00268-016-3581-3. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/555c9a33f1725c9fa36260bfab93e324/?utm_source
82. Moitinho de Almeida M, et al. Clinical and demographic profile of admitted victims in a tertiary hospital after the 2015 earthquake in Nepal. *PLoS One*. 2019. doi:10.1371/journal.pone.0220016. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/55622203591a5a1f9f261b47cba3101d/?utm_source
83. Moitinho de Almeida M, et al. Changes in patient admissions after the 2015 earthquake: a tertiary hospital-based study in Kathmandu, Nepal. *Sci Rep*. 2020. doi:10.1038/s41598-020-61901-7. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/6d5fd52a136453158d45abf73d34d433/?utm_source
84. Shrestha S, et al. Management of orthopaedic injuries following 2015 Gorkha earthquake: our experience in Public Health Concern Trust Nepal. *Europasian J Med Sci*. 2021. doi:10.46405/ejms.v3i2.335. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/25f494ee6f935ba1aa119dbb1cd7b69c/?utm_source

85. Sigdel A, et al. The 2015 Nepal earthquake: an overview of the orthopedic experience in 192 admitted casualties. *Civil Med J*. 2023. doi:10.59338/cmj.9. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/68608760008450e9846571ced0fe4f11/?utm_source
86. Kanchan K, et al. A study of surgical cases during earthquake disaster in a medical college. *JNMA J Nepal Med Assoc*. 2019. doi:10.31729/jnma.4063. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/f3360c38ac045ada93f54e4f4bb002ee/?utm_source
87. McLean K, et al. Death following pulmonary complications of surgery before and during the SARS-CoV-2 pandemic. *Br J Surg*. 2021. doi:10.1093/bjs/znab336. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/ea231c5e48c25c138827cb0481235095/?utm_source
88. Jonker P, et al. Perioperative SARS-CoV-2 infections increase mortality, pulmonary complications, and thromboembolic events: a Dutch, multicenter, matched-cohort clinical study. *Surgery*. 2020. doi:10.1016/j.surg.2020.09.022. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/ceaad4e415d15551bd8dbef47277b41a/?utm_source
89. Alser O, et al. Outcomes and their state-level variation in patients undergoing surgery with perioperative SARS-CoV-2 infection in the USA. *Ann Surg*. 2021. doi:10.1097/sla.0000000000005310. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/eb124a9bd53e59dbbcaebcfa56867c98/?utm_source
90. Fotopoulou C, et al. Outcomes of gynecologic cancer surgery during the COVID-19 pandemic: an international, multicenter, prospective CovidSurg-Gynecologic Oncology Cancer study. *Am J Obstet Gynecol*. 2022. doi:10.1016/j.ajog.2022.06.052. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/01b47d066de65aaea84a05516a469850/?utm_source
91. Challine A, et al. Impact of coronavirus disease 2019 (COVID-19) lockdown on in-hospital mortality and surgical activity in elective digestive resections: a nationwide cohort analysis. *Surgery*. 2021. doi:10.1016/j.surg.2020.12.036. Tersedia di (Consensus): https://consensus.app/papers/details/467581a5875b5010a731b65d2cae372c/?utm_source
92. Nassar A, et al. Impact of COVID-19 lockdown on postoperative morbidity after hepatectomy: a propensity-score matching study on a national French database. *Surgery*. 2023.

- doi:10.1016/j.surg.2023.03.008. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/dd29247989e7570c8e1e54714ae64e44/?utm_source
93. de Graaff MD, et al. Impact of the COVID-19 pandemic on surgical care in the Netherlands. Br J Surg. 2022. doi:10.1093/bjs/znac301. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/6b1ca6369c03579b97d87a1ac7ebf368/?utm_source
94. Alelyani RH, et al. Impact of COVID-19 pandemic lockdown on the prognosis, morbidity, and mortality of patients undergoing elective and emergency abdominal surgery: a retrospective cohort study in a tertiary center, Saudi Arabia. Int J Environ Res Public Health. 2022. doi:10.3390/ijerph192315660. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/e1be8383dab5589dbe08073465f8be20/?utm_source
95. Ashley T, et al. Outcomes after elective inguinal hernia repair with mesh performed by associate clinicians versus medical doctors in Sierra Leone: 5-year follow-up of a randomized clinical trial. Br J Surg. 2025. doi:10.1093/bjs/znaf221. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/2d8374c8a2b951ee8026afc5889ff979/?utm_source
96. Ashley T, et al. Standardised competency-based training of medical doctors and associate clinicians in inguinal repair with mesh in Sierra Leone. World J Surg. 2023. doi:10.1007/s00268-023-07095-1. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/351de1057fc750c2a376e839609b5707/?utm_source
97. Beard JH, et al. Long-term outcomes following inguinal hernia repair with mesh performed by medical doctors and surgeons in Ghana. Ann Surg Open. 2024. doi:10.1097/as9.0000000000000460. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/f0e22f52a8e35ea5ac0b629a05df5d33/?utm_source
98. van Kesteren J, et al. Inguinal hernia surgery learning curves by associate clinicians. Surg Endosc. 2022. doi:10.1007/s00464-022-09726-5. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/42e8a979434c5265959a9a82c16a829c/?utm_source
99. van Duinen A, et al. Caesarean section performed by medical doctors and associate clinicians in Sierra Leone. Br J Surg. 2019. doi:10.1002/bjs.11076. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/6ff2754d524353c99a2b70bb53cc672d/?utm_source

100. Beard JH, et al. Surgical task-shifting in a low-resource setting: outcomes after major surgery performed by nonphysician clinicians in Tanzania. *World J Surg.* 2014. doi:10.1007/s00268-013-2446-2. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/c7b4e323f36958a9984568fd2d6c012e/?utm_source
101. Ngongo CJ, et al. Equivalence between physicians and associate clinicians in the frequency of iatrogenic urogenital fistula following cesarean section in Tanzania and Malawi. *Hum Resour Health.* 2024. doi:10.1186/s12960-024-00927-8. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/90cf3ec979885275a07dce01f8081e25/?utm_source
102. Tariku Y, et al. Surgical task shifting helps reduce neonatal mortality in Ethiopia: a retrospective cohort study. *Surg Res Pract.* 2019. doi:10.1155/2019/5367068. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/c59aa54045745534a6a66ae72250fdda/?utm_source
103. Knoble A, et al. Successful task shifting: a mixed-methods cross-sectional evaluation of an emergency obstetric care program to increase access to cesarean sections in rural Nepal. *Glob Health Action.* 2024. doi:10.1080/16549716.2024.2429888. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/bd97a3f237625401b6ace2e6e8762a7d/?utm_source
104. Starr N, et al. Scalability and sustainability of a surgical infection prevention program in low-income environments. *JAMA Surg.* 2023. doi:10.1001/jamasurg.2023.6033. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/1eac6142c45f54fbab9ba4be7d7045d8/?utm_source
105. Ambulkar R, et al. Long-term sustainability of peri-operative infection control practices: implementation of "Clean Cut," a checklist-based quality improvement program in India. *Surg Infect (Larchmt).* 2024. doi:10.1089/sur.2023.334. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/d1699bd46e27538db2b016000a9877be/?utm_source
106. Alamnie G, et al. Impact of WHO's surgical safety checklist-based program on cleft-lip and palate repair outcomes in LMICs—the CLEAN CLEFT program. *Cleft Palate Craniofac J.* 2024. doi:10.1177/10556656241299187. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/e8858de9f8025d96a7a5a9f6f52d7046/?utm_source

107. Starr N, et al. Value and feasibility of telephone follow-up in Ethiopian surgical patients. *Surg Infect (Larchmt)*. 2020. doi:10.1089/sur.2020.054. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/068cfde1aa855ec9b1933905275314d1/?utm_source
108. Nugroho AW. The start-up of a neurosurgical service in an East Indonesian archipelagic province: the first 2-year experience of North Maluku Database in Neurosurgery (NOMADEN). *Surg Neurol Int*. 2024. doi:10.25259/sni_1026_2023. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/59da7ae19a00558db2e023fa7aa7db00/?utm_source
109. Hedt-Gauthier B, et al. Telemedicine for surgical site infection diagnosis in rural Rwanda: concordance and accuracy of image reviews. *World J Surg*. 2022. doi:10.1007/s00268-022-06597-8. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/e738927adf325b3d852fd0ccad442b16/?utm_source
110. Cherian T, et al. Diagnosing post-cesarean surgical site infections in rural Rwanda: development, validation, and field testing of a screening algorithm for use by community health workers. *Surg Infect (Larchmt)*. 2020. doi:10.1089/sur.2020.062. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/f24b7f2372e4525ca0e1c3021dcc3505/?utm_source
111. Homier V, et al. Drone versus ground delivery of simulated blood products to an urban trauma center: the Montreal Medi-Drone pilot study. *J Trauma Acute Care Surg*. 2020. doi:10.1097/ta.0000000000002961. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/a4290f708483587d84fbcf771bb82a09/?utm_source
112. Guo HH, et al. Safety and feasibility of robot-assisted remote radical gastrectomy for gastric cancer based on 5G communication technology (FUTURE-04): a prospective, single-arm clinical trial. *Gastric Cancer*. 2025. doi:10.1007/s10120-025-01687-7. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/2d0cfef03e9a5a84921a3f080cffbc8a/?utm_source
113. Guo C, et al. Clinical application and observation of 5G remote robotic radical gastrectomy for gastric cancer. *Surg Endosc*. 2025. doi:10.1007/s00464-025-12268-1. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/f15110eafbd459949bc28ae84241b1af/?utm_source
114. Pan D, et al. Feasibility and safety of cross-regional 5G-enabled remote robot-assisted laparoscopic surgery: a retrospective case series of 21 patients. *Int J Med Robot*. 2026.

- doi:10.1002/rcs.70214. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/3aa2011b76de543ba3aca3a2d4eca48e/?utm_source
- 115.Migliavaca CB, et al. Meta-analysis of prevalence: I2 statistic and how to deal with heterogeneity. Res Synth Methods. 2022. doi:10.1002/jrsm.1547. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/8a8312fb6dea53c9bf6aa97f555c56a1/?utm_source
- 116.Balshem H, et al. GRADE guidelines: 3. Rating the quality of evidence. J Clin Epidemiol. 2011. doi:10.1016/j.jclinepi.2010.07.015. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/3af999c5954f59dbaa499a9cffe96512/?utm_source
- 117.Fletcher R, et al. Use of convolutional neural nets and transfer learning for prediction of surgical site infection from color images. Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc (EMBC). 2021. doi:10.1109/embc46164.2021.9630430. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/2c8212299ac957e3abab3a557d51ee5b/?utm_source
- 118.Wilson A, et al. A comparison of clinical officers with medical doctors on outcomes of caesarean section in the developing world: meta-analysis of controlled studies. BMJ. 2011. doi:10.1136/bmj.d2600. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/0ac145ce08405c588af756c835e1a562/?utm_source
- 119.Schroeder AD, et al. The state of surgical task sharing for inguinal hernia repair in limited-resource countries. World J Surg. 2020. doi:10.1007/s00268-020-05390-9. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/fcf42b033f07545e9483e12cb9ac65b3/?utm_source
- 120.Bognini M, et al. Assessing the impact of anaesthetic and surgical task-shifting globally: a systematic literature review. Health Policy Plan. 2023. doi:10.1093/heapol/czad059. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/31340392755f5022a4f58ff8add015ab/?utm_source
- 121.Ryan IA, et al. Task shifting and task sharing to strengthen the surgical workforce in sub-Saharan Africa: a systematic review of the existing literature. World J Surg. 2023. doi:10.1007/s00268-023-07197-w. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/b911769970fa5f1a836d4bed51d84d68/?utm_source

- 122.Falk R, et al. Surgical task-sharing to non-specialist physicians in low-resource settings globally: a systematic review of the literature. World J Surg. 2020. doi:10.1007/s00268-019-05363-7. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/1cead65e24f056d3adb2e774887de1c9/?utm_source
- 123.Guest GD, et al. Collecting data for global surgical indicators: a collaborative approach in the Pacific Region. BMJ Glob Health. 2017. doi:10.1136/bmjgh-2017-000376. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/0a78614049ac5244932ed0dfb66f643f/?utm_source
- 124.Lemos M, et al. Telehealth versus in-office follow-up after gynecological surgery: a systematic review and meta-analysis. Telemed J E Health. 2026. doi:10.1177/15305627261419371. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/87de9ae7f9445f569d85f28068b5d5aa/?utm_source
- 125.Barba P, et al. Remote telesurgery in humans: a systematic review. Surg Endosc. 2022. doi:10.1007/s00464-022-09074-4. Tersedia di (Consensus):
https://consensus.app/papers/details/405f36274fef5bb8ab70aad88503e92b/?utm_source