

**ROBOTIC TELESURGERY SEBAGAI UPAYA TRANSFORMASI SISTEM PELAYANAN KESEHATAN DALAM PENCAPAIAN MUTU PELAYANAN DAN PATIENT SAFETY; LITERATUR REVIEW**

1. Yulianto, Program Studi Profesi Ners, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Dian Husada Mojokerto, Email : yulisiip@gmail.com
2. Eko Agus Cahyono, Program Studi Keperawatan, Akademi Keperawatan Dian Husada Mojokerto, Email : ekoagusdianhusada@gmail.com  
Korespondensi : ekoagusdianhusada@gmail.com

**ABSTRAK**

Transformasi sistem pelayanan kesehatan merupakan langkah krusial dalam upaya peningkatan mutu pelayanan dan pencapaian patient safety yang berkelanjutan. Di tengah perkembangan teknologi dan tuntutan masyarakat akan layanan yang cepat, tepat, dan aman, sistem kesehatan dituntut untuk terus beradaptasi dan berinovasi. Transformasi ini mencakup perbaikan manajemen layanan, pemanfaatan teknologi digital, peningkatan kompetensi tenaga kesehatan, serta pembaruan regulasi yang mendukung efisiensi dan transparansi. Dengan melakukan transformasi, fasilitas pelayanan kesehatan dapat menciptakan standar mutu yang konsisten, mengurangi risiko kesalahan medis, serta memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pasien. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji implementasi robotic telesurgery sebagai bentuk transformasi sistem pelayanan kesehatan dalam upaya peningkatan mutu pelayanan dan keselamatan pasien (patient safety). Dengan pendekatan literature review, studi ini menganalisis berbagai artikel ilmiah, laporan penelitian, serta dokumen resmi yang diterbitkan dalam kurun waktu 2015–2025. Hasil kajian menunjukkan bahwa teknologi robotic telesurgery mampu meningkatkan presisi tindakan bedah, meminimalisir risiko komplikasi, serta mempercepat proses pemulihan pasien. Selain itu, sistem ini memungkinkan pelayanan bedah jarak jauh, sehingga dapat menjangkau daerah terpencil yang memiliki keterbatasan akses terhadap tenaga spesialis. Dari sisi keselamatan pasien, robotic telesurgery mampu mengurangi kesalahan manusia dan meningkatkan kontrol dalam pelaksanaan prosedur medis. Namun, penelitian ini juga menemukan beberapa hambatan dalam implementasinya, seperti kebutuhan infrastruktur teknologi informasi yang stabil, pelatihan intensif bagi tenaga medis, serta perlunya regulasi dan standar operasional yang jelas dan adaptif terhadap perkembangan teknologi. Oleh karena itu, robotic telesurgery dinilai sebagai sebuah inovasi yang memiliki prospek menjanjikan dalam meningkatkan kualitas dan keamanan pelayanan kesehatan.

**Kata Kunci : Robotic Telesurgery, Transformasi Sistem Pelayanan Kesehatan, Mutu Pelayanan, Patient Safety**

## 1. PENDAHULUAN

Masyarakat Indonesia dewasa ini semakin menuntut pelayanan kesehatan yang berkualitas, mudah diakses, dan merata di seluruh wilayah. Peningkatan kesadaran akan hak kesehatan yang didorong oleh kemajuan pendidikan dan informasi, mendorong masyarakat untuk menuntut layanan yang tidak hanya cepat dan profesional, tetapi juga transparan dan sesuai dengan kebutuhan lokal. Namun, tantangan seperti ketimpangan distribusi fasilitas dan tenaga medis, terutama di daerah terpencil dan perbatasan, masih menjadi hambatan utama dalam memenuhi tuntutan tersebut (Budiman, 2024). Guna menjawab harapan masyarakat tersebut, pemerintah telah menerapkan strategi transformasi kesehatan melalui enam pilar, termasuk penguatan layanan primer dan pemerataan akses. Kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat menjadi kunci dalam menciptakan sistem pelayanan kesehatan yang responsif, adil, dan berkelanjutan bagi seluruh rakyat Indonesia (Patattan & Pasalli, 2021).

Pemberlakuan kebijakan akreditasi rumah sakit merupakan langkah strategis dalam menciptakan sistem pelayanan kesehatan yang responsif, adil, dan berkelanjutan bagi seluruh rakyat Indonesia. Akreditasi berfungsi sebagai standar mutu yang menilai kepatuhan rumah sakit terhadap prosedur pelayanan, keselamatan pasien, serta tata kelola manajemen yang efisien. Dengan adanya akreditasi, rumah sakit dituntut untuk terus melakukan perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*), sehingga mampu memberikan pelayanan yang berkualitas dan berorientasi pada kebutuhan pasien. Selain itu, kebijakan ini juga mendorong pemerataan mutu layanan di seluruh daerah, termasuk rumah sakit di wilayah terpencil, melalui standar nasional yang seragam (Phonna et al., 2021). Dalam jangka panjang, akreditasi tidak hanya meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap layanan kesehatan, tetapi juga memperkuat sistem kesehatan nasional yang inklusif dan berdaya tahan, sejalan dengan visi pemerintah untuk mewujudkan akses kesehatan yang setara bagi semua lapisan masyarakat. Selain itu, akreditasi rumah sakit juga ditujukan untuk memastikan setiap pelayanan kesehatan yang dilakukan atau diberikan kepada masyarakat sebagai pengguna jasa pelayanan kesehatan, sesuai dengan standar pelayanan yang ada serta memastikan keamanan pasien (*patient safety*) (Solehudin & Sihura, 2023).

Eksekutif rumah sakit memiliki peran krusial dalam memastikan keamanan pasien dalam setiap layanan kesehatan yang diberikan. Upaya ini dimulai dari penerapan kebijakan keselamatan pasien yang terintegrasi dalam seluruh aspek operasional rumah sakit, termasuk penyusunan prosedur standar operasional (SPO), pelatihan rutin bagi tenaga medis dan non-medis, serta pemantauan dan evaluasi berkelanjutan terhadap insiden keselamatan. Selain itu, eksekutif rumah sakit juga berkomitmen untuk membangun budaya keselamatan yang kuat, di mana setiap staf merasa bertanggung jawab dan berani melaporkan potensi risiko tanpa takut mendapat sanksi. Penerapan teknologi informasi untuk pencatatan medis elektronik dan sistem pelaporan insiden juga menjadi bagian dari strategi untuk meningkatkan akurasi dan responsivitas dalam pelayanan. Dengan kepemimpinan yang proaktif dan sistem manajemen risiko yang solid, eksekutif rumah sakit dapat menciptakan lingkungan yang aman dan terpercaya bagi pasien, sekaligus mendukung pencapaian standar mutu pelayanan kesehatan secara menyeluruh (Purwanto et al., 2023).

Salah satu terobosan baru yang saat ini dikembangkan di fasilitas pelayanan kesehatan guna meningkatkan mutu pelayanan kepada pasien dan sekaligus menjamin keamanan pasien adalah proyek *robotic telesurgery*. Program uji coba *robotic telesurgery* merupakan salah satu bentuk transformasi pelayanan kesehatan yang inovatif dalam rangka mencapai *patient safety* atau keselamatan pasien yang lebih optimal (Kemenkes RI, 2022). Teknologi ini memungkinkan dokter bedah untuk melakukan operasi dari jarak

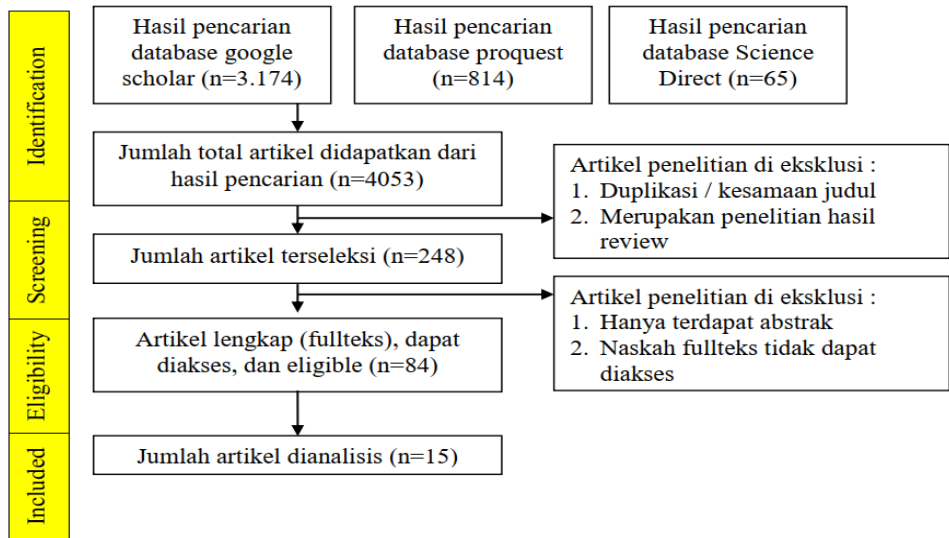
jauh dengan bantuan robot canggih yang dikendalikan secara presisi melalui jaringan internet berkecepatan tinggi. Dengan telesurgery, akses terhadap layanan bedah berkualitas tinggi dapat diperluas hingga ke daerah terpencil yang minim tenaga spesialis, tanpa harus memindahkan pasien ke pusat layanan yang lebih besar. Selain itu, penggunaan robotik dalam prosedur bedah juga mampu meminimalkan risiko kesalahan manusia, mengurangi luka operasi, dan mempercepat masa pemulihan pasien. Uji coba ini menunjukkan komitmen sistem kesehatan Indonesia dalam mengintegrasikan teknologi mutakhir demi memperkuat aspek keselamatan, efisiensi, dan keadilan dalam layanan kesehatan. Jika diimplementasikan secara luas dan didukung dengan regulasi serta infrastruktur yang memadai, robotic telesurgery dapat menjadi tonggak penting dalam perjalanan menuju pelayanan kesehatan yang lebih responsif dan berkelanjutan (Humas BKPK, 2022).

2. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi implementasi robotic telesurgery sebagai upaya transformasi sistem pelayanan kesehatan dalam pencapaian mutu pelayanan dan patient safety

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur (literature review) yang bersifat kualitatif deskriptif untuk mengeksplorasi dan menganalisis peran robotic telesurgery dalam transformasi sistem pelayanan kesehatan, khususnya dalam kaitannya dengan peningkatan mutu pelayanan dan keselamatan pasien (patient safety). Sumber data yang digunakan adalah artikel ilmiah, jurnal peer-reviewed, laporan penelitian, buku teks, dan dokumen resmi dari organisasi kesehatan dunia seperti WHO, serta institusi terpercaya lainnya yang diterbitkan dalam rentang waktu 10 tahun terakhir (2015–2025). Basis data yang digunakan dalam pencarian literatur meliputi PubMed, Scopus, ScienceDirect, dan Google Scholar. Dalam penelitian ini digunakan kriteria inklusi dan eksklusi. Adapun kriteria inklusi yang digunakan adalah : 1) Artikel yang membahas tentang robotic surgery, telesurgery, telemedicine, patient safety, dan mutu pelayanan kesehatan, 2) Artikel dalam bahasa Indonesia atau Inggris, dan 3) Artikel dengan akses penuh (full text). Untuk kriteria eksklusi yang digunakan adalah : 1) Artikel yang tidak relevan dengan fokus penelitian, dan 2) Artikel yang tidak tersedia dalam versi lengkap



Gambar 1. Metode prisma

Literatur yang ditemukan akan diseleksi berdasarkan judul, abstrak, dan kesesuaian topik. Setelah proses seleksi awal, dilakukan telaah mendalam terhadap isi artikel untuk menggali data dan informasi yang relevan. Teknik pengumpulan data dilakukan secara sistematis dengan mencatat informasi penting yang berkaitan dengan tema penelitian, seperti penerapan robotic telesurgery, tantangan implementasi, dampaknya terhadap mutu layanan dan keselamatan pasien. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara tematik dengan mengelompokkan temuan dari berbagai literatur ke dalam tema-tema utama, seperti : 1) Peran robotic telesurgery dalam transformasi layanan kesehatan, 2) Dampak robotic telesurgery terhadap mutu pelayanan, 3) Pengaruh teknologi ini terhadap peningkatan patient safety, dan 4) Tantangan dan peluang dalam implementasinya. Hasil analisis selanjutnya akan disajikan dalam bentuk deskriptif naratif untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kontribusi robotic telesurgery dalam sistem kesehatan modern

#### 4. HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Hasil artikel review

| <b>Nama Peneliti Dan Tahun</b> | <b>Judul Penelitian</b>                                                                                                                | <b>Hasil Penelitian</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aprianti et al (2023)          | Robotika Kesehatan : Tren Terkini dalam Layanan Medis dan Rehabilitasi                                                                 | Hasil penelitian menunjukkan bahwa perkembangan teknologi robotika telah membawa dampak signifikan dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kualitas pelayanan kesehatan, baik dalam bidang medis maupun rehabilitasi. Robot medis, seperti robot bedah dan asisten perawat, terbukti mampu mendukung tindakan klinis dengan presisi tinggi serta mengurangi beban kerja tenaga kesehatan. Sementara itu, robot rehabilitasi telah memberikan kontribusi besar dalam pemulihan pasien dengan gangguan mobilitas melalui latihan yang terprogram dan berulang secara konsisten. Penelitian ini juga menyoroti bahwa integrasi robotika dalam sistem kesehatan memerlukan kesiapan infrastruktur, pelatihan tenaga profesional, dan regulasi yang adaptif agar implementasinya berjalan optimal. Secara keseluruhan, robotika kesehatan menjadi salah satu pilar utama transformasi digital dalam layanan medis masa kini dan masa depan |
| Aldousari et al (2025)         | The era of telesurgery: insights from ultra-long-distance Asia to Middle East human telesurgery robotic assisted radical prostatectomy | Penelitian ini mengkaji penerapan teknologi bedah jarak jauh (telesurgery) melalui prosedur prostatektomi radikal berbantuan robot yang dilakukan dari Asia ke Timur Tengah. Studi ini menunjukkan bahwa dengan dukungan konektivitas jaringan yang stabil dan sistem robotik canggih, prosedur telesurgery lintas benua dapat dilakukan secara aman dan efektif. Hasilnya memperlihatkan tidak adanya komplikasi serius, waktu operasi yang efisien, serta hasil klinis yang sebanding dengan operasi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

| Nama Peneliti<br>Dan Tahun | Judul Penelitian                                                              | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            |                                                                               | konvensional langsung. Temuan ini menandai kemajuan signifikan dalam bidang bedah jarak jauh, membuka peluang besar bagi akses pelayanan medis spesialis di wilayah yang kekurangan tenaga ahli, sekaligus menggarisbawahi pentingnya infrastruktur teknologi dalam mendukung praktik medis global di masa depan.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Avgousti et al<br>(2016)   | Medical telerobotic systems: Current status and future trends                 | Penelitian ini membahas perkembangan terkini dan tren masa depan dalam sistem telerobotik medis, yaitu teknologi yang memungkinkan dokter melakukan tindakan medis dari jarak jauh menggunakan sistem robotik. Studi ini mengulas berbagai aplikasi klinis, terutama dalam bidang bedah, serta menyoroti kemajuan teknologi dalam hal presisi, konektivitas, dan integrasi kecerdasan buatan. Selain itu, penelitian ini mengidentifikasi tantangan utama yang masih dihadapi, seperti latensi jaringan, standar keamanan data, serta biaya implementasi. Meskipun demikian, potensi sistem telerobotik dalam meningkatkan akses pelayanan kesehatan, khususnya di daerah terpencil atau krisis, sangat besar. Penelitian ini juga memproyeksikan bahwa integrasi teknologi 5G, AI, dan augmented reality akan menjadi kunci dalam mendorong evolusi sistem telerobotik medis di masa depan |
| Haidegger et al<br>(2022)  | Robot-Assisted Minimally Invasive Surgery - Surgical Robotics in the Data Age | Penelitian ini membahas evolusi bedah invasif minimal berbantuan robot di era digital, dengan fokus pada integrasi teknologi data dalam praktik bedah modern. Studi ini menyoroti bagaimana sistem robotik tidak hanya meningkatkan presisi dan kontrol selama operasi, tetapi juga menghasilkan dan memanfaatkan data dalam jumlah besar untuk mendukung pengambilan keputusan klinis, pelatihan bedah, dan peningkatan hasil pasien. Teknologi seperti analisis data real-time, pembelajaran mesin, serta pemantauan berbasis AI memainkan peran penting dalam mendorong efisiensi dan keamanan prosedur bedah. Penelitian ini juga mengkaji tantangan yang dihadapi, termasuk perlindungan data pasien, interoperabilitas sistem, dan kebutuhan standar global. Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa bedah robotik di era data membuka peluang besar untuk personalisasi     |

| Nama Peneliti<br>Dan Tahun   | Judul Penelitian                                                                                                                                | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              |                                                                                                                                                 | perawatan, optimalisasi prosedur, dan kolaborasi global dalam dunia medis.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Annigeri et al<br>(2024)     | Robotic Surgery<br>in Healthcare<br>Setting :<br>Application ,<br>Current<br>Advancements ,<br>and Future<br>Perspectives of<br>Robotic Surgery | Penelitian ini mengulas secara komprehensif penerapan, kemajuan terkini, dan prospek masa depan dari bedah berbantuan robot dalam konteks pelayanan kesehatan. Studi ini menjelaskan bahwa teknologi bedah robotik telah memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan akurasi, minimnya trauma pada pasien, dan pemulihan yang lebih cepat, terutama pada prosedur kompleks seperti bedah urologi, ginekologi, dan kardioraks. Kemajuan teknologi seperti visualisasi 3D, lengan robotik yang sangat presisi, serta integrasi dengan kecerdasan buatan semakin memperluas cakupan dan efektivitasnya. Penelitian ini juga membahas tantangan yang masih dihadapi, termasuk biaya tinggi, kebutuhan pelatihan khusus bagi tenaga medis, dan aksesibilitas di negara berkembang. Di masa depan, bedah robotik diperkirakan akan semakin berkembang melalui kolaborasi multidisipliner, otomatisasi yang lebih tinggi, serta peningkatan kemampuan analitik data untuk mendukung pengambilan keputusan klinis yang lebih baik. |
| George et al<br>(2018)       | Origins of<br>Robotic Surgery:<br>From Skepticism<br>to Standard of<br>Care                                                                     | Penelitian ini menelusuri sejarah dan perkembangan awal bedah robotik, mulai dari fase awal yang penuh keraguan hingga menjadi standar dalam praktik medis modern. Studi ini menggambarkan bagaimana pada awal kemunculannya, teknologi bedah robotik menghadapi banyak tantangan, termasuk keraguan dari komunitas medis, biaya yang tinggi, serta keterbatasan teknis. Namun, seiring dengan kemajuan teknologi dan bukti klinis yang menunjukkan manfaat seperti peningkatan presisi, pengurangan risiko komplikasi, dan waktu pemulihan yang lebih singkat, bedah robotik mulai diterima secara luas. Penelitian ini juga menyoroti peran penting inovasi teknologi, pelatihan bedah, serta dukungan regulasi dan industri dalam menjadikan bedah robotik sebagai bagian integral dari layanan kesehatan modern. Kini, bedah robotik tidak hanya menjadi alat bantu, tetapi juga simbol dari transformasi digital dalam dunia kedokteran.                                                                                   |
| Alotaibi &<br>Alheggi (2023) | Exploring the<br>future of surgical                                                                                                             | Penelitian ini mengeksplorasi arah masa depan praktik bedah dengan menyoroti kemajuan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

| Nama Peneliti<br>Dan Tahun | Judul Penelitian                                                                                                     | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | practices :<br>Advances in<br>minimally<br>invasive<br>techniques and<br>the integration of<br>robotic<br>technology | dalam teknik bedah invasif minimal dan integrasi teknologi robotik. Studi ini menunjukkan bahwa perpaduan antara metode bedah minimal invasif dan sistem robotik telah menghasilkan peningkatan signifikan dalam hal akurasi tindakan, pengurangan trauma jaringan, serta waktu pemulihan pasien yang lebih cepat. Selain itu, penelitian ini mengungkap bagaimana inovasi seperti pencitraan real-time, kecerdasan buatan, dan sistem robotik yang semakin presisi turut memperluas cakupan prosedur yang dapat dilakukan secara minimal invasif. Tantangan seperti biaya, kebutuhan pelatihan tenaga medis, dan infrastruktur teknologi juga dibahas sebagai faktor yang harus diatasi untuk memastikan adopsi yang lebih luas. Secara keseluruhan, studi ini menegaskan bahwa masa depan praktik bedah akan sangat dipengaruhi oleh teknologi, dengan robotik menjadi pusat dari transformasi tersebut menuju pelayanan kesehatan yang lebih efektif, efisien, dan berpusat pada pasien.                       |
| Ashrafian et al<br>(2017)  | The evolution of<br>robotic surgery:<br>Surgical and<br>anaesthetic<br>aspects                                       | Penelitian ini membahas evolusi bedah robotik dengan menyoroti aspek bedah dan anestesi yang terlibat dalam perkembangannya. Studi ini mengungkap bagaimana kemajuan teknologi robotik telah merevolusi praktik pembedahan dengan meningkatkan ketepatan, stabilitas, dan kendali selama prosedur, terutama pada operasi yang kompleks dan sulit dijangkau. Di sisi lain, penelitian ini juga menekankan pentingnya adaptasi dalam praktik anestesi, karena bedah robotik menghadirkan tantangan baru seperti posisi pasien yang ekstrem, durasi operasi yang lebih panjang, serta kebutuhan pemantauan fisiologis yang lebih ketat. Kolaborasi yang erat antara tim bedah dan anestesi menjadi kunci utama dalam menjamin keselamatan dan hasil klinis yang optimal. Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi teknologi robotik tidak hanya mengubah cara operasi dilakukan, tetapi juga mendorong pembaruan dalam pendekatan anestesi, yang secara keseluruhan meningkatkan kualitas pelayanan bedah modern. |
| Chowdary et al<br>(2023)   | 5G Technology is<br>the Future of<br>Healthcare:<br>Opening up a new<br>horizon for                                  | Penelitian ini membahas peran penting teknologi 5G dalam mendorong transformasi digital di sektor kesehatan. Dengan kecepatan transmisi data yang sangat tinggi, latensi rendah, dan konektivitas yang stabil, 5G membuka peluang                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| Nama Peneliti<br>Dan Tahun | Judul Penelitian                                                                                                                                      | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | Digital Transformation in Healthcare landscape                                                                                                        | <p>besar untuk penerapan teknologi canggih seperti telemedicine, bedah jarak jauh berbasis robot (telesurgery), pemantauan pasien secara real-time, serta penggunaan kecerdasan buatan dalam diagnosa dan pengambilan keputusan klinis. Studi ini juga menyoroti bagaimana 5G mampu mengatasi keterbatasan infrastruktur jaringan sebelumnya yang menghambat inovasi digital di layanan kesehatan. Meski demikian, tantangan seperti regulasi, keamanan data, dan kesiapan sistem layanan kesehatan juga menjadi perhatian utama. Kesimpulannya, teknologi 5G dinilai sebagai fondasi utama dalam membentuk ekosistem kesehatan digital yang lebih responsif, efisien, dan terintegrasi di masa depan.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Gamazeliuc et al (2024)    | Fusion of AI and Robotics for Transforming Neurosurgery                                                                                               | <p>Penelitian ini membahas integrasi antara kecerdasan buatan (AI) dan teknologi robotik dalam mengubah praktik bedah saraf (neurosurgery) modern. Studi ini menunjukkan bahwa perpaduan AI dan robotik memberikan peningkatan signifikan dalam hal presisi, perencanaan pra-operatif, navigasi intra-operatif, serta pengambilan keputusan selama prosedur bedah otak dan tulang belakang. Dengan dukungan analisis data real-time, pemetaan otak berbasis AI, dan robot yang dapat bergerak dengan akurasi tinggi, risiko komplikasi dapat diminimalkan dan hasil klinis menjadi lebih optimal. Penelitian ini juga menyoroti potensi teknologi ini dalam pelatihan bedah dan peningkatan efisiensi waktu operasi. Meskipun masih terdapat tantangan seperti biaya, integrasi sistem, dan isu etika, studi ini menyimpulkan bahwa kolaborasi antara AI dan robotik memiliki peran kunci dalam masa depan neurosurgery yang lebih aman, canggih, dan terpersonalisasi.</p> |
| Moschovas et al (2025)     | Advancing Telesurgery Connectivity Between North and South America: the first Remote Surgery Conducted Between Orlando and São Paulo in Animal Models | <p>Penelitian ini melaporkan pencapaian penting dalam bidang bedah jarak jauh (telesurgery) melalui pelaksanaan operasi pertama yang dilakukan secara remote antara Orlando (Amerika Utara) dan São Paulo (Amerika Selatan) dengan menggunakan model hewan. Studi ini menunjukkan bahwa dengan dukungan konektivitas jaringan berkecepatan tinggi dan teknologi robotik canggih, prosedur bedah dapat dilakukan melintasi benua secara real-time dengan hasil yang akurat dan aman. Uji coba ini berhasil menunjukkan stabilitas koneksi,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |



| Nama Peneliti Dan Tahun | Judul Penelitian                                                                                                     | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                                                                                                                      | <p>minimnya latensi, serta kelancaran komunikasi antara tim medis di dua lokasi berbeda. Penelitian ini menjadi tonggak awal dalam membuktikan potensi kolaborasi medis lintas negara dan benua, serta membuka peluang besar bagi peningkatan akses layanan kesehatan berkualitas tinggi di wilayah terpencil atau kurang terlayani. Keberhasilan ini juga menegaskan pentingnya pengembangan infrastruktur digital yang andal untuk masa depan telesurgery global.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Qureshi et al (2021)    | Service Level Agreements for 5G and Beyond: Overview, Challenges and Enablers of 5G-Healthcare Systems               | <p>Penelitian ini mengkaji peran <i>Service Level Agreements</i> (SLA) dalam mendukung sistem layanan kesehatan berbasis 5G dan teknologi generasi selanjutnya. SLA menjadi komponen krusial dalam menjamin kualitas layanan, keandalan koneksi, dan keamanan data dalam ekosistem digital kesehatan yang semakin kompleks. Studi ini memberikan tinjauan menyeluruh mengenai bagaimana SLA dirancang untuk memenuhi kebutuhan spesifik aplikasi medis seperti telemedicine, pemantauan pasien jarak jauh, hingga bedah robotik real-time. Penelitian ini juga mengidentifikasi tantangan utama dalam implementasi SLA, termasuk heterogenitas jaringan, dinamika lalu lintas data, serta kepatuhan terhadap regulasi privasi medis. Di sisi lain, berbagai <i>enabler</i> seperti jaringan pintar berbasis AI, pemrograman jaringan (<i>network slicing</i>), dan teknologi edge computing dipandang sebagai solusi kunci dalam mendukung tercapainya SLA yang efektif. Kesimpulannya, pengembangan dan penerapan SLA yang tepat sangat penting untuk memastikan keberlanjutan dan efisiensi sistem layanan kesehatan digital berbasis 5G di masa depan</p> |
| Abbasi & Hussain (2024) | Integration of Artificial Intelligence and Smart Technology: AI-Driven Robotics in Surgery: Precision and Efficiency | <p>Penelitian ini membahas integrasi antara kecerdasan buatan (AI) dan teknologi cerdas dalam pengembangan robotik bedah yang berfokus pada peningkatan presisi dan efisiensi tindakan medis. Studi ini menunjukkan bahwa sistem robotik yang digerakkan oleh AI mampu melakukan analisis data secara real-time, mengenali pola anatomi pasien, serta membantu pengambilan keputusan intraoperatif dengan akurasi tinggi. Hal ini tidak hanya mengurangi risiko kesalahan medis, tetapi juga mempercepat</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| Nama Peneliti Dan Tahun | Judul Penelitian                                                                                                | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                                                                                                                 | waktu operasi dan meningkatkan hasil klinis secara keseluruhan. Penelitian ini juga menyoroti peran penting teknologi seperti pembelajaran mesin ( <i>machine learning</i> ), pemrosesan citra medis, dan sensor pintar dalam menciptakan sistem bedah yang adaptif dan responsif terhadap kondisi pasien. Meskipun masih terdapat tantangan seperti integrasi teknologi ke dalam sistem rumah sakit dan isu etika, penelitian ini menegaskan bahwa AI dan teknologi cerdas akan menjadi fondasi utama dalam revolusi bedah modern yang lebih aman, presisi, dan efisien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Marcus et al (2024)     | The IDEAL framework for surgical robotics: development, comparative evaluation and long-term monitoring         | Penelitian ini mengkaji penerapan kerangka kerja IDEAL ( <i>Idea, Development, Exploration, Assessment, Long-term study</i> ) dalam pengembangan, evaluasi, dan pemantauan jangka panjang teknologi bedah robotik. Studi ini menekankan pentingnya pendekatan yang sistematis dan berbasis bukti dalam mengintegrasikan inovasi robotik ke dalam praktik klinis. Melalui tahapan yang terstruktur, kerangka IDEAL memungkinkan para peneliti dan praktisi untuk mengevaluasi keamanan, efektivitas, serta manfaat klinis dari teknologi baru secara berkelanjutan. Penelitian ini juga menyoroti perlunya perbandingan yang adil dengan teknik konvensional, serta pentingnya pengumpulan data jangka panjang guna menilai dampak luas dari bedah robotik terhadap hasil pasien dan efisiensi sistem kesehatan. Kesimpulannya, penerapan kerangka IDEAL memberikan landasan metodologis yang kuat untuk memastikan bahwa inovasi dalam bedah robotik berkembang secara bertanggung jawab, aman, dan memberi manfaat maksimal bagi pasien |
| Moschovas et al (2024)  | First impressions of Telesurgery robotic-assisted radical prostatectomy using the Edge medical robotic platform | Penelitian ini menyajikan pengalaman awal penggunaan platform robotik medis Edge dalam prosedur prostatektomi radikal berbantuan robot secara jarak jauh (telesurgery). Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan teknis, kualitas konektivitas, serta efisiensi dan keamanan prosedur saat dilakukan dari lokasi berbeda. Hasil awal menunjukkan bahwa sistem Edge mampu memberikan performa yang stabil, dengan latensi rendah dan kendali instrumen yang responsif, memungkinkan tim bedah                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

| Nama Peneliti Dan Tahun | Judul Penelitian | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                  | melakukan operasi secara presisi meskipun berada di lokasi yang terpisah secara geografis. Tidak ditemukan komplikasi serius selama prosedur, dan hasil klinis awal dinilai memuaskan. Penelitian ini juga menyoroti potensi besar teknologi ini dalam memperluas akses terhadap bedah spesialis di wilayah terpencil, meskipun tantangan seperti infrastruktur jaringan, keamanan data, dan regulasi tetap menjadi perhatian penting. Temuan ini memberikan dasar kuat bagi pengembangan lebih lanjut dari telesurgery di masa depan |

## 5. PEMBAHASAN

### a. Peran robotic telesurgery dalam transformasi layanan kesehatan

Transformasi pelayanan kesehatan di dunia saat ini berlangsung dengan sangat cepat, didorong oleh kemajuan teknologi digital, kebutuhan akan efisiensi, serta tuntutan peningkatan akses dan kualitas layanan. Perkembangan seperti telemedicine, kecerdasan buatan, robotika medis, dan pemanfaatan big data telah mengubah cara diagnosis, perawatan, hingga pemantauan pasien dilakukan. Layanan kesehatan yang sebelumnya berpusat di rumah sakit kini mulai bergeser menuju model berbasis komunitas dan layanan jarak jauh yang lebih fleksibel dan responsif. Selain itu, pandemi COVID-19 menjadi momentum akselerasi digitalisasi sektor kesehatan secara global, mempercepat adopsi teknologi seperti konsultasi virtual dan pemantauan kesehatan berbasis perangkat wearable. Di sisi lain, transformasi ini juga membawa tantangan baru seperti kesenjangan digital, perlindungan data pasien, dan kebutuhan pembaruan regulasi. Secara keseluruhan, transformasi ini menandai era baru pelayanan kesehatan yang lebih personal, terintegrasi, dan berorientasi pada pencegahan serta pemberdayaan pasien

Transformasi pelayanan kesehatan di Indonesia semakin sejalan dengan perkembangan teknologi global, berfokus pada digitalisasi, integrasi data, dan peningkatan akses layanan. Kementerian Kesehatan (Kemenkes) telah meluncurkan berbagai inisiatif, seperti platform SATUSEHAT dan aplikasi Citizen Health App (CHA), untuk mengintegrasikan rekam medis elektronik dan memudahkan akses informasi kesehatan bagi masyarakat. Selain itu, pengembangan platform Farmaplus 2.0 memungkinkan masyarakat memeriksa ketersediaan dan harga obat di fasilitas kesehatan dan apotek secara real-time. Strategi Transformasi Digital Kesehatan 2024 menekankan pentingnya penggunaan kecerdasan buatan (AI) dalam analisis kesehatan dan pengembangan sistem pelayanan kesehatan yang terintegrasi. Meskipun tantangan seperti kesenjangan digital dan fragmentasi data masih ada, langkah-langkah ini menunjukkan komitmen Indonesia untuk meningkatkan kualitas dan akses pelayanan kesehatan melalui pemanfaatan teknologi digital

Salah satu perkembangan pelayanan kesehatan di Indonesia adalah dengan diadopsinya beragam sistem komputerisasi dimana salah satunya adalah robotic telesurgery. Robotic telesurgery adalah suatu inovasi dalam bidang medis yang memungkinkan prosedur bedah dilakukan dari jarak jauh menggunakan teknologi robotik dan komunikasi digital. Dalam sistem ini, seorang ahli bedah dapat

mengendalikan robot bedah secara real-time, meskipun berada di lokasi yang berbeda dengan pasien, berkat koneksi internet berkecepatan tinggi dan latensi rendah. Teknologi ini menggabungkan presisi tinggi dari robot dengan kemampuan dokter untuk melakukan keputusan klinis selama operasi, sehingga meningkatkan akurasi dan mengurangi kemungkinan kesalahan. Selain itu, robotic telesurgery memungkinkan akses ke perawatan medis spesialis di daerah terpencil atau kurang terlayani, mengatasi tantangan geografi dalam sistem kesehatan global.

Adopsi teknologi bedah robotik jarak jauh (robotic telesurgery) di Indonesia telah memasuki tahap implementasi yang signifikan, seiring dengan upaya Kementerian Kesehatan (Kemenkes) untuk meningkatkan akses dan kualitas layanan kesehatan di seluruh wilayah. Program ini dimulai dengan pembentukan Pusat Bedah Robotik Indonesia di dua rumah sakit vertikal Kemenkes, yaitu RSUP Dr. Hasan Sadikin (Bandung) dan RSUP Dr. Sardjito (Yogyakarta), yang berfungsi sebagai pusat pelatihan dan pengembangan teknologi telesurgery. Selain itu, RSUP Haji Adam Malik (Medan) juga terlibat sebagai proyek percontohan pengembangan teknologi ini di wilayah barat Indonesia, melalui kerja sama dengan Iran. Program robotic telesurgery ini tidak hanya fokus pada aspek teknis, tetapi juga pada pengembangan sumber daya manusia. Pelatihan menggunakan simulator realitas virtual (VR) telah dilakukan untuk dokter bedah, dengan kurikulum yang diharapkan dapat diintegrasikan ke dalam pendidikan spesialis bedah di Indonesia. Selain itu, proyek ini mendukung transfer teknologi dan alih teknologi, memungkinkan industri dalam negeri untuk memproduksi alat dan suku cadang dengan tingkat komponen dalam negeri (TKDN) yang mencukupi. Dengan demikian, adopsi robotic telesurgery di Indonesia merupakan langkah strategis dalam mentransformasi layanan kesehatan, menjangkau daerah-daerah terpencil, dan meningkatkan kualitas pelayanan medis melalui pemanfaatan teknologi canggih.

b. Dampak robotic telesurgery terhadap mutu pelayanan

Pentingnya mutu pelayanan kesehatan sangat relevan baik bagi pemerintah Indonesia maupun masyarakat sebagai pengguna jasa pelayanan kesehatan. Bagi pemerintah, memastikan mutu pelayanan kesehatan yang baik merupakan salah satu aspek utama dalam mewujudkan tujuan pembangunan kesehatan nasional, yaitu meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, mengurangi angka kematian, serta menjamin akses yang setara bagi semua lapisan masyarakat. Pelayanan kesehatan yang berkualitas juga berperan dalam mengurangi beban biaya pengobatan jangka panjang, serta meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan masyarakat. Bagi masyarakat, kualitas pelayanan kesehatan menjadi faktor utama dalam memperoleh perawatan yang aman, efektif, dan efisien. Masyarakat yang menerima pelayanan kesehatan dengan standar tinggi cenderung merasa lebih puas, yang pada gilirannya meningkatkan tingkat kepatuhan terhadap pengobatan dan program kesehatan preventif. Oleh karena itu, baik pemerintah maupun masyarakat memiliki peran krusial dalam menjaga dan meningkatkan mutu pelayanan kesehatan, dengan tujuan akhirnya menciptakan sistem kesehatan yang lebih inklusif, efisien, dan berkelanjutan.

Pemerintah Indonesia telah melaksanakan berbagai kebijakan dan program strategis untuk meningkatkan kualitas mutu pelayanan kesehatan, baik dari segi aksesibilitas, efisiensi, maupun keselamatan pasien. Salah satu langkah utama adalah implementasi Jaminan Kesehatan Nasional (JKN) melalui BPJS Kesehatan, yang bertujuan memberikan akses layanan kesehatan yang merata dan terjangkau bagi seluruh rakyat Indonesia. Selain itu, pemerintah juga fokus pada akreditasi fasilitas kesehatan, dengan lebih dari 777 rumah sakit di Indonesia telah terakreditasi secara nasional, dan 24 di antaranya telah mendapatkan akreditasi internasional. Untuk

memperkuat sistem pelayanan kesehatan, pemerintah melaksanakan program kesehatan bergerak di daerah tertinggal, perbatasan, dan kepulauan (DTPK), menjangkau 127 kabupaten/kota dan melibatkan 1.668 Puskesmas dalam pelayanan kesehatan berbasis komunitas. Dalam upaya peningkatan mutu pelayanan, pemerintah pusat menetapkan standar mutu dan keselamatan pasien, sementara pemerintah daerah bertanggung jawab memfasilitasi dan menjamin fasilitas pelayanan kesehatan di wilayahnya. Selain itu, pemerintah juga mengalokasikan anggaran untuk revitalisasi Puskesmas dan Posyandu, serta mendukung program-program promotif dan preventif untuk menjaga kesehatan masyarakat. Melalui kebijakan dan program-program tersebut, pemerintah Indonesia berkomitmen untuk meningkatkan mutu pelayanan kesehatan secara menyeluruh, memastikan akses yang setara bagi seluruh lapisan masyarakat, serta mewujudkan sistem kesehatan yang lebih efisien dan berkualitas.

Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Kesehatan (Kemenkes) telah meluncurkan program inovatif dalam bidang pelayanan kesehatan, yaitu implementasi robotic telesurgery atau bedah robotik jarak jauh. Program ini bertujuan untuk meningkatkan akses dan kualitas layanan kesehatan, terutama di daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh tenaga medis spesialis. Sebagai langkah awal, Kemenkes membentuk Pusat Bedah Robotik Indonesia di dua rumah sakit vertikal, yaitu RSUP Dr. Hasan Sadikin (Bandung) dan RSUP Dr. Sardjito (Yogyakarta), yang berfungsi sebagai pusat pelatihan dan pengembangan teknologi telesurgery. Program ini melibatkan pelatihan dokter bedah menggunakan simulator realitas virtual (VR) untuk menguasai keterampilan dalam mengoperasikan robot bedah. Pelatihan ini dirancang untuk menghasilkan tenaga medis yang kompeten dalam melakukan prosedur bedah secara jarak jauh, dengan harapan dapat diintegrasikan ke dalam kurikulum pendidikan spesialis bedah di Indonesia. Selain itu, Kemenkes juga menjalin kerja sama internasional dengan Iran dalam pengembangan teknologi robotic telesurgery. Sebagai bagian dari uji coba, RSUP Dr. Hasan Sadikin telah berhasil melakukan demonstrasi langsung operasi menggunakan robot bedah pada hewan coba, dengan rencana untuk menerapkannya pada manusia pada akhir tahun 2024.

Harapan dari implementasi robotic telesurgery terhadap mutu pelayanan kesehatan di Indonesia sangat besar, terutama dalam meningkatkan akses, efisiensi, dan kualitas perawatan medis di seluruh wilayah. Dengan teknologi ini, diharapkan pasien di daerah terpencil atau sulit dijangkau dapat menerima perawatan bedah berkualitas tanpa harus bepergian jauh ke kota besar, sehingga mengurangi kesenjangan akses layanan kesehatan. Selain itu, robotic telesurgery juga memungkinkan ahli bedah untuk melakukan prosedur dengan tingkat presisi yang lebih tinggi, mengurangi risiko komplikasi, dan mempercepat proses pemulihan pasien. Di sisi lain, teknologi ini juga membuka peluang bagi pelatihan dan pengembangan tenaga medis di berbagai daerah, meningkatkan kompetensi dokter dan profesional kesehatan di seluruh Indonesia. Dengan demikian, implementasi robotic telesurgery di Indonesia tidak hanya berpotensi meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan secara keseluruhan, tetapi juga menciptakan sistem kesehatan yang lebih inklusif, efisien, dan berkelanjutan, yang dapat diakses oleh seluruh lapisan masyarakat.

c. Pengaruh robotic telesurgery terhadap peningkatan patient safety

Patient safety atau keselamatan pasien merupakan prioritas utama dalam pelayanan kesehatan. Penerapan robotic surgery (bedah robotik) bertujuan untuk meningkatkan keselamatan pasien dengan memanfaatkan teknologi canggih yang dapat mengurangi potensi kesalahan manusia. Dalam prosedur bedah tradisional, faktor seperti kelelahan, keterbatasan visual, atau ketidakakuratan gerakan dapat

meningkatkan risiko komplikasi. Robotic surgery, dengan sistem pengendalian yang lebih presisi dan visualisasi yang lebih baik, menawarkan peluang untuk meminimalkan risiko tersebut, menjadikan prosedur lebih aman bagi pasien. Teknologi ini memberikan kemampuan bagi ahli bedah untuk melakukan operasi dengan tingkat presisi yang lebih tinggi, yang secara langsung berkontribusi pada pengurangan komplikasi pasca operasi.

Salah satu target utama dari penerapan robotic surgery dalam meningkatkan patient safety adalah pengurangan risiko komplikasi bedah. Prosedur ini memungkinkan ahli bedah untuk melakukan insisi yang lebih kecil dan lebih tepat, yang mengurangi potensi cedera pada jaringan sehat sekitarnya. Keunggulan lainnya adalah kemampuan untuk melakukan prosedur dengan lebih sedikit kehilangan darah, yang sangat penting dalam mengurangi kemungkinan komplikasi seperti infeksi atau gangguan pada proses penyembuhan. Dengan mengurangi ketidakpastian dalam tindakan bedah, robotic surgery berpotensi mempercepat pemulihan pasien dan menurunkan angka komplikasi serius yang sering terjadi pada metode bedah konvensional.

Penerapan robotic surgery memungkinkan peningkatan dalam pengawasan dan monitoring kondisi pasien selama operasi. Sistem robotik canggih dilengkapi dengan berbagai sensor dan alat pemantau yang memberikan data real-time mengenai kondisi pasien, seperti detak jantung, tekanan darah, dan status organ vital lainnya. Teknologi ini membantu tim medis untuk lebih cepat merespon jika terjadi perubahan yang tidak diinginkan selama prosedur, serta memberikan pemantauan yang lebih akurat terhadap setiap gerakan yang dilakukan oleh robot. Ini sangat penting untuk mencegah terjadinya kesalahan medis yang mungkin tidak terdeteksi dalam prosedur bedah tradisional.

Robotic surgery juga memungkinkan peningkatan akurasi dalam melakukan tindakan bedah yang kompleks. Teknologi ini dilengkapi dengan sistem pemrograman dan pembelajaran mesin yang memungkinkan robot untuk "belajar" dan menyesuaikan gerakannya dengan kondisi anatomis spesifik pasien. Akurasi ini sangat penting dalam prosedur yang memerlukan ketelitian tinggi, seperti operasi pada area vital atau sensitif, misalnya bedah kanker atau bedah saraf. Dengan kemampuan untuk melakukan tindakan dengan margin kesalahan yang sangat kecil, robotic surgery dapat membantu mengurangi peluang cedera atau kesalahan yang dapat membahayakan keselamatan pasien.

Melalui penerapan teknologi robotic surgery, akses ke prosedur bedah yang lebih aman dan efisien dapat diperluas, terutama bagi pasien yang berada di daerah terpencil atau kurang terlayani. Robotic telesurgery, yang memungkinkan operasi dilakukan jarak jauh, memberikan kesempatan bagi pasien di wilayah yang sulit dijangkau oleh ahli bedah spesialis untuk menerima perawatan berkualitas tanpa harus melakukan perjalanan jauh. Ini tidak hanya meningkatkan keselamatan pasien dengan mengurangi waktu perjalanan yang dapat menambah risiko kesehatan, tetapi juga memastikan bahwa mereka mendapatkan perawatan yang diperlukan dengan tingkat presisi yang tinggi. Dengan demikian, penerapan robotic surgery berpotensi meratakan akses kepada pelayanan bedah berkualitas tinggi, yang sangat mendukung peningkatan keselamatan pasien secara global.

d. Tantangan dan peluang dalam implementasi robotic telesurgery di Indonesia

Robotic telesurgery merupakan inovasi teknologi yang memungkinkan prosedur bedah dilakukan dari jarak jauh dengan menggunakan sistem robotik yang dapat dikendalikan melalui jaringan internet berkecepatan tinggi. Di Indonesia, penerapan teknologi ini memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas pelayanan

kesehatan, khususnya dalam menjangkau daerah-daerah yang sulit diakses oleh tenaga medis spesialis. Meskipun begitu, implementasi robotic telesurgery di Indonesia menghadapi tantangan tersendiri yang harus diatasi agar teknologi ini dapat berjalan efektif dan bermanfaat bagi masyarakat. Dalam implementasi, beberapa peluang dan tantangan yang dihadapi diantaranya adalah :

1) Infrastruktur Teknologi yang Masih Terbatas

Salah satu tantangan terbesar dalam penerapan robotic telesurgery di Indonesia adalah terbatasnya infrastruktur teknologi yang memadai. Jaringan internet yang cepat dan stabil merupakan syarat utama agar telesurgery dapat berjalan lancar. Namun, di banyak daerah di Indonesia, terutama di wilayah terpencil dan perbatasan, akses terhadap internet cepat masih sangat terbatas. Tanpa dukungan infrastruktur teknologi yang kuat, implementasi robotic telesurgery berisiko gagal atau bahkan berbahaya bagi keselamatan pasien karena keterlambatan transmisi data atau kualitas gambar yang buruk.

2) Biaya Implementasi yang Tinggi

Penerapan robotic telesurgery membutuhkan investasi yang besar, baik untuk pengadaan peralatan robotik canggih maupun untuk pelatihan tenaga medis. Biaya untuk membeli perangkat robotik yang diperlukan dapat mencapai miliaran rupiah, dan biaya operasional untuk memelihara serta memperbaiki perangkat juga cukup tinggi. Selain itu, pelatihan dokter dan tenaga medis untuk menguasai teknologi ini memerlukan waktu dan biaya yang signifikan. Oleh karena itu, salah satu tantangan besar adalah bagaimana memastikan bahwa penerapan teknologi ini dapat dijangkau oleh rumah sakit di Indonesia, terutama di luar kota-kota besar.

3) Ketersediaan Sumber Daya Manusia yang Terlatih

Sumber daya manusia (SDM) yang terlatih dalam teknologi telesurgery menjadi faktor penentu keberhasilan implementasi ini. Di Indonesia, belum banyak tenaga medis yang terampil dalam mengoperasikan sistem robotik, sehingga diperlukan program pelatihan yang intensif. Pelatihan tersebut tidak hanya mencakup aspek teknis penggunaan robot, tetapi juga keterampilan dalam manajemen pasien jarak jauh. Tantangannya adalah bagaimana mempercepat pelatihan dan distribusi tenaga medis terlatih ke seluruh wilayah Indonesia, serta menjaga kualitas pelatihan yang sesuai dengan standar internasional.

4) Keamanan dan Perlindungan Data Pasien

Dalam implementasi robotic telesurgery, data medis pasien akan dikirimkan secara digital melalui jaringan internet. Ini menimbulkan tantangan terkait dengan keamanan data, mengingat potensi ancaman cyber yang dapat merusak integritas data pasien. Perlindungan data medis menjadi isu yang sangat penting karena kebocoran atau manipulasi data pasien dapat membahayakan keselamatan mereka. Oleh karena itu, penerapan sistem keamanan yang kuat, seperti enkripsi data dan protokol keamanan tinggi, sangat dibutuhkan untuk memastikan bahwa data pasien tetap aman selama proses telesurgery.

5) Regulasi dan Standar Operasional

Penerapan robotic telesurgery di Indonesia memerlukan regulasi yang jelas dan standar operasional yang terperinci. Regulasi ini mencakup masalah legalitas, akreditasi rumah sakit, serta tanggung jawab hukum jika terjadi kesalahan medis atau kegagalan teknologi. Pemerintah Indonesia perlu menyusun pedoman dan regulasi yang menyeluruh terkait penggunaan teknologi ini, serta memastikan adanya pengawasan yang ketat terhadap pelaksanaannya. Tanpa regulasi yang

tepat, implementasi robotic telesurgery bisa menimbulkan kebingungan dan bahkan risiko hukum bagi dokter, pasien, dan fasilitas kesehatan.

6) Kesenjangan Akses Antar Wilayah

Indonesia memiliki wilayah yang sangat luas dan tersebar, dengan lebih dari 17.000 pulau yang menyulitkan distribusi tenaga medis dan fasilitas kesehatan berkualitas di seluruh daerah. Meskipun robotic telesurgery dapat menjadi solusi untuk mengatasi masalah ini dengan memungkinkan dokter di kota besar untuk melakukan operasi di daerah terpencil, kesenjangan akses terhadap teknologi dan sumber daya manusia yang terlatih masih menjadi masalah. Daerah-daerah yang lebih maju mungkin dapat mengakses teknologi ini dengan mudah, sementara wilayah yang lebih terpencil atau kurang berkembang mungkin menghadapi tantangan besar dalam mengadopsinya.

7) Peluang dalam Meningkatkan Akses Layanan Kesehatan

Meskipun tantangan tersebut ada, robotic telesurgery menawarkan peluang besar dalam meningkatkan akses layanan kesehatan, khususnya bagi masyarakat yang tinggal di daerah terpencil atau yang memiliki keterbatasan akses ke rumah sakit besar. Dengan adanya telesurgery, pasien di daerah yang jauh dari pusat medis dapat menerima perawatan dari dokter spesialis tanpa perlu bepergian jauh. Hal ini tidak hanya menghemat waktu dan biaya bagi pasien, tetapi juga mengurangi beban rumah sakit di kota besar yang sering kali kelebihan beban pasien.

8) Potensi Pengembangan Industri Teknologi Medis Lokal

Implementasi robotic telesurgery juga membuka peluang bagi pengembangan industri teknologi medis lokal di Indonesia. Selain mengimpor perangkat robotik dari luar negeri, Indonesia memiliki potensi untuk mengembangkan teknologi ini secara mandiri melalui kerjasama dengan pihak-pihak terkait, seperti universitas dan perusahaan teknologi. Dengan pengembangan teknologi robotik lokal, Indonesia tidak hanya dapat mengurangi ketergantungan pada produk luar negeri, tetapi juga dapat menciptakan lapangan kerja baru dalam bidang riset dan pengembangan (R&D), serta produksi alat-alat medis.

Dengan segala tantangan yang ada, penerapan robotic telesurgery di Indonesia tetap menyimpan harapan besar untuk transformasi sektor kesehatan. Jika tantangan seperti infrastruktur, biaya, pelatihan SDM, dan regulasi dapat diatasi, teknologi ini dapat menjadi solusi jangka panjang untuk meningkatkan kualitas dan aksesibilitas layanan kesehatan di Indonesia. Pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat perlu bekerja sama untuk menciptakan ekosistem yang mendukung implementasi teknologi ini, sehingga dapat memberikan manfaat maksimal bagi seluruh lapisan masyarakat Indonesia, terutama dalam meningkatkan keselamatan pasien dan efisiensi sistem pelayanan kesehatan

## 6. KESIMPULAN

- a. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi robotic telesurgery memiliki potensi besar dalam meningkatkan mutu pelayanan kesehatan dan keselamatan pasien. Teknologi ini memungkinkan prosedur bedah dilakukan dengan presisi yang lebih tinggi, mengurangi risiko komplikasi, serta mempercepat proses pemulihan pasien. Selain itu, robotic telesurgery membuka akses bagi pasien di daerah terpencil untuk mendapatkan layanan medis berkualitas tinggi tanpa harus melakukan perjalanan jauh.



- b. Implementasi teknologi ini juga menghadapi sejumlah tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur teknologi, biaya yang tinggi, dan ketersediaan sumber daya manusia yang terlatih. Untuk mengoptimalkan manfaat robotic telesurgery, perlu adanya perbaikan dalam infrastruktur, pelatihan tenaga medis, serta pengembangan regulasi yang jelas dan terstandarisasi. Meskipun demikian, peluang yang ditawarkan oleh teknologi ini untuk memperbaiki aksesibilitas dan efisiensi pelayanan kesehatan sangat signifikan, dan dapat menjadi pilar utama dalam transformasi sistem pelayanan kesehatan di masa depan.
- c. Penerapan robotic telesurgery diharapkan dapat berperan dalam mencapai tujuan keselamatan pasien dan peningkatan mutu pelayanan kesehatan, dengan syarat adanya dukungan yang kuat dari pemerintah, fasilitas kesehatan, dan berbagai pihak terkait untuk mengatasi tantangan yang ada dan memaksimalkan manfaat teknologi ini dalam pelayanan kesehatan di Indonesia

## 7. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang Robotic Telesurgery sebagai Upaya Transformasi Sistem Pelayanan Kesehatan dalam Pencapaian Mutu Pelayanan dan Patient Safety, terdapat beberapa saran yang dapat disampaikan kepada pemangku kebijakan di Indonesia untuk mendukung implementasi teknologi ini secara efektif:

### a. Peningkatan Infrastruktur Teknologi

Pemerintah perlu memperkuat infrastruktur teknologi, khususnya di daerah-daerah terpencil dan perbatasan, dengan memastikan tersedianya jaringan internet yang cepat dan stabil. Ini penting untuk memastikan kelancaran pelaksanaan robotic telesurgery yang sangat bergantung pada konektivitas internet yang optimal. Penguatan infrastruktur ini juga dapat mencakup peningkatan fasilitas rumah sakit dan pusat kesehatan dengan teknologi medis terbaru.

### b. Subsidi dan Pendanaan untuk Rumah Sakit Daerah

Untuk mengatasi kendala biaya, pemerintah dapat memberikan subsidi atau insentif kepada rumah sakit di daerah-daerah tertentu agar mereka dapat mengadopsi teknologi robotic telesurgery. Pembiayaan ini dapat difokuskan pada pengadaan perangkat robotik, pelatihan tenaga medis, serta pemeliharaan peralatan. Ini akan memastikan bahwa teknologi canggih ini tidak hanya tersedia di kota besar, tetapi juga dapat dijangkau oleh masyarakat di daerah lebih luas.

### c. Pengembangan Program Pelatihan Tenaga Medis

Pemerintah perlu menggandeng universitas, lembaga pelatihan medis, dan rumah sakit besar untuk mengembangkan program pelatihan bagi dokter dan tenaga medis dalam penggunaan robotic telesurgery. Program ini harus mencakup pelatihan teknis, serta aspek manajerial dan etis dalam menjalankan prosedur bedah jarak jauh. Selain itu, perlu ada evaluasi berkala terhadap keterampilan dan kompetensi tenaga medis yang terlibat dalam telesurgery.

### d. Penyusunan Regulasi yang Jelas dan Terstandarisasi

Pemangku kebijakan di Indonesia perlu menyusun regulasi yang jelas mengenai penggunaan robotic telesurgery, yang mencakup standar operasional prosedur, tanggung jawab hukum, dan perlindungan data pasien. Dengan adanya regulasi yang kuat, implementasi teknologi ini akan berjalan lebih terstruktur dan aman, serta dapat mencegah potensi risiko hukum terkait kesalahan medis yang terjadi dalam prosedur bedah jarak jauh.

### e. Peningkatan Kerja Sama Internasional dan Riset

Pemerintah dapat mendorong kerja sama internasional dengan negara-negara yang sudah lebih maju dalam implementasi robotic telesurgery, serta mendukung riset

dan pengembangan teknologi medis lokal. Kolaborasi ini dapat membuka peluang bagi pengembangan teknologi yang lebih murah, sesuai dengan kebutuhan spesifik Indonesia, dan lebih mudah diakses oleh berbagai rumah sakit di seluruh negeri.

f. Sosialisasi dan Edukasi kepada Masyarakat

Pemangku kebijakan juga perlu melakukan sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat tentang manfaat dan keamanan dari robotic telesurgery. Peningkatan kesadaran publik akan meningkatkan tingkat penerimaan teknologi ini, serta memberikan dukungan lebih luas terhadap implementasinya. Edukasi ini juga dapat mencakup aspek keamanan data medis dan pentingnya pengawasan yang ketat terhadap penggunaan teknologi ini.

g. Evaluasi dan Monitoring Berkelanjutan

Pemantauan dan evaluasi terhadap implementasi robotic telesurgery perlu dilakukan secara berkala untuk memastikan bahwa teknologi ini benar-benar memberikan dampak positif terhadap mutu pelayanan dan keselamatan pasien. Pemerintah dapat membentuk tim khusus yang melakukan audit terhadap fasilitas kesehatan yang menggunakan teknologi ini, serta mengidentifikasi area yang masih perlu ditingkatkan. Dengan melaksanakan langkah-langkah di atas, diharapkan robotic telesurgery dapat diimplementasikan secara lebih efektif di Indonesia, sehingga dapat meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan, memperluas akses ke perawatan medis berkualitas, serta memastikan keselamatan pasien di seluruh wilayah Indonesia

## 8. DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, N., & Hussain, H. K. (2024). Integration of Artificial Intelligence and Smart Technology: AI-Driven Robotics in Surgery: Precision and Efficiency. *Journal of Artificial Intelligence General Science (JAIGS) ISSN:3006-4023*, 5(1), 381–390. <https://doi.org/10.60087/jaigs.v5i1.207>
- Aldousari, S., Almarzouq, A., Hassan, A., Shahin, A., Bubishate, S., & Bahbahani, B. (2025). The era of telesurgery: insights from ultra-long-distance Asia to Middle East human telesurgery robotic assisted radical prostatectomy. *Journal of Robotic Surgery*, 19(1). <https://doi.org/10.1007/s11701-025-02274-9>
- Alotaibi, F. M., & Alheggi, A. I. (2023). Exploring the future of surgical practices : Advances in minimally invasive techniques and the integration of robotic technology. *International Journal of Health Sciences*, 9(4), 3406–3421.
- Annigeri, S., Dammalli, V., & Rajeswari, P. (2024). Robotic Surgery in Healthcare Setting : Application , Current Advancements , and Future Perspectives of Robotic Surgery. *International Journal of Medical Surgical Nursing*, 7(1), 47–52.
- Aprianti, N. A., Yocki Yuanti, & Dewi Rostianingsih. (2023). Robotika Kesehatan: Tren Terkini dalam Layanan Medis dan Rehabilitasi. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 2(08), 697–713. <https://doi.org/10.58812/jmws.v2i08.591>
- Ashrafian, H., Clancy, O., Grover, V., & Darzi, A. (2017). The evolution of robotic surgery: Surgical and anaesthetic aspects. *British Journal of Anaesthesia*, 119, i72–i84. <https://doi.org/10.1093/bja/aex383>
- Avgousti, S., Christoforou, E. G., Panayides, A. S., Voskarides, S., Novales, C., Nouaille, L., Pattichis, C. S., & Vieyres, P. (2016). Medical telerobotic systems: Current status and future trends. *BioMedical Engineering Online*, 15(1), 1–44. <https://doi.org/10.1186/s12938-016-0217-7>
- Budiman, A. (2024). Konstruksi Ideal Pemanfaatan Hukum Kesehatan Dalam Pelayanan Kesehatan Di Rumah Sakit Berbasis Nilai Keadilan. *Jurnal Res Justitia: Jurnal Ilmu Hukum*, 4(1), 101–116.
- Chowdary, O. S. S. S., Naik, N., Patil, V., Adhikari, K., Hameed, B. Z., Rai, B. P., &

- Somani, B. K. (2023). 5G Technology is the Future of Healthcare: Opening up a new horizon for Digital Transformation in Healthcare landscape. *ES General*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.30919/esg1010>
- Gamazeliuc, G., Nechita, R. M., Ulerich, O., Bădiță-Voicu, L. L., & Cristoiu, C. (2024). Fusion of Ai and Robotics for Transforming Neurosurgery. *International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics*, 2024(18), 175–183. <https://doi.org/10.17683/ijomam/issue18.21>
- George, E. I., Brand, T. C., LaPorta, A., Marescaux, J., & Satava, R. M. (2018). Origins of Robotic Surgery: From Skepticism to Standard of Care. *JSLS: Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons*, 22(4). <https://doi.org/10.4293/JSLS.2018.00039>
- Haidegger, T., Speidel, S., Stoyanov, D., & Satava, R. M. (2022). Robot-Assisted Minimally Invasive Surgery - Surgical Robotics in the Data Age. *Proceedings of the IEEE*, 110(7), 835–846. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2022.3180350>
- Humas BKPK, H. M. B. K. P. K. (2022). *Teknologi Bedah Robotik di Indonesia*. Humas Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan. <https://www.badankebijakan.kemkes.go.id/teknologi-bedah-robotik-di-indonesia/>
- Kemenkes RI, K. K. R. I. (2022). *Kemenkes Bentuk Pusat Bedah Robotik Indonesia*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/umum/20220625/5140331/kemenkes-bentuk-pusat-bedah-robotik-indonesia/>
- Marcus, H. J., Ramirez, P. T., Khan, D. Z., Layard Horsfall, H., Hanrahan, J. G., Williams, S. C., Beard, D. J., Bhat, R., Catchpole, K., Cook, A., Hutchison, K., Martin, J., Melvin, T., Stoyanov, D., Rovers, M., Raison, N., Dasgupta, P., Noonan, D., Stocken, D., ... McCulloch, P. (2024). The IDEAL framework for surgical robotics: development, comparative evaluation and long-term monitoring. *Nature Medicine*, 30(January). <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02732-7>
- Moschovas, M. C., Rogers, T., Xu, W., Perera, R., Zhang, X., & Patel, V. (2024). First impressions of Telesurgery robotic-assisted radical prostatectomy using the Edge medical robotic platform. *International Braz j Urol: Official Journal of the Brazilian Society of Urology*, 50(6), 754–763. <https://doi.org/10.1590/S1677-5538.IBJU.2024.0458>
- Moschovas, M. C., Saikali, S., Dohler, M., Patel, E., Rogers, T., Gamal, A., Marquinez, J., & Patel, V. (2025). Advancing Telesurgery Connectivity Between North and South America: the first Remote Surgery Conducted Between Orlando and São Paulo in Animal Models. *International Braz j Urol: Official Journal of the Brazilian Society of Urology*, 51(1). <https://doi.org/10.1590/S1677-5538.IBJU.2024.0601>
- Patattan, A. A., & Pasalli, A. (2021). Hubungan Mutu Pelayanan Kesehatan Dengan Kepuasan Pasien Di Rumah Sakit Fatima Makale Di Era New Normal. *Jurnal Keperawatan Florence Nightingale*, 4(1), 14–19.
- Phonna, C. D., Sari, D. R., Nuryanti, A., & Karo, D. B. (2021). Persepsi Perawat Tentang Dampak Akreditasi Terhadap Mutu Pelayanan Kesehatan. *The Journal of Hospital Accreditation*, 3(2), 79–83.
- Purwanto, S. G., Jati, S. P., & Nugraheni, S. A. (2023). Pengaruh Akreditasi Rumah Sakit Terhadap Budaya Keselamatan Pasien Menggunakan Hospital Survey on Patient Safety Culture (Hsopsc): Systematic Review. *Jurnal Keperawatan*, 15(4), 1947–1960.
- Qureshi, H. N., Manalastas, M., Zaidi, S. M. A., Imran, A., & Al Kalaa, M. O. (2021). Service Level Agreements for 5G and Beyond: Overview, Challenges and Enablers

- of 5G-Healthcare Systems. *IEEE Access*, 9, 1044–1061.  
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3046927>
- Solehudin, S., & Sihura, S. S. G. (2023). Pengaruh Akreditasi Terhadap Peningkatan Mutu Pelayanan Rumah Sakit. *Jurnal Medika Husada*, 3(1), 25–36.  
<https://doi.org/10.59744/jumeha.v3i1.38>