

PENGUNAAN ROBOT DALAM PEMBEDAHAN DI INDONESIA TAHUN 2023

Sudarma¹⁾; Dinda Nabila²⁾; dan Taswanda Taryo³⁾:

^{1,2)}Mahasiswa Program Magister Manajemen Universitas Pamulang

³⁾Dosen Program Magister Manajemen Universitas Pamulang

Email : sudarmasudarma@yahoo.co.id 1) nabiladungcik@gmail.com 2)

3) dosen02234@unpam.ac.id

Abstract. Persaingan industri rumah sakit saat ini sangat ketat dimana masing-masing rumah sakit berlomba untuk memberikan layanan yang terbaik. Saat ini berkembang layanan tindakan pembedahan menggunakan robot di Indonesia yang dimulai pada tahun 2012. Dalam makalah ini dilakukan studi literatur dan kepustakaan untuk memberikan usulan pengembangan *robotic surgery* yang lebih luas. Kelebihan penggunaan *robotic surgery* diantaranya adalah tindakan operasi yang lebih presisi, meminimalisasi perdarahan, mempercepat penyembuhan, mempersingkat lama masa rawat, meminimalisasi rasa nyeri, mengurangi kelelahan dokter bedah dan tim bedah, sayatan lebih kecil serta menurunkan insiden infeksi di daerah luka operasi. Untuk memperluas jangkauan penggunaan *robotic surgery* diperlukan dukungan dari seluruh pemangku kepentingan layanan rumah sakit secara umum yang terdiri dari pemerintah, pemilik rumah sakit, pengelola dan karyawan rumah sakit, dokter bedah, pemasok robot bedah, institusi pendidikan kedokteran, lembaga pelatihan, pasien dan pelanggan rumah sakit serta masyarakat pada umumnya. Dukungan yang diperlukan dalam pengembangan *robotic surgery* adalah dukungan regulasi dan kebijakan pemerintah, kemudahan investasi, kebutuhan pendidikan, pelatihan dan penelitian, perlindungan hukum tenaga medis, perlindungan hukum pasien dan konsumen, pembiayaan pelayanan dan *transfer knowledge*.

Keywords: *Robotic Surgery*, Tindakan Bedah, Dukungan Pemerintah

PENDAHULUAN

Memasuki industri 5.0 dimana perkembangan teknologi dalam dunia kesehatan khususnya tindakan kedokteran telah membawa revolusi dalam berbagai aspek, termasuk dalam teknik pembedahan atau teknik operasi dalam proses penyembuhan penyakit. Di Indonesia, penggunaan robot dalam pembedahan masih relatif baru dan belum banyak dikenal luas, namun sudah mulai menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan kualitas layanan kesehatan. Teknologi pembedahan menggunakan robot, yang dikenal sebagai *robotic surgery*, menawarkan sejumlah keunggulan dibandingkan metode pembedahan tradisional, termasuk peningkatan

presisi, pengurangan trauma pada pasien, dan proses pemulihan kesembuhan yang lebih cepat, mengurangi risiko kesalahan manusia dimana kemampuan manusia dipengaruhi oleh pengetahuan, keterampilan dan pengalaman dalam melakukan pembedahan. Dengan teknologi robotik, ahli bedah dapat meminimalisasi getaran tangan dan melakukan gerakan yang lebih halus dan terkontrol terutama dalam operasi yang membutuhkan presisi tinggi, seperti operasi jantung, bedah saraf, dan bedah kanker. Selain itu, teknologi *robotic surgery* memungkinkan akses yang lebih baik ke area tubuh yang sulit dijangkau oleh teknik konvensional. (Heru Nurinto, 2023).

Mengutip dari web resmi RS Bunda Medik (<https://www.bunda.co.id>) dijelaskan bahwa pengenalan teknologi *robotic surgery* di Indonesia dimulai dengan penggunaan sistem robotik seperti *Da Vinci Surgical System* yang digunakan pada operasi prostatectomy dan diperkenalkan pertama kali pada tahun 2012 di RS Bunda Medik Jakarta Pusat. Sistem ini memungkinkan ahli bedah untuk melakukan operasi dengan kontrol yang lebih baik dan sayatan yang lebih kecil dimana ahli bedah menggerakkan robot menggunakan konsol yang akan menggerakkan robot untuk melakukan pembedahan. Kamera berdefinisi tinggi dan instrumen yang sangat fleksibel membantu ahli bedah dalam menjalankan prosedur dengan ketelitian yang tinggi. Di Indonesia sendiri penggunaan teknologi robotik dalam pembedahan masih terbatas pada beberapa rumah sakit yang memiliki sumber daya finansial dan infrastruktur yang memadai. Biaya yang tinggi untuk pengadaan dan pemeliharaan sistem robotik merupakan salah satu hambatan utama. Selain itu, pelatihan dan sertifikasi ahli bedah untuk mengoperasikan sistem ini memerlukan waktu dan biaya yang tidak sedikit. Namun, rumah sakit yang telah mengadopsi teknologi ini melaporkan peningkatan signifikan dalam kualitas pelayanan dan kepuasan pasien.

Tantangan dalam penerapan teknologi ini tidak hanya terbatas pada biaya pengadaan dan pemeliharaan alat, pendidikan dan pelatihan, riset dan *transfer knowledge*, sertifikasi perangkat dan pengguna (dokter bedah dan staf kamar bedah), sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat, namun diperlukan upaya kolaboratif diantara seluruh pemangku kepentingan yang terdiri dari pemerintah, sektor swasta/ lembaga keuangan/ perusahaan asuransi dan pembiayaan pasien, rumah sakit, dokter dan staf kamar bedah, institusi pendidikan dan penelitian serta masyarakat untuk meningkatkan akses dan pemerataan teknologi kesehatan di seluruh Indonesia. Dukungan pemerintah dalam bentuk regulasi dan kebijakan yang mendukung, sektor swasta dalam hal pembiayaan investasi dan pembiayaan pengobatan, rumah sakit dalam hal implementasi *robotic surgery*, dokter dan staf kamar bedah dalam hal peningkatan kompetensi dan sertifikasi, institusi Pendidikan dan penelitian dalam hal penyiapan tenaga dokter dan staf yang kompeten, serta Masyarakat dalam hal kesadaran tentang manfaat *robotic surgery*. Harapannya dengan penggunaan robot dalam pembedahan di Indonesia dapat meningkatkan kualitas hidup pasien secara signifikan melalui pemulihan yang lebih cepat dan komplikasi yang lebih sedikit sehingga pasien dapat kembali ke aktivitas normal mereka lebih cepat. Hal ini tidak hanya menguntungkan individu pasien, tetapi juga dapat mengurangi beban ekonomi pada sistem kesehatan nasional dengan mengurangi waktu rawat inap dan kebutuhan untuk perawatan lanjutan.

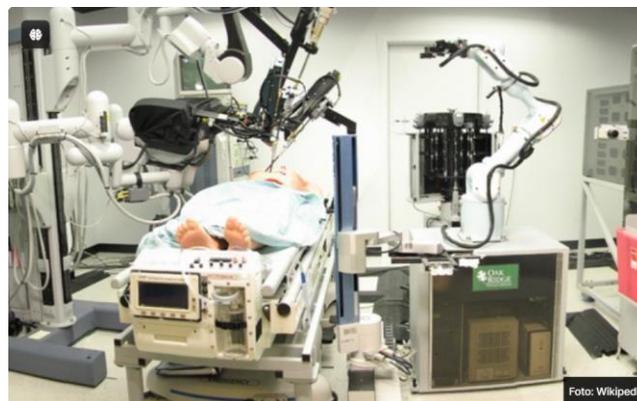
KAJIAN LITERATUR

Mengutip dari Jurnal *The History of Robotic Surgery and Its Evolution: When Illusion Becomes Reality* maka dapat disampaikan bahwa *robotic surgery* adalah salah satu pengembangan teknologi kedokteran dalam pelayanan kesehatan khususnya pasien yang menderita penyakit dan memerlukan tindakan pembedahan dimana pembedahan dilakukan menggunakan bantuan robot. Prosedur pembedahan menggunakan sistem komputer untuk mengontrol lengan robot dan ujung efektor selama tindakan operasi dan dapat juga menggunakan telemanipulator untuk inputnya. Penggunaan robot dalam tindakan operasi mulai berkembang sejak munculnya sistem

pembedahan da vinci yaitu sebuah sistem pembedahan menggunakan teknologi robot yang dibuat oleh Perusahaan dari Amerika Serikat yaitu *Intuitive Surgical Company*. Teknologi ini telah mendapat ijin dari Badan Pengawas Obat dan Makanan Amerika (FDA) pada tahun 2000 dimana saat itu robot dirancang untuk memfasilitasi tindakan bedah yang kompleks dan rumit dengan menggunakan tindakan minimal invasive serta dioperasikan dan dikontrol oleh dokter bedah menggunakan sebuah konsol. Pada saat itu tindakan bedah yang dilakukan adalah operasi pengangkatan kelenjar prostat/ *prostatectomy* yang selanjutnya ditingkatkan dalam berbagai prosedur pembedahan bidang kebidanan dan pembedahan katup jantung. Penggunaan nama da vinci menurut pembuatnya/ *Intuitive Surgical Company* dikarenakan kajian anatomi manusia yang dilakukan oleh Leonardo Da Vinci berujung pada rancangan robot pertama dalam sejarah.

Perkembangan sistem bedah terbuka berkembang setelah ditemukannya antisepsis, anestesi dan transfusi pada akhir abad 19 dan awal abad 20. Ketika praktek bedah endoscopy dalam bidang urologi khususnya reseksi tras uretral prostat dan bedah akses laparaskopi terutama dalam bidang kebidanan diperkenalkan. Perkembangan laparaskopi membuka jalan untuk adaptasi robotik dengan peningkatan lensa, sumber cahaya dan kemampuan untuk meningkatkan dan mempertahankan tekanan intra abdomen dengan pneumoperitoneum melalui insuflasi perut dengan karbondioksida. Pelaksanaan operasi robotik pertama kali dilakukan pada tahun 1985 menggunakan robot PUMA yang digunakan untuk tindakan biopsi melalui reseksi trans uretral *robotic handsfree*. Pada tahun 1990-an berkembang bedah laparaskopik yang banyak digunakan dalam kasus kandungan, diikuti kasus bedah umum serta kasus urologi. Langkah kunci dalam pengembangan bedah robotik dalam operasi laparaskopi adalah penemuan system endoskopi otomatis *computer motion* untuk pemosisian optimal (AESOP). (A. Race, 2021).

Perkembangan dunia pembedahan (*minimal invasive*) telah bertumbuh pesat seiring dengan meningkatnya kemajuan teknologi secara umum. Sistem komputerisasi dan teknologi medis yang canggih telah membantu para dokter untuk memberikan pengobatan yang semaksimal mungkin kepada pasiennya. Pembedahan konvensional memberikan hasil dengan luka operasi yang besar, risiko operasi yang tinggi, dan masa pemulihan yang lama. Selain itu, proses pembedahan yang rumit terkadang tidak dapat berjalan secara sempurna karena keterbatasan dan sudut gerak alat yang umumnya hanya mempunyai gerakan 2 arah. Keterbatasan ini yang menyebabkan pembedahan menjadi kurang optimal dan manipulasi gerak akan meningkatkan rasa nyeri dan tingkat perdarahan yang lebih tinggi. Untuk menangani masalah ini, teknologi robotik untuk pembedahan pun mulai dikembangkan sebagai perpanjangan tangan dokter dalam operasi. (Olatunji Mumini, 2021).



Gambar 1

Teknologi Robot Bedah

Sumber <https://ameera.republika.co.id/berita/pj50s0366/berapa-biaya-bedah-robotik-di-indonesia> diakses 11/06-2024

Tujuan utama dari instrumen hebat tersebut adalah untuk mengurangi atau menghilangkan trauma jaringan dari operasi terbuka. Ahli bedah dapat menguasai keterampilan hanya dengan melakukan pelatihan di pusat-pusat pelatihan *robotic surgery* baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Ada beberapa keuntungan dari penggunaan *robotic surgery* diantaranya adalah tindakan operasi yang lebih presisi, meminimalisasi perdarahan, mempercepat penyembuhan, mempersingkat lama masa rawat, meminimalisasi rasa nyeri, mengurangi kelelahan dokter bedah dan tim bedah, sayatan lebih kecil serta menurunkan insiden infeksi di daerah luka operasi. Walaupun memiliki beberapa keuntungan, namun ada beberapa hambatan yang dihadapi dalam implementasi *robotic surgery* diantaranya adalah investasi yang cukup tinggi, biaya operasi yang cukup mahal, perlu pendidikan dan latihan dalam pengoperasian robot, regulasi yang mendukung, serta cakupan penggunaan yang masih terbatas. Dengan implementasi *robotic surgery* diharapkan dapat meningkatkan pelayanan terhadap Masyarakat sehingga harapan ketahanan kesehatan nasional dapat diraih dan Indonesia Emas tahun 2045 dapat terwujud. (Heru Nurinto, 2023).

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan kajian literatur kepustakaan berupa penelusuran buku maupun jurnal untuk melihat bagaimana perkembangan *robotic surgery*, bagaimana implementasinya dan harapan dimasa yang akan datang serta dukungan yang dibutuhkan agar penggunaan *robotic surgery* dapat berdaya guna dan berhasil guna. Paparan tersebut akan disampaikan dalam diskusi dan pembahasan dimana masing-masing pemangku kepentingan dalam pelayanan kesehatan memiliki peran yang saling terkait agar implementasi penggunaan *robotic* dapat berkembang dan menjadi salah satu solusi dalam pelayanan kesehatan di Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan studi literatur dan kepustakaan maka dapat disampaikan usulan untuk bahan diskusi dalam penggunaan *robotic surgery* berupa dukungan dari para pemangku kepentingan yang terdiri dari Pemerintah (Kementerian Kesehatan), Pemilik dan Pengelola Rumah Sakit, Pekerja Rumah Sakit, Pemasok Farmasi, Alat Medis dan Alat Kesehatan, Perusahaan Asuransi, Pasien dan Masyarakat.

1. Regulasi dan Kebijakan Pemerintah

Dalam upaya mendukung perkembangan teknologi medis, dibutuhkan dukungan pemerintah untuk menetapkan regulasi dan kebijakan yang mengakomodasi inovasi di bidang *robotic surgery*. Penggunaan robot dalam prosedur bedah tidak hanya meningkatkan akurasi dan efisiensi, tetapi juga memberikan keuntungan signifikan dalam hal keselamatan pasien. Oleh karena itu, regulasi yang adaptif dan proaktif sangat diperlukan untuk memastikan bahwa teknologi ini dapat diadopsi secara luas dan aman di seluruh fasilitas kesehatan. Regulasi yang komprehensif berupa peraturan pemerintah/ peraturan kementerian kesehatan yang mencakup ruang lingkup pelayanan *robotic surgery*, tugas dan tanggung jawab pemerintah, tugas dan tanggung jawab fasilitas kesehatan, tugas dan tanggung jawab institusi pendidikan kedokteran dan laboratorium pengembangan *robotic surgery*, perijinan *robotic surgery*, sertifikasi perangkat dan sertifikasi bagi tenaga medis pengguna, perlindungan hukum tenaga medis dan pasien, termasuk pembiayaan pengobatan. Kementerian Kesehatan wajib mempersiapkan aturan baku yang harus dipenuhi oleh rumah sakit bila akan menyelenggarakan layanan *robotic surgery* sehingga dapat dipastikan bahwa setiap prosedur bedah yang melibatkan robot dilakukan dengan cara yang aman dan efektif. Sertifikasi perangkat akan menjamin bahwa teknologi yang digunakan telah melalui uji

kelayakan dan keamanan yang memadai dan mengurangi risiko kegagalan teknologi yang dapat membahayakan pasien.

Pemerintah juga harus fokus pada peningkatan kapasitas sumber daya manusia dengan menyediakan regulasi dan standarisasi program pelatihan khusus untuk dokter dan tenaga medis lainnya. Regulasi dan standarisasi program pelatihan ini harus dirancang untuk memberikan keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan dalam mengoperasikan teknologi *robotic surgery* secara komprehensif dan terstandar, sehingga dapat memaksimalkan manfaat teknologi ini dalam praktik klinis sehari-hari. Dengan demikian, profesional tenaga medis dapat melakukan prosedur dengan percaya diri dan meningkatkan hasil perawatan pasien. Selain itu, regulasi yang dibuat harus mencakup aspek etika dan privasi, yaitu memastikan bahwa prosedur bedah sesuai dengan etika dan semua data yang dihasilkan/ digunakan dalam prosedur *robotic surgery* dilindungi sesuai dengan undang-undang yang berlaku. Dengan demikian, kepercayaan masyarakat terhadap teknologi ini dapat terjaga, serta mendorong adopsi yang lebih luas dan berkelanjutan di seluruh sistem kesehatan nasional.

2. Investasi

Sebagai bagian dari upaya mempercepat transformasi di bidang kesehatan diharapkan dukungan pemerintah untuk memfasilitasi kemudahan investasi dalam teknologi *robotic surgery* melalui kebijakan yang mengurangi hambatan birokrasi dan memberikan insentif fiskal bagi para investor. Prosedur perizinan yang dipermudah dan dipercepat akan menarik lebih banyak investor untuk menanamkan modalnya dalam pengembangan dan pengadaan teknologi *robotic surgery*. Selain itu, insentif pajak dan keringanan biaya impor perangkat medis canggih ini akan membantu menurunkan biaya investasi, sehingga lebih banyak rumah sakit yang dapat mengadopsi teknologi tersebut.

Selain itu, diharapkan pemerintah dapat menyediakan akses pendanaan bagi rumah sakit dan perusahaan lokal yang bergerak di bidang teknologi medis. Pendanaan investasi yang dilakukan rumah sakit dapat bekerja sama dengan perbankan melalui pendanaan atau dengan pihak swasta melalui kerjasama operasi (KSO). Selain pendanaan investasi juga perlu dipikirkan program pendanaan yang difokuskan pada penelitian dan pengembangan *robotic surgery* yang akan memacu inovasi domestik dan menghasilkan solusi yang sesuai dengan kebutuhan spesifik masyarakat Indonesia. Dengan adanya dukungan finansial dan kebijakan yang mendukung, kami yakin bahwa Indonesia dapat menjadi salah satu negara terdepan dalam penerapan teknologi *robotic surgery*, memberikan manfaat kesehatan yang luar biasa bagi seluruh rakyat.

3. Kebutuhan Pendidikan, Pelatihan dan Penelitian

Dalam rangka mendukung perkembangan teknologi *robotic surgery* di Indonesia, diperlukan pendidikan, pelatihan dan penelitian yang memadai di fakultas kedokteran dan rumah sakit dimana membutuhkan tenaga medis yang terampil dan kompeten untuk mengoperasikannya dengan baik melalui komitmen pemerintah untuk memasukkan materi *robotic surgery* ke dalam kurikulum pendidikan kedokteran, serta menyediakan program pelatihan lanjutan bagi para profesional medis. Pemerintah dapat bekerja sama dengan universitas dan institusi pendidikan kedokteran untuk memastikan bahwa calon dokter mendapatkan pemahaman yang komprehensif mengenai *robotic surgery* sejak dini. Dengan memasukkan modul khusus tentang teknologi ini dalam kurikulum, mahasiswa kedokteran akan lebih siap menghadapi tantangan di masa depan dan mampu memanfaatkan *robotic surgery* untuk meningkatkan kualitas perawatan pasien. Selain itu, fasilitas laboratorium yang dilengkapi dengan simulasi *robotic surgery* akan memberikan pengalaman praktis yang sangat berharga bagi para mahasiswa kedokteran.

Selain pendidikan di tingkat universitas, pemerintah juga harus mendorong rumah sakit untuk menyelenggarakan program pelatihan berkelanjutan bagi tenaga medis yang mencakup teknik operasional, pemeliharaan perangkat, serta manajemen risiko dalam penggunaan *robotic surgery*. Dengan pelatihan yang intensif dan berkelanjutan, dokter dan tenaga medis lainnya akan lebih percaya diri dan mahir dalam mengoperasikan teknologi ini, yang pada akhirnya akan meningkatkan keselamatan dan efektivitas prosedur bedah. Pemerintah dan rumah sakit juga harus menyediakan dukungan finansial dan sumber daya untuk program *fellowship* dan sertifikasi khusus dalam *robotic surgery* sehingga Indonesia dapat memiliki tenaga medis yang unggul dan siap bersaing di tingkat global dalam bidang *robotic surgery*. Selain itu untuk mendukung pengembangan dan implementasi *robotic surgery* diperlukan penelitian komprehensif dan terintegrasi yang melibatkan institusi pendidikan, institusi rumah sakit, perhimpunan/ kolegium kedokteran, penyedia robotik, masyarakat umum dan lembaga pembiayaan untuk menilai proses dan hasil dari *robotic surgery* yang dapat digunakan untuk perbaikan kedepannya.

4. Perlindungan Hukum Tenaga Medis

Pemerintah memahami bahwa adopsi teknologi *robotic surgery* membawa tantangan baru terkait perlindungan hukum bagi tenaga kesehatan. Dalam mendukung implementasi *robotic surgery*, pemerintah harus memiliki komitmen untuk memperbarui dan memperkuat kerangka hukum yang memberikan perlindungan dan kepastian bagi tenaga kesehatan. Regulasi yang komprehensif dan jelas harus disusun untuk mengatur tanggung jawab dan hak tenaga medis dalam menjalankan prosedur bedah dengan bantuan robot yang meliputi standar operasional yang ketat, protokol keselamatan, prosedur mitigasi risiko, mekanisme hukum yang adil dan transparan untuk menangani kasus-kasus yang mungkin timbul akibat penggunaan teknologi *robotic surgery*, pembentukan badan pengawas independen yang bertugas mengawasi praktik penggunaan *robotic surgery* dan memberikan pendampingan hukum bagi tenaga medis yang terlibat dalam sengketa hukum atau melalui perkumpulan yang sudah tersedia (misalnya Ikatan Dokter Indonesia, Mahkamah Kehormatan Disiplin Kedokteran Indonesia, Kolegium Dokter Indonesia sehingga dokter dan tenaga medis lainnya akan memiliki panduan yang jelas dan dapat bekerja dengan rasa aman, mengetahui bahwa mereka dilindungi oleh hukum dalam menjalankan tugas mereka.

Pemerintah dan rumah sakit juga harus memberikan dukungan berupa asuransi dan program perlindungan bagi tenaga kesehatan yang menggunakan *robotic surgery*. Asuransi ini akan mencakup perlindungan terhadap klaim malpraktik dan kerugian finansial yang mungkin timbul akibat kesalahan teknis atau kegagalan sistem. Dengan adanya perlindungan asuransi, tenaga medis dapat bekerja dengan lebih tenang dan fokus pada pemberian perawatan terbaik bagi pasien, tanpa harus khawatir terhadap risiko hukum yang mungkin mereka hadapi. Dukungan ini mencerminkan komitmen pemerintah dalam menciptakan lingkungan kerja yang aman dan kondusif bagi para tenaga kesehatan, sekaligus mendorong inovasi teknologi dalam bidang medis.

5. Perlindungan Hukum Pasien dan Konsumen

Pemerintah harus memberikan perlindungan hukum yang kuat bagi pasien dalam adopsi teknologi *robotic surgery*. Dengan semakin luasnya penggunaan teknologi ini, pasien harus merasa aman dan yakin bahwa hak-hak mereka dijamin selama dan setelah menjalani prosedur bedah yang dibantu oleh robot. Pemerintah wajib menetapkan standar operasional yang ketat untuk semua fasilitas kesehatan yang menggunakan teknologi *robotic surgery*. Standar ini mencakup kriteria kelayakan perangkat, kompetensi tenaga medis, serta prosedur keselamatan yang harus diikuti. Dengan standar yang jelas dan terukur, risiko malpraktik dan kesalahan prosedural dapat diminimalisir, sehingga pasien mendapatkan perawatan yang aman dan efektif.

Selain itu, pemerintah harus memperkuat sistem pelaporan dan penanganan keluhan pasien terkait penggunaan *robotic surgery*. Mekanisme pelaporan yang mudah diakses dan transparan akan memungkinkan pasien untuk menyampaikan keluhan atau kekhawatiran mereka dengan cepat. Pemerintah juga harus memastikan bahwa semua informasi mengenai risiko dan manfaat dari *robotic surgery* disampaikan secara jelas dan transparan kepada pasien sebelum prosedur dilakukan. Dokter wajib memberikan penjelasan yang mendetail dan memastikan bahwa pasien telah memberikan persetujuan yang diinformasikan (*informed consent*). Dengan demikian, pasien dapat membuat keputusan yang tepat dan terinformasi tentang perawatan mereka.

Terakhir, pemerintah wajib menyediakan program kompensasi bagi pasien yang mengalami kerugian akibat kesalahan atau kegagalan teknologi *robotic surgery* yang bertujuan untuk memberikan perlindungan finansial kepada pasien dan keluarga mereka, sehingga mereka tidak harus menanggung beban ekonomi tambahan akibat perawatan medis yang tidak berhasil. Dengan adanya program kompensasi ini, kepercayaan masyarakat terhadap teknologi *robotic surgery* dapat ditingkatkan, dan adopsi teknologi ini dapat dilakukan dengan lebih luas dan aman di seluruh sistem kesehatan nasional.

6. Pembiayaan Pelayanan

Biaya tinggi sering menjadi hambatan bagi pasien untuk mengakses teknologi medis canggih, termasuk *robotic surgery*. Oleh karena itu, dukungan pemerintah untuk memastikan pembiayaan yang terjangkau bagi pasien adalah langkah penting dalam memperluas adopsi teknologi ini. Pemerintah harus memiliki komitmen untuk mengembangkan skema pembiayaan yang inovatif dan inklusif agar *robotic surgery* dapat diakses oleh lebih banyak masyarakat, tanpa membebani keuangan mereka secara berlebihan, misalnya dengan memasukkan *robotic surgery* dalam cakupan program asuransi kesehatan nasional, seperti BPJS Kesehatan sehingga pasien tidak perlu mengeluarkan biaya yang besar dari kantong pribadi. Hal ini akan sangat membantu terutama bagi pasien dari golongan ekonomi menengah ke bawah yang membutuhkan prosedur medis dengan teknologi canggih ini.

Selain itu, pemerintah dapat mendorong kerjasama dengan sektor swasta (bank dan Lembaga keuangan) untuk menyediakan opsi pembiayaan alternatif/ menciptakan skema pembiayaan yang lebih fleksibel dan terjangkau bagi masyarakat., seperti program cicilan tanpa bunga atau subsidi khusus untuk pasien yang membutuhkan. Subsidi dan bantuan keuangan dari pemerintah juga diarahkan kepada rumah sakit dan klinik yang mengadopsi teknologi ini, sehingga biaya operasional mereka dapat ditekan dan harga layanan kepada pasien dapat dikurangi. Melalui berbagai inisiatif pembiayaan dan dukungan kebijakan, pemerintah berupaya untuk membuat *robotic surgery* menjadi lebih terjangkau dan dapat diakses oleh seluruh lapisan masyarakat. Dengan demikian, setiap pasien yang memerlukan perawatan dengan teknologi mutakhir ini dapat memperoleh manfaat tanpa khawatir akan biaya yang membebani. Dukungan ini mencerminkan komitmen pemerintah dalam meningkatkan kualitas layanan kesehatan dan memastikan bahwa kemajuan teknologi medis dapat dinikmati oleh seluruh rakyat Indonesia.

7. Transfer Knowledge

Untuk memastikan bahwa teknologi *robotic surgery* dapat diadopsi dan dimanfaatkan secara optimal, pemerintah harus memiliki komitmen untuk membangun ekosistem yang mendukung transfer pengetahuan dari negara-negara maju dan institusi medis terkemuka kepada tenaga medis dan profesional kesehatan di Indonesia. Langkah ini akan memperkuat kapasitas lokal dan mendorong inovasi dalam layanan kesehatan misalnya menjalin kemitraan strategis dengan universitas, rumah sakit, dan perusahaan teknologi medis internasional. Melalui kolaborasi ini, program pelatihan, workshop, dan seminar yang berfokus pada teknologi *robotic surgery* dapat

diadakan secara rutin. Pemerintah juga harus mendukung pengiriman tenaga medis Indonesia ke luar negeri untuk mengikuti program *fellowship* dan residensi di institusi yang sudah berpengalaman dalam penggunaan *robotic surgery*. Dengan demikian, dokter dan tenaga medis kita dapat belajar langsung dari para ahli dan membawa pulang pengetahuan serta keterampilan yang dibutuhkan sebagai bagian dari *transfer knowledge*. Selain itu, pemerintah harus memastikan bahwa pusat pelatihan *robotic surgery* tersebar merata di seluruh Indonesia yang dilengkapi dengan fasilitas simulasi *robotic surgery* dan didukung oleh tenaga pengajar yang kompeten sehingga tenaga medis dapat mengakses pelatihan berkualitas tanpa harus pergi ke luar negeri.

Untuk memperkuat *transfer knowledge*, pemerintah juga wajib mendukung penelitian dan pengembangan (R&D) dalam bidang *robotic surgery* melalui pemberian hibah dan insentif bagi institusi penelitian dan universitas. Program ini bertujuan untuk mendorong inovasi lokal dan menghasilkan solusi teknologi yang sesuai dengan kebutuhan spesifik masyarakat Indonesia. Dengan adanya dukungan pemerintah dalam bidang R&D, diharapkan akan tercipta sinergi antara peneliti, praktisi medis, dan industri teknologi medis dalam negeri, yang pada akhirnya akan meningkatkan kualitas layanan kesehatan dan memperkuat daya saing Indonesia di kancah internasional.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas maka untuk implementasi penggunaan *robotic surgery* diperlukan komitmen seluruh pemangku kepentingan dalam layanan kesehatan yang terdiri dari pemerintah, pemilik rumah sakit, pengelola dan karyawan rumah sakit, dokter operator, institusi pendidikan kedokteran, lembaga penelitian dan lembaga pelatihan, lembaga keuangan/pembiayaan, pelanggan rumah sakit dan masyarakat umum.

Adapun dukungan yang diperlukan untuk implementasi penggunaan *robotic surgery* secara luas diantaranya adalah dukungan regulasi dan kebijakan pemerintah berupa peraturan/ undang-undang penggunaan *robotic surgery* termasuk di dalamnya etika dan standarisasi layanan, standarisasi perangkat, kebutuhan pendidikan dan pelatihan serta penelitian, perlindungan hukum tenaga medis dan pasien, pembiayaan pelayanan dan insentif investasi, serta *transfer knowledge* dan edukasi bagi masyarakat. Harapannya dengan semakin baik dan luasnya pelayanan *robotic surgery*, maka kualitas hidup masyarakat yang membutuhkan pembedahan semakin meningkat, dan kualitas SDM Indonesia menuju Indonesia Emas 2045 bisa tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Race, S. Horgan. (2021). *Overview of Current Robotic Technology*. Published in Innovative Endoscopic and Engineering, Medicine Innovative Endoscopic and Surgical Technology in the GI Tract. DOI:10.1007/978-3-030-78217-7_1
- Andre Liuz Gioia Morrell, Alexander Charles Morrell Junior, Allan Gioia Morrell, Jose Mauricio Freitas Mendez, Francisco Tustumi, Luiz Gustavo de Oliveira e Silva, Alexander Morrell. *The history of robotic surgery and its evolution: when illusion becomes reality*. DOI: 10.1590/0100-6991e-20202798.
- Attila Szijártó, A. Fülöp. (2023). *Philosophy and technque in everyday practice of robotic surgery*. Published in Magyar Sebészeti (Hungarian Journal of Surgery) 29 December 2023 MedicineMagyar sebeszet. DOI:10.1556/1046.2023.40003.
- Evalyn I. George, T. Brand, A. LaPorta, J. Marescaux, R. Satava. (2018). *Origins of Robotic Surgery: From Skepticism to Standard of Care*. Published in JSLS : Journal of the Society 1 October 2018 Medicine, Engineering. JSLS: Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons. DOI:10.4293/JSLS.2018.00039
- G. Moustris, C. Tzafestas, K. Konstantinidis. (2023). *A long distance telesurgical demonstration on robotic surgery phantoms over 5G*. ublished in International Journal of Computer Asisted

- Radiology and Surgery 24 April 2023 Engineering, Medicine. DOI:10.1007/s11548-023-02913-2.
- H. Ganapathi, G. Ogaya-Pinies, T. Rogers, V. Patel. (2017). *Surgical Robotics: Past, Present and Future*. Published 2017 Engineering, Medicine. DOI:10.1007/978-3-319-33231-4_1.
- Heru Nurinto, Masfuri, Tuti Herawati. (2023). Penggunaan Robotic Surgery pada Operasi Prostatectomy : Literature Riview. Jurnal Keperawatan dan Kesehatan. Vol 14 No. 1. DOI: <https://doi.org/10.54630/jk2.v14i1.247>
- Kyle H. Sheetz, MD, MSc; Jake Claflin, BS; Justin B. Dimick, MD, MPH. (2020). *Trends in the Adoption of Robotic Surgery for Common Surgical Procedures*. JAMA Network Open. 2020;3(1):e1918911. doi:10.1001/jamanetworkopen.2019.18911.
- Olatunji Mumini OMISORE, Member IEEE and Lei WANG, Senior Member IEEE. (2021) *Kinematics Constraint Modeling for Flexible Robots based on Deep Learning*. 43rd Annual Internasional Conference of The IEEE Engineering in Medicine & Biology Society. Oct 31-Nov 04, 2021. Virtual Conference.
- Tudor Jianu, Baoru Huang, Min Nhat Vu, Mohamed E.M.K, Abdelaziz, Sebastiano Fichera, Chun-Yi Lee, Pierre Berthet-Rayne, Ferdinando Rodriguez y Baena, Ahn Nguyen. (2023). *Cathsim: Open-source Simulator for Endovaskular Intervention*. Cornell University. arXiv:2208.01455
- Yuanze She, Santosh Kumar Singh, Liang Zing Yang. (2021). *Classical Control Strategies Used in Recent Surgical Robots*. 5th Internasional Conference Robotic and Machine Vision (ICRMC). Jurnal of Physics: Conference Series.