

Utilization of virtual reality and augmented reality in the oral and maxillofacial surgery

Pemanfaatan *virtual reality* dan *augmented reality* dalam bedah mulut dan maksilofasial

¹Carolina Stevanie, ²Muhammad Ruslin

¹Residen Bedah Mulut dan Maksilofasial

²Departemen Bedah Mulut dan Maksilofasial

Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hasanuddin

Makassar, Indonesia

Corresponding author: Carolina Stevanie, e-mail: cstevanie95@gmail.com

ABSTRACT

Virtual reality (VR) and augmented reality (AR) are artificial intelligence used for presenting a virtual environment according to reality in real-time. The ability of this technology to adapt human movement, allow it to be used in the medical world as an aid in planning, training and guidance. Although it is known that there is a lot utilization of this technology, its implementation in the field of dentistry, especially oral and maxillofacial surgery is still unknown. Therefore, the purpose of this paper is to provide knowledge about current VR-AR technology, as well as provide information on its utilization in the field of dentistry, particularly in the field of oral and maxillofacial surgery. The use of VR-AR in the medical field is felt in the fields of oral and maxillofacial surgery. It is concluded that the presence of VR-AR technology requires financial readiness in procuring its components. But it is commensurate with the benefits that can be received from this technology, namely can be used for training, as well as navigation during surgery so that time efficiency and minimal invasion during surgery can be achieved.

Keywords: virtual reality, augmented reality, dentistry, oral and maxillofacial surgery

ABSTRAK

Virtual reality (VR) dan augmented reality (AR) merupakan sebuah kecerdasan buatan yang mampu menghadirkan kenyataan virtual sesuai realita secara *realtime*. Kemampuan teknologi ini dalam beradaptasi dengan pergerakan manusia menyebabkannya dimanfaatkan di dunia medis sebagai alat bantu dalam perencanaan, pelatihan serta panduan. Meskipun diketahui banyak yang dapat dimanfaatkan dari teknologi ini, namun implementasinya di bidang kedokteran gigi, khususnya bedah mulut dan maksilofasial belum diketahui. Karya tulis ditujukan untuk memberikan pengetahuan mengenai teknologi VR-AR saat ini, serta memberikan informasi pemanfaatannya di bidang bedah mulut dan maksilofasial. Pemanfaatan VR-AR juga telah dirasakan di bidang bedah mulut dan maksilofasial. Kehadiran teknologi VR-AR memerlukan kesiapan finansial dalam pengadaan komponennya. Namun hal tersebut sepadan dengan manfaat yang dapat diterima dari teknologi ini yaitu dapat menjadi sarana latihan, serta navigasi saat bedah sehingga efisiensi waktu dan invasi minimal dapat tercapai.

Keywords: virtual reality, augmented reality, kedokteran gigi, bedah mulut dan maksilofasial

Received: 20 April 2022

Accepted: 2 December 2022

Published: 1 August 2023

PENDAHULUAN

Virtual reality (VR) adalah kecerdasan buatan yang mampu mensimulasi lingkungan atau situasi kehidupan nyata, yang memungkinkan pengguna merasakan realita secara langsung, terutama dengan stimulasi penglihatan dan *real-time*. Dua fitur utama VR adalah imersi dan interaksi. Imersi menunjukkan kehadiran pengguna dalam pengaturan virtual dan interaksi mengacu pada kinerja operator dalam memanipulasi objek.¹⁻³ *Augmented reality* (AR) adalah teknologi yang melengkapi skenario virtual yang dihasilkan komputer untuk menciptakan persepsi sensorik melalui kemampuan untuk berinteraksi. Kedua teknologi ini dikembangkan menjadi aplikasi dan digunakan pada perangkat seluler atau komputer untuk memadukan komponen digital ke dalam dunia nyata sedemikian rupa sehingga saling mendukung satu sama lain, tetapi juga dapat dengan mudah digunakan.^{1,2}

Meskipun aplikasi simulasi virtual diketahui memiliki banyak keunggulan, namun tingkat pemanfaatan dan implementasi teknologi VR-AR dalam kedokteran gigi bedah mulut dan maksilofasial masih belum diketahui.¹⁻³ Oleh karena itu, artikel ini membahas teknologi VR-

AR saat ini, serta pemanfaatannya di bidang kedokteran gigi, khususnya bidang bedah mulut dan maksilofasial.

TINJAUAN PUSTAKA

Pemanfaatan dalam bidang konservasi

Dalam bidang konservasi, AR-VR mampu memfasilitasi mahasiswa untuk berlatih, terutama dalam melakukan preparasi gigi. Sebelumnya, para mahasiswa berlatih pada gigi yang telah diekstraksi, atau pada fantom sebelum bekerja pada pasien. Teknologi VR-AR memberikan transisi klinis yang tampak nyata sehingga mahasiswa ataupun praktisi memiliki pengalaman lebih baik seperti halnya bekerja pada pasien.^{1,2,4}

Penelitian oleh Llena et al, disimpulkan bahwa secara keterampilan klinis antara mahasiswa yang dilatih menggunakan simulator berbasis VR-AR dengan mahasiswa yang tidak dilatih terdapat perbedaan yang signifikan. Suenukarn et al mendukung pernyataan tersebut dan menyimpulkan bahwa VR-AR mampu menjadi instrumen belajar yang efektif karena cara ini lebih cepat dan konsisten dibanding cara belajar konvensional ser-

ta melatih kemampuan *bimanual skill*.^{1,3,6}

Secara umum disimpulkan bahwa VR-AR dianggap relevan secara klinis dan memberikan *feedback* kualitatif serta dapat membantu operator dalam meningkatkan keterampilan pada tindakan yang sulit.^{2,4}

Pemanfaatan pada bidang prostodonsia

Pada bidang prostodonti, VR-AR berperan dalam mendukung kesuksesan perawatan, salah satunya prosedur preparasi mahkota. Preparasi mahkota harus bersifat *minimum removal* sehingga mahkota tiruan nantinya memiliki tingkat retensi dan resistensi yang lebih tinggi. Preparasi pada rahang atas umumnya lebih sulit dibandingkan pada rahang bawah, sehingga lebih baik operator berlatih terlebih dahulu sebelum melakukan prosedur preparasi pada pasien. Salah satu *software* VR-AR adalah Preppr. Dalam penelitiannya disimpulkan bahwa operator yang berlatih menggunakan VR-AR memiliki performa yang lebih baik.^{1,5,6}

Pemanfaatan pada bidang pendidikan anatom

Mempelajari anatomi sangat penting bagi seorang dokter gigi, terutama di bidang bedah mulut dan maksilofasial. Metode pembelajaran anatomia saat ini dikombinasikan dengan teknologi VR-AR sehingga mahasiswa maupun praktisi dapat belajar dan memahami anatomia secara 3D. Quian et al, mengembangkan skenario virtual *cavernous sinus* dan mengimplementasikannya ke dalam sistem VR. Prosedur pengamatan berbasis VR akurat, nyaman, non-invasif, serta menghemat waktu dan specimen.^{2,6,7}

Terapi pasien berbasis VR-AR

Sebagian besar pustaka tentang aplikasi medis dari VR/AR berfokus pada pengalaman pasien, dan penggunaanya untuk meningkatkan perawatan yang lebih baik.

Secara umum, VR-AR digunakan untuk beberapa terapi, misalnya 1) manajemen nyeri untuk pengalihan dari rasa sakit, terutama pada anak, 2) mengatasi *eating disorder*, dan 3) rehabilitasi gangguan kognitif dan motorik.^{4,8}

Karena VR-AR mampu mensimulasikan realitas, maka teknologi ini dapat meningkatkan akses ke terapi psikologis sehingga pasien dapat berulang kali mengalami situasi yang menjadi pemicu dan diajarkan, melalui perawatan psikologis berbasis bukti bagaimana mengatasi kesulitan yang dihadapi.^{4,8}

Salah satu pemanfaatannya adalah sebagai terapi alternatif untuk mengatasi kecemasan atau ketakutan terhadap perawatan gigi. Melalui teknologi *virtual reality exposure therapy* (VRET) pasien dihadapkan dengan sumber ketakutannya berulang kali sehingga terjadi pembiasaan dan perlahan ketakutan pasien berkurang. Da-

lam penelitiannya, disimpulkan bahwa terapi ini efektif dalam mengobati pasien dengan *dental phobia*.^{1,7}

Perlakuan *paparan realitas virtual* juga diterapkan pada penelitian terhadap 156 veteran Irak/Afghanistan yang mengalami *posttraumatic stress disorder*. Selain itu teknologi ini juga digunakan pengobatan pilihan untuk fobia laba-laba, terapi perilaku dialektik pada pasien gangguan kepribadian dan gangguan kecemasan.^{4,7,8}

PEMBAHASAN

Pemanfaatan VR-AR dalam bidang bedah mulut dan maksilofasial

Kemajuan di bidang teknologi, turut meningkatkan kemajuan di bidang kesehatan, terutama di bidang kedokteran gigi bedah mulut dan maksilofasial; teknologi VR-AR dapat digunakan sebagai media visualisasi, media perencanaan bedah, hingga sebagai navigasi bedah.^{3,5,7}

Banyak penelitian mendukung kegunaan VR di kedokteran berada di bidang pelatihan medis. Dalam suatu penelitian, 12 dokter ahli jantung secara acak dibagi menjadi dua kelompok; kelompok menjalani pelatihan untuk mempelajari prosedur arteri karotis memakai simulator VR dan menjalani pelatihan berbasis pasien (konvensional). Kedua kelompok memiliki ketrampilan yang cukup dalam manipulasi kateter intravaskular, meskipun tidak satu pun dari 12 ahli yang berpengalaman telah melakukan intervensi karotis sebelum penelitian ini. Grup yang dilatih dengan simulator VR memiliki kinerja yang lebih baik secara keseluruhan daripada mereka yang dilatih secara tradisional.^{4,8,9} Studi lain selaras; VR telah berhasil digunakan untuk pelatihan residen, misalnya, untuk mensimulasipungsi lumbal atau untuk lebih memahami anatomi pencitraan yang kompleks, misalnya, tampilan ultrasound dari anatomi tulang belakang. Metode VR-AR tampaknya sangat menjanjikan dalam intervensi radiologi. Hasil serupa ditemukan dari sub-spesialis lainnya. Misalnya, penelitian akses endoskopi pada kadaver menunjukkan bahwa penggunaan sistem VR meningkatkan efisiensi untuk mengakses organ target yang sulit.^{3,4,6}

Keduanya, VR-AR telah banyak dimanfaatkan dalam menginterpretasi radiografi baik untuk kalangan klinisi, maupun untuk penjelasan pada pasien. Visualisasi dari data citra medis dalam realitas virtual melalui dua cara utama yaitu a) visualisasi turunan (yaitu, tersegmentasi dari gambar) model, seperti yang dicetak 3D untuk, misalnya perencanaan bedah, dan b) visualisasi *unsegmented* dari data gambar (*raw data*).^{4,9}

Salah satu contohnya adalah *augmented reality* 3D (D3D) yang memberikan persepsi mendalam dan konvergensi titik fokus yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menilai klasifikasi mikro di payudara.^{4,8,9} Oleh karena akurasinya di bidang interpretasi, teknologi

logi ini juga dimanfaatkan dalam menginterpretasi hasil pemeriksaan CBCT melalui file Dicom, untuk memudahkan perencanaan dan pemahaman terhadap deformitas ataupun kelainan yang terjadi.^{2,4,9}

Salah satu aplikasi yang paling banyak digunakan dalam perencanaan bedah adalah pencetakan model 3D, yang menggambarkan anatomi dan patologi yang berasal dari gambaran medis diproduksi menggunakan printer 3D.^{4,10,11}

Penelitian membuktikan bahwa model fisik 3D bermafaat untuk merencanakan kasus yang kompleks, misalnya, prosedur penyakit jantung bawaan; VR-AR juga memiliki kemampuan yang sama dalam menghadirkan model 3D yang didapatkan dari citra medis sehingga memiliki potensi yang signifikan untuk membantu prosedur invasif yang minimal.^{1,4,6} Salah satu keuntungan AR-VR dibandingkan pencetakan 3D adalah dapat memberikan tampilan simultan dari bayangan nyata dan maya. Seperti pencetakan 3D, pemakaian AR-VR berfokus pada kasus-kasus kompleks. Selain itu teknologi ini dinilai lebih sederhana dan murah dengan menggunakan dua *smartphone* dan *headset* VR untuk menampilkan video bedah dalam 3D.^{4,8,11} Di bidang kedokteran gigi bedah mulut dan maksilofasial perencanaan bedah dapat dilakukan dengan model 3D virtual yang digunakan dengan bantuan teknologi komputer secara virtual dengan alat penunjang lainnya (*head mounted display, headset, haptic device*).³ Virtual model 3D ideal digunakan dalam menganalisis deformitas maksilofasial, perencanaan bedah, serta simulasi manipulasi jaringan lunak pada penanganan deformitas wajah dan rekonstruksi. Virtual model 3D memungkinkan visualisasi interaktif pada daerah kraniofasial.^{3,6,8}

Cara kerjanya dimulai dengan 1) Memanfaatkan data set CBCT yang terbaca pada DICOM, dikonversi menjadi model virtual 3D, 2) dengan menunjuk suatu area tertentu. Model 3D virtual dapat menunjukkan bagian dari segala sisi (aksial, koronal, sagital, atau *oblique*), sesuai kebutuhan pengguna. Fitur ini memungkinkan dokter dan pasien mendapat pemahaman lebih baik selama pemeriksaan kelainan maksilofasial, 3) skema analisis dapat disesuaikan untuk analisis 3D sefalometri yang komprehensif, 4) analisis deformitas kraniofasial dilakukan dengan pengukuran linear, permukaan dan angular.³

Simulasi bedah yang dapat dilakukan antara berupa pemotongan dan pemisahan jaringan keras 3D pada berbagai bagian serta memindahkannya ke bagian yang diinginkan. Selain itu dapat dilakukan penempatan objek lain, seperti *bone graft* ataupun perangkat mekanis seperti *distractor*, sehingga dimensi tulang yang akan dipotong, gerakan saat pembedahan, serta jumlah *bone graft* yang dibutuhkan, dan perubahan profil wajah pas-

ca bedah dapat diperhitungkan sebelum pembedahan dilakukan.³

Model 3D untuk pencetakan sering kali disimpan dalam format *standard tessellation language* (STL), *additive manufacturing file* (AMF), atau *3D manufacturing file* (3MF). Format ini mungkin tidak kompatibel bila digunakan untuk VR atau 3D *rendering software* sehingga model mungkin perlu disimpan sebagai file *wavefront* atau objek (OBJ) yang memiliki pilihan untuk memasukkan sifat bahan seperti warna dan karakteristik bayangan selain definisi segitiga yang ditemukan dalam file STL.^{3,6,11}

Bedah VR memberikan pengalaman belajar yang mendalam bagi ahli bedah melalui video 3D stereoskopik dan hubungan interaktif menggunakan *headset oculus rift*. Aplikasi teknologi ini telah dilakukan untuk bedah maksilofasial pada fraktur Le Fort 1, dengan tujuan memperbaiki deformitas *lower mid face*.^{5,15,16}

Surgical navigation

Surgical navigation memungkinkan hubungan *real-time* dari bidang operasi untuk data visual pra operasi sehingga memungkinkan gambaran *realtime* saat instrumen bedah digunakan pada struktur anatomi. Konsep *surgical navigation* sesuai dengan *positioning system*. Sistem navigasi bedah terdiri atas beberapa komponen, antara lain kamera *infra-red*, monitor komputer, sensor pada area kepala pasien, pointer untuk kalibrasi dan tracking selama prosedur bedah.^{3,8,12}

Melalui komponen-komponen tersebut, kamera akan melacak posisi pasien dan instrumen menggunakan sensor yang terhubung pada pasien. Berbagai tipe saluran informasi dapat digunakan, namun pelacakan menggunakan *infra-red* umum digunakan.^{3,9,11} *Real time surgical navigation* terdiri atas beberapa tahap, meliputi a) akuisisi gambar dan perencanaan. Pada tahap ini dilakukan manipulasi gambar virtual yang dihasilkan oleh file CT, MRI, atau media radiologi lainnya. Dalam tahap ini lokasi lesi, antara lain tumor, fraktur, dan titik insersi atau *entry point* instrumen serta *pathway* yang direncanakan akan terekam oleh program navigasi; b) registrasi yang dilakukan sebelum memulai operasi untuk menyesuaikan hubungan gambaran virtual yang terlihat pada layar dengan keadaan pasien. Setelah registrasi dilakukan, pergerakan pada pasien akan terbaca oleh sistem navigasi kontemporer dan diimplementasikan pada gambaran virtual, c) navigasi intra-operatif. Setelah melalui tahap kalibrasi instrumen dapat diintegrasikan ke dalam sistem, sehingga dokter dapat melakukan insersi instrumen dalam tubuh pasien pada lokasi dan jalur yang tepat, yang divisualisasikan melalui layar komputer secara *real time* ataupun dengan bantuan *head-mounted display*.^{3,9,11}

Data virtual dapat digunakan sebagai navigator saat

pembedahan pada pasien. Data tersebut dapat dipindahkan menggunakan *computer-aided designed*(CAD) *splint*. Melalui CAD splint data akan diubah ke format file yang umum digunakan, misalnya stl, untuk mempercepat pembuatan *prototype* dengan bantuan komputer. Penggunaan CADsplint memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam menggambarkan struktur anatomi dan mendefinisikan dengan baik ketepatan penempatan permukaan yang diinginkan.^{3,9,14,15}

Surgicalnavigation ditujukan untuk digunakan pada situasi bedah jika lokasi lesi menyulitkan akses, misalnya tumor pada dasar tengkorak, atau pada prosedur yang memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi karena dekat dengan struktur vital, misalnya pembuluh darah, saraf. Dengan demikian risiko kerusakan struktur vital selama operasi dapat diminimalisasi.^{3,6,9,18,16}

Pada kondisi terjadi perubahan anatomi normal karena trauma atau patologi tulang wajah, misalnya displasia fibrosa dan ankilosia TMJ, atau deformitas wajah unilateral, misalnya mikrosomia hemifasial, *Surgicalnavigator* dapat memandu rekonstruksi dengan memproyeksikan sisi yang tidak terdampak atau normal. *Surgicalnavigator* juga memungkinkan insisi yang lebih pendek dan penggunaan instrumen yang lebih kecil sehingga operasi bersifat *minimally invasive*.^{2,3,14,17}

Tantangan teknologi VR-AR dalam kedokteran gigi nausaea dan *discomfort*

Pertimbangan penting bagi pengadopsi teknologi VR adalah perasaan mual dan ketidaknyamanan akibat pergerakan yang terjadi dalam adegan virtual yang tidak secara langsung menerjemahkan gerakan kehidupan nyata. Hal ini menyebabkan ketidakcocokan vestibular, mirip dengan mabuk saat berkendara. Matamerenerima sinyal gerakan, sedangkan telinga bagian dalam tidak menerima adanya gerakan. Ketidakcocokan vestibular segera menginduksi reaksi di sebagian kecil pengguna, meskipun sebagian pengguna lain tidak merasakan.^{4,17,19,20}

Disimpulkan bahwa VR memiliki kontribusi pada praktik bedah mulut dan maksilofasial. Beberapa penelitian membuktikan pentingnya inovasi pencitraan ini dalam meningkatkan kualitas layanan yang diberikan kepada pasien. Realitas virtual memfasilitasi terapi pada pasien secara virtual serta perencanaan yang matang, sehingga tercapai perawatan yang bersifat efektif dan *minimally invasive*. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai penerapan teknologi VR-AR di Indonesia dengan pengembangan teknologi sederhana sebagai media penunjang praktik kedokteran gigi, khususnya bedah mulut dan maksilofasial.

DAFTAR PUSTAKA

1. Raghav K, van Wijk, Abdullah F. Efficacy of virtual reality exposure therapy for the treatment of dental phobia: A randomized control trial. *BMC Oral Health* 2001;16
2. Joda T, Galluci G. Augmented and virtual reality in dental medicine: a systematic review. *Computers in Biology Medicine* 2019; 108: 93-100
3. Jayaratne Y, Zwahlen R. Computer-aided maxillofacial surgery : an update. *Surgical Innovation* 2010; 17(3):2010;217-25
4. Sutherland J, Belec J. Applying modern virtual and augmented reality technologies to medical images and models. *Journal of Digital Imaging* 2019;32:38-53
5. Pulijala Y, Ma M. VR surgery: Interactive virtual reality application for training oral and maxillofacial surgeons using oculus rift and leap motion. *Serious Games and Edutainment Applications* 2017; II:187-202
6. Marneanu I, Ebner M. Evaluation of augmented reality frameworks for android development. *Int J Interact Mobile Technol* 2014;37-44
7. Arikatla V, Tyagi M. High fidelity virtual reality orthognathic surgery simulator; 2018
8. Zaragoza S, Medellin C. An integrated haptic-enabled virtual reality system for orthognathic surgery planning. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering* 2019;499-517.
9. Berton A, Longo U. Virtual reality, augmented reality, gamification, and telerehabilitation: Psychological impact on orthopaedic patients' rehabilitation. *J Clin Med* 2020; 9: 1-13
10. Muñoz S, LM iró A. Augmented and virtual reality evolution and future tendency. *Applied Sciences (Switzerland)*; 2020
11. Lin H, Lo L. Three-dimensional computer-assisted surgical simulation and intraoperative navigation in orthognathic surgery: A literature review. *J Formosan Med Assoc* 2015; 114: 300-7
12. Pellegrino G, Mangano C. Augmented reality for dental implantology : a pilot clinical report of two cases. *BMC Oral health* 2019.
13. Gandolfi E. Virtual reality and augmented reality. *Handbook of research*; 2018.
14. Koyachi M, Sugihara K. Accuracy of Le fort I osteotomy with combined computer-aided design/computer-aided manufacturing technology and mixed reality. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2021; 50(6):782-90
15. Ayoub A, Pulijala Y. The application of virtual reality and augmented reality in oral and maxillofacial surgery. *BMC Oral Health* 2019; 19(1).
16. Malihia S, Diaz-Siso J. Haptic, physical, and web-based simulators: are they underused in maxillofacial surgery training. *J Oral Maxillofac Surg* 2018; 76(11)
17. Chen X, Hu J. A review of haptic simulator for oral and maxillofacial surgery based on virtual reality. *Expert Review Of Medical Devices* 2018; 15(6):435-44.
18. Huang T, Yang C. Augmented reality (AR) and virtual reality (VR) applied in dentistry. *Kaohsiung J Med Sci* 2018; 34(4): 243-8.
19. John L, Chapman P. The cleft lip education with augmented reality (CLEAR) VR phase 2 trial: a pilot randomized crossover trial of a novel patient information leaflet. *Cleft Palate-Craniofac J* 2022.
20. Panthelidis P, Chorti A. Virtual and augmented reality in medical education. *Medical and surgical education-past, present and future*. 2018.