



VIRTUAL REALITY: SEBUAH MODALITAS PELENGKAP EDUKASI ANATOMI

Bagas Ekasangga Sasongko^{1✉}, Ida Lestari Harahap², Lenny Herlina³

^{1,3} Fakultas Kedokteran, Universitas Mataram, Indonesia

² Departemen Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Mataram, Indonesia

Abstrak

Anatomi menjadi landasan dasar ilmu-ilmu kedokteran sehingga pentingnya mempelajari anatomi untuk menunjang praktik klinik di masa depan, baik dalam pemeriksaan dan diagnosis pasien, maupun komunikasi antar sesama profesi kesehatan. Anatomi dapat dipelajari dengan modalitas dua dimensi dan utamanya dengan modalitas tiga dimensi. Kadaver menjadi modalitas tiga dimensi yang telah digunakan selama berabad-abad lamanya. Kadaver mampu menghadirkan pemahaman spasial yang baik dan mendalam mengenai struktur tubuh manusia, serta memberikan sensasi sentuhan yang tidak bisa didapatkan oleh modalitas pembelajaran lainnya. Dengan bertambahnya institusi pendidikan kedokteran serta permasalahan berkaitan dengan kesehatan, agama, etika, medikolegal, waktu dan biaya, menjadikan kadaver semakin langka untuk didapatkan. Hal ini mengharuskan mahasiswa menambah pemahaman mereka dengan modalitas lain yang banyaknya berbentuk dua dimensi. Modalitas dua dimensi pun memiliki kelemahan yang hanya bisa didapatkan dari modalitas tiga dimensi sehingga tetap diperlukan modalitas tiga dimensi lainnya selain kadaver. *Virtual Reality* hadir menjadi alternatif modalitas pelengkap yang efektif dalam membantu pemahaman dalam mempelajari anatomi. Artikel ini disusun dengan pencarian literatur digital pada *online database* yang tersedia berupa artikel penelitian dan tinjauan pustaka. Pencarian literatur menghasilkan rangkaian pembahasan mengenai pembelajaran anatomi, peran kadaver dalam pembelajaran anatomi, dan *virtual reality* sebagai alternatif modalitas tiga dimensi. Kesimpulan pada artikel ini, yaitu *virtual reality* dengan kelebihan dan kekurangannya mampu menjadi pelengkap pada pembelajaran anatomi, meskipun tidak dapat menggantikan peran kadaver seutuhnya.

Kata Kunci : Anatomi, Edukasi, Kadaver, *Virtual Reality*

VIRTUAL REALITY: A COMPLEMENTARY MODALITY TO ANATOMY EDUCATION

Abstract

Anatomy is the basic foundation of medical sciences so it is important to study anatomy to support clinical practice in the future, both in the examination and diagnosis of patients, as well as in communication between fellow health professionals. Anatomy can be studied with two-dimensional modalities and mainly with three-dimensional modalities. Cadaver became a three-dimensional modality that has been used for centuries. Cadavers can present a good and deep spatial understanding of the structure of the human body, as well as provide tactile sensations that other learning modalities cannot get. With the increase in medical education institutions and problems related to health, religion, ethics, medicolegal, time, and cost, cadavers are increasingly rare to obtain. This requires students to increase their understanding of other modalities that are mostly two dimensions. The two-dimensional modalities also have a weakness that can only be obtained from the two-dimensional modalities so other two-dimensional modalities besides cadavers are still needed. Virtual Reality is here to be an effective alternative complementary modality in helping understanding in studying anatomy. This article is compiled by searching digital literature on the online database available in the form of research articles and literature reviews. A literature search resulted in a series of discussions on anatomical learning, the role of cadavers in anatomical learning, and virtual reality as an alternative to three-dimensional modalities. The conclusion of this article is that virtual reality with its advantages and disadvantages can be a complement to the learning of anatomy, although it cannot replace the role of cadavers completely.

Keywords: Anatomy, Cadaver, Education, *Virtual Reality*

Pendahuluan

Anatomi adalah cabang ilmu yang mempelajari tentang struktur tubuh manusia dan hubungan antar bagiannya.¹ Anatomi merupakan pelajaran krusial yang menjadi dasar dalam berbagai pendidikan kedokteran.^{1,2} Pengetahuan terkait anatomi yang akan tetap sama dalam perkembangannya dapat membantu terhadap pemeriksaan dan diagnosis pasien, serta komunikasi sesama profesi kesehatan.³

Secara tradisional pembelajaran anatomi dilakukan menggunakan buku ilustrasi anatomi (dua dimensi) dan utamanya menggunakan kadaver (tiga dimensi).⁴⁻⁶ Spesimen anatomi berupa kadaver didapatkan dengan dua proses, yaitu proses pemilikan atau *toe-eigening* dan proses penyerahan atau *levering*.⁷

Ketersediaan kadaver semakin menurun dikarenakan banyaknya institusi dan permasalahan terkait biaya, waktu, agama dan etik.⁷⁻⁹ Kadaver yang umumnya menggunakan teknik pengawetan konvensional berupa formalin pun memiliki kelemahan seperti jaringan dan sendi yang kaku.¹⁰ Formalin yang digunakan dalam pengawetan ini pula akan berdampak pada kesehatan, baik mahasiswa, pengajar maupun laboran. Paparan formalin seringnya akan menimbulkan gejala pada mata berupa rasa terbakar, iritasi, mata merah dan gangguan penglihatan; pada hidung berupa hidung berair, hidung tersumbat dan gatal gatal; pada kulit berupa gatal gatal dan perubahan warna kulit; serta gangguan lain pada pernapasan, pencernaan dan organ lainnya.^{11,12}

Kelemahan-kelemahan yang terdapat pada spesimen kadaver mengharuskan mahasiswa untuk mempelajari anatomi dari sumber lain yang merupakan dua dimensi dengan kelemahan-kelemahannya pula sehingga perlu adanya modalitas pelengkap yang lebih interaktif.¹³ Virtual reality dapat menjadi salah satu modalitas pembelajaran anatomi dari pemanfaatan teknologi tiga dimensi.^{2,14-17}

Virtual reality adalah lingkungan buatan interaktif hingga dapat membuat indera pengguna masuk ke dalamnya.^{13,18,19} Dalam hal anatomi, *virtual reality* memunculkan struktur anatomi manusia.¹⁸ Teknologi *virtual reality* telah lama masuk dalam dunia kesehatan termasuk pemanfaatannya dalam pendidikan kedokteran.^{13,16,20} *Virtual reality* menjadi harapan untuk melengkapi metode pembelajaran anatomi dengan kelebihanannya dibandingkan dua dimensi dalam memberikan pengalaman belajar yang nyata sehingga dapat membantu mengembangkan pemahaman spasial tentang hubungan antar struktur tubuh dengan representasi yang hampir seakurat objek nyatanya.^{13,14}

Metode

Artikel ini disusun dengan pencarian literatur digital melalui *Pubmed* dan *Google Scholar*. Kata kunci yang digunakan yaitu “*Anatomy*”, “*Cadaver*”, dan “*Virtual Reality*”. Artikel penelitian dan tinjauan Pustaka terkait dengan pembelajaran anatomi, peran kadaver, dan *virtual reality* dalam edukasi anatomi menjadi dasar penyusunan artikel ini.

Anatomi dan Pembelajarannya

Anatomi berasal dari kata “*anatome*” yang dalam bahasa Yunani berarti “memotong atau memisahkan.”²¹ Anatomi yaitu bidang pelajaran kedokteran yang mempelajari terkait struktur

bagian-bagian manusia untuk lebih memahami terkait fisiologi dan penyakit-penyakit manusia.^{11,14} Anatomi selalu menjadi landasan dasar yang penting dalam bidang kedokteran sejak ratusan tahun lamanya sebagai pendukung dalam memeriksa pasien dan diagnosis, serta komunikasi antara profesi kesehatan satu dengan yang lain.^{3,14,22} Seluruh spesialisasi kesehatan relevan dengan anatomi sebagai dasar pengetahuannya.²³

Anatomi relatif sama dalam ilmu kedokteran yang terus berkembang dan diperbarui.³ Dalam mempelajari anatomi, mahasiswa akan menghafalkan dan memahami mengenai terminologi, bentuk, tampilan, lokasi, dan ukuran yang relevan tentang bagian tubuh manusia.²⁰ Pembelajaran melalui menghafal, memahami dan memvisualisasi adalah cara paling efektif dalam belajar anatomi.⁵

Secara umum, modalitas pembelajaran anatomi terbagi atas dua dimensi dan tiga dimensi. Modalitas bersifat dua dimensi dapat berupa buku atlas, bahan kuliah berupa slide presentasi dan diagram di papan tulis, *flashcard*, serta tomographic scans.^{2,13,18,24} Pada modalitas bersifat tiga dimensi dapat berupa kadaver dan model peraga plastik.^{2-4,8,9,13,25} Seluruh modalitas tersebut digunakan untuk membantu memahami anatomi pada sesi pembelajaran.

Kadaver Sebagai Pembelajaran Anatomi

Kadaver menjadi alat pembelajaran anatomi yang utama sejak 400 tahun lamanya.^{3,4,6,8,26} Kadaver merupakan mayat yang telah diawetkan secara resmi untuk keperluan pendidikan kedokteran. Ada dua proses dalam memperoleh kadaver, yaitu pemilikan (*toe-eigening*) dan penyerahan (*levering*). Proses pemilikan atau *toe eigening* seperti yang diatur dalam pasal 5 PP Nomor 18 Tahun 1981 dapat diartikan sebagai proses mendapatkan kadaver dari rumah sakit dengan mayat yang tidak memiliki identitas yang jelas dan tidak ada konfirmasi dari pihak keluarga dalam kurun waktu 2x24 jam. Pada proses penyerahan atau *levering* walaupun tidak ada aturan spesifik yang mengatur, namun dapat diartikan sebagai proses mendapatkan kadaver dari pendonor yang telah mewasiatkan dirinya menjadi kadaver untuk menunjang pendidikan kedokteran.⁷

Kadaver sebagai modalitas tiga dimensi memiliki beberapa kelebihan, bahkan dibandingkan modalitas tiga dimensi lainnya. Kadaver dapat memberikan pemahaman yang lebih dalam, mempersiapkan mahasiswa untuk masa depannya, mempersiapkan mahasiswa untuk memahami dan menghadapi kematian, melatih kemampuan serta memahami hubungan antara gejala dan penyakit pasien. (Esai & Bunt, 2016) Kadaver memberikan sensasi sentuhan yang tidak bisa didapatkan dari modalitas lainnya.³ Hubungan tiga dimensi yang dibutuhkan untuk mengetahui lebih mendalam serta hubungannya antar struktur dapat dihadirkan oleh pembelajaran melalui kadaver.^{1,8} Penelitian Azer dan Eizenberg⁴ menunjukkan diseksi kadaver dapat memberikan perspektif struktur tiga dimensi kepada mahasiswa kedokteran yang dapat membantu mengingat materi yang telah dipelajari.

Di sisi lain, semakin bertambahnya jumlah institusi pendidikan kedokteran, terlebih pada negara berkembang, semakin banyak pula kebutuhan akan spesimen kadaver yang menyebabkan sulitnya institusi pendidikan memenuhi kebutuhan kadaver untuk alat pembelajaran anatomi. Berkurangnya pendonor, transmisi penyakit dan kebijakan pemerintah di beberapa negara juga menambah kelangkaan kadaver untuk pemenuhan kebutuhan anatomi.

^{11,23} Hal ini diperkuat dengan kritik penggunaan kadaver dikaitkan dengan agama, etik dan medikolegal, serta diseksi kadaver yang memakan biaya dan waktu yang cukup banyak. ^{8,9}

Formalin yang digunakan sebagai pengawetan pun dapat memberikan efek pada kadaver berupa jaringan dan sendi yang kaku, serta berefek pula pada mahasiswa, pengajar maupun laboran. ^{10,26} Penelitian oleh Elshaer dan Mahmoud ¹² menunjukkan Sebagian besar mahasiswa mengeluhkan bau yang tidak sedap, hidung kering dan sakit, hidung berair atau tersumbat, haus yang tidak biasa, mata gatal dan merah, air mata berlebihan, penglihatan kabur, serta sakit kepala. Penelitian terkait formalin pada kadaver dilakukan pula oleh Bhat *et al* ²⁶ dengan keluhan paling sering ditemukan yaitu iritasi mata dan hidung berair, serta gangguan lainnya pada kulit, sistem gastrointestinal, sistem respirasi, sistem ginjal, dan sistem saraf pusat. Penelitian oleh Elshaer dan Mahmoud ¹² juga menunjukkan gejala yang timbul signifikan antara pekerja terpapar formalin dan tidak terpapar formalin dalam masalah kesehatan pada kulit, sistem reproduksi, mata, respirasi dan pencernaan. Hal ini berkorelasi dengan durasi per hari dan durasi sejak pertama terpapar formalin pada kadaver. ²⁶

Kelemahan yang terjadi pada modalitas kadaver mengharuskan mahasiswa belajar dengan modalitas yang berbeda. Modalitas tersebut dapat berupa bahan perkuliahan, atlas anatomi dan *flashcard* yang merupakan dua dimensi. ¹³

***Virtual Reality* Sebagai Alternatif Kadaver**

Pembelajaran anatomi terbaik yaitu ketika struktur yang diamati dapat dilihat dari segala sudut. ¹³ Menguasai anatomi membutuhkan pemahaman tiga dimensi. ¹⁷ Hal ini menjadi batasan terhadap modalitas dua dimensi karena mahasiswa perlu membayangkannya menjadi tiga dimensi yang akan sulit menghubungkan antara struktur yang satu dengan lainnya. Apabila dapat dibayangkan pun, bayangan tersebut merupakan asumsi oleh mahasiswa. Hal tersebut bisa tidak akurat dari seharusnya. Seiring dengan kemajuan teknologi, pembelajaran anatomi diharapkan dapat dilengkapi dengan modalitas lain yang lebih interaktif. ¹³ Salah satu pemanfaatan teknologi tiga dimensi yang dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran anatomi yaitu *virtual reality*. ^{2,14-17}

Virtual Reality adalah lingkungan tidak nyata dan interaktif hingga membuat indra pengguna masuk sepenuhnya ke dalam dunia buatan tersebut, ^{13,18,19} Pelajaran anatomi, fisiologi, patologi, dan struktur spasial lainnya bisa divisualisasikan dengan baik oleh *virtual reality*. ⁵ Teknologi *virtual reality* telah lama masuk dalam dunia kesehatan, misalkan untuk simulator bedah, psikoterapi *post-traumatic stress disorder* (PTSD), ¹⁶ penggunaan *Oculus Rift DK2* pada pemeriksaan *slide* digital, ²⁷ mendesain obat virtual, ²⁸ dan teka teki *3D virtual anatomy*, ¹³ Dalam pendidikan kedokteran, *virtual reality* telah diaplikasikan ke dalam pelajaran anatomi, bedah ortopedi, praktik dokter gigi, kegawatdaruratan, dan lainnya. ²⁰ Eksplorasi dengan menggunakan *virtual reality* dapat memberikan pemahaman spasial yang hampir akurat dengan sebenarnya, serta memberikan pemahaman terkait hubungan antar strukturnya yang tidak bisa didapatkan pada modalitas dua dimensi. ^{13,14} Hal ini juga memberikan gambaran pasti yang bisa memperbaiki asumsi mahasiswa ketika membayangkan dari dua dimensi ke tiga dimensi untuk melengkapi modalitas yang sudah ada. ¹³

Sebuah meta-analysis yang dilakukan oleh Zhao *et al*²⁴ menyatakan sembilan dari 15 (sekitar 60%) studi menunjukkan kenaikan nilai yang signifikan pada mahasiswa dengan *virtual reality* dibandingkan pembelajaran tradisional dengan bahan kuliah, diseksi ataupun buku atlas. Pada penelitian ini pula menunjukkan kebanyakan mahasiswa merasa lebih tertarik belajar menggunakan *virtual reality* dibandingkan pembelajaran konvensional atau dua dimensi. Mahasiswa merasa lebih mudah dan lebih dapat dinikmati ketika belajar anatomi. Penemuan serupa juga telah dipublikasikan oleh Chen *et al*² bahwa seluruh partisipan pada grup VR sangat antusias dalam mempromosikan *virtual reality* untuk pembelajaran anatomi.

Nakai *et al*¹⁷ mempublikasikan sebuah *pilot study* yang menunjukkan kebanyakan partisipan merasa puas dengan belajar di dalam *VR space* dengan keuntungan struktur yang lebih detail sehingga mampu membantu visualisasi dengan baik, serta memberikan interaksi yang lebih antara pengajar dan mahasiswa dibandingkan modalitas dua dimensi, terlebih kelas dalam jaringan yang hanya ditampilkan melalui layar. Penelitian yang dilakukan oleh Moro *et al*¹³ menyimpulkan bahwa *virtual reality (VR)* dan *augmented reality (AR)* dapat menjadi modalitas pembelajaran yang efektif sama seperti pembelajaran berbasis tablet. Seperti pada penelitian lainnya, penelitian tersebut juga menemukan VR dan AR mampu meningkatkan keterlibatan mahasiswa, interaksi dan kesenangan.

Rosmansyah *et al*¹⁵ juga telah melakukan *systematic review* yang menemukan bahwa 11 dari 14 artikel yang dianalisis kebanyakan menunjukkan peningkatan dalam pembelajaran anatomi dengan menggunakan modalitas interaktif tiga dimensi dibandingkan modalitas tradisional. Pada penelitian ini juga dijelaskan mahasiswa dapat memutar, merubah ukuran, dan melihat lebih detail dengan pembelajaran lingkungan tiga dimensi tersebut sehingga mahasiswa memiliki tingkat konsentrasi, ketertarikan, dan kesenangan yang tinggi.

Perlu diperhatikan pula bahwa penggunaan *virtual reality* yang mendalam dengan penempatan layar tepat berada di depan mata pengguna akan mengakibatkan efek-efek negatif pada kesehatan seperti sakit kepala, pusing, sakit mata, penglihatan kabur dan *motion sickness*.² Penelitian yang dilakukan oleh Erolin *et al*¹⁹ menemukan rasa tidak nyaman pada peserta berkaitan dengan *virtual reality*. Rasa tidak nyaman tersebut dapat berupa kelelahan mata, disorientasi dan *motion sickness*, serta efek samping *virtual reality* pada umumnya. Hal serupa juga ditemukan pada penelitian oleh Moro *et al*¹³ yang menunjukkan bahwa grup *virtual reality* menunjukkan gejala yang lebih signifikan dibandingkan grup *augmented reality* dan *3D tablet*. *Virtual reality* memberikan efek samping yang signifikan pada ketidaknyamanan umum, sakit kepala, pusing, mual dan disorientasi, serta pandangan kabur, kesulitan fokus, dan pandangan ganda jika dikaitkan pada kesehatan mata.

Seiring dengan perkembangan teknologi, efek samping yang ditimbulkan oleh *virtual reality* dapat diminimalisir. Rasa tidak nyaman tersebut dapat dikurangi dengan meningkatkan resolusi dan menurunkan latensi. Desain *virtual reality* pun diperbarui terus menerus untuk mengatasi efek-efek terkait *virtual reality*, termasuk *motion sickness*. Salah satu yang menjadi rancangan desain tersebut yaitu dengan memberikan fiksasi penglihatan pengguna baik menggunakan hidung, tangan, maupun object lainnya sehingga dapat mengurangi *motion sickness*.²

Hal penting lainnya yang perlu diingat bahwa kadaver tetap tidak dapat digantikan meskipun dengan inovasi dan perkembangan teknologi terhadap pembelajaran anatomi.^{4,11} Penelitian yang dilakukan oleh Azer dan Eizenberg⁴ menunjukkan bahwa mahasiswa baik tahun pertama, maupun tahun kedua tidak menempatkan *computer-aided learning (CAL) multimedia* sebagai urutan yang tinggi dalam hal modalitas paling bermanfaat pada pembelajaran anatomi, bahkan berada di bawah diseksi kadaver dan *textbook* anatomi. Hal ini dijelaskan bahwa mahasiswa merasa modalitas multimedia lebih mengarah pada revisi persepsi mahasiswa dibandingkan sebagai modalitas pembelajaran utama. Kelebihan besar kadaver dibandingkan modalitas lainnya termasuk *virtual reality* yaitu pada pengalaman taktilnya, seperti tingkat halus dan resisten suatu jaringan tubuh. Dengan perkembangan teknologi, pengembangan *virtual reality* yang canggih telah ditambahkan *haptic technology* untuk menjembatani kesenjangan antara teknologi dan rasa sentuhan tersebut.¹¹ *Virtual reality* meskipun tidak dapat menggantikan sepenuhnya modalitas lain, namun dapat berguna sebagai pelengkap terhadap modalitas yang sudah ada.⁴

Kesimpulan

Virtual Reality (VR) dapat diterapkan dalam pembelajaran anatomi dengan harapan sebagai modalitas pelengkap atas semakin langkanya kadaver untuk didapatkan. VR mampu memberikan kelebihan yang tidak didapatkan dari modalitas dua dimensi, seperti visual yang dapat dilihat dari segala sudut sehingga mampu mendapatkan gambaran yang ideal serta hubungan-hubungan antar strukturnya. VR juga dapat memperbaiki asumsi yang didapatkan mahasiswa dari visualisasi mandiri dua dimensi ke dalam bentuk tiga dimensi. Publikasi-publikasi sebelumnya berkaitan dengan *virtual reality* dalam pembelajaran anatomi menunjukkan hasil yang efektif bersama dengan teknologi tiga dimensi lainnya dengan ketertarikan dan kesenangan mahasiswa saat menggunakannya. Perlu diketahui bahwa VR bukan menjadi yang utama namun menjadi pelengkap agar dapat memahami anatomi secara maksimal dengan keterbatasan yang ada.

Daftar Pustaka

1. Demak IPK, Sari P, Tandirerung FJ. Perbedaan Tingkat Pemahaman Dalam Pembelajaran Anatomi Yang Menggunakan Preparat Basah (Kadaver) Dengan Preparat Kering Pada Mahasiswa Kedokteran Universitas Tadulako. *Jurnal Kesehatan Tadulako*. 2018;4(Oktober).
2. Chen S, Zhu J, Cheng C, et al. Can virtual reality improve traditional anatomy education programmes? A mixed-methods study on the use of a 3D skull model. *BMC Med Educ*. 2020;20(1). doi:10.1186/s12909-020-02255-6
3. Turney BW. Anatomy in a modern medical curriculum. *Ann R Coll Surg Engl*. 2007;89(2):104-107. doi:10.1308/003588407X168244
4. Azer SA, Eizenberg N. Do we need dissection in an integrated problem-based learning medical course? Perceptions of first- and second-year students. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2007;29(2):173-180. doi:10.1007/s00276-007-0180-x

5. Moro C, Birt J, Stromberga Z, et al. Virtual and Augmented Reality Enhancements to Medical and Science Student Physiology and Anatomy Test Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Anat Sci Educ.* 2021;14(3):368-376. doi:10.1002/ase.2049
6. Khot Z, Quinlan K, Norman GR, Wainman B. The relative effectiveness of computer-based and traditional resources for education in anatomy. *Anat Sci Educ.* 2013;6(4):211-215. doi:10.1002/ase.1355
7. Sukma AAAAW, Purwani SPME. Vista Hukum Pidana Terhadap Proses “Toe-Eigening” Dan “Levering” Kadaver Untuk Tujuan Pendidikan. *Jurnal Kertha Wicara.* 2020;3(2). <https://lldikti1.ristekdikti.go.id/details/apps/1235>,
8. Kusumaningtyas S, Ramadhan MIA, Margiana R, Wiyarta E, Sutanto R, Liem IK. Anatomy Visual Learning: A New Modality To Enhance Neuroanatomy Learning In First-Year Medical Students. *Jurnal Pendidikan Kedokteran Indonesia: The Indonesian Journal of Medical Education.* 2021;10(1):27. doi:10.22146/jpki.53276
9. Estai M, Bunt S. Best teaching practices in anatomy education: A critical review. *Annals of Anatomy.* 2016;208:151-157. doi:10.1016/j.aanat.2016.02.010
10. Sangchay N. The Soft Cadaver (Thiel’s Method): The New Type of Cadaver of Department of Anatomy, Siriraj Hospital Human and nonhuman determination using osteon histomorphometry View project. *Siriraj Med J.* 2014;66(6). <https://www.researchgate.net/publication/268870776>
11. Bisht B, Hope A, Paul MK. From papyrus leaves to bioprinting and virtual reality: History and innovation in anatomy. *Anat Cell Biol.* 2019;52(3):226-235. doi:10.5115/acb.18.213
12. Elshaer NSM, Mahmoud MAE. Toxic effects of formalin-treated cadaver on medical students, staff members, and workers in the Alexandria Faculty of Medicine. *Alexandria Journal of Medicine.* 2017;53(4):337-343. doi:10.1016/j.ajme.2016.11.006
13. Moro C, Štromberga Z, Raikos A, Stirling A. The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anat Sci Educ.* 2017;10(6):549-559. doi:10.1002/ase.1696
14. Fahmi F, Nainggolan F, Siregar B. 3D anatomy learning system using Virtual Reality and VR Controller. In: *Journal of Physics: Conference Series.* Vol 1235. Institute of Physics Publishing; 2019. doi:10.1088/1742-6596/1235/1/012043
15. Rosmansyah Y, Putri A, Koesoema AP, Latief A, Amalia YS. A systematic review of virtual reality application in anatomy studies. In: *AIP Conference Proceedings.* Vol 2344. American Institute of Physics Inc.; 2021. doi:10.1063/5.0047867
16. Herlambang PM, Aryoseto L. Potensi Virtual Reality Berbasis Smartphone sebagai Media Belajar Mahasiswa Kedokteran. *Cermin Dunia Kedokteran.* 2016;43. doi:10.1016/j
17. Nakai K, Terada S, Takahara A, Hage D, Tubbs RS, Iwanaga J. Anatomy education for medical students in a virtual reality workspace: A pilot study. *Clinical Anatomy.* 2022;35(1):40-44. doi:10.1002/ca.23783

18. Trelease RB. From chalkboard, slides, and paper to e-learning: How computing technologies have transformed anatomical sciences education. *Anat Sci Educ.* 2016;9(6):583-602. doi:10.1002/ase.1620
19. Erolin C, Reid L, McDougall S. Using virtual reality to complement and enhance anatomy education. *J Vis Commun Med.* 2019;42(3):93-101. doi:10.1080/17453054.2019.1597626
20. Du YC, Fan SC, Yang LC. The impact of multi-person virtual reality competitive learning on anatomy education: a randomized controlled study. *BMC Med Educ.* 2020;20(1). doi:10.1186/s12909-020-02155-9
21. Ogeng'o J. *The Changing Face Of Human Anatomy Practice: Learning From History And Benefiting From Technology.* Vol 3.; 2014.
22. Drake RL, McBride JM, Lachman N, Pawlina W. Medical education in the anatomical sciences: The winds of change continue to blow. *Anat Sci Educ.* 2009;2(6):253-259. doi:10.1002/ase.117
23. Sugand K, Abrahams P, Khurana A. The anatomy of anatomy: A review for its modernization. *Anat Sci Educ.* 2010;3(2):83-93. doi:10.1002/ase.139
24. Zhao J, Xu X, Jiang H, Ding Y. The effectiveness of virtual reality-based technology on anatomy teaching: A meta-analysis of randomized controlled studies. *BMC Med Educ.* 2020;20(1). doi:10.1186/s12909-020-1994-z
25. Murgitroyd E, Madurska M, Gonzalez J, Watson A. 3D digital anatomy modelling - Practical or pretty? *Surgeon.* 2015;13(3):177-180. doi:10.1016/j.surge.2014.10.007
26. Bhat D, Chittoor H, Muruges P, Basavanna PN, Doddaiiah S. Estimation of occupational formaldehyde exposure in cadaver dissection laboratory and its implications. *Anat Cell Biol.* 2019;52(4):419-425. doi:10.5115/acb.19.105
27. Farahani N, Post R, Duboy J, et al. Exploring virtual reality technology and the Oculus Rift for the examination of digital pathology slides. In: *Journal of Pathology Informatics.* Vol 7. Medknow Publications; 2016. doi:10.4103/2153-3539.181766
28. Norrby M, Grebner C, Eriksson J, Boström J. Molecular Rift: Virtual Reality for Drug Designers. *J Chem Inf Model.* 2015;55(11):2475-2484. doi:10.1021/acs.jcim.5b00544