# Tinjauan Sistematis Perkembangan dan Relevansi Pelatihan Berbasis Virtual Reality (VR) dan Augmented Reality (AR)

\*Rosarianto Mariano Amleni¹, Wilfridus Amleni², Sarlince Sandy Mauk³
Universitas Nusa Cendana¹, Universitas Timor² ³
E-mail: rosariomariano6@gmail.com¹, wilfridusamleni94@gmail.com², sarlincesandy@gmail.com³

#### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran dan panduan tentang penerapan dan kajian-kajian akademis tentang pelatihan berbasis Virtual Reality (VR) dan Augmented Reality (AR). Kajian ini menggunakan metode systematic review untuk mengidentifikasi dan menganalisis penelitian-penelitian terkait pelatihan berbasi VR dan AR yang dilakukan selama periode 2021 hingga 2025. Data artikel penelitian di peroleh dengan menggunakan software harzing's publish or perish (PoP) dan di visulisasikan menggunakan software VOSviewrer untuk melihat keterkaitan pembahasan. Penyaringan artikel dilakukan menggunakan Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis (PRISMA) Flow Diagram. Hasil tinjauan sistematis ini menunjukan bahwa penelitian tentang pelatihan berbasis VR dan AR pada 5 tahun terakhir (2021-2025) paling banyak dilakukan di bidang pendidikan, kemudian bidang industri, kesehatan, teknologi, dan manajemen. Dari kajian terhadap 20 artikel penelitian dapat dijelaskan bahwa pelatihan berbasis VR dan AR menawarkan potensi yang baik dalam efektifitas dan efisiensi peningkatan pengetahuan dan keterampilan peserta pelatihan. Hasil analisis juga menemukan tren penurunan penelitian dalam 3 tahun terakhir. Penelitiandi masa depan diharapkan dapat melakukan kajian pengembangan yang mencakup lebih banyak bidang dan bersifat ekseperimental pada topik pelatihan berbasis VR dan AR.

Kata kunci: Virtual, Augmented, VR, AR, Pelatihan

# **ABSTRACT**

This research aims to provide an overview and guidance on the application and academic studies of Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)-based training. This study employs a systematic review method to identify and analyze research related to VR and AR-based training conducted during the period from 2021 to 2025. Research article data were obtained using Harzing's Publish or Perish (PoP) software and visualized using VOSviewer software to examine the relationships in the discussions. Article screening was conducted using the Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis (PRISMA) Flow Diagram. The results of this systematic review indicate that research on VR and AR-based training in the last 5 years (2021-2025) has been predominantly conducted in the field of education, followed by the fields of industry, health, technology, and management. From the review of 20 research articles, it can be explained that VR and AR-based training offers good potential in the effectiveness and efficiency of improving the

knowledge and skills of training participants. The analysis results also found a declining trend in research over the past 3 years. Future researchers are expected to conduct development studies that cover more fields and are experimental in nature on the topic of VR and ARbased training.

Keywords: Virtual, Augmented, VR, AR, Training

## **PENDAHULUAN**

Berdasarkan perspektif antroposentris yang memandang manusia sebagai aktor kunci dalam menentukan tatanan ekosistem, maka perkembangan sistem manajamen sumber daya manusia (SDM) menempatkan inovasi berkelanjutan dengan mengutamakan investasi yang berpusat pada manusia. Kemajuan teknologi menekankan asas manfaat untuk membantu setiap organisasi dalam proses manajemen termasuk pada konteks pelatihan pengembangan karyawan [1].

Teknologi Virtual Reality (VR) yang menciptakan lingkungan baru dalam ruang virtual dan Augmented Reality (AR) yang menggabungkan elemen dunia nyata dan digital menawarkan solusi revolusioner mulai dari pelatihan karyawan yang lebih efektif, desain produk yang lebih inovatif, hingga pengalaman pelanggan yang lebih menarik dan personal [2]; [3].

Perkembangan transformasi program pelatihan menunjukan bahwa industri dan bisnis sudah harus mengadopsi metode pelatihan berbasis digital yang mendukung peningkatan keterampilan teknis dan profesional kompetensi dengan efektifitas dan efisiensi proses pelatihan yang lebih baik [4].

Metode pelatihan berbasis VR dan AR telah menjadi inovasi penting dalam dunia pendidikan dan pelatihan profesional, dimana kedua metode tersebut dapat menghadirkan pengalaman belajar yang interaktif, imersif, memperkuat

kompetensi praktis, dan mengurangi waktu serta biava pelatihan. Selain metode ini mendukung pengembangan keterampilan problem-solving dan adaptabilitas karyawan terhadap teknologi digital [5]. Pengembangan teknologi berupa VR dan AR juga mampu menjembatani kesenjangan kompetensi kerja dan meningkatkan produktivitas serta daya saing [6].

Kaiian mengenai pelatihan berbasis VR dan AR adalah materi kajian yang cukup banyak mendapat perhatian dari berbagai peneliti di seluruh dunia. Pelatihan berbasis VR dan AR merupakan kajian lintas ilmu yang menjadi alternatif bagi para peneliti yang ingin mengakaji terkait implementasi. efektifitas. model. dampak maupun tantangan dari penggunaan teknologi digital dalam pendidikan dan pelatihan serta untuk menemukan model evaluasi kelayakan ekonomi dalam berinvestasi pada pelatihan terutama biaya dan manfaat dari pendekatan yang berpusat pada manusia [7].

penelitian Sebagian besar tentang topik ini mencakup berbagai bidang seperti pendidikan, industri, kesehatan, teknologi, dan lainnya [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14] yang mana menempatkan Amerika dan Tiongkok sebagai negara yang memproduksi penelitian paling tinggi [15]. Meta-analisis yang di lakukan oleh [16] menunjukan bahwa implementasi metode pelatihan berbasis digital semakin diterima sebagai sarana untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi pelatihan. Pelatihan merupakan sebuah investasi yang mahal, oleh karena itu kemajuan dalam teknologi atau metodologi yang lebih efisien akan sangat relevan bagi banyak individu, organisasi, dan industri [17].

Terlepas dari respon dan dampak positif dari implementasi pelatihan berbasis teknologi VR dan AR, terdapat beberapa hal yang menjadi tantangan bagi industri dan bisnis modern seperti kelayakan biaya investasi pelatihan, kesenjangan keterampilan, resistensi terhadap perubahan, manajemen resiko keamanan data, serta potensi ancaman *cyber* [18].

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran dan panduan tentang berbagai penelitian yang mengkaji tentang pelatihan berbasis VR dan AR di berbagai bidang agar dapat medukung asas manfaat dan relevansi penggunaannya. Konteks ini berangkat dari fenomena eskalasi industri dan bisnis berbasis digitial vang berkompetisi dalam adaptabilitas kemajuan tekonologi sangat cepat yang sehingga manajemen pelatihan menjadi krusial menjaga daya dalam saing perusahaan [19].

Penggunaan VR dan AR menawarkan berbagai potensi untuk menghadirkan pelatihan efektif dan efisien [20]. Di samping kebaharuan fitur dan platform pada VR dan AR pada beberapa tahun mempengaruhi terakhir iuga perkembangan dan arah penelitian terkait pelatihan berbasis tekonologi digital sehingga di perlukan kajian sistematik terhadap penelitianpenelitian untuk dapat memperoleh gambaran pembaharuan dari konsep dan praktek serta potensi pengembangan di masa depan.

#### **METODE PENELITIAN**

Kajian ini merupakan systematic review terhadap

penelitian-penelitian terkait konsep teknologi digital Virtual Reality (VR) dan Augmented Reality (AR) yang dilakukan selama periode 2021 hingga 2025. Tinjauan memfokuskan kajian pada penelitian yang membahas tentang model dan metode pelatihan berbasis AR dan VR. Data artikel penelitian di peroleh menggunakan dengan software harzing's publish or perish (PoP) yang di aplikasikan pada google scholar untuk dapat menjangkau beberapa jurnal Seperti Sagepub, Jstor, ScienceDierct, Springer dan lainnya. Penelitian ini menerapkan prosedur penelitian yang dibagi dalam 3 tahapan sebagai berikut;

**Perencanaan:** Identifikasi masalah, penentuan tujuan penelitian, penentuan sumber artikel, penentuan kriteria penelitian, penentuan jumlah artikel

Pelaksanaan: Pencarian artikel, penyaringan artikel, penetapan artikel sesuai kriteria, analisis data Penyusunan hasil: Pemaparan hasil, pembuatan Kesimpulan

Identifikasi artikel penelitian dilakukan secara otomatis menggunakan alat bantu PoP dengan menggunakan kata kunci; "Virtual Reality and Augmented Reality Training Based". Software ini berfunasi dalam mencari mengkualifikasikan data sesuai yang dibutuhkan dan dapat menampilkan berbagai informasi dari artikel penelitian diantaranya indeksasi dan sitasi. Selanjutnya, penentuan kriteria artikel dilakukan untuk memfokuskan kajian ini. Kriteria penelitian yang di terapkan dalam kajian ini meliputi; (a) Publikasi dalam bentuk artikel; (b) Termasuk dalam 10 jurnal peringkat teratas; (c) Bersifat Open access/full-text access; (d) Termasuk dalam 5 besar sitasi terbanyak; (e) Fokus pada topil endidikan dan pelatihan. Data yang di kumpulkan divisualisasikan akan menggunakan software VOSviewer untuk mendapatkan analisis keterkaitan dan pemetaan bibliometrik. VOSviewer digunakan untuk membuat pemetaan berdasarkan data ko-sitasi atau untuk peta membuat kata kunci berdasarkan data ko-kemunculan [21].

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian diawali dengan melakukan pengumpulan artikel penelitian berbasis software PoP. Jumlah artikel yang ditentukan dalam proses pencarian pada basis data google scholar adalah sebanyak 300 artikel dengan tampilan informasi yang cukup lengkap seperti yang dapat dilihat pada gambar 1.

earch terms		St	ouce	Papers	Cites	Cites/y	h	9	hlnom	h ann	hA	acc	Search date	Cache	date	L85	Citation metri	cs
Virtual Reality	and Augme	ented G	Google Sc	300	31548	7887.00	101	150	50	12.50	50	267	26/06/2025	25/06	2025	0	Publication years	2001-3
																	Citation years:	4 (2021-2
																	Papers:	
																	Citations:	31
																	Cites/year:	706
																	Cites(paper:	1879
																	Cites lauthor: Papers lauthor:	1027
oogle Scholars																-		-
oogle Scholar s	search															Help	hindry:	
tox:												Ye	MIN 2021 -	2025	56	arch .	pindes:	
blication name:												19			£	h Direct	Mann:	
ocusion raine.	_											120	246	_	3680	a urea	filamusi:	1
e words:															Or	or Al	hA-index:	
yverds	Virtual Ro	esity and Au	ugmented Reality	Training Bas	ed										84	vet	Papers with ACC 298,292,2	>= 1,2,5,10 81,367,177
axinun results:	300	v Indu	ade: 🛮 CITATION	is Pate	nts Do	nly review as	tides								No	w .		
																	CopyRo	sis 🔻
	-,	ank Autho		Tide												Publi	Copy Ro Save Ro	
	eryear R		os aplan, J Cruit,		s of virtual	reality, aug	mentes	i reality, a	and mixed rea	lity as traini	ng enha	incerne	nt methods A	nefa-ana	Yea 2021		Save Ro	
	-,	1 ADKs 2 UMD	aplan, J Cruit, Isling, SJ Schl	The effect									nt methods A			Hum		
h 644	161.00	1 ADKs 2 UMD	aplan, J Cruit,	The effect	augmente	d reality-, vi	itual re	ality-, and		y-based trai	ning co	objecti	ive performano		2021	Hum	Save Ro	euls 🔻
h 644	161.00 81.00	1 ADKs 2 UMD 3 RCO	aplan, J Cruit, Isling, SJ Schl	The effect Effects of Augment	augments ed reality i	dreality-, vi rvocationa	itual re Itainin	ality-, and g: A syste	d mixed realit	y-based trai of research	ning co	objecti	ive performano		2021	Hum Hum Comp	Save Ro  Paper details The effects of ro augmented real	esults •
81 h 684 h 189 h 189	161.00 81.00 63.00	1 ADKs 2 LMD 3 RCh 5 MRPs	aplan, J Cruit, Jaling, SJ Schl Hieng, X Shen	The effect Effects of Augment History of	augmente ed reality i riirbual rea	d reality-, vi n vocations lity and au	itual re Itainin mentes	ality , and g: A syste I reality in	d mixed realit ematic review n neurosurgio	y-based trai of research al training	ning on and app	objecti	ive performano		2021 2024 2022 2022	Hum Hum Comp	Save Re Paper details The effects of in augmented real reality as basins	exults •
81 81 89 83 83 84 84 84 84 84	161.00 81.00 63.00 21.00	1 ADKs 2 UMD 3 RKCh 5 MRR 6 AScs	aplan, I Cruit, Inling, SI Schl Inling, X Shan Inc., OS Hers	The effects of Augment History of Virtual res	augments ed reality i virtual rea sity and as	d reality-, vi n vocationa lity and aug gmented n	itual re Itainin mentes sality in	ality-, and g: A syste I reality in social lea	d mixed realit ematic review n neurosurgic eming spaces	y-based trai of research al training a literature	ning on and app review	objecti dication	ive performano ns	e messut	2021 2024 2022 2022	Hum Hum Comp Work Virtus	Paper details The effects of in augmented resilty as basins nethods: A meb	esults *  intual reality, ty, and mixed g enhancement e-analysis
63 63 64 64 65 65 66 67 67 68 68 68 68 68 68 68 68 68 68 68 68 68	161.00 81.00 68.00 21.00 123.50 48.67	1 ADKs 2 LMD 3 FKCh 5 MRP 6 AScs 9 VKsh	aplan, I Cruit, Isling, SI Schl Hieng, X Shan Iaro, DS Hers Islandis, A Ary Hii, U Tripathi,	The effects of Augment History of Virtual res A review	augmente ed reality i riidual rea sity and au on Virtual i	d reality-, vi n vocations lity and au- igmented is lisality and i	itual re libainin prientes sality in Lugmer	elityr, and g: A syste I reality in social lea ted Reali	d mixed reality ematic review in neurosurgic eming spaces by use-cases	y-based trai of research al training a literature of Brain Con	ning on and app neview review	objecti dication	ive performano	e messut	2021 2024 2022 2022 2021 2022	Hum Comp Work Virtus Micro	Save Ro  Paper details The effects of in augmented real resity as basins methods: A met- AD Kaplan, J Cn.	esults *  ritual reality, ty, and mixed g enhancement e-analysis ut, M Endsley,
h 644 81 h 189 63 h 494 h 131 h 105	161.00 81.00 63.00 21.00 123.50 48.67 35.00	1 AD Ks 2 LM Di 3 RK Ch 5 MR Pi 6 A Sca 9 V Ksh 10 Y Liu,	iaplan, J Cruit, Ialing, SJ Schl Hiang, X Shan Iang, DS Hers Haran DS Hers Haran DS Hers Haran DS Hers Haran DS Hers Haran DS Hers VE Sathishk	The effects of Augment History of Virtual res A review of Augment	augments ed reality in fulfoual rea sity and as on Virtual it ed reality to	direality-, vi n vocations lity and aug igmented in litality and a echnology i	itual re Itainin prientes sality in Augmen based o	elity-, and g: A syste I reality in social lea ded Reali a school p	d mixed realit ematic review n neurosurgic eming spaces ty use-cases physical educ	y-based training of research all training a literature of Brain Con action trainin	ning on and app review sputer in	objecti dication	ive performance ns e based applica	e measur	2021 2024 2022 2022 2021 2022 2022	Hum Comp Work Virtus Micro Comp	Paper details The effects of in augmented resilty as basins nethods: A meb	esuits  intual reality, ty, and mixed g enhanceme e-analysis at, M Endsley
h 644 1 11 h 189 63 h 464 h 131 h 105 h 259	161.00 81.00 63.00 21.00 123.50 48.67 35.00 64.75	1 AD 69 2 UMD 3 PKCh 5 MRP 6 A Sca 9 V Keh 10 Y Liu, 11 AJ Liu	iaplan, I Cruit, hieng, SI Schl hieng, X Shan lare, DS Hers norelli, A Ary hii, U Tripathi, , VE Sathishk ungu, W Swin	The effects of Augment History of Virtualizes A review of A review of	augments ed reality in initiaal rea sity and as on Virtual in ed reality to on the app	d reality-, or n vocational lifty and aug igmented in leality and a echnology in lications of	itual re Itainin prientes sality in Augmen based o niitual r	olity-, and gr A syste I reality in social lea ted Reali n school p eality, au	d mixed reality ematic review in neurosurgio eming spaces ty use-cases ophysical educ gmented real	y-based training of research all training a literature of Brain Con action trainin	ning on and app review sputer in	objecti dication	ive performano ns	e measur	2021 2024 2022 2022 2022 2022 2022 2022	Hum Comp Work Virtus Mick Comp Exper	Save for Paper details The effects of in augmented real reality as trainin methods: A methods: A methods: AD Klaplan, J Cin Seess, (2021) Human, journ	rtual reality, ty, and mixed g enhancement e analysis at, M Endsley, life, sagepub. o
h 644 81 h 189 63 h 484 h 131 h 105 h 259	161.00 81.00 63.00 21.00 123.50 123.50 45.67 35.00 64.75 22.33	1 AD 69 2 UM D 3 PK Ch 5 MR Ph 6 A Sca 9 V Kah 10 Y Liu, 11 AJ Lu 17 AK Ju	aplan, J Cruit, laling, SI Schl hieng, X Shen lare, DS Hers exerdit, A Ary hti, U Tripathi,, VE Sathishk ungu, W Swin umani, WA Si	The effect Effects of Augment History of Virtual res A review of Virtual res Virtual res Virtual res	augmente ed reality in initual rea sity and au on Virtual it ed reality to on the appi	d reality, in n vocations lity and au- igmented in leality and exhibitors of ilications of igmented in	itual re Itrainin gmentes sality in Augmen based o victual r sality fo	olity-, and gr A syste I reality in social lea sted Reali n school p eality, au r educatio	d mixed reality ematic review or neurosurgic eming spaces by use-cases physical educ gmented real an	y-based trai of research al training a literature of Brain Con action training ity and mise	ning on and app review sputer in g d reality	objecti dication nterface y in sury	ive performance ns e based applica gical simulation	e measur	2021 2022 2022 2022 2022 2022 2022 2022	Hum Comp Work Virts: Mick Comp Exper = ats	Save Re Paper details The effects of in augmented real reality as basin methods: A met 40 Klaplan, 3 Cn beers, (XXX)	esults   rtudi reality, ty, and mixed g enhanceme e-analysis sit, M Endsley elit. sagepub. o
h 644 81 h 189 63 h 494 h 131 h 105 h 259 67 68	161.00 81.00 63.00 21.00 123.50 43.67 35.00 64.75 22.33 34.00	1 AD Kg 2 UM Di 3 PK Ch 5 MR Pi 6 A Sca 9 V Kah 10 V Liu, 11 AV Liu 12 AK Ju 19 DS Pa	aplan, J Cruit, Isling, SJ Schl., Isling, X Shan., Isro, DS Hers., Isro, DS	The effect Effects of Augment History of Virtualize A review of A review of Virtualize An interest	augmente ed reality in initual rea sity and ex on Virtual it ed reality to on the app sity and au ctive design	d reality, vi n vocations lity and au- igmented in licality and i echnology i lications of igmented in n change m	itual re libainin prientes sality in Lugmen based o nistual ri sality fo ethodo	olity-, and gr A syste I reality in social lea ted Realin I school j eality, au educatio logy usin	d mixed realit ematic review n neurosurgio eming spaces by use-cases physical educ gmented realit gn g a BIM-base	y-based training all training a literature of Brain Contaction training lity and mine of Virtual Res	ning on and app review sputer is 9 d reality	objecti dication nterface y in sury	ive performance ns e based applica gical simulation	e measur	2021 2022 2022 2022 2021 2022 2021 2022 2023	Hum Comp Work Virtus Micx Comp Exper = ans Journ	Save for Paper details The effects of in augmented real reality as trainin methods: A methods: A methods: AD Klaplan, J Cin Seess, (2021) Human, journ	esults •  ritual reality, ity, and mixed genhancene e-analysis  at, M Endsley  els. sagepub. o  1.00 per year
h 544 81 81 81 82 83 84 84 84 86 86 87 88 87 88 88	161.00 81.00 63.00 21.00 123.50 48.67 35.00 64.75 22.33 34.00 62.75	1 AD 53 2 UM Di 3 PK Ch 5 MR Pi 6 A Sco 9 V Keh 10 Y Liu, 11 AV Liu 17 AK Ju 19 DS Pu 21 J Abid	aplan, J Cnut, leling, SJ Schl lang, X Shan lang, DS Hers examplik, A Ary hii, U Tripathi, vie Sathishk ungu, W Swin umani, WM Si enye, T Kim, ch NJ, J Parlon	The effect of Augment History of Virtualizer Areview of Augment Areview of Virtualizer An interest Areview of	augments ed reality in initual rea sity and as on Virtuality and reality to on the app sity and as drive design of the evide	d reality, vi n vocational lity and au- igmented in leality and a echnology in lications of igmented in n change in more for train	itual re Itainin grientes sality in Augmen based o nitual r sality for ethodol ining eff	olity-, and gr A syste I reality in social lea ted Reali I school p eality, au educatio logy usin ectivenes	d mixed reality ematic reviews on neurosurgic eming spaces by use-cases by use-cases by use-cases on greened reality on g a BIM-base as with virtual	y-based training of research of training a literature of Brain Con action trainin ity and mise d Virtual Res reality tech	ning on and app review sputer is g d reality liby and nology	objecti slication sterface vin surp l'Augm	ive performances  e based applicate gical simulation ented Reality	e measur tions for s t an exten	2021 2024 2022 2022 2022 2022 2022 2022	Hum Comp Work Virts: Micx Comp Esper anx Journ Virts:	Save Re Paper details The effects of in augmented real reality as brainin methods: A meb 40 Kaplan, J Cn Beers, (2021 Human (2021 DOI 10.1177)00 DOI 10.1177)01	rtudinesity, ty, and mixed genhancene e-analysis dt. M Endsley etc. sagepub. c 1.00 per year
h 544 81 81 81 82 83 84 84 84 84 84 86 87 88 87 88 88 87 88	161.00 81.00 63.00 21.00 123.50 48.67 35.00 64.75 22.33 34.00 62.75 77.25	1 AD Kg 2 UM Di 3 PK Ch 5 MR Pi 6 A Sca 9 V Keh 10 Y Liu, 11 A J Liu 17 A K Ju 19 D S Pu 21 J Abic 24 J Jang	apian, J Cruit, leling, SJ Schl hinng, X Shan lam, DS Hers sarelli, A Ary hii, U Tipathi , VE Sathishik mgu, W Swin mani, WA Si mgu, T Kim, ch N, J Parker g, Y Ko, WS S	The effect of Augment History of Virtual res A review of Augment A review of Augment A review of Augment A review of Augment Augment Augment	augmente ed reality in initual rea sity and as on Virtualli ed reality to on the app sity and as drive design of the evidi ed reality a	d reality, vi n vocational lity and aug igmented in licality and in echnology i lications of igmented in in change m ence for the and virtual in	itual re Itrainin grientes sality in Augmen based or nintual r sality for ethodol ining eff sality for	elity-, and gr A syste I reality in social lea ted Reali n school p eality, au reducation logy using rectivener r learning	d mixed reality emails review in neurosurgis orning spaces thy use-cases physical education graph and graph assets graph asset graph asset graph graph asset graph graph graph graph graph graph graph gr	y-based training of research all training a literature of Brain Concetion training the district of Virtual Resiliptech discrepancy and training a literature of the literature	ning on and app review sputer is g d reality lity and nology s exten	objecti dication nterface vin surp l'Augm	ive performance ns e based applica gical simulation ented Reality	e measur  tions for s  t an eiten  tance mo	2021 2024 2022 2022 2022 2022 2021 2021	Hum Comp Work Virts: Micx Comp Exper anc Journ Virts: EEE c	Save like  Paper details  The effects of is augmented real mating as basin methods: A methods as me	rtud realty, ty, and nised genhancement analysis at, M Endoley, 66. sapepub. o. 18728820914 lation-based
h 544  81 h 189 63 h 464 h 181 h 185 65 68 68 h 251 h 309 62	161.00 81.00 63.00 21.00 123.50 123.50 48.67 35.00 64.75 22.33 34.00 62.75 77.25 31.00	1 AD 53 2 UM Do 3 PK Ch 5 MR Ph 6 A Sca 9 V Keh 10 V Dia, 11 A J Lu 17 A K Ju 19 D S Pa 21 J Abic 24 J Jang 25 AD 5a	aplan, I Cruit, Islang, SI Sch Islang, SI Sch Islang, X Shan Isra, DS Hers Island, Shang, Market, Island, Ind. Island, WA Si Israel, WA Si	The effect Effects of Augment History of Virtual res A review of A	sugmente ed reality in initual residity and as on Virtual it and reality it on the applicity and as dive design of the evidied ed reality a blication T	d reality, vi n vecational lity and augmented in litality and i echnology i lications of igmented in n change m ence for trail ind virtual in inds in Au	itual re litrainin gmentes sality in lugmen based or situal r sality for ethodol ining eff sality for gmente	olity-, and gr A syste I reality in social lea ted Rasin In school p eality, au educatio logy using ectivenes r learning d Rasiny	d mixed malit ematic review n neurosurgio eming spaces by use-cases physical educ generated real an g a BIM-base as with virtual g An examina and Virtual R	y-based training all training a literature of Brain Contaction training ity and miss d Virtual Resident training a seality for Le	neview review reputer in g diety and nology n extens	objecti dication nterface vin surp l'Augm	ive performances  e based applicate gical simulation ented Reality	e measur  tions for s  t an eiten  tance mo	2021 2022 2022 2022 2022 2022 2022 2023 2	Hum Hum Comp Work Virtue Micx Comp Exper and Journ Virtue EEE e Inter	Save Re Paper details The effects of in augmented real reality as brainin methods: A meb 40 Kaplan, J Cn Beers, (2021 Human (2021 DOI 10.1177)00 DOI 10.1177)01	rtud realty, ty, and mixed g enhancement e analysis it, M Endsley, its sagepub. o 18728829914 liston-based biblioged via
h 544  81 h 189 53 h 464 h 131 h 105 68 68 h 251 h 309 62	161.00 81.00 63.00 21.00 123.50 48.67 35.00 64.75 22.33 34.00 62.75 77.25 31.00 34.50	1 AD 63 2 UMD 3 FK Ch 5 MR Ph 6 A Sca 9 V Keh 10 Y Liu, 11 AJ Lu 17 AK Ju 19 DS Pu 21 J Abic 24 J Jang 25 AD 5a 28 K Yin,	aplan, I Cruit, laling, SI Soh hieng, X Shen lam, DS Hers swelli, A Ary hi, U Tinpathi IVE Sabhishik mgu, W Svin mani, WA Si erya, T Kim, ch IV, I Parken g V Ko, WS S emala, Y Dain (2 He, I Xion	The effect Effects of Augment History of Virtual res A review of A	sugmente ed reality in initual residity and as on Virtual it and reality it on the applicity and as dive design of the evidied ed reality a blication T	d reality, vi n vecational lity and augmented in litality and i echnology i lications of igmented in n change m ence for trail ind virtual in inds in Au	itual re litrainin gmentes sality in lugmen based or situal r sality for ethodol ining eff sality for gmente	olity-, and gr A syste I reality in social lea ted Rasin In school p eality, au educatio logy using ectivenes r learning d Rasiny	d mixed reality emails review in neurosurgis orning spaces thy use-cases physical education graph and graph assets graph asset graph asset graph graph asset graph graph graph graph graph graph graph gr	y-based training all training a literature of Brain Contaction training ity and miss d Virtual Resident training a seality for Le	neview review reputer in g diety and nology n extens	objecti dication nterface vin surp l'Augm	ive performance ns e based applica gical simulation ented Reality	e measur  tions for s  t an eiten  tance mo	2021 2022 2022 2022 2022 2022 2022 2023 2	Hum Hum Comp Work Virtue Micrc Comp Experanc Journ Virtue EEE c Inter Journ Journ	Paper details The effects of in augmented real insists as trainin methods: A	rtud realty, ty, and mixed g enhancement e analysis it, M Endsley, its sagepub. o 18728829914 liston-based biblioged via
h 544  81 h 189 63 h 464 h 181 h 185 65 68 68 h 251 h 309 62	161.00 81.00 63.00 21.00 123.50 48.67 35.00 64.75 22.33 34.00 62.75 77.25 31.00 34.50	1 AD 63 2 UMD 3 FK Ch 5 MR Ph 6 A Sca 9 V Keh 10 Y Liu, 11 AJ Lu 17 AK Ju 19 DS Pu 21 J Abic 24 J Jang 25 AD 5a 28 K Yin,	aplan, I Cruit, Islang, SI Sch Islang, SI Sch Islang, X Shan Isra, DS Hers Island, Shang, Market, Island, Ind. Island, WA Si Israel, WA Si	The effect Effects of Augment History of Virtual res A review of A review of Virtual res An interes A review of Augment Global Pu Virtual res Virtual res Global Pu Virtual res	sugments ed reality in initual rea sity and as on Virtual is ed reality to on the app sity and as drive design of the exist ed reality a blication T sity and as	d reality , vi n vecations lity and au- igmented in leality and i echnology i lications of igmented in n change m ence for trained individual in igmented in Au- igmented in	itual re ilbainin greetes salty in Sugmer based o wirtual r salty fo salty fo greetes	ality-, and gr A syste I reality in social lea ted Reality is school j eality, au educatio logy usin ectivenes r learning d Reality aplays ad	d mixed malit ematic review n neurosurgio eming spaces by use-cases physical educ generated real an g a BIM-base as with virtual g An examina and Virtual R	y-based training of research all training a literature of Brain Con- ution training ity and mise d Virtual Res reality for Le abure perspo- uture perspo-	neview review reputer in g diety and nology n extens	objecti dication nterface vin surp l'Augm	ive performance ns e based applica gical simulation ented Reality	e measur  tions for s  t an eiten  tance mo	2021 2022 2022 2022 2022 2022 2022 2023 2	Hum Hum Comp Work Virtue Micrc Comp Experanc Journ Virtue EEE c Inter Journ Journ	Save Ru  Paper details The effects of v augmented real reality as training and reality as training and reality as training for the reality as training DOI 10. 1177/DOI	rtud realty, ty, and mixed g enhancement e analysis it, M Endsley, its sagepub. o 18728829914 liston-based biblioged via
h 644  81 h 189 63 h 494 h 131 h 105 h 259 67 68 h 251 h 309 62 h 138	161.00 81.00 63.00 21.00 123.50 48.67 35.00 64.75 22.33 34.00 62.75 77.25 31.00 34.50 3.00	1 AD 63 2 UMD 3 FKCh 5 MR Pc 6 A Sca 9 V Keh 10 Y Liu, 11 AJ Liu 17 AK Ju 19 DS Pu 21 J Abic 24 J Jang 25 AD 5a 28 K Yin, 29 Y Yeo	aplan, I Cruit, laling, SI Soh hieng, X Shen lam, DS Hers swelli, A Ary hi, U Tinpathi IVE Sabhishik mgu, W Svin mani, WA Si erya, T Kim, ch IV, I Parken g V Ko, WS S emala, Y Dain (2 He, I Xion	The effect of Effects of Augment History of Virtualines A review of Augment Global Pu Virtualines Virtualines Virtualines Virtualines Virtualines Virtualines of Augment of Augment Virtualines Virtua	sugments ed reality in initual rea sity and as on Virtual it and reality as on the app sity and as trive design of the evided and reality and as sality and as ality and as	d reality , vi n vecations lity and au- igmented in leality and i echnology i lications of igmented in n change m ence for trained individual in igmented in Au- igmented in	idual re ilbainin gmentes sality in Augmentes sality fo sality fo gmente sality fo gmente sality de ficality L	olity-, and gr A syste I reality in social lea ted Reality school y eality, au educatio logy using ectiones r learning of Reality plays ad lise Geses	d mixed reality emetic review in neurosurgicy eming spaces by use-cases by use-ca	y-based training of research all training a literature of Brain Con- ution training ity and mise d Virtual Res reality for Le abure perspo- uture perspo-	neview review reputer in g diety and nology n extens	objecti dication nterface vin surp l'Augm	ive performance ns e based applica gical simulation ented Reality	e measur  tions for s  t an eiten  tance mo	2021 2022 2022 2022 2021 2021 2021 2021	Hum Hum Comp Work Virtue Micrc Comp Experanc Journ Virtue EEE c Inter Journ Journ	Paper details The effects of in augmented relations sality as barriers and barriers and barriers and barriers and barriers and by 644 (36 and	rtudineality, ty, and mixed genhancemen e-malysis at, IM Endoles, and Lato per year 18728829944 liston-based believed via ar convention or Octalis.
h 644  81 h 189 63 h 494 h 191 h 195 63 h 299 67 68 h 251 h 309 62 h 138 3 h 340	161.00 61.00 61.00 21.00 123.50 46.67 35.00 64.75 22.33 34.00 62.75 77.25 31.00 34.50 3.00 120.00	1 AD 62 2 UMD: 3 PK Ch 5 MRP: 6 A Sca 9 V Keh 10 Y Liu, 11 AJ Lu 17 AK Ju 19 OS Pa 21 J Abic 24 J Jang 25 AD Sa 28 K Yin, 29 Y Neo 30 S Day	aplan, I Cruit, laling, SI Schl., laing, SI Schl., lain, OS Hers., lain, W. Subhishi, lain, W. Subhishi, lain, W. S., lain, W. S., lain, T. Kim, chin, I. Parker, lain, S. Y. Dain., lain, S. Y. Dain., lain, G. Son., lain, G. Son.,	The effect of Augment History of Virtualine Areview of Augment Global Pu Virtualine Virtualine Augment Augment Augment of	sugments ad reality in initual rea sity and as on Virtual it ad reality to the evid ad reality and as ablication T sity and as ality and as ality and A	d reality-, or necessions fity and augmented in fitality and is echnology lications of igmented in inchange in ence for train inchange in inchange in i	itual re Itaainin ymentes Sugmer Sussity in Sugmer Sussity fo Sussity fo Suss	olity-, and gr. A syste or reality in social les sted Reality and shoot of eality, wa eality, ea	d mixed reality ematic reviews in neurosurgic eming spaces ty use-cases physical educ gmented real or g a BIM-base as with virtual g An examina and Virtual R hances and f in Gastroent	y-based training of research all training a literature of Brain Contaction training ity and mise dividual Resilvation using a seality for Le arbure pempererology	ning on neview poster i g d realty neview neview stern crives	objecti dication in surp in surp ded tec	ive performance ns e based applica gical simulation ented Reality	e measur  tions for s  an exten  tance mo  lears.	2021 2022 2022 2022 2022 2022 2022 2023 2021 2023 2021 2023 2023	Hum Comp Work Virtue Micr Comp Exper and Journ Virtue EEE e Inter Journ Curre	Paper details The effects of in augmented relations sality as barriers and barriers and barriers and barriers and barriers and by 644 (36 and	rtud realty, y, and mined g enhancement analysis st, M Enders, st. September 1.00 per year 18720820904 lation-end us or convention
h 644  81 h 189 63 h 494 h 131 h 105 h 259 67 68 h 251 h 309 62 h 138	161.00 81.00 63.00 21.00 123.50 43.67 35.00 64.75 22.33 34.00 62.75 77.25 31.00 34.50 3.00 120.00 28.75	1 AD 62 2 UM Dr. 3 PK Ch 5 MR Pr. 6 A Sca 9 V Keh 10 Y Liu, 11 AJ Lu 17 AK Ju 19 DS Pa 21 J Abic 24 J Jang 25 AD 5a 28 K Yin, 29 Y Yea 30 S Day 31 NH G	aplan, I Cruit, laling, SI Schl., laing, S Shan, lam, DS Hers., lam, DS Hers., lamelik, A Ary., lik, U Tipathi, lik, Sabhishi, limpa, W Suin., lameli, W Si., lameli, W Si., lameli, Y Colin., lameli, Y Colin., lameli, Y Dain., lameli, Y Sancal.	The effect of Augment History of Virtual res A review of Augment Global Pur Virtual res Virtual res Role of vir	augments and reality is initual reality and as on Virtual is and reality to the application of the evided reality and as ality and as ality and as ality and as ality and a reality and a reality and a reality and reality and reality.	d reality-, in vocational inty and augmented in finality and a echnology in lications of ignorated in inchange m ence for tai ind virtual in ind virtual in ind sin Augmented in upmented in A comprehe (1/8), augmented in (1/8),	itual re Itaanin ymentes suity in Augmer suity fo suity fo suity fo gmente feality fo feality fo mented in	ality, and or Asystems osocial lea social lea eality, au eality, a	d mixed reality matric review, n neurosurgic ming spaces ty use-cases ty use-cases ty use-cases ty use-cases ty use-cases ty use-cases ty and eduration and Without hances and the in Gestroent to and artificia and	y-based training of research all training a literature of Brain Corrustion training the discounting and Writual Resident using a seality for Les abure perspectively all intelligences of intelligences of intelligences.	ning on and app review spater in g d reality and reality and receives e (AL) in	objecti dication interface in surp ded tec The Las	ive performances  of  e based application  gical simulation  ented Reality  hnology accept  Tiventy-One I	e measur  tions for s  t	2021 2022 2022 2022 2022 2022 2023 2021 2023 2021 2023 2021 2023 2023	Hum Hum Comp Work Virtue Gomp Epper and Journ Journ Journ Archi Semi	Paper details The effects of in augmented missility as basiness and basiness all display, 1, 2, 2, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4,	rtudineality, ty, and mixed genhancemen e-malysis at, IM Endoles, and Lato per year 18728829944 liston-based believed via ar convention or Octalis.

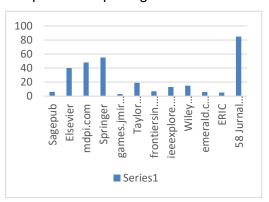
Gambar 1 Hasil pencarian artikel berbasis *Software PoP* 

Dari data yang di kumpulkan melalui aplikasi PoP maka di ketahui bahwa dari tahun 2021 hingga 2025, jumlah publikasi penelitian mengalami trend penurunan di setiap tahunnya dengan jumlah total sitasinya sebanyak 31.548 seperti yang dapat di lihat pada tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Artikel Periode 2021-2025

Tahun Terbit	Jmlh Artikel	Jumlah Sitasi
2021	127	16.196
2022	92	10.006
2023	54	4.677
2024	16	570
2025	11	99

Hasil pencarian data artikel berbasis software PoP iuga menunjukan bahwa produktivitas dan dampak kumulatif dari publikasi ilmiah (h-indeks) adalah sedangkan nilai bobot kutipan (gindeks) sebesar 160. selain itu, data juga menampilkan artikel dari jurnal publikasi berbagai negara yang beragam termasuk jurnal populer yang cukup berkualitas seperti yang dapat di lihat pada gambar berikut:

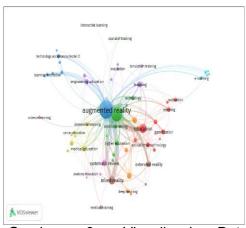


Gambar 2. Kategorisasi Artikel Berdasarkan Jurnal Publikasi

300 artikel penelitian yang terdata dari hasil pencarian tersebut di gabung ke dalam format RIS Reference Manager agar dapat bibliometrik dilakukan analisis menggunakan VOSviewer untuk kemudian dapat memvisualisasikan cakupan pembahasan serta memunculkan keterkaitan antar bidang ilmu. Kajian ini menampilkan dua hasil analisis bibliometrik **VOSviewer** yaitu network visualization untuk menampilkan

cakupan kajian, keterkaitan, dan peluang kajian di masa depan. Sedangkan overlay visualization untuk menampilkan keterangan waktu dari penelitian-penelitian yang di analisis. Ukuran bulatan (node) menunjukkan seberapa elemen tersebut muncul dalam data penelitian-penelitian yang dianalisis, garis penghubung (edge) keterkaitan menunjukan antar penelitian, warna node menunjukkan informasi tambahan, seperti tema atau tahun publikasi, dan jarak menunjukkan hubungan yang lebih kuat atau kesamaan yang lebih besar.

Pada visualisasi bibliometrik yang di tampilkan gambar 3 dapat diketahui bahwa terdapat beberapa topik pembahasan yang mendominasi dalam daftar penelitian yang berkaitan dengan VR dan AR yaitu education, mixed reality, extend reality, systematic review. training,dan simulation. Pada klaster kedua, beberapa bidang yang muncul adalah engineering education. medical education, artificial intelligence. technology. *higher education* dan operator training. Secara keseluruhan bidang yang paling banyak dikaji berkaitan dengan pelatihan berbasis VR dan AR adalah education yang mengalami perluasan kajian berhubungan dengan mixed reality extend reality. Selain itu beberapa topik pembahasan lain muncul namun memiliki hubungan yang jauh dengan AR dan VR seperti sicence learning, learning, dan interactive learning.



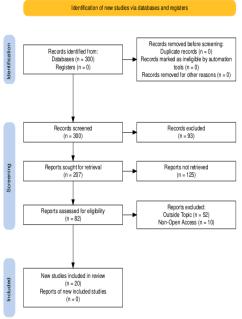
Gambar 3. Visualisasi Data VOSviewer

**VOSviewer** Hasil analisis memberikan gambaran bahwa masih terdapat beberapa bidang yang belum muncul karena belum banyak di teliti pada lima tahun terakhir manufacturing, seperti food beverage. military. construction. aviation, robotic, tourism dan bidang lainnya.hal ini juga di dukung dengan hasil overlay visualization yang menunjukan bahwa penelitian yang terdata paling banyak berada di rentang waktu tahun 2021 hingga 2023, sedangkan pada 2 tahun terakhir penelitian yang membahas topik pelatihan berbasis VR dan AR belum banyak dilakukan. Beberapa bidang yang belum muncul dapat menjadi bidang yang memiliki potensi untuk dikaji dan di kembangkan pada penelitian di masa depan.

Setelah analisis cakupan pembahasan dan keterkaitan menggunkan VOSviewer maka tahap selanjutnya adalah melakukan penyaringan artikel yang disesuaikan dengan kriteria yang telah ditetapkan. Proses screening artikel ini dilakukan menggunakan Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis (PRISMA) flow diagram. Diagram alur PRISMA adalah infografis statis menggambarkan sumber, jumlah, dan alur semua data yang

diidentifikasi dan disaring dalam suatu tinjauan [22]. Pada tahap ini, artikel-artikel penelitian sejumlah 300 artikel yang terdata pada tahap sebelumnya dimasukan ke dalam kolom identifikasi basis data. Oleh karena dalam proses pencarian berbasis PoP tidak ditemukan duplikasi artikel dan penghapusan otomatis dari software, maka nilai n = 300.

**Proses** screening diawali dengan memilih artikel-artikel dalam kajian ini yang di publikasikan oleh jurnal yang termasuk dalam 10 peringkat teratas dari hasil pencarian pada basis data google scholar dengan jumlah minimal 5 artikel yang dipublikasi. Hal ini dimaksudkan agar artikel yang dipilih adalah artikel dengan impact value tinggi. Hasil penyaringan ini menyisihkan 93 artikel yang tidak memenuhi kriteria tersebut sehingga nilai report for retrieval menjadi 207. Selanjutnya 125 artikel disisihkan sejumlah karena tidak termasuk dalam kelompok artikel yang berada di 5 besar jumlah sitasi terbanyak.



Gambar 4. Visualisasi (PRISMA) flow diagram

Oleh karena itu artikel yang masuk dalam reports for eligibility berjumlah 82. Dari hasil ini, screening di lanjutkan pada kriteria berikutnya yaitu artikel dengan topik Pendidikan dan pelatihan serta dapat di akses (open access). Proses ini menjadi proses penyaringan terakhir yang kemudian menghasilkan sejumlah 20 artikel yang akan dikaji dalam penelitian ini. Prosedur screening secara lengkap dapat di lihat pada gambar 4.

Berdasarkan hasil identifikasi dan penyaringan, maka 20 artikel penelitian yang terpilih di kategorisasi berdasarkan bidang kajian jumlah sitasi untuk dapat mengatahui bidang yang paling banyak dikaji dan paling tinggi jumlah sitasinya. Hasil pengelompokan data ini menunjukan bahwa dari 20 artikel penelitian, 7 penelitian diantaranya mengkaji tentang implementasi VR dan AR di bidang pendidikan yang didukung dengan jumlah sitasi paling tinggi yaitu sebanyak 2280. Kategorisasi artikel secara lengkap dapat di lihat pada tabel 2.

Bidang Kajian	Jumlah Sitasi	Persentase
Fire Fighting	120	2%
Industri	826	16%
Kesehatan	816	16%
Manajemen	750	15%
Teknologi	352	7%
Pendidikan	2280	44%
Grand Total	5144	100%

Tabel 2. Kategori Artikel Berdasarkan Bidang Kajian

Tinjauan sistematik ini melakukan kajian terhadap 20 artikel yang terpilih dan telah dikategorisasi. Hasil kajian terhadap penelitianpenelitian tersebut bersifat heterogen sesuai dengan bidang kajian, ruang lingkup pembahasan yang berkaitan dengan VR dan AR serta metodologi yang digunakan dari masing-masing penelitian. Adapun dari 20 artikel penelitian, sebagian besar diantaranya mengkaji VR dan AR secara terpisah dan ada yang menggabungkannya dengan konsep mixed reality (MR).

Deskripsi rangkuman dari penelitian-penelitian yang dikaji adalah sebagai berikut:

# 1. Bidang Manajemen

Pada tahun 2021, Matt C. Howard, Melissa B. Gutworth, Rick R. Jacobs melakukan meta-analisis terhadap studi eksperimental terkontrol yang menguji efektivitas pelatihan program VR untuk menentukan apakah program pelatihan menghasilkan efek yang lebih besar secara keseluruhan dari pada program pelatihan alternatif lainnya. Metodologi yang digunakan adalah meta-analisis dengan mengkodefikasi dan menganalisis atribut sumber yang digunakan dalam program pelatihan. Hasil metamenunjukan program analisis pelatihan VR lebih baik dari program pelatihan konvensional, namun perangkat keras tampilan, perangkat keras input, dan atribut permainan tidak berpengaruh signifikan. Semantara itu kesesuaian teknologi dan aspek desain berpengaruh signifikan terhadap program pelatihan [23].

Alexandra D. Kaplan, Jessica Cruit, Mica Endsley, Suzanne M. Beers, Ben D. Sawyer, dan P. A. Hancock pada tahun 2021 mempublikasikan penelitian metamengeksplorasi analisis yang temuan empiris tentang transfer pelatihan berbasis VR, AR dan MR. Analisis dilakukan dengan mengukur faktor (teknologi, peserta efek

pelatihan, dan ukuran kinerja). Hasil penelitian menunjukan bahwa pelatihan berbasis VR/AR dan pelatihan tradisional memiliki efektivitas sebanding, Populasi yang dilatih, dan tugas yang dilatih dapat memengaruhi efektifitas pelatihan berbasis VR/AR [16].

# 2. Bidang Industri

Hyeonju Lee, Donghyun Woo, dan Sunjin Yu melakukan kajian eksperimental pengembangan model pelatihan yang menggabung metode VR dan metaverse untuk mengatasi masalah yang di alami dalam metode pelatihan berbasis video. Model pelatihan tersebut di implementasi melalui simulasi perawatan pesawat. Pengukuran efektivitas pelatihan dilakukan melalui tes penguasaan pengetahuan sekaligus retensi, dan investigasi kehadiran melalui tanggapan survei. Dalam hasil penelitian yang di publikasikan pada tahun 2022. diketahui hasil eksperimen menunjukan bahwa kelompok yang menggunakan model pelatihan berbasis VR dan metaverse memperoleh skor lebih tinggi pada peserta tes pengetahuan, dan pelatihan dapat merasakan kehadiran spasial [24].

Vinod V. Kumar, Deborah Carberry, Christian Beenfeldt, Martin P. Andersson, Seyed S. Mansouri, dan Fausto Gallucci pada tahun 2021 melakukan penelitian untuk meninjau peluang dan tantangan integrasi VR ke dalam pendidikan teknik kimia dan biokimia, dengan penekanan khusus pada bidang-bidang dasar teknologi, pedagogi, dan socio-ekonomi. Tinjauan di lakukan terhadap 6 studi kasus bidang akademik teknik kimia, 4 studi kasus tentang pelatihan operator di industri kimia, 3 perangkat keras VR, dan juga cost of (hardware, software, human resource). Hasil menunjukan penelitian bahwa pendidikan dan pelatihan berbasis VR berdampak positif dalam menjembatani akdemik dan industri di bidang kimia dan biokimia. Teknologi perlu di kembangkan dengan mempertimbangkan cost of investment. Penilaian terhadap pelatihan aktivitas juga perlu dilakukan secara komperhensif [25].

Yi Tan, Wenyu Xu, Shenghan Li, dan Keyu Chen mempublikasikan penelitian pada tahun 2022 yang mengkaji tentang penerapan teknologi AR/VR untuk pendidikan dan pelatihan di industri AEC. Penelitian ini dilakukan dengan metode systematic review terhadap 82 studi dari basis data scopus dan web of science. Hasil menunjukkan bahwa terdapat beberapa keterbatasan dalam penerapan pendidikan AR/VR untuk pelatihan di industri AEC sehingga membutuhkan beberapa pengembangan diantaranya; peningkatan perangkat HMD pada AR/VR, meningkatkan pengalaman virtual yang lebih meyakinkan, meningkatkan pengetahuan keterampilan pemrograman guru pelatih di bidang AEC. penerapan metode lokalisasi yang lebih canggih [26].

Sofia G. Fracaroa, P. Chanb, T. Y. Gallagherd, Tehreeme, Toyodag, K. Bernaertsc, J. Glasseyg, T. Pfeiffere, B. Slofd, Sven W, dan M. Wilk pada tahun 2021 melakukan penelitian pengembangan solusi pelatihan VR sebagai bagian dari Proyek CHARMING Horizon 2020 UE. Pengembangan yang di lakukan mencakup prinsip-prinsip desain untuk lingkungan pelatihan VR, fiturpelatihan seperti elemen fitur pembelajaran berbasis permainan, analisis pembelajaran, dan metode penilaian. Studi pengembangan diawali dengan merancang lingkungan pelatihan, konten pembelajaran, lingkungan VR, dan interaksi yang akurat. Selanjutnya adalah model pengambilan keputusan terkait kinerja peserta pelatihan dan metode penilaian bukti, proses hierarki berbasis analitik, dan evaluasi komprehensif. Secara keseluruhan penelitian ini menyediakan kerangka teoretis yang menetapkan dasar untuk pengembangan pengalaman pelatihan virtual di masa depan [27].

C. Papakostas, C. Troussas, A. Krouska dan Sgouropoulou C. melakukan penelitian untuk mengevaluasi penggunaan teknologi dalam pelatihan AR menggunakan model inovatif yang secara tepat diperluas untuk mempertimbangkan pedagogi dan teknologi. Penelitian dilakukan terhadap 200 peserta pelatihan dengan menggunakan metode kuantitatif. Terdapat 2 variabel eksternal yaitu percieved enjoyment & system quality. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel eksternal merupakan prediktor dari kegunaan yang dirasakan kemudahan penggunaan .Temuan ini membantu pengembangan pelatihan berbasis AR melalui peningkatan sistem pelatihan kualitas pengalaman pengguna [28].

## 3. Bidang Kesehatan

Christian M, J. Birt, Zane S, C. Phelps, J. Clark, P. Glasziou, dan AM Scott melakukan kajian sistematis meta-analisis sekaligus untuk mengevaluasi dampak realitas virtual atau augmented reality terhadap pengetahuan penguasaan bagi mahasiswa mempelajari yang fisiologi dan anatomi praklinis. Tinjuan sistematis di lakukan terhadap 8 studi yang memenuhi persyaratan kelayakan dan mencakup 626 partisipan. Hasil penelitian yang dilakukan menemukan bahwa pendidikan dan pelatihan praklinis berbasis VR dan AR merupakan alternatif yang layak dalam ilmu kesehatan dan kursus kedokteran [29].

Abel J. Lungu, W. Swinkels, L. Claesen, Puxun Tu, Jan Egger dan Xiaojun Chen pada tahun 2021 juga tinjauan melakukan sistematis terhadap penerapan VR, AR dan MR clinical application. pada Materi kajian dalam penelitian yang meliputi dilakukan 18 studi penerapan di disiplin ilmu Neuro-18 studi Surgery. oral and maxillofacial surgery, dan 16 studi General Surgery. Tinjauan merangkum bahwa pergeseran paradigma berbasis teknologi VR, AR, dan MR pada bidang Kesehatan membawa dampak positif pada program pelatihan medis. Pada praktiknya kesuksesan metode pelatihan ini harus di dukung dengan tingkat realisme simulasi yang akurat. Beberapa catatan yang diajukan dalam penelitian ini mencakup pengembangan teknologi VR, AR dan MR untuk mendukung prlatihan bedah seperti simulator bedah haptic yang memerlukan perbaikan akurasi, Teknik pelacakan tanpa prosedur gambar yang rumit, serta metrik evaluasi simulator bedah yang standar dan spesifik [30].

Poshmaal Dhar. Tetyana Rocks, Rasika M Samarasinghe, Garth Stephenson dan Craig Smith mempublikasikan penelitian mereka tentang penggunaan AR dalam pelatihan dan pendidikan kedokteran serta dampaknya terhadap pengalaman dan hasil belajar mahasiswa. Penelitian yang dipublikasikan pada tahun 2021 ini menguraikan praktik penggunaan AR dalam program pelatihan kedokteran seperti HoloHuman, OculAR SIM, dan HoloPatient. Secara keseluruhan penelitian ini menjelasakan bahwa pelatihan kedokteran berbasis AR dapat meningkatkan pengalaman

mahasiswa kedokteran, dengan meningkatkan pengetahuan dan pemahaman, keterampilan praktis, dan keterampilan sosial [31].

# 4. Bidang Pendidikan

Abdullah Al-Ansi, M. Mohammed Jaboob, Askar Garad, Ahmed Al-Ansi pada tahun 2023 mempublikasikan artikel kajian yang merupakan tinjauan komperhensif 1.536 artikel terhadap dengan pendekatan mengadopsi penambangan teks dan analisis topik menggambarkan untuk perkembangan VR dan AR dalam pendidikan selama dua belas tahun terakhir. Hasil menunjukkan bahwa adopsi VR dan AR dalam pendidikan mengalami pertumbuhan eksponensial selain itu terdapat kesenjangan dalam implementasi dan penyesuaian teknologi ini di lembaga Pendidikan. Penekanan dari kajian ini adalah perlu adanya pada perhatian identifikasi kesenjangan transisi VR dan AR ke pendidikan dan menciptakan pendekatan adaptasi yang efektif [32].

Mohammed A. M. AlGerafi, Y. Zhou, Mohamed Oubibi, dan Tommy T. Wijaya dalam penelitian mereka pada tahun 2023, melakukan kajian evaluatif terhadap penerapan AR dan pendidikan, VR dalam dengan penekanan khusus pada dampaknya terhadap motivasi siswa, hasil belajar, keterlibatan, dan pengalaman belajar secara Analisis keseluruhan. sistematis dilakukan pada literatur yang berkaitan dengan pendidikan K-12, pendidikan tinggi, pendidikan STEM, pelatihan profesional, pembelajaran seumur hidup. Hasil dari kajian ini menyatakan bahwa VR dan AR memiliki dampak potensial untuk meningkatkan proses belajar siswa dengan mempertimbangkan beberapa tantangan seperti; beban kognitif, cybersickness, biaya, akses yang adil, kurikulum, dan strategi pengajaran. Kajian ini juga menyimpulkan bahwa banyak studi fokus pada usability tanpa membangun kerangka teoritis yang kokoh [33].

Juan Garzón melakukan kajian reflektif tentang 25 tahun penerapan metode pendidikan berbasis AR yang dipublikasikan pada tahun 2021. Kajian ini menguraikan 3 generasi penerapan AR vaitu; Generasi pertama (1995-2009) penerapan AR masih berbasis perangkat keras karena fokusnya pada memperkenalkan teknologi; Generasi (2010-2019)kedua penerapan pendidikan berbasis aplikasi; Generasi ketiga (mulai tahun 2020) penerapan berbasis AI, smartglasses dan WebAR. Refleksi deskriptif ini menekankan bahwa penerapan pendidikan berbasi AR diharapkan menjadi lebih realistis, berorientasi pada pengguna, lebih murah, akurat, dan tersebar luas. Selain itu, keberhasilan penerapan pendidikan berbasis AR tidak hanya bergantung pada masalah teknis, tetapi iuga pada karakteristik pedagogis konteks di mana aplikasi tersebut digunakan [34].

Daniel Bos, Servel Miller & Eloise Bull mempublikasikan penelitian pada tahun 2021 yang tentang bagaimana mengkaji teknologi VR, perangkat lunak, dan konten VR dapat digunakan sebagai sumber daya untuk pengajaran dan pembelajaran dalam bidana Geografi. Penelitian ini diawali dengan eksplorasi teknologi VR kemudian dilanjutkan dengan memperkenalkan kegunaan dan implikasi penerapan pendidikan berbasis VR dan terakhir menampilakn cara VR dan AR menawarkan peluang penting untuk pengembangan keterampilan praktis

yang unik yang dapat diterapkan pada geovisualisasi data lingkungan. Kajian ini menunjukan bahwa VR/AR dapat digunakan untuk memotivasi dan melibatkan siswa dalam praktik dan teknik lapangan yang penting; mendorong keterampilan literasi visual kritis; meningkatkan prospek ketenagakerjaan. Namun, terdapat hambatan-hambatan yang perlu dipertimbangkan meliputi aksesibilitas dan keterjangkauan dan keterbatasan sumber daya [35]

G. Lampropoulos, Euclid K, Konstantinos D, dan G. Evangelidis pada tahun 2022 juga melakukan literatur review mengenai penggunaan AR dan gamifikasi dalam pendidikan. Analisis dilakukan dengan metode tinjauan sistematis dan meta-analisis (PRISMA) terhadap 670 artikel dari 5 basis data (Scopus, Web of Science, Google Scholar, IEEE, dan ERIC). Hasil dari menjelaskan bahwa kaiian ini penggunaan AR dan gamifikasi dalam pendidikan dapat membantu pendidik, meningkatkan proses dan memfasilitasi pembelajaran, transisi menuju pembelajaran yang didukung teknologi, dengan memperhatikan pendekatan strategi pendidikan yang tepat, serta mempertimbangkan pengetahuan, minat, karakteristik unik, dan kepribadian siswa [36].

Muhammad Z. Iqbal, Eleni Mangina dan Abraham G. Campbell mempublikasikan tinjauan mereka keberhasilan penerpan tentana pendidikaan berbasis AR dalam pendidikan STEM (Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika). Tinjauan dilakukan pada studi yang melaporkan keunggulan, efektivitas, keterbatasan, tantangan penerapan pendidikan berbasis AR. Hasil penelitian ini secara rinci menguraikan kesenjangan penelitian yang diperlukan untuk memfasilitasi interaksi tanpa sentuhan secara realtime, pembelajaran kinestetik, dan mesin pembelajaran pedagogi jarak jauh [37].

Mario A. R. Sánchez. Pedro R. P. Sánchez. José A. F. Fernández melakukan kajian literatur dengan menggunakan analisis bibliometrik tentang penerapan VR dalam pendidikan. Analisis tersebut dilakukan terhadap 273 artikel yang terindeks dalam basis data Web of Science, Scopus, dan Lens periode 2010 hingga 2021. Hasil analisis menemukan enam kelompok utama dalam artikel yang dikutip, yaitu instruksi dan pembelaiaran menggunakan lingkungan VR, pembelajaran VR, penggunaan VR di berbagai bidang ilmu pengetahuan, proses pembelajaran menggunakan aplikasi atau permainan VR, proses pembelajaran yang memanfaatkan simulasi, dan topik yang diterbitkan selama pandemi Covid-19. Aspek penting lainnya yang ditemukan adalah institusi cenderung enggan dan lambat dalam menerima dan memasukkan VR ke dalam proses pembelajaran [38].

## 5. Bidang Teknologi

Abich, J. Parker, Jennifer S. Murphy, M. Eudy melakukan kajian terhadap penelitian mengenai efektivitas pelatihan dengan teknologi VR untuk menilai manfaat bagi peserta pelatihan, kajian dilakukan terhadap penelitian yang ada dalam periode tahun 1992 hingga 2019 dengan menerapkan 3 kategori yaitu kinerja psikomotorik, penguasaan pengetahuan, kemampuan spasial. Rekoomendasi dari kajian ini antara Penggunaan VR harus mengajarkan interaksi aktif; memahami audiens pelatihan sebelum melaksanakan pelatihan berbasis VR; Untuk dapat menilai efektivitas pelatihan, tidak boleh terbatas pada waktu; Pelajari VR dengan strategi instruksional; Meningkatkan retensi pengetahuan dengan menggunakan interaksi multimodal; Interaksi berbasis gerakan harus sesuai dengan tindakan yang dilakukan di tempat kerja dan di dunia nyata; Memanfaatkan VR untuk pelatihan pra-perencanaan atau pra-paparan [39].

G. Koutitas, S. Smith, melakukan Lawrence kajian mengenai kerangka pelatihan yang memanfaatkan teknologi AR dan VR. Kerangka kerja ini menggabungkan proses berpikir desain baru yang diterapkan untuk perancangan pengalaman pelatihan. analisis kualitatif dan kuantitatif dari berbagai metrik seperti kinerja, waktu pada tugas, akurasi, dan laju pembelajaran dikembangkan untuk menganalisis efektivitas kerangka kerja yang diusulkan. Hasil penelitian menunjukan bahwa metodologi pelatihan yang diusulkan meningkatkan akurasi sebesar 46% dan kecepatan dalam melaksanakan tugas sebesar 29% [40].

## 6. Bidang Fire Fighting

C. Papakostas, C. Troussas, A. Krouska dan C. Sgouropoulou pada 2021 mempublikasikan peneletian yang menganalisis aspekaspek utama yang mempengaruhi penerimaan AR pada program pelatihan pemadam kebakaran. Kajian ini melakukan kritikal analisis terhadap penerapan model saat ini yang diperluas oleh konstruk eksternal dari persepsi interaktivitas personalisasi, dan untuk mempertimbangkan baik tingkat sistem maupun individu. Selanjutnya penelitian ini mengusulkan model yang dievaluasi oleh 200 pengguna.

Hasilnya menunjukkan bahwa kedua variabel eksternal dari interaktivitas yang dipersepsikan dan personalisasi yang dipersepsikan faktor prasyarat adalah dalam memperluas model TAM. Temuan tersebut mengungkapkan bahwa kegunaan adalah prediktor terkuat dari niat perilaku petugas pemadam kebakaran untuk menggunakan sistem AR, dan juga kemudahan penggunaan dapat membantu AR pengembang meningkatkan petugas pengalaman pemadam kebakaran dalam pelaksanaan pelatihan [41].

Berdasarkan hasil identifikasi dan analisis yang dilakukan terhadap beberapa penelitian yang telah diuraikan, dapat di ketahui bahwa penelitian tentang pelatihan berbasis VR dan AR pada 5 tahun terakhir (2021-2025) paling banyak dilakukan di bidang pendidikan, disusul oleh penerapan di bidana industri. kesehatan, teknologi, manaiemen. Temuan kaijan mendukung implementasi pelatihan berbasis VR dan AR. Secara keseluruhan, penelitian di setiap bidang memiliki irisan dengan bidang terkait yang lain penerapan, tantangan efektifitas, maupun pengembangan yang diusulkan di masa depan.

Dari kajian terhadap 20 artikel penelitian dalam systematic review ini dapat dijelaskan bahwa pelatihan berbasis VR dan AR menawarkan potensi yang baik dalam efektifitas dan efisiensi peningkatan pengetahuan keterampilan dan pelatihan. peserta Namun, keberhasilan dan upaya pengembangan pelatihan berbasis di masa depan VR dan AR memerlukan penyelesaian terhadap beberapa kendala dan keterbatasan yang di hadapi saat ini. Beberapa hal yang perlu di perhatikan antara lain;

Aspek program pelatihan (a) mencakup beberapa hal seperti populasi yang dilatih, dan tugas yang dilatih [16], Penilaian aktivitas pelatihan secara komperhensif [25], lingkungan pelatihan, konten pembelajaran, lingkungan VR, dan interaksi yang akurat [27] peningkatan pada sisi percieved enjoyment & system quality [28] identifikasi kesenjangan transisi VR AR ke pendidikan serta dan menciptakan pendekatan adaptasi yang efektif [32], kurikulum, dan strategi pengajaran [33], karakteristik pedagogis harus disesuaikan dengan konteks di mana aplikasi tersebut digunakan [34]; (b) Aspek teknologi mencakup perangkat keras tampilan, perangkat keras input, dan atribut permainan kesesuaian teknologi dan aspek desain [23], peningkatan perangkat HMD pada AR/VR [26], pengembangan tingkat realisme simulasi vana akurat. pelacakan tanpa prosedur gambar yang rumit, serta metrik evaluasi simulator bedah yang standar dan spesifik [30], mengembangkan VR strategi instruksional, dengan meningkatkan retensi pengetahuan menggunakan dengan interaksi multimodal [39]; (c) Aspek kelayakan investasi; cost of hardware, software, human resource [25], aksesibilitas dan keterjangkauan [35]; (d) Aspek SDM; meningkatkan pengetahuan dan keterampilan pemrograman guru pelatih [26], keterbatasan sumber daya [35].

Seluruh kendala dan tantangan memerlukan tersebut faktor penunjang dan pendukung utama lainnya yang juga berkontribusi dalam keberhasilan maupun pengembangan program pelatihan berbasis VR dan AR yaitu partisipasi kolaboratif lintas sektor antara pemerintah, akademisi, serta industri dan bisnis dalam sinergitas

mengaktifkan peran masing-masing pihak untuk menyelasiakan berbagai kendala tersebut sekaligus mengupayakan Tindakan progresif dalam mengembangkan program pendidikan dan pelatihan berbasis teknologi digital seperti VR dan AR.

Hasil kajian sistematik ini juga bahwa ada menemukan tren penelitian tentang penurunana penerpan pelatihan berbasi VR dan AR dalam 3 tahun terakhir. Penelitian banyak berfokus lebih penerapan VR dan AR secara umum, sedangkan penelitian dengan fokus pembahasan pada model metode pelatihan berbasis VR dan AR di berbagai industri maupun bisnis modern masih sangat terbatas. Lebih khusus, adanya keterbatasan penelitian vang bersifat eksperimental untuk menguji, mengevaluasi, maupun mengembangkan model dan metode pelatihan berbasis teknologi digital. Penelitian-penelitian di masa depan diharapkan dapat melakukan kajian pengembangan yang mencakup semua bidang dan bersifat ekseperimental pada topik program pelatihan berbasis teknologi digital yang disesuaikan dengan kemajuan teknologi.

#### **KESIMPULAN**

Kesimpulan dari systematic review ini bahwa program pelatihan dengan menerapkan model dan metode pelatihan berbasis VR dan AR merupakan alternatif potensial yang jauh lebih efektif dan efisien dari penerapan pelatihan konvensional. Penelitian terkait pelatihan berbasis VR dan AR dalam 5 tahun terakhir masih di dominasi oleh peneletian di bidang Pendidikan. Beberapa bidang seperti industri, kesehatan, manajemen dan teknologi juga sudah mengkaji topik tersebut. Sedangkan penelitian tentang

pelatihan berbasis VR dan AR di bidang lain seperti pariwisata, militer, bisnis retail, perbankan, dan lainnya belum banyak dilakukan. Temuan positif dari penelitian-penelitian yang penelitian di kaii dalam menunjukan potensi yang baik dari penerapan pelatihan berbasis VR dan AR. Adapun tantangan dan keterbatasan yang di hadapi saat ini perlu mendapat perhatian dalam proses pengembangannya. Tinjauan sistematis ini secara umum bertujuan menyajikan potret penerpan praktis akademis kajian-kajian maupun untuk memberikan gambaran dan panduan tentang pendidikan dan pelatihan berbasis VR dan AR di berbagai bidang sehingga dapat memberikan pemahaman yang komperhensif baik dari kemanfaatan maupun kendala dan tantangan yang dihadapi.

#### **SARAN**

Tinjauan sistematis ini beberapa memiliki keterbatasan terutama aksesibilitas jurnal yang hanya di ambil dari basis data google scholar saja dan mengikutsertakan artikel penelitian yang lain. Penelitian serupa di masa depan perlu mempertimbangkan penjaringan artikel penelitian yang lebih luas agar informasi dan analisis lebih lengkap. Berdasarkan hasil identifikasi dan analisis yang telah dilakukan, penelitian sistematis ini merekomendasikan juga peningkatan penelitian-penelitian eksperimental dalam konteks menguji, mengevaluasi serta mengembangkan model dan metode pelatihan berbasis VR dan AR.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

[1] J. A. Saputra, A. Arwan, and D. Pramono, "Pengembangan Sistem Manajemen Sumber Daya Manusia Perusahaan

- Retail ( Studi Kasus: PT . Ramayana Lestari Sentosa Tbk Malang)," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 109–115, 2020.
- [2] M. C. Wibowo, Kekuatan AR (Augmented Reality) dan VR (Virtual Reality) Dalam Bisnis, 1st ed. Semarang: Yayasan Prima Agus Teknik, 2025. [Online]. Available: https://penerbit.stekom.ac.id/in dex.php/yayasanpat/article/vie w/555
- [3] Н. Honggo Widagdo, Nugroho, and G. Zulfikar, "Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality (AR) Sederhana Untuk Meningkatkan Engagement Pelanggan Pada Program Pemasaran UMKM," J. Penelit. Manaj. dan Inov. Ris., vol. 1, no. 3, pp. 10–20, 2023, [Online]. Available: https://doi.org/10.61132/lokaw ati.v1i3.995
- [4] Y. Farida and I. Rindaningsih, ""
  Analisis Sistematis Literatur
  tentang Transformasi Pelatihan
  dan Pengembangan Guru
  sebagai SDM pada Lembaga
  Pendidikan di Era Digital "," vol.
  1, no. 4, pp. 602–607, 2024,
  doi:
  https://doi.org/10.61722/jaem.v
  1i4.3653.
- [5] Y. Setiawan, "Pemanfaatan Teknologi VR ( Virtual Reality ) untuk Pelatihan Karyawan: Dampaknya pada Keterampilan dan Efisiensi Operasional," vol. 15, no. 5, pp. 746–750, 2024, [Online]. Available: http://www.jonhariono.org/inde x.php/ProBisnis
- [6] M. Faris Hafizh, R. Dhever

- Hani, A. Nur Kholishah, and I. Farida Adi Prawira, "Strategi Transformasi Digital Di Era Industri 4.0: Blueprint Bisnis, Penerapan Teknologi, Dan Peran Kritis Pemerintah Dalam Meningkatkan Daya Saing Bisnis Food and Beverage (F&B)," *Ekon. Bisnis*, vol. 23, no. 1, pp. 1–8, 2024, doi: 10.32722/eb.v23i1.6383.
- [7] P. Dallasega, L. Gualtieri, A. Padovano, and G. Rocca, "Investment evaluation of Augmented Reality-based training: a human-centered model," *Prod. Eng.*, vol. 19, no. 3, pp. 665–694, 2025, doi: 10.1007/s11740-025-01331-4.
- [8] F. Ferrati, J. A. Erkoyuncu, and S. Court, "Developing an augmented reality based training demonstrator for manufacturing cherry pickers," *Procedia CIRP*, vol. 81, no. March, pp. 803–808, 2019, doi: 10.1016/j.procir.2019.03.203.
- [9] J. Garzón, J. Pavón, and S. Baldiris, "Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings," *Virtual Real.*, vol. 23, no. 4, pp. 447–459, 2019, doi: 10.1007/s10055-019-00379-9.
- [10] R. Yung and C. Khoo-Lattimore, "New realities: a systematic literature review on virtual reality and augmented reality in tourism research," *Curr. Issues Tour.*, vol. 22, no. 17, pp. 2056–2081, 2019, doi: 10.1080/13683500.2017.1417 359.
- [11] T. Masood and J. Egger, "Augmented reality in support of Industry 4.0— Implementation challenges and

- success factors," *Robot. Comput. Integr. Manuf.*, vol. 58, no. August 2018, pp. 181–195, 2019, doi: 10.1016/j.rcim.2019.02.003.
- [12] M. Wedel, E. Bigné, and J. Zhang, "Virtual and augmented reality: Advancing research in consumer marketing," Int. J. Res. Mark., vol. 37, no. 3, pp. 443–465, 2020, doi: 10.1016/j.ijresmar.2020.04.004
- [13] A. Yudhistira, "Prospek Extended Reality Dalam Praktik Kedokteran Forensik," J. Forensik dan Med. Indones., vol. 3, no. 1, pp. 247-258, 2021. [Online]. Available: http://jos.unsoed.ac.id/index.ph p/jfmi/article/view/5264%0Ahtt p://jos.unsoed.ac.id/index.php/j fmi/article/download/5264/275
- [14] A. J. Lungu, W. Swinkels, L. Claesen, P. Tu, J. Egger, and X. Chen, "A review on the applications of virtual reality, augmented reality and mixed reality in surgical simulation: an extension to different kinds of surgery," *Expert Rev. Med. Devices*, vol. 18, no. 1, pp. 47–62, 2021, doi: 10.1080/17434440.2021.1860 750.
- [15] E. C. Magaña, A. C. Ariza, J. R. Palmero, F. David, and G. Gámez, "Virtual, augmented, and mixed reality in the University environment: analysis of scientific production," New J. Approaches Educ. Res., vol. 2025. 14, no. 8. https://doi.org/10.1007/s44322 -025-00027-y.
- [16] A. D. Kaplan, J. Cruit, M.

- Endsley, S. M. Beers, B. D. Sawyer, and P. A. Hancock, "The Effects of Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality as Training Enhancement Methods: A Meta-Analysis," *Hum. Factors*, vol. 63, no. 4, pp. 706–726, Jun. 2021, doi: 10.1177/0018720820904229.
- [17] P. A. Hancock, D. A. Vincenzi, J. A. Wise, and M. Mouloua, Human Factors in Simulation and Training, 1st ed. London, New York: CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business, 2009. [Online]. Available: https://api.pageplace.de/previe w/DT0400.9781420072846\_A 24698394/preview-9781420072846\_A24698394.p df
- [18] N. Faidz and M. Kuswinarno, "Pengembangan Sdm Di Era Digital: Transformasi Dan Adaptasi Kompetensi," *J. MEDIA Akad.*, vol. 2, no. 11, 2024, doi: 10.62281.
- [19] H. Α. Malik, "Dinamika Transformasi Bisnis di Era Digital: Strategi Adaptasi dan Peran Kepemimpinan pada Industri 4.0," J. Adm. Bisnis Fak. Ilmu Adm., vol. 1, no. 1, 1–5, 2024, [Online]. pp. Available: https://jurnal.universitasjakarta. ac.id/index.php/jurnal-fiaunija/article/view/70%0Ahttps:/ /jurnal.universitasjakarta.ac.id/i ndex.php/jurnal-fiaunija/article/download/70/56
- [20] S. R. Sorko and M. Brunnhofer, "Potentials of Augmented Reality in Training," *Procedia Manuf.*, vol. 31, pp. 85–90, 2019, doi:

- 10.1016/j.promfg.2019.03.014.
- [21] N. J. van Eck and L. Waltman, "Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping," *Scientometrics*, vol. 84, no. 2, pp. 523–538, 2010, doi: 10.1007/s11192-009-0146-3.
- [22] N. R. Haddaway, M. J. Page, C. C. Pritchard, and L. A. McGuinness, "PRISMA2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis," *Campbell Syst. Rev.*, vol. 18, no. 2, pp. 1–12, 2022, doi: 10.1002/cl2.1230.
- [23] M. C. Howard, M. B. Gutworth, and R. R. Jacobs, "A metaanalysis of virtual reality training programs," Comput. Human Behav., vol. 121, 2021, doi: 10.1016/j.chb.2021.106808.
- [24] H. Lee, D. Woo, and S. Yu, "Virtual Reality Metaverse System Supplementing Remote Education Methods: Based on Aircraft Maintenance Simulation," 2022, *mdpi.com*. doi: 10.3390/app12052667.
- [25] V. V. Kumar, D. Carberry, C. Beenfeldt, M. P. Andersson, S. S. Mansouri, and F. Gallucci, "Virtual reality in chemical and biochemical engineering education and training," *Educ. Chem. Eng.*, vol. 36, pp. 143–153, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.ece.2021.05.002.
- [26] Y. Tan, W. Xu, S. Li, and K. Chen, "Augmented and Virtual Reality (AR/VR) for Education and Training in the AEC Industry: A Systematic Review of Research and Applications,"

- Buildings, vol. 12, no. 10, p. 1529, Sep. 2022, doi: 10.3390/buildings12101529.
- [27] S. Garcia Fracaro et al., "Towards design guidelines for virtual reality training for the chemical industry," Educ. Chem. Eng., vol. 36, pp. 12–23, 2021, doi: 10.1016/j.ece.2021.01.014.
- [28] C. Papakostas, C. Troussas, A. Krouska, and C. Sgouropoulou, "User acceptance of augmented reality welding simulator in engineering training," *Educ. Inf. Technol.*, vol. 27, no. 1, pp. 791–817, 2022, doi: 10.1007/s10639-020-10418-7.
- [29] C. Moro 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., vol. 14, no. 3, pp. 368–376, May 2021, doi: 10.1002/ase.2049.
- [30] A. J. Lungu, W. Swinkels, L. Claesen, P. Tu, J. Egger, and X. Chen, "A review on the applications of virtual reality, augmented reality and mixed reality in surgical simulation: an extension to different kinds of surgery," *Expert Rev. Med. Devices*, vol. 18, no. 1, pp. 47–62, Jan. 2021, doi: 10.1080/17434440.2021.1860 750.
- [31] P. Dhar, T. Rocks, R. M. Samarasinghe, G. Stephenson, and C. Smith, "Augmented reality in medical education: students' experiences and learning outcomes," *Med. Educ. Online*, vol. 26, no. 1,

- 2021, doi: 10.1080/10872981.2021.1953 953.
- [32] A. M. Al-Ansi, M. Jaboob, A. Garad, and A. Al-Ansi, "Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education," *Soc. Sci. Humanit. Open*, vol. 8, no. 1, p. 100532, 2023, doi: 10.1016/j.ssaho.2023.100532.
- [33] M. A. M. AlGerafi, Y. Zhou, M. Oubibi, and T. T. Wijaya, "Unlocking the Potential: A Comprehensive Evaluation of Augmented Reality and Virtual Reality in Education," *Electron.*, vol. 12, no. 18, p. 3953, Sep. 2023, doi: 10.3390/electronics12183953.
- [34] J. Garzón, "An overview of twenty-five years of augmented reality in education," 2021, *mdpi.com*. doi: 10.3390/mti5070037.
- [35] D. Bos, S. Miller, and E. Bull, "Using virtual reality (VR) for teaching and learning in geography: fieldwork, analytical skills, and employability," *J. Geogr. High. Educ.*, vol. 46, no. 3, pp. 479–488, 2022, doi: 10.1080/03098265.2021.1901 867.
- [36] G. Lampropoulos, E. Keramopoulos, K. Diamantaras, and G. Evangelidis, "Augmented Reality and Gamification in Education: A Systematic Literature Review of Research,

- Applications, and Empirical Studies," 2022, *mdpi.com*. doi: 10.3390/app12136809.
- [37] M. Z. Iqbal, E. Mangina, and A. G. Campbell, "Current Challenges and Future Research Directions in Augmented Reality for Education," 2022, mdpi.com. doi: 10.3390/mti6090075.
- [38] M. A. Rojas-Sánchez, P. R. Palos-Sánchez, and J. A. Folgado-Fernández, "Systematic literature review and bibliometric analysis on virtual reality and education," 2023, Springer. doi: 10.1007/s10639-022-11167-5.
- [39] J. Abich, J. Parker, J. S. Murphy, and M. Eudy, "A review of the evidence for training effectiveness with virtual reality technology," *Virtual Real.*, vol. 25, no. 4, pp. 919–933, 2021, doi: 10.1007/s10055-020-00498-8.
- [40] G. Koutitas, S. Smith, and G. Lawrence, "Performance evaluation of AR/VR training technologies for EMS first responders," *Virtual Real.*, vol. 25, no. 1, pp. 83–94, Mar. 2021, doi: 10.1007/s10055-020-00436-8.
- [41] C. Papakostas, C. Troussas, A. Krouska, and C. Sgouropoulou, "Measuring user experience, usability and interactivity of a personalized mobile augmented reality training system," 2021, mdpi.com. doi: 10.3390/s21113888.