



# Tren dan Visualisasi dari Unity 3D For Education sebagai riset gamifikasi Pembelajaran: Bibliometrik analisis

Reno Nurdiyanto

Teknologi Pembelajaran, Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia

Penulis korespondensi, Surel: reno.nurdiyanto.2201218@students.um.ac.id

## Abstrak

Dalam era di mana teknologi terus mengalami perkembangan pesat, penggunaan pengembang permainan berkembang pesat salah satunya pada permainan untuk pembelajaran. Unity 3D merupakan software pengembang permainan yang telah menyediakan forum pengembangan untuk pendidikan. sangat penting untuk memanfaatkan ini untuk meningkatkan kualitas pendidikan saat ini. Artikel ini menyajikan analisis tren dan visualisasi perkembangan penggunaan Software Unity 3D dalam riset pendidikan selama satu dekade terakhir. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup analisis deskriptif dan metode bibliometric. Studi ini berfokus pada artikel dan conference paper yang sumber dari database scopus. Telah teranalisis sebanyak 94 artikel dan 297 conference paper yang relevan dengan penelitian ini. Ditemukan tiga teratas topik yang sedang berkembang yaitu augmented reality, 3D modeling dan human computer interaction . Implikasi dari temuan yang tersaji dapat membantu praktisi dan peneliti yang mengarahkan pada tren dan perkembangan lebih lanjut dalam penggunaan software Unity 3D dalam konteks pendidikan. Selain itu, visualisasi hasil pemetaan membantu pengidentifikasian peluang penelitian masa depan yang mungkin berfokus pada pengembangan alat dan sumber daya pembelajaran yang menggunakan software Unity 3D seperti pengembang aplikasi ataupun teknolog pendidikan.

**Keyword:** Permainan dalam pembelajaran; Unity 3d; Bibliometrik

## Abstract

In this era, where teknologi rapid development, the utilities of game developers is growing rapidly, one of which is games for education. Unity 3D is a game development software that has provided a forum for educational developer. It is crucial to utilize this to enhancing the quality of education. This article describe a trend analysis and visualization of the utilization of Unity 3D software in educational research on the years 2013-2023. This research utilizes descriptive analysis and bibliometric methods. This study focuses on articles and conference papers sourced from the Scopus database. A total of 94 articles and 297 conference papers relevant to this study were analyzed. The top three emerging topics were augmented reality, 3D modeling and human computer interaction. The implications of the findings assist practitioners and researchers that lead to further trends and developments in the use of Unity 3D software in educational contexts. In addition, the visualization of the mapping identify future research opportunities that may focus on the development of learning tools and learning resources that use Unity 3D software such as for application developers or educational technologists.

**Kata Kunci:** Gamification in Learning; Unity 3D; bibliometric

## 1. Pendahuluan

Riset dalam dunia pendidikan yang terus berkembang dengan cepat, penting bagi para profesional pendidikan, termasuk para profesor, untuk memahami tren terkini dalam pembelajaran. Salah satu tren yang semakin mencuat dalam beberapa tahun terakhir adalah "gamifikasi" atau penggunaan elemen-elemen permainan dalam konteks Pendidikan (Garrison dkk., 2021). Gamifikasi telah menjadi topik yang menarik dan relevan karena memiliki potensi untuk mengubah cara kita mendekati pembelajaran.

Dampak dari gamifikasi dapat meningkatkan keterlibatan siswa. Dengan menerapkan unsur-unsur permainan, seperti tantangan, hadiah, dan kompetisi, pembelajaran dapat menjadi lebih menarik dan menyenangkan bagi siswa. Ini dapat membantu meningkatkan motivasi mereka untuk belajar, yang seringkali menjadi tantangan utama dalam pendidikan (Arnab dkk., 2015). Selain itu, gamifikasi juga dapat membantu dalam mengembangkan keterampilan kritis, seperti pemecahan masalah, kerja sama, dan kreativitas (Chung & Chang, 2017).

Dalam pengembangan gamifikasi dalam pembelajaran, Unity Engine menjadi salah satu game engine yang menyediakan forum edukasi bagi pengembang. Unity Engine merupakan salah satu platform pengembangan permainan yang paling populer dan serbaguna yang digunakan oleh pengembang permainan profesional dan memiliki potensi besar dalam pengembangan gamifikasi untuk pendidikan (Akcaoglu dkk., 2022). Contoh produk yang dibuat oleh unity seperti among us, genshin impact, pokémon Unite, mobile legend Bangbang hingga free fire. Unity 3D menyediakan alat yang kuat untuk membuat simulasi dan lingkungan virtual yang dapat digunakan dalam konteks pendidikan. Dengan alat ini, para pengembang dapat membuat pengalaman belajar yang mendalam dan interaktif, yang menawarkan siswa kesempatan untuk berpartisipasi dalam situasi yang mirip dengan dunia nyata. Ini dapat meningkatkan pemahaman konsep dan memungkinkan siswa untuk menguji pengetahuan mereka dalam lingkungan yang aman. Unity Engine juga mendukung pengembangan konten berbasis 3D, yang dapat membuat pembelajaran lebih menarik dan imersif (Daineko dkk., 2022; Huang dkk., 2019). Ini cocok dengan preferensi belajar Unity 3D menyediakan alat yang kuat untuk membuat simulasi dan lingkungan virtual yang dapat digunakan dalam konteks pendidikan. Dengan alat ini, para pengembang dapat membuat pengalaman belajar yang mendalam dan interaktif, yang menawarkan siswa kesempatan untuk berpartisipasi dalam situasi yang mirip dengan dunia nyata. Ini dapat meningkatkan pemahaman konsep dan memungkinkan siswa untuk menguji pengetahuan mereka dalam lingkungan yang aman. Unity Engine juga mendukung pengembangan konten berbasis 3D, yang dapat membuat pembelajaran lebih menarik dan imersif (Daineko dkk., 2022; Huang dkk., 2019). Ini cocok dengan preferensi belajar

Keuntungan lain dari menggunakan Unity Engine dalam gamifikasi pendidikan adalah fleksibilitasnya. Platform ini mendukung berbagai perangkat, termasuk komputer, perangkat seluler, dan perangkat VR/AR, sehingga pengalaman pembelajaran dapat diakses oleh siswa melalui berbagai perangkat yang mereka miliki. Meskipun ada banyak penelitian pengembangan yang menggunakan Unity untuk pendidikan, sangat sedikit penelitian yang mengadopsi teknik pemetaan bibliometrik. Seperti yang telah disoroti sebelumnya, pemetaan bibliometrik membantu para akademisi dalam mengidentifikasi tren di bidang tertentu melalui kuantifikasi karakteristik penelitian di bidang tertentu dalam kurun waktu tertentu (Prahani dkk., 2023). Dengan menggunakan software biblioshiny, (Aria & Cuccurullo, 2017) melakukan studi bibliometrik yang mencakup periode tertentu. Studi bibliometrik (Brika dkk., 2022) tentang m-learning mencakup prosiding dan artikel yang diterbitkan pada September 2019 dan periode setelahnya. (Salar dkk., 2020) memberikan literatur mengenai perkembangan augmented reality dalam pendidikan. Oleh karena itu, penelitian ini menjawab kekosongan literatur ini dengan menyediakan inventaris terkini dan komprehensif tentang penelitian mengenai Unity 3D Engine khususnya pada ranah penelitian pendidikan.

## 2. Metode

Pritchard (1969) mengatakan bahwa bibliometrik merupakan aplikasi dari matematika dan metode statistika untuk buku dan media lain dalam komunikasi. (Aria & Cuccurullo, 2017) menyatakan bahwa metode literatur review yang sistematis, objektif dan transparan dengan bantuan statistika matematik untuk mencari informasi mengenai pemetaan informasi, tren riset pada waktu tertentu, melihat gap penelitian, arah riset kedepan, hubungan antar topik serta peneliti yang berdampak besar pada topik tertentu. Software yang digunakan yaitu Bibliometrik untuk menghasilkan co word yaitu berupa ekstraksi dari judul, abstrak, dan keyword serta data visualization yang menyajikan visualisasi untuk poin berupa jaringan, pemetaan dan diagram (Donthu dkk., 2020). Pertanyaan dalam penelitian bibliometrik ini adalah:

- a. Bagaimana perkembangan game engine Unity 3D pada penelitian pendidikan yang terindeks scopus?
- b. Jurnal manakah yang aktif dalam melakukan penelitian ini?
- c. Siapakah populer dalam engine untuk
- d. Apa topik dikembangkan potensial kedepan?

tokoh yang paling penggunaan game pendidikan? yang bisa ataupun yang berkembang



Gambar 1. Skema Desain Penelitian Bibliometrik

### 2.1. Desain Penelitian

Tahap pertama, yaitu mengidentifikasi kata yang akan relevan untuk tren dan visualisasi dari perkembangan peran Unity For Education dalam riset pendidikan. Kata kunci ini mempengaruhi hasil dari mapping dan data dari tujuan penelitian (Zupic & Čater, 2015). Kata kunci yang digunakan dalam pencarian ini yaitu ("Unity 3D" OR "Software Unity" OR "Unity Engine") AND (Education OR Learning). Ini digunakan untuk mencari publikasi yang relevan dengan topik pengembangan Unity 3D dalam konteks pendidikan atau pembelajaran.

## 2.2. Proses pengoleksian data

Pada proses analisis, dilakukan literatur review yang mencakup artikel dan paper konferensi yang bersumber dari database Scopus. Rentang waktu yang dianalisis dalam bibliometrik ini diantara periode 2012 hingga 2023.

## 2.3. Data Loading and Converting

Data yang diperoleh disimpan dalam bentuk csv. Kemudian data tersebut diekspor ke dalam bentuk bibtex file from SCOPUS. Menggunakan software biblioshiny untuk memuat dan mengkonversi data, matrikulasi dokumen dan lain lain.

## 2.4. Data visualization

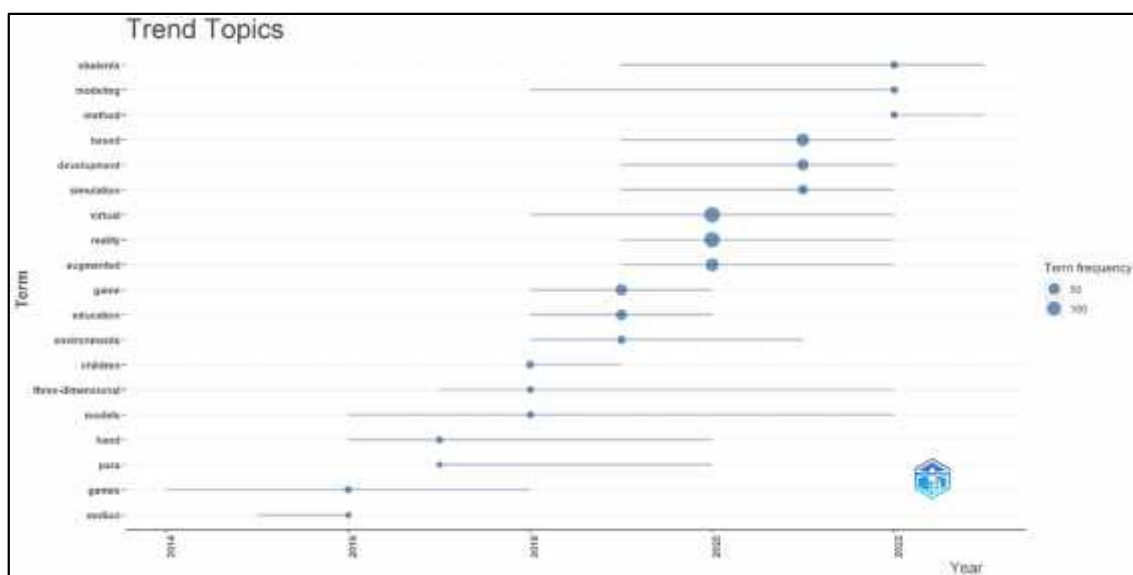
Pemetaan dan penjaringan diolah oleh software biblioshiny sesuai dengan tujuan dari penelitian ini.

## 2.5. Interpretasi

Data yang didapatkan dari hasil pemetaan dapat diinterpretasikan sesuai dengan tujuan penelitian.

# 3. Hasil & Pembahasan

## 3.1. Evolusi perkembangan Unity Education dalam Riset Pendidikan

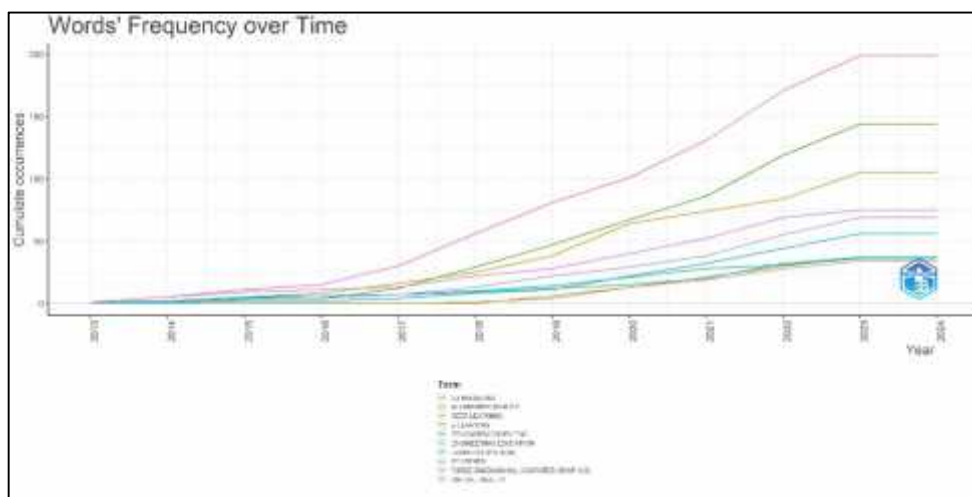


Gambar 2. Tren topik yang berkembang pada penggunaan Unity For Education

Dari gambar 2 menunjukkan terjadinya perubahan tren pengembang dalam pemanfaatan unity. Sekitar 2015 dan 2016 penggunaan motion graphic atau animasi cukup berkembang seiring dengan pemanfaatan games dalam pembelajaran. Namun, tren pemanfaatan game

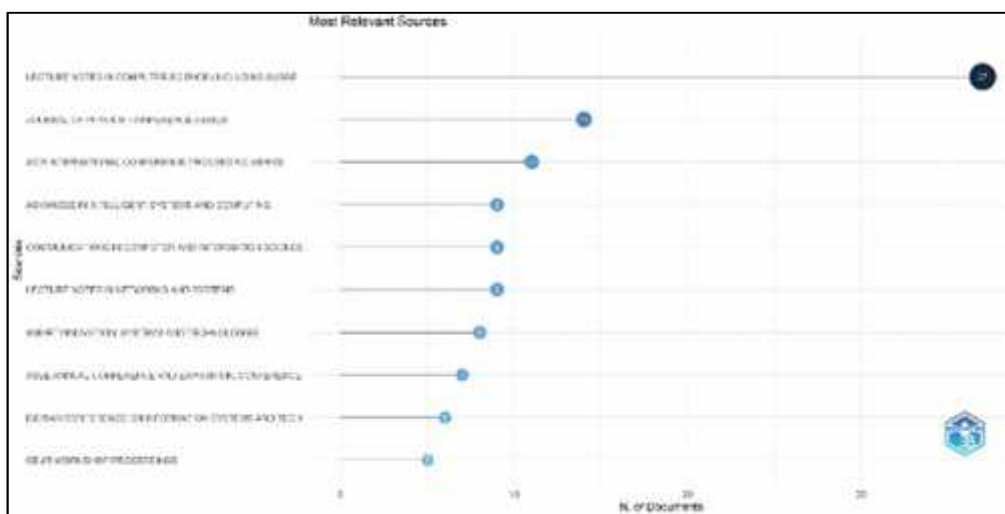
untuk pembelajaran hanya sampai tahun 2020. Hadirnya metaverse memunculkan trend baru dalam pemanfaatan unity for education menuju ke augmented reality, virtual reality, virtual environment, 3D model, dan virtual simulation. Tendensi ini perlu dimanfaatkan oleh pengembang teknologi pembelajaran untuk beralih ke 3D modeling dan simulasinya.

Meskipun penelitian virtual reality tidak dapat dikategorikan sebagai bidang yang baru saja muncul, pandemi COVID-19 telah mendorong peningkatan eksponensial dalam pendekatan akuisisi informasi yang dimediasi oleh game engine seperti Unity 3D. Mempertimbangkan peran game engine yang terbukti sangat penting dalam Masyarakat Pengetahuan, dengan dampak langsungnya terhadap proses pembelajaran, bukti-bukti ilmiah mengenai pendayagunaan Unity telah berkembang pesat. Bisa dibilang, volume literatur m-learning akan meningkat pesat karena adanya pandemi COVID-19. Akibatnya, seperti halnya domain ilmiah lainnya, peningkatan volume literatur mobile disertai dengan evolusi tren penelitian. Hal ini telah ditunjukkan pada gambar 3 tentang penggunaan kata dari waktu ke waktu dalam rentang waktu 10 tahun.



Gambar 3. Frekuensi Penggunaan kata dari waktu ke waktu

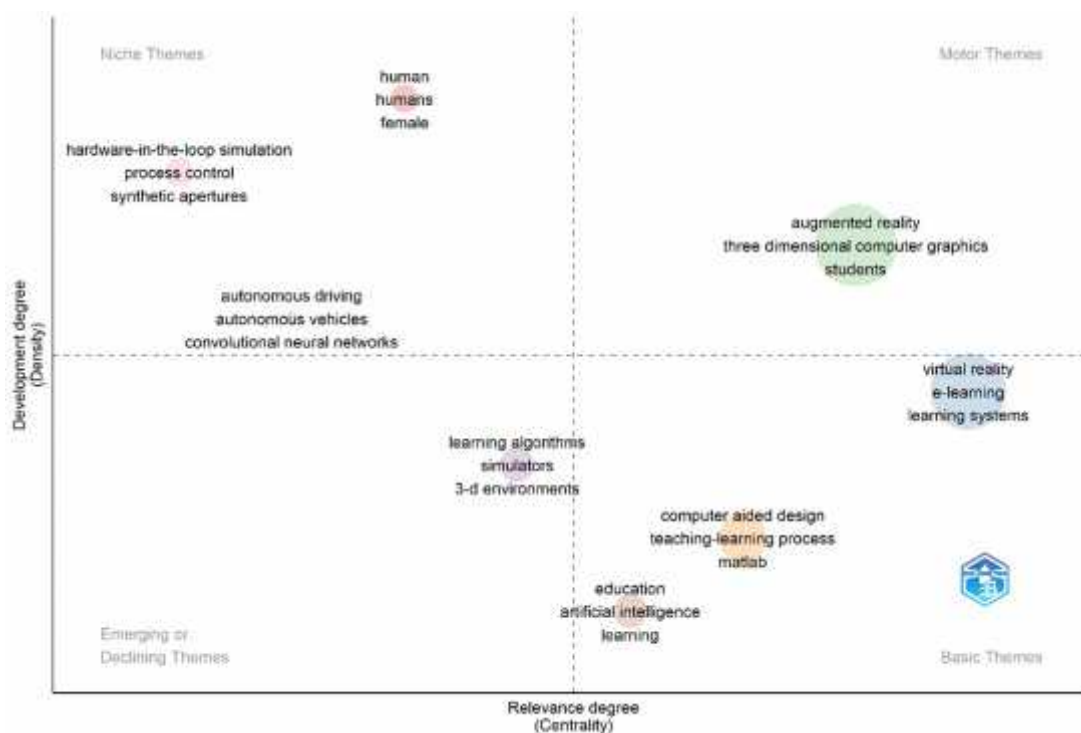
### 3.2. Disiplin Publikasi Artikel



Gambar 4. Jurnal yang paling relevan dengan topik

Ditemukan 10 teratas jurnal atau conference yang paling banyak menerima topik penelitian pendidikan yang menggunakan bantuan software Unity Engine 3D. Jurnal Lecture Notes in Computer Science (Q3) dari Jerman menjadi database artikel terindex scopus paling banyak dengan 37 artikel. Hal ini bisa menjadi tujuan para pengembang teknolog pembelajaran khususnya yang menggunakan Unity. Selain itu, mereka juga bisa merekomendasikan jurnal lain seperti advance intelegent systems and computing (Q3), Lecture notes in Networks and systems (Q4), Smart Innovation Systems and technologies (Q4) sebagai tujuan publikasi. Pengembang juga bisa menerbitkan artikel melalui conference yang tertera di gambar 2.

### 3.3. Tren penelitian dari Unity for Education



Gambar 5. Pemetaan Topik riset Unity For Education

Berdasarkan gambar 2. Telah dilakukan pemetaan terhadap artikel jurnal dan conference yang terseleksi. Centrality mengukur seberapa besar keterkaitan antar satu topik dengan topik lain. Density mengukur koherensi dari setiap cluster dari waktu ke waktu. Semakin tinggi density semakin topik tersebut akan semakin berkembang (Lim & Kumar, 2023). Kuadran 4 (basic and transversal theme) topik disini memiliki keterkaitan dengan topik lain. Namun, cenderung melebar dan kurang relevan dengan konteks penelitian. Topik ini bisa memiliki kemungkinan akan berkembang kedepannya hanya saja belum banyak yang membahas atau menyitasi artikel ini. Kuadran 3 (emerging or declining theme) bahwa topik ini lemah dan mungkin sudah tidak diteliti lagi di masa mendatang. Mayoritas basic theme untuk riset awalan belum well develop namun sudah banyak. Namun topik pada

artikel ini belum matang dan kemungkinan akan ditinggalkan. Kuadran 2. High developed and isolated theme) topik di kuadran ini specializen on the theme, namun kurang memiliki keterkaitan dengan topik lain. Topik ini dapat dijadikan peluang untuk mencoba saling mengaitkan satu sama lain. Kuadran 1, menunjukkan topik merupakan future research direction. Fokus penelitian ini pada topik dibagian ini. Semakin well develop maka semakin besar. Kita fokus pada kuadran 1 untuk mengisi kekosongan dari gap melalui arah riset kedepan. Tiga topik yang paling relevan dengan reality, 3D graphic, dan augmented Computer student.

**3.4. Afiliasi**

Affiliation	Articles
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE	116
INTERNATIONAL INFORMATION TECHNOLOGY UNIVERSITY	17
ARISTOTLE UNIVERSITY OF THESSALONIKI	9
TECHNICAL UNIVERSITY OF CLUJ-NAPOCA	9
INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY MANDI	8
INTERNATIONAL UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES	8
JILIN UNIVERSITY	8

topik yang  
yaitu berkaitan  
augmented  
Computer  
student.  
**dengan  
publikasi  
terbanyak**

**Tabel 1. Afiliasi dengan artikel terbanyak**

**3.5. Penulis paling produktif dan berpengaruh**

**Tabel 2. Penulis dengan Artikel terbanyak**

Penulis	Articles	Articles Fractionalized
ANDALUZ VH	22	4.86
LI Y	8	2.90
NARANJO CA	8	1.77
SHARMA S	7	2.87
IPALAKOVA MT	5	0.87
LI J	5	1.84
LI L	5	1.21

Penulis terbanyak dalam pengembangan Unity for Education Adalah Andaluz dengan 22 Artikel terindex scopus. Risetnya menjadi acuan penulis lain yang ingin mengembangkan Unity untuk pendidikan.

**3.6. Artikel paling berpengaruh**

Dari banyak artikel yang terdata tim peneliti, diambil 5 artikel dengan sitasi terbanyak. Artikel ini memiki peran penting dan banyak peneliti yang tertarik dengan konsep penelitian yang serupa.



Tabel 3. Artikel tentang Unity For Education dengan sitasi terbanyak

Judul	Author	Fitur	Topik	Partisipan	Hasil	Tools	Sitasi
A Virtual Counseling Application Using Artificial Intelligence for Communication Skills Training in Nursing Education: Development Study	{Shorey dkk., 2019)	Simulasi virtual disertai Chatbot pada konsultasi perawat	Skenario klinis	Mahasiswa Perawat	Kemampuan berkomunikasi	a natural language processing engine	63
User VR Experience and Motivation Study in an Immersive 3D Geovisualization Environment Using a Game Engine for Landscape Design Teaching	(Carbonell-Carrera dkk., 2021)	3D Geovisualization Environment dengan analisa geospasial	Geografi	Mahasiswa	motivation and learning experience	<a href="https://terrain.party/">https://terrain.party/</a> , <a href="https://tangrams.github.io/heightmapper/">https://tangrams.github.io/heightmapper/</a>	22
3D Reconstruction of Cultural Heritage Sites as an Educational Approach. The Sanctuary of Delphi	(Uritzis dkk., 2021)	three-dimensional (3D) reconstruction of monuments	Sejarah dan arkeologi	Mahasiswa	Learning outcome	Unity® 3D model	18
Using a motion-controlled game to teach four elementary school children with intellectual disabilities to improve hand hygiene	(Kang & Chang, 2019)	Sensor Tangan virtual untuk mencuci tangan	Kebersihan tangan	Disabilitas intelektual	Kemampuan dalam mengerjakan tugas harian	Kinect V2 sensor	18
Gamified learning through unity 3D in visualizing environments	(Wang, 2018)	Game simulation dengan Virtual reality	Sejarah	Sekolah Menengah	Perhatian saat belajar	a novel 3D JanusVR browser.	17

### 3.2 Pembahasan

Temuan kami menunjukkan bahwa game engine unity 3D adalah bidang yang sangat dinamis, yang terus menarik perhatian para peneliti dibidang pendidikan. Pandemi COVID-19 membuat semua bentuk pembelajaran daring menjadi sorotan, yang selanjutnya mendorong berkembangnya literatur dari berbagai negara. Temuan kami sejalan dengan temuan (Benabdellouahab dkk., 2023) dan (Brika dkk., 2022) yang studi bibliometrik sebelumnya menemukan bahwa pembelajaran digital sedang dalam masa pertumbuhan. Dengan demikian, pertumbuhan penelitian yang berbasis elektronik menunjukkan bahwa masih diperlukan lebih banyak penelitian untuk mendukung investasi, dan menginformasikan isu-isu seperti kebijakan, peningkatan kapasitas, serta peningkatan kesadaran.

Kami mengamati bahwa penelitian online pendidikan melintasi berbagai disiplin ilmu, meskipun pendidikan tetap menjadi disiplin utama yang menerbitkan literatur gamifikasi atau game based learning. Pengamatan peneliti konsisten dengan temuan (Hamidi dkk., 2023) (Min & Yu, 2023), yang beralasan bahwa pengadopsian teori-teori dari berbagai disiplin ilmu seperti game engine, augmented reality, virtual reality dan teknologi imersive lainnya akan berkembang di tahun mendatang. Demikian pula, perkembangan penggunaan game engine perlu mengkombinasi perspektif yang berbeda dari berbagai disiplin ilmu dapat membantu memecahkan masalah yang lebih kompleks, serta menghasilkan ide-ide baru. Selain itu, teknologi baru, bersama dengan faktor sosial-ekonomi, merupakan salah satu faktor kunci yang mengarah pada evolusi disiplin ilmu.

Meskipun ada minat yang besar terhadap peluang untuk pendayagunaan Game engine unity di negara berkembang, negara-negara yang relatif makmur tetap menjadi negara yang paling berpengaruh. Lecture Notes in Computer Science adalah database jurnal yang paling sering menerbitkan literatur terkait penggunaan Unity untuk pendidikan. Jurnal ini telah diidentifikasi dalam berbagai studi simulasi maya sebagai outlet terkemuka yang disukai oleh banyak peneliti dan pengembang virtual reality. Berdasarkan hasil penelitian ini, wawasan diberikan kepada penulis yang ingin mengidentifikasi dan berkonsultasi dengan jurnal yang paling berpengaruh untuk tujuan mereka, baik untuk menerbitkan atau mencari sumber daya m-learning baru, seperti artikel baru.

Dari 5 artikel dengan sitasi terbanyak mengenai pengembangan unity for education, ditemukan beberapa alat tambahan dalam peningkatan kualitas alat atau aplikasi yang dihasilkan oleh unity. Pada pengembangan chatboot untuk konsultasi kesehatan, terdapat bantuan software a natural language processing engine sebagai artificial intelegent dari karakter (Shorey dkk., 2019). Hal ini mempengaruhi pengalaman pembelajaran dari peserta didik serupa dengan penelitian virtual reality lainnya (Angga Kusuma dkk., 2018; Chow & Sharmin, 2021; Conesa-Pastor & Contero, 2021; Govindarajan, 2020; Hjorungdal dkk., 2016; Lo dkk., 2022; Saleh dkk., 2023; Wu & Vu, 2022). Unity juga berperan dalam pendidikan disabilitas ataupun penyakit kronis tertentu paraplegia, struk dan disabilitas intelektual (Bouatrous dkk., 2023; Hjorungdal dkk., 2016; Kang & Chang, 2019)

Kata kunci lain yang sedang berkembang namun belum banyak yang memiliki sitasi yaitu mengenai 3D modeling graphic. Dengan bantuan alat seperti the Leap Motion controller (LMC)(Bouatrous dkk., 2023), 3D Studio Max (Yu dkk., 2023), Autodesk (Passos dkk., 2017), Blender 3D(Suwandi dkk., 2023) dan 3D renderer lainnya(Chow & Sharmin, 2021) yang dapat membantu pengembang dalam membuat virtual reality ataupun augmented reality. Dalam permbuatan AR masih didominasi oleh software vuforia(Boonbrahm dkk., 2016; Boonbrahm & Kaewrat, 2014; Iii dkk., 2019). Alat ini diharapkan menjadi opsi bagi pengembang ketika mengembangkan aplikasi dari unity.

Analisis bibliometrik telah menyoroti beberapa isu yang dapat menjadi masukan bagi upaya penelitian di masa depan. Studi ini bukannya tanpa keterbatasan. Pertama, hasil studi bibliometrik sangat dipengaruhi oleh kata kunci yang digunakan. Oleh karena itu, penggunaan kata kunci yang lain mungkin akan memberikan hasil yang berbeda. Kedua, kajian ini menggunakan data yang diekstrak dari satu pangkalan data, yaitu Biblioshiny. Kajian ini terbatas hanya pada makalah yang ditulis dalam bahasa Inggris. Oleh karena itu, pengetahuan penting yang disajikan dalam bahasa selain bahasa Inggris mungkin terlewatkan. Penelitian lain juga dapat menggunakan basis data lain seperti Scopus untuk memperluas pengetahuan.

#### **4. Simpulan**

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengeksplorasi dan menyoroti penggunaan Game Engine Unity dalam penelitian pendidikan. Metadata diekstraksi dari basis data Bibtex dan dianalisis secara kuantitatif menggunakan perangkat lunak Biblioshiny. Kami percaya bahwa penelitian ini memberikan wawasan yang sangat berharga mengenai kontribusi, atau kurangnya kontribusi, dari berbagai aktor dalam disiplin media pembelajaran atau pengembangan game. Meskipun studi ini bukan tanpa keterbatasan, studi ini memberikan gambaran sekilas tentang tren penelitian Unity for education dalam pengetahuan yang ada dan menjelaskan kesenjangan yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian lebih lanjut oleh para peneliti lain. Dengan perhatian yang terus diberikan pada game based learning di pendidikan, studi bibliometrik secara teratur mungkin diperlukan untuk terus melakukan penilaian terhadap perkembangan teknologi yang akan berkembang.

#### **Ucapan Terima Kasih**

Ucapan terima kasih kepada BPI yang telah menjadi sporsor dalam penelitian dan perkuliahan tim peneliti.

**Daftar Rujukan**

- Aguilar, I. S., Correa, J. L., & Pruna, E. P. (2021). 3D Virtual System of a Liquid Filling and Packaging Process, Using the Hardware in the Loop Technique. Dalam L. T. De Paolis, P. Arpaia, & P. Bourdot (Ed.), *Augmented Reality Virtual Reality, and Computer Graphics* (Vol. 12980, hlm. 573–587). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-87595-4\\_42](https://doi.org/10.1007/978-3-030-87595-4_42)
- Akcaoglu, M., Dogan, S., & Hodges, C. B. (2022). Real Coding and Real Games: Design and Development of a Middle School Curriculum Using Unity 3D. *TechTrends*, 66(6), 931–937. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00782-1>
- Angga Kusuma, G. T., Wirawan, I. M. A., & Arthana, I. K. R. (2018). Virtual Reality for Learning Fish Types in Kindergarten. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (ijIM)*, 12(8), 41. <https://doi.org/10.3991/ijim.v12i8.9246>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., de Freitas, S., Louchart, S., Suttie, N., Berta, R., & De Gloria, A. (2015). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis: Mapping learning and game mechanics. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 391–411. <https://doi.org/10.1111/bjet.12113>
- Benabdellouahab, S., García-Berná, J. A., Moumouh, C., Carrillo-de-Gea, J. M., El Bouhdidi, J., El Younoussi, Y., & Fernández-Alemán, J. L. (2023). A Bibliometric Study on E-Learning Software Engineering Education. *JUCS - Journal of Universal Computer Science*, 29(6), 510–545. <https://doi.org/10.3897/jucs.87550>
- Boonbrahm, P., & Kaewrat, C. (2014). Assembly of the Virtual Model with Real Hands Using Augmented Reality Technology. Dalam R. Shumaker & S. Lackey (Ed.), *Virtual, Augmented and Mixed Reality. Designing and Developing Virtual and Augmented Environments* (Vol. 8525, hlm. 329–338). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-07458-0\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-319-07458-0_31)
- Boonbrahm, P., Kaewrat, C., & Boonbrahm, S. (2016). Interactive Augmented Reality: A New Approach for Collaborative Learning. Dalam P. Zaphiris & A. Ioannou (Ed.), *Learning and Collaboration Technologies* (Vol. 9753, hlm.115–124). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-39483-1\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-39483-1_11)
- Bouatrous, A., Meziane, A., Zenati, N., & Hamitouche, C. (2023). A new adaptive VR-based exergame for hand rehabilitation after stroke. *Multimedia Systems*. <https://doi.org/10.1007/s00530-023-01180-0>
- Brika, S. K. M., Chergui, K., Algamdi, A., Musa, A. A., & Zouaghi, R. (2022). E-Learning Research Trends in Higher Education in Light of COVID-19: A Bibliometric Analysis. *Frontiers in Psychology*, 12, 762819. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.762819>
- Carbonell-Carrera, C., Saorin, J. L., & Melián Díaz, D. (2021). User VR Experience and Motivation Study in an Immersive 3D Geovisualization Environment Using a Game Engine for Landscape Design Teaching. *Land*, 10(5), 492. <https://doi.org/10.3390/land10050492>
- Chow, A. K., & Sharmin, N. (2021). Developing an Interactive Computer Program for Integrated Dental Education. *Healthcare Informatics Research*, 27(4), 335–340. <https://doi.org/10.4258/hir.2021.27.4.335>
- Chung, L.-Y., & Chang, R.-C. (2017). The Effect of Gender on Motivation and Student Achievement in Digital Game-based Learning: A Case Study of a Contented-Based Classroom. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01227a>
- Conesa-Pastor, J., & Contero, M. (2021). EVM: An Educational Virtual Reality Modeling Tool; Evaluation Study with Freshman Engineering Students. *Applied Sciences*, 12(1), 390. <https://doi.org/10.3390/app12010390>
- Daineko, Ye. A., Aitmagambetov, A. Z., Tsoy, D. D., Kulakayeva, A. E., & Ipalakova, M. T. (2022). Computer Simulation of a Spectrum Analyzer Based on the Unity Game Engine. Dalam L. T. De Paolis, P. Arpaia, & M. Sacco (Ed.), *Extended Reality* (Vol. 13445, hlm. 104–112). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-15546-8\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-031-15546-8_8)
- Donthu, N., Kumar, S., & Pattnaik, D. (2020). Forty-five years of Journal of Business Research: A bibliometric analysis. *Journal of Business Research*, 109, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.10.039>
- Garrison, E., Colin, S., Lemberger, O., & ... (2021). Interactive learning for nurses through gamification. *JONA: The Journal of ... Query* date: 2023-03-15 03:45:55. [https://journals.lww.com/jonajournal/Fulltext/2021/02000/Interactive\\_Learning\\_for\\_Nurses\\_Through.9.aspx?context=FeaturedArticles](https://journals.lww.com/jonajournal/Fulltext/2021/02000/Interactive_Learning_for_Nurses_Through.9.aspx?context=FeaturedArticles)
- Govindarajan, R. (2020). Exploiting Gamification and Interactive Activities to Achieve Better Students' Engagement in ELT Classes. *Arab World English Journal (AWEJ) Proceedings ... Query* date: 2023-03-15 03:45:55. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3798145](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3798145)
- Hamidi, S. R., Ismail, M. A., Mohamed Shuhidan, S., & Abd Kadir, S. (2023). Corporate Reputation in Industry 4.0: A Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis. *SAGE Open*, 13(4), 21582440231200951. <https://doi.org/10.1177/21582440231200951>

## Proceedings Series of Educational Studies

- Hjorungdal, R.-M., Sanfilippo, F., Osen, O. L., Rutle, A., & Bye, R. T. (2016). A Game-Based Learning Framework For Controlling Brain-Actuated Wheelchairs. *ECMS 2016 Proceedings Edited by Thorsten Claus, Frank Herrmann, Michael Manitz, Oliver Rose*, 554–563. <https://doi.org/10.7148/2016-0554>
- Huang, W., Xiang, H., & Li, S. (2019). RETRACTED ARTICLE: The application of augmented reality and unity 3D in interaction with intangible cultural heritage. *Evolutionary Intelligence*. <https://doi.org/10.1007/s12065-019-00314-6>
- Iii, K. A. R., Stone, H. N., & Chambers, T. L. (2019). *Empowering Through Knowledge: Exploring Place-based Environmental Education in Louisiana Classrooms Through Virtual Reality*. 10(1).
- Kang, Y., & Chang, Y. (2019). Using a motion-controlled game to teach four elementary school children with intellectual disabilities to improve hand hygiene. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 32(4), 942–951. <https://doi.org/10.1111/jar.12587>
- Lim, W. M., & Kumar, S. (2023). Guidelines for interpreting the results of bibliometric analysis: A sensemaking approach. *Global Business and Organizational Excellence*, joe.22229. <https://doi.org/10.1002/joe.22229>
- Liritzis, I., Volonakis, P., & Vosinakis, S. (2021). 3D Reconstruction of Cultural Heritage Sites as an Educational Approach. The Sanctuary of Delphi. *Applied Sciences*, 11(8), 3635. <https://doi.org/10.3390/app11083635>
- Lo, C.-M., Wang, J.-H., & Wang, H.-W. (2022). Virtual reality human–robot interaction technology acceptance model for learning direct current and alternating current. *The Journal of Supercomputing*, 78(13), 15314–15337. <https://doi.org/10.1007/s11227-022-04455-x>
- Min, W., & Yu, Z. (2023). A Bibliometric Analysis of Augmented Reality in Language Learning. *Sustainability*, 15(9), 7235. <https://doi.org/10.3390/su15097235>
- Mystakidis, S., Besharat, J., Papantzikos, G., Christopoulos, A., Stylios, C., Agorgianitis, S., & Tselentis, D. (2022). Design, Development, and Evaluation of a Virtual Reality Serious Game for School Fire Preparedness Training. *Education Sciences*, 12(4), 281. <https://doi.org/10.3390/educsci12040281>
- Passos, C., Da Silva, M. H., Mol, A. C. A., & Carvalho, P. V. R. (2017). Design of a collaborative virtual environment for training security agents in big events. *Cognition, Technology & Work*, 19(2–3), 315–328. <https://doi.org/10.1007/s10111-017-0407-5>
- Prahani, B. K., Imah, E. M., Maureen, I. Y., Rakhmawati, L., & Saphira, H. V. (2023). Trend and Visualization of Artificial Intelligence Research in the Last 10 Years. *TEM Journal*, 918–927. <https://doi.org/10.18421/TEM122-38>
- Pruna, E., Balladares, G., & Teneda, H. (2021). 3D Virtual System of a Distillation Tower, and Process Control Using the Hardware in the Loop Technique. Dalam L. T. De Paolis, P. Arpaia, & P. Bourdot (Ed.), *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics* (Vol. 12980, hlm. 621–638). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-87595-4\\_45](https://doi.org/10.1007/978-3-030-87595-4_45)
- Salar, R., Arici, F., Caliklar, S., & Yilmaz, R. M. (2020). A Model for Augmented Reality Immersion Experiences of University Students Studying in Science Education. *Journal of Science Education and Technology*, 29(2), 257–271. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09810-x>
- Saleh, A. Y., Chin, G. S., Othman, M. K., Mohamad, F. S., & Chen, C. J. (2023). Immersive Visualization of Python Coding Using Virtual Reality. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 13(1), 336. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.13.1.16028>
- Shorey, S., Ang, E., Yap, J., Ng, E. D., Lau, S. T., & Chui, C. K. (2019). A Virtual Counseling Application Using Artificial Intelligence for Communication Skills Training in Nursing Education: Development Study. *Journal of Medical Internet Research*, 21(10), e14658. <https://doi.org/10.2196/14658>
- Suwandi, T., Padmasari, A. C., & Sriwulan, W. (2023). Virtual garden: Development and student's perceptions. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 208. <https://doi.org/10.3926/jotse.1523>
- Wang, D. (2018). Gamified learning through unity 3D in visualizing environments. *Neural Computing and Applications*, 29(5), 1399–1404. <https://doi.org/10.1007/s00521-017-2928-5>
- Wu, W.-C., & Vu, V.-H. (2022). Application of Virtual Reality Method in Aircraft Maintenance Service—Taking Dornier 228 as an Example. *Applied Sciences*, 12(14), 7283. <https://doi.org/10.3390/app12147283>
- Yu, L., Wang, W., Liu, Z., Liu, Z., Xu, Y., & Lin, Y. (2023). Construction of a virtual simulation laboratory for gene detection. *BMC Medical Education*, 23(1), 423. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04401-2>
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>