

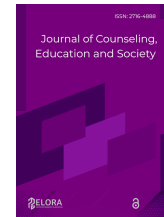


Contents lists available at [Journal ELORA](#)

Journal of Counseling, Education and Society

ISSN: 2716-4896 (Print), ISSN 2716-4888 (Electronic)

Journal homepage: <https://jces.eloracenter.org/jces>



Digital character animation berbasis artificial intelligence: analisis bibliometrik terhadap struktur pengetahuan dan agenda penelitian masa depan

Alzet Rama, Wiki Lofandri

Universitas Negeri Padang

Article Info

Article history:

Received Jun 12th, 2025

Revised Jul 29th, 2025

Accepted Aug 29th, 2025

Keyword:

Digital character animation,
Artificial intelligence,
Deep learning,
Bibliometric analysis,
VOSviewer

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan memetakan struktur pengetahuan dan mengidentifikasi agenda riset masa depan pada domain digital character animation berbasis AI melalui pendekatan analisis bibliometrik. Data diperoleh dari basis data Scopus menggunakan strategi pencarian boolean yang menggabungkan istilah kecerdasan buatan (artificial intelligence, machine learning, deep learning, computer vision, diffusion model, large language model) dengan istilah animasi (character animation, computer animation, 3D animation, facial animation, skeletal animation), menghasilkan 776 artikel jurnal terbitan 2021–2025 setelah proses penyaringan bertahap. Analisis dilakukan menggunakan kombinasi statistik deskriptif dan visualisasi jaringan kata kunci melalui VOSviewer (network, overlay, dan density visualization). Hasil penelitian menunjukkan tren publikasi yang meningkat tajam, dominasi Tiongkok, Amerika Serikat, dan Korea Selatan sebagai kontributor utama, serta ACM Transactions on Graphics dan IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics sebagai sumber publikasi terdepan. Analisis co-occurrence kata kunci mengungkap bahwa deep learning dan artificial intelligence menjadi poros pengetahuan yang menghubungkan sub-tema character animation, motion capture, computer vision, dan generative/diffusion model. Overlay visualization memperlihatkan pergeseran tematik menuju model generatif berbasis diffusion sebagai topik terbaru, sementara density visualization mengonfirmasi bahwa wilayah seperti social robotics dan active learning dalam konteks animasi karakter masih under-explored. Temuan ini memberikan peta jalan bagi peneliti yang ingin berkontribusi pada domain digital character animation berbasis AI, sekaligus menjadi dasar empiris bagi pengembangan agenda riset pada konteks kawasan yang belum banyak terwakili.



© 2025 The Authors.

This is an open access article under the CC BY-NC-SA license
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>)

Corresponding Author:

Alzet Rama,
Universitas Negeri Padang
Email: alzetrama@unp.ac.id

Pendahuluan

Kecerdasan buatan telah menjelma menjadi kekuatan transformatif yang merambah hampir seluruh cabang ilmu komputer, tidak terkecuali bidang computer graphics dan animasi digital. Secara global, adopsi deep learning dalam produksi konten visual telah mendorong lahirnya paradigma baru yang dikenal sebagai neural animation atau data-driven animation, di mana representasi gerak, wajah, dan interaksi karakter tidak lagi sepenuhnya bergantung pada teknik prosedural klasik, melainkan dipelajari langsung dari data berskala besar. Perkembangan ini semakin dipercepat oleh kemunculan diffusion model dan large language model pasca-2022

yang membuka kemungkinan baru dalam sintesis gerak, ekspresi wajah, dan gesture yang lebih natural dan kontekstual.

Pada tataran regional, kawasan Asia Timur, khususnya Tiongkok, Korea Selatan, Hong Kong, dan Taiwan, tampak memegang posisi sentral dalam produksi riset pada domain ini, didorong oleh ekosistem industri game, animasi, dan robotika yang matang serta dukungan pendanaan riset yang kuat. Sebaliknya, kawasan Asia Tenggara, termasuk Indonesia, relatif belum banyak berkontribusi pada arus utama riset internasional mengenai animasi karakter berbasis AI, meskipun industri kreatif digital dan animasi di kawasan ini terus berkembang pesat sebagai bagian dari ekonomi digital.

Secara nasional, Indonesia menghadapi tantangan ganda: di satu sisi terdapat kebutuhan mendesak untuk memperkuat kapasitas riset dan sumber daya manusia pada persinggungan AI dan industri kreatif digital, termasuk animasi; di sisi lain literatur bibliometrik yang secara khusus memetakan struktur pengetahuan pada domain digital character animation berbasis AI masih sangat terbatas, sehingga peneliti dan pengambil kebijakan pendidikan kesulitan mengidentifikasi arah riset yang strategis dan celah kontribusi yang paling relevan.

Permasalahan penelitian ini berangkat dari kesenjangan tersebut: belum tersedianya pemetaan bibliometrik yang komprehensif mengenai struktur pengetahuan, tren tematik, dan jaringan kolaborasi pada riset digital character animation berbasis artificial intelligence periode 2021–2025. Berdasarkan hasil audit dataset, teridentifikasi pula research gap berupa minimnya representasi negara-negara Global South dan dominasi framing computer graphics murni dibandingkan penerapan lintas-sektor. Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan menyediakan peta jalan berbasis bukti empiris bagi peneliti, khususnya dari kawasan yang kurang terwakili, agar dapat memposisikan kontribusi risetnya secara strategis pada frontier pengetahuan yang sedang berkembang, terutama pada sub-tema generative/diffusion model yang teridentifikasi sebagai emerging topic. Novelty penelitian ini terletak pada penggunaan pendekatan bibliometrik terintegrasi (analisis kuantitatif Scopus dan visualisasi jaringan VOSviewer tiga lapis: network, overlay, dan density) untuk memetakan secara spesifik domain digital character animation berbasis AI, yang sejauh penelusuran penulis belum banyak dilakukan secara terfokus dibandingkan kajian bibliometrik AI atau animasi secara umum. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) memetakan tren publikasi, sumber, penulis, dan negara kontributor utama; (2) mengidentifikasi struktur kognitif domain melalui analisis co-occurrence kata kunci; (3) mengidentifikasi research gap dan agenda riset masa depan pada domain digital character animation berbasis AI.

Berdasarkan hasil analisis bibliometrik pada Tahap 3, penelitian ini mengidentifikasi tiga kesenjangan riset utama. Pertama, kesenjangan geografis: dominasi kontribusi dari Tiongkok (347 dokumen), Amerika Serikat (110), dan Korea Selatan (69) berbanding terbalik dengan representasi negara-negara Asia Tenggara dan Global South yang tidak muncul dalam sepuluh besar negara kontributor, mengindikasikan bahwa perspektif dan kebutuhan riset dari kawasan tersebut belum banyak terartikulasikan dalam literatur internasional. Kedua, kesenjangan tematik: struktur kluster keyword co-occurrence menunjukkan bahwa riset masih sangat terpusat pada aspek teknis-algoritmik (deep learning, computer vision, motion capture), sementara persinggungan dengan aspek pendidikan, pelatihan vokasi, dan pemanfaatan sosial (social robotics, human-computer interaction) berada pada wilayah kepadatan rendah menurut density visualization. Ketiga, kesenjangan temporal: overlay visualization mengonfirmasi bahwa tema generative AI dan diffusion model merupakan tema paling mutakhir (skala warna mendekati 2024,5), sehingga literatur yang secara spesifik mengaitkan model generatif terbaru dengan aplikasi character animation pada konteks non-industri hiburan (misalnya pendidikan, pelatihan keterampilan, atau industri kreatif skala kecil) masih sangat terbatas.

Novelty penelitian ini dibangun di atas tiga pilar hasil bibliometrik. Pertama, penelitian ini menjadi salah satu pemetaan terfokus pertama yang secara eksplisit mengisolasi domain digital character animation berbasis AI dari kajian bibliometrik AI atau animasi secara umum yang cenderung lebih luas cakupannya. Kedua, dengan mengonfirmasi generative/diffusion model sebagai emerging topic melalui overlay visualization, penelitian ini menawarkan arah kontribusi konkret bagi peneliti yang ingin memasuki frontier riset yang belum jenuh secara kompetitif. Ketiga, dengan mengidentifikasi kesenjangan representasi Global South secara eksplisit dan berbasis data, penelitian ini membuka argumentasi ilmiah bagi urgensi riset kolaboratif lintas-kawasan pada domain ini, khususnya dari perspektif negara berkembang seperti Indonesia yang memiliki basis industri kreatif digital yang terus tumbuh namun belum banyak terhubung ke arus utama riset internasional.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan bibliometrik kuantitatif dengan sumber data tunggal berupa basis data Scopus. Strategi pencarian disusun menggunakan boolean string pada field TITLE-ABS-KEY yang menggabungkan dua kelompok istilah menggunakan operator AND: kelompok pertama terkait kecerdasan

buatan ("artificial intelligence", AI, "generative artificial intelligence", "generative AI", "machine learning", "deep learning", "computer vision", "diffusion model*", "large language model*") dan kelompok kedua terkait animasi ("digital character animation", "character animation", "computer animation", animation, animation*, "3D animation", "facial animation", "skeletal animation"), yang di dalam masing-masing kelompok digabungkan menggunakan operator OR.

Pencarian awal menghasilkan 5.795 dokumen. Penyaringan dilakukan secara bertahap: pembatasan rentang tahun publikasi 2021–2025 menghasilkan 2.586 dokumen; pembatasan jenis sumber pada jurnal (source type: journal) menghasilkan 892 dokumen; pembatasan jenis dokumen pada artikel (document type: article) menghasilkan 787 dokumen; dan pembatasan tahap publikasi pada versi final (publication stage: final) menghasilkan 776 dokumen sebagai dataset akhir penelitian. Tahapan penyaringan pada angka 5.795, 2.586, 892, dan 787 dideskripsikan berdasarkan dokumentasi proses pencarian yang disediakan peneliti; angka-angka pada tahapan antara tersebut tidak dapat diverifikasi ulang secara independen dari berkas CSV yang hanya memuat hasil akhir penyaringan (776 dokumen), sehingga dilaporkan sebagaimana didokumentasikan sebagai bagian dari prosedur, bukan sebagai temuan hasil analisis.

Data yang telah diunduh dalam format CSV (776 dokumen, 45 variabel metadata) selanjutnya diproses menggunakan Python dengan pustaka pandas untuk audit deskriptif, meliputi distribusi tahun publikasi, jenis dokumen, jumlah sitasi, sumber jurnal, penulis, negara (diekstraksi dari field afiliasi), dan kata kunci penulis. Analisis jaringan kata kunci co-occurrence dilakukan menggunakan VOSviewer dengan tiga mode visualisasi, yaitu network visualization, overlay visualization berbasis rata-rata tahun publikasi, dan density visualization. Penelitian ini bersifat murni deskriptif-eksploratif berbasis data sekunder sehingga tidak melibatkan subjek penelitian manusia. Seluruh interpretasi dan angka yang dilaporkan pada bagian Hasil dibatasi hanya pada informasi yang secara eksplisit tersedia pada dataset dan visualisasi yang digunakan; metrik numerik VOSviewer seperti jumlah cluster, node, link, dan Total Link Strength tidak dilaporkan karena tidak tercantum secara eksplisit pada visualisasi yang tersedia bagi penelitian ini.

Hasil dan Pembahasan

Tren Publikasi

Tabel 1 menyajikan distribusi jumlah publikasi tahunan pada domain digital character animation berbasis AI. Sebagaimana dirujuk pada Tabel 1, tren menunjukkan peningkatan konsisten dari 67 dokumen pada 2021 menjadi 262 dokumen pada 2025, dengan akselerasi paling tajam terjadi pada periode 2023–2025. Pola pertumbuhan hampir eksponensial ini konsisten dengan gelombang adopsi diffusion model dan model generatif berskala besar pasca-2022 yang memengaruhi hampir seluruh sub-bidang computer vision dan graphics, sejalan dengan lonjakan riset neural field dan representasi generatif yang dilaporkan oleh Xie dkk. (2022). Pertumbuhan ini menegaskan bahwa domain ini bukan tren sesaat, melainkan area riset yang tengah mengalami fase akselerasi struktural, dengan implikasi praktis bahwa jendela peluang publikasi pada topik-topik generatif terbaru masih terbuka luas, khususnya bagi peneliti yang mampu memposisikan kontribusinya pada celah tematik yang belum jenuh.

Tabel 1. Distribusi Publikasi per Tahun (2021–2025)

Tahun	Jumlah Dokumen
2021	67
2022	122
2023	128
2024	197
2025	262

Sumber Publikasi Utama

Sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2, ACM Transactions on Graphics merupakan sumber dominan dengan 58 dokumen, diikuti IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics (37) dan Computer Graphics Forum (31). Konsentrasi publikasi pada tiga jurnal graphics papan atas ini konsisten dengan pola yang teramati pada artikel-artikel bersitasi tinggi seperti karya Habermann dkk. (2021) mengenai real-time deep dynamic characters dan Starke dkk. (2022) mengenai DeepPhase, keduanya diterbitkan pada ACM Transactions on Graphics. Dominasi ini menegaskan bahwa komunitas ilmiah inti domain ini masih berakar pada tradisi computer graphics dan visualization, sementara kehadiran IEEE Access sebagai jurnal akses terbuka menunjukkan mulai terbukanya saluran diseminasi yang lebih inklusif bagi peneliti dari institusi dengan akses terbatas terhadap jurnal berlangganan.

Tabel 2. Sepuluh Sumber Jurnal Terbanyak

Sumber Jurnal	Jumlah Dokumen
ACM Transactions on Graphics	58
IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics	37
Computer Graphics Forum	31
Computer Animation and Virtual Worlds	26
IEEE Access	25
Computer-Aided Design and Applications	17
IEEE Robotics and Automation Letters	17
Multimedia Tools and Applications	12
Scientific Programming	12
Applied Mathematics and Nonlinear Sciences	11

Kontributor Negara

Tabel 3 memperlihatkan dominasi mutlak Tiongkok dengan 347 dokumen, jauh melampaui Amerika Serikat (110) dan Korea Selatan (69). Perlu dicatat bahwa data ini diekstraksi dari field afiliasi pada CSV Scopus dan menunjukkan sedikit perbedaan urutan dibandingkan grafik ringkas pada laman analisis Scopus (di mana Jepang tampil pada posisi lebih tinggi), sehingga sesuai hierarki sumber data, hasil ekstraksi CSV yang digunakan sebagai rujukan utama pada penelitian ini. Konsentrasi kontribusi pada kawasan Asia Timur (China, Hong Kong, Taiwan, Korea Selatan, Jepang) secara kumulatif menyumbang porsi mayoritas dokumen, mengonfirmasi argumen research gap bahwa representasi Asia Tenggara dan kawasan Global South lainnya sangat minim pada arus utama literatur domain ini.

Tabel 3. Sepuluh Negara Kontributor Terbanyak (berdasarkan afiliasi penulis)

Negara	Jumlah Dokumen
China	347
United States	110
South Korea	69
United Kingdom	48
Canada	37
Hong Kong	31
India	29
France	27
Taiwan	26
Japan	25

Analisis Kata Kunci dan Sitasi

Sebagaimana dirujuk pada Tabel 4, deep learning menjadi kata kunci paling dominan (143 kemunculan), diikuti artificial intelligence (74) dan animation (65). Dominasi ini konsisten dengan struktur jaringan pada Gambar 1 yang akan dibahas pada bagian Pembahasan. Dari sisi sitasi, tiga dokumen paling berpengaruh adalah karya Xie dkk. (2022) mengenai neural fields dengan 530 sitasi, Metzger dkk. (2023) mengenai neuroprostesis untuk kontrol avatar dengan 396 sitasi, dan Mittal dkk. (2023) mengenai kerangka simulasi Orbit dengan 258 sitasi.

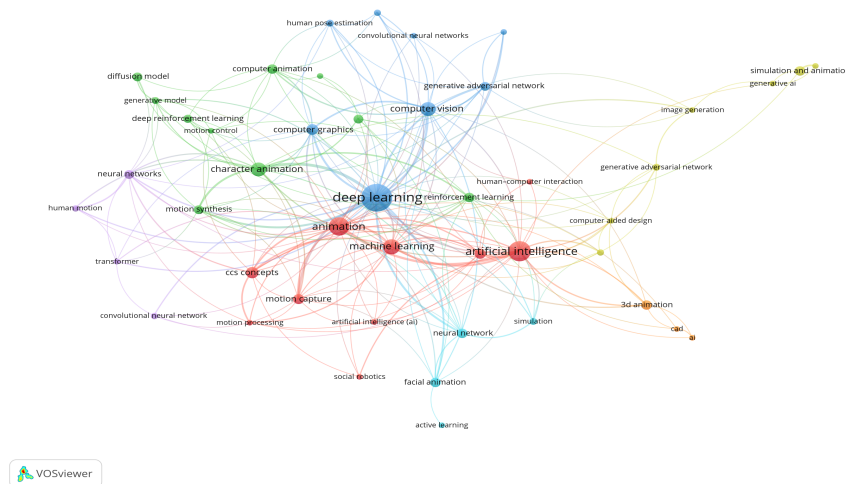
Tabel 4. Sepuluh Kata Kunci Penulis Terbanyak

Kata Kunci	Frekuensi
deep learning	143
artificial intelligence	74
animation	65
machine learning	41
character animation	37
computer vision	35
ccs concepts	24
computer graphics	21
virtual reality	20
motion capture	19

Tingginya sitasi pada karya-karya yang diterbitkan di jurnal lintas-disiplin bereputasi tinggi seperti Nature mengindikasikan bahwa riset paling berpengaruh pada domain ini kerap berada di persimpangan dengan bidang neuroscience dan robotika, bukan hanya animasi karakter dalam pengertian konvensional.

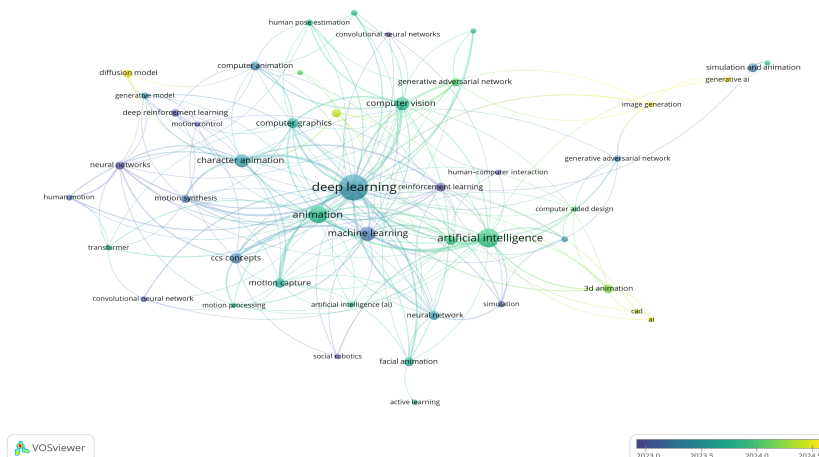
Interpretasi Visualisasi VOSviewer

Gambar 1 menyajikan peta jaringan co-occurrence kata kunci yang bertujuan mengidentifikasi struktur tematik dominan pada domain digital character animation berbasis AI. Deep learning dan artificial intelligence tampil sebagai node terbesar yang menjadi poros penghubung enam kluster warna: kluster merah (animation, machine learning, motion capture, ccs concepts, social robotics), kluster biru (computer vision, computer graphics, human pose estimation, convolutional neural networks), kluster hijau (character animation, diffusion model, generative model, motion synthesis), kluster ungu (neural networks, human motion, transformer), kluster cyan (neural network, facial animation, simulation), dan kluster oranye-kuning (3D animation, computer aided design, generative AI, image generation).



Gambar 1. Network Visualization Co-occurrence Kata Kunci

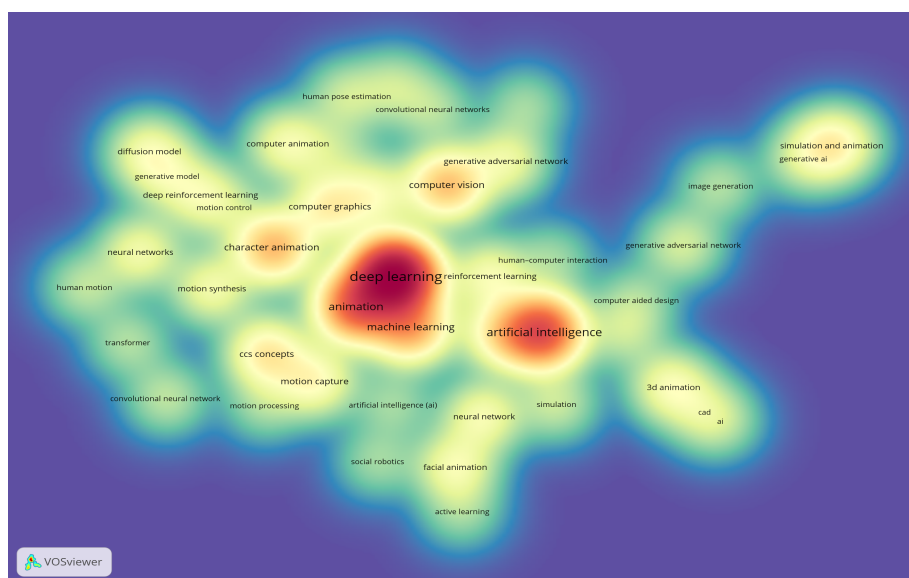
Kedekatan spasial deep learning dengan character animation dan motion capture menunjukkan bahwa animasi karakter kontemporer secara dominan dibangun di atas fondasi pembelajaran mendalam untuk sintesis gerak, sejalan dengan temuan Mourot dkk. (2022) dalam survei mereka mengenai deep learning untuk animasi manusia berbasis kerangka (skeleton). Kluster hijau yang menghubungkan character animation dengan diffusion model dan generative model mengindikasikan terbentuknya sub-tema baru yang menyatukan animasi karakter dengan model generatif mutakhir, sebagaimana tercermin pada karya Sun dkk. (2024) mengenai DiffPoseTalk yang memanfaatkan diffusion model untuk animasi wajah 3D.



Gambar 2. Overlay Visualization Berbasis Rata-Rata Tahun Publikasi (Sumber: VOSviewer, diolah dari data Scopus)

Secara teoritis, struktur ini menegaskan konvergensi tiga sub-disiplin graphics, vision, dan machine learning menjadi satu ekosistem riset yang saling terkait erat, dengan implikasi praktis bahwa peneliti pemula pada domain ini perlu menguasai fondasi deep learning dan computer vision, tidak cukup hanya kompetensi animasi tradisional. Agenda riset masa depan yang dapat diangkat dari gambar ini adalah eksplorasi klaster perifer yang lebih kecil seperti social robotics dan active learning sebagai celah riset yang secara relatif belum jenuh secara kompetitif.

Gambar 2 menampilkan overlay visualization dengan skala warna dari ungu-gelap (representasi tahun sekitar 2023,0) hingga kuning (representasi tahun sekitar 2024,5), yang bertujuan mengungkap evolusi temporal tema riset. Sebagaimana dirujuk pada Gambar 2, node berwarna kuning terkonsentrasi pada diffusion model, generative AI, image generation, dan simulation and animation, menandakan bahwa tema-tema tersebut merupakan topik paling mutakhir dalam periode kajian. Sebaliknya, node berwarna ungu-gelap mendominasi neural networks, motion control, dan deep reinforcement learning, mengindikasikan tema-tema tersebut relatif lebih matang atau muncul lebih awal pada rentang tahun yang dikaji. Pola ini konsisten dengan lonjakan tajam jumlah publikasi pada 2024–2025 sebagaimana telah ditunjukkan pada Tabel 1, dan sejalan dengan tren global adopsi diffusion model pasca-2022 yang tercermin pula pada karya Song dkk. (2024) mengenai animasi wajah 3D berbasis latent diffusion. Implikasi teoritis dari temuan ini adalah bahwa model generatif berbasis diffusion menjadi arah metodologis mutakhir yang membentuk ulang paradigma sintesis animasi karakter, sedangkan implikasi praktisnya adalah peneliti yang ingin berkontribusi pada frontier pengetahuan disarankan memfokuskan perhatian pada tema-tema berwarna kuning tersebut, mengingat posisinya sebagai emerging topic yang belum jenuh secara kompetitif namun sudah menunjukkan momentum pertumbuhan yang kuat.



Gambar 3. Density Visualization Kata Kunci (Sumber: VOSviewer, diolah dari data Scopus)

Gambar 3 menyajikan density visualization yang bertujuan mengidentifikasi area kepadatan riset berdasarkan frekuensi dan kedekatan co-occurrence kata kunci, dengan warna merah pekat menandakan kepadatan tertinggi dan warna biru-ungu menandakan kepadatan terendah. Sebagaimana dirujuk pada Gambar 3, area kepadatan tertinggi terpusat pada deep learning dan artificial intelligence, dengan kepadatan sedang pada computer vision, character animation, dan computer graphics, sementara wilayah perifer seperti active learning, social robotics, dan convolutional neural network menunjukkan kepadatan rendah. Pola ini memperkuat interpretasi pada Gambar 1 bahwa deep learning dan artificial intelligence merupakan poros pengetahuan (knowledge core) domain ini, sekaligus mengonfirmasi bahwa struktur riset belum sepenuhnya terdiversifikasi ke banyak sub-tema yang mapan. Secara teoritis, konsentrasi kepadatan yang tinggi pada node inti namun rendah pada node perifer menandakan domain ini masih berada pada fase konsolidasi seputar teknologi inti (deep learning), belum memasuki fase diversifikasi aplikasi lanjutan. Implikasi praktisnya, wilayah bertopik jarang seperti persinggungan social robotics dengan character animation berpotensi menjadi ruang kontribusi baru yang belum jenuh, sehingga dapat direkomendasikan sebagai salah satu agenda riset masa depan yang strategis, khususnya bagi peneliti dari kawasan yang ingin memasuki domain ini dengan mengambil posisi pada celah tematik yang secara relatif belum banyak digarap oleh kontributor dominan saat ini.

Pembahasan

Temuan-temuan pada bagian Hasil, ketika dibaca secara terpadu, memperlihatkan sebuah domain riset yang sedang mengalami konsolidasi paradigmatik di seputar deep learning sebagai teknologi inti, sembari secara simultan membuka cabang-cabang baru melalui model generatif. Pertumbuhan publikasi yang hampir eksponensial (Tabel 1) tidak dapat dilepaskan dari perubahan struktur kognitif domain sebagaimana tervisualisasikan pada Gambar 1 hingga Gambar 3: teknologi inti (deep learning, artificial intelligence) menjadi jangkar yang menstabilkan identitas keilmuan bidang ini, sementara sub-tema periferan seperti diffusion model dan generative AI menjadi ruang ekspansi yang mendorong lonjakan volume publikasi pada 2024–2025. Pola ini selaras dengan argumen Kwiatkowski dkk. (2022) dalam survei mereka mengenai metode reinforcement learning pada animasi karakter, yang menekankan bahwa bidang ini berkembang melalui akumulasi teknik pembelajaran mesin yang semakin canggih, bukan melalui pergantian paradigma yang radikal.

Dominasi kontributor dari Tiongkok, Amerika Serikat, dan Korea Selatan (Tabel 3) sekaligus jurnal-jurnal graphics papan atas (Tabel 2) menunjukkan bahwa produksi pengetahuan pada domain ini masih sangat terkonsentrasi pada segelintir pusat riset dengan infrastruktur komputasi dan pendanaan yang mumpuni. Kondisi ini konsisten dengan pola umum yang banyak didokumentasikan dalam literatur bibliometrik AI, di mana negara-negara dengan ekosistem riset AI yang matang cenderung mendominasi hampir seluruh sub-bidang turunannya, termasuk computer graphics dan animasi digital. Bagi kawasan seperti Asia Tenggara, termasuk Indonesia, ketimpangan ini membuka ruang argumentasi ilmiah bahwa kontribusi riset dari kawasan tersebut tidak hanya relevan untuk mengisi kekosongan representasi geografis, tetapi juga berpotensi menghadirkan perspektif aplikatif baru, misalnya pemanfaatan animasi karakter berbasis AI dalam konteks pendidikan vokasi, pelatihan keterampilan digital, maupun industri kreatif skala kecil dan menengah yang selama ini kurang tersentuh oleh riset arus utama yang lebih berorientasi pada industri hiburan dan game skala besar.

Pergeseran tematik menuju diffusion model dan generative AI yang teridentifikasi pada overlay visualization (Gambar 2) memiliki implikasi metodologis yang signifikan. Berbeda dengan pendekatan generative adversarial network yang mendominasi periode sebelumnya, diffusion model menawarkan stabilitas pelatihan dan kualitas sintesis yang lebih tinggi, sebagaimana tecermin pada aplikasinya untuk animasi wajah ekspresif (Song dkk., 2024) dan sintesis gestur berbicara yang selaras dengan pose kepala (Sun dkk., 2024). Tren ini mengonfirmasi bahwa arah metodologis domain digital character animation semakin konvergen dengan perkembangan model generatif di bidang computer vision secara umum, sehingga peneliti yang ingin berkontribusi pada frontier riset perlu memiliki kompetensi lintas-bidang yang mencakup deep generative modeling, bukan hanya teknik animasi konvensional.

Sementara itu, kepadatan rendah pada wilayah social robotics dan human-computer interaction dalam density visualization (Gambar 3), meskipun kedua istilah tersebut tetap muncul dalam jaringan co-occurrence pada Gambar 1, mengindikasikan bahwa persinggungan antara animasi karakter berbasis AI dengan aplikasi interaksi manusia-robot dan konteks sosial masih menjadi wilayah yang under-explored secara relatif. Padahal, potensi aplikasi pada bidang tersebut misalnya avatar pedagogis untuk pembelajaran interaktif atau karakter virtual untuk pelatihan keterampilan vokasional sangat relevan dengan kebutuhan pengembangan sumber daya manusia di berbagai kawasan, termasuk Indonesia. Kesenjangan ini memperkuat argumen research gap yang telah dikemukakan sebelumnya dan menjadi dasar bagi perumusan agenda riset masa depan yang lebih inklusif secara tematik maupun geografis.

Simpulan

Penelitian ini memetakan struktur pengetahuan domain digital character animation berbasis artificial intelligence melalui analisis bibliometrik terhadap 776 artikel jurnal terindeks Scopus periode 2021–2025. Hasil penelitian menunjukkan tren publikasi yang meningkat tajam, terutama pada periode 2023–2025, didorong oleh akselerasi adopsi model generatif berbasis diffusion. Struktur jaringan kata kunci mengonfirmasi deep learning dan artificial intelligence sebagai poros pengetahuan yang menghubungkan sub-tema character animation, motion capture, computer vision, serta generative dan diffusion model sebagai emerging topic. Produksi pengetahuan pada domain ini masih sangat terkonsentrasi pada Tiongkok, Amerika Serikat, dan Korea Selatan, dengan representasi minim dari kawasan Asia Tenggara dan Global South. Temuan-temuan ini memberikan dasar empiris bagi perumusan research gap dan novelty penelitian, sekaligus peta jalan strategis bagi peneliti yang ingin berkontribusi pada domain ini, khususnya pada celah tematik generatif terbaru dan celah geografis representasi kawasan berkembang. Secara teoritis, penelitian ini memperkuat pemahaman bahwa domain digital character animation berbasis AI berkembang melalui konsolidasi di sekitar teknologi inti deep learning sembari membuka cabang ekspansi baru melalui model generatif, sebuah pola yang relevan bagi pengembangan kerangka konseptual pada studi bibliometrik serupa di bidang lain. Secara praktis, hasil pemetaan sumber jurnal,

kata kunci, dan tema mutakhir dapat menjadi acuan strategis bagi peneliti dalam menentukan target publikasi dan topik riset yang memiliki peluang kontribusi tinggi namun belum jenuh secara kompetitif, khususnya pada persinggungan generative AI dengan aplikasi character animation di luar konteks industri hiburan konvensional, seperti pendidikan dan pelatihan vokasi. Penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu dikemukakan secara jujur. Pertama, data hanya bersumber dari basis data Scopus sehingga tidak mencakup literatur pada basis data lain seperti Web of Science, IEEE Xplore secara independen, atau repositori pra-cetak. Kedua, metrik jaringan VOSviewer yang bersifat numerik seperti jumlah cluster, node, link, dan Total Link Strength tidak dapat dilaporkan karena tidak tersedia secara eksplisit pada visualisasi yang diunggah, sehingga interpretasi jaringan bersifat kualitatif berdasarkan struktur visual semata. Ketiga, ekstraksi data negara dilakukan secara manual dari field afiliasi dan menunjukkan sedikit perbedaan dengan tampilan ringkas pada laman analisis Scopus, yang kemungkinan disebabkan perbedaan metode penghitungan. Keempat, analisis co-authorship, bibliographic coupling, dan co-citation tidak dapat dilakukan karena keterbatasan data jaringan yang tersedia dalam penelitian ini. Berdasarkan temuan dan keterbatasan di atas, agenda riset masa depan yang dapat dirumuskan meliputi: (1) penelitian bibliometrik lanjutan yang mengintegrasikan basis data Web of Science dan data jaringan VOSviewer yang lebih lengkap untuk memperkuat analisis co-authorship dan co-citation; (2) eksplorasi empiris pada persinggungan generative/diffusion model dengan aplikasi character animation di luar konteks industri hiburan, termasuk pendidikan vokasi dan pelatihan keterampilan digital; (3) studi kolaboratif lintas-kawasan yang melibatkan peneliti dari Asia Tenggara dan Global South untuk memperkaya representasi geografis dan perspektif aplikatif pada domain ini; dan (4) kajian mendalam pada wilayah bertopik jarang seperti social robotics dan human-computer interaction dalam konteks animasi karakter berbasis AI sebagai ruang kontribusi baru yang secara relatif belum jenuh.

Referensi

- Benjdira B., Koubaa A., Azar A.T., Khan Z., Ammar A., & Boulila W. (2022). Tau: A Framework For Video-Based Traffic Analytics Leveraging Artificial Intelligence And Unmanned Aerial Systems. *Engineering Applications Of Artificial Intelligence*, 114. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2022.105095>
- Bertiche H., Madadi M., & Escalera S. (2021). Pbn: Physically Based Neural Simulation For Unsupervised Garment Pose Space Deformation. *Acm Transactions On Graphics*, 40(6). <https://doi.org/10.1145/3478513.3480479>
- Bertiche H., Madadi M., & Escalera S. (2022). Neural Cloth Simulation. *Acm Transactions On Graphics*, 41(6). <https://doi.org/10.1145/3550454.3555491>
- Bolaños L.A., Xiao D., Ford N.L., Ledue J.M., Gupta P.K., Doebeli C., Hu H., Rhodin H., & Murphy T.H. (2021). A Three-Dimensional Virtual Mouse Generates Synthetic Training Data For Behavioral Analysis. *Nature Methods*, 18(4), 378–381. <https://doi.org/10.1038/s41592-021-01103-9>
- Cao Q., Zhang W., & Zhu Y. (2021). Deep Learning-Based Classification Of The Polar Emotions Of 'Moe'-Style Cartoon Pictures. *Tsinghua Science And Technology*, 26(3), 275–286. <https://doi.org/10.26599/Tst.2019.9010035>
- Chen X., Jiang T., Song J., Rietmann M., Geiger A., Black M.J., & Hilliges O. (2023). Fast-Snarf: A Fast Deformer For Articulated Neural Fields. *Ieee Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence*, 45(10), 11796–11809. <https://doi.org/10.1109/tpami.2023.3271569>
- Ferstl Y., Neff M., & McDonnell R. (2021). Expressgesture: Expressive Gesture Generation From Speech Through Database Matching. *Computer Animation And Virtual Worlds*, 32(3-4). <https://doi.org/10.1002/cav.2016>
- Habermann M., Liu L., Xu W., Zollhoefer M., Pons-Moll G., & Theobalt C. (2021). Real-Time Deep Dynamic Characters. *Acm Transactions On Graphics*, 40(4). <https://doi.org/10.1145/3450626.3459749>
- Hu Y., Ferrario C.R., Maitland A.D., Ionides R.B., Ghimire A., Watson B., Iwasaki K., White H., Xi Y., Zhou J., & Ye B. (2023). Labgym: Quantification Of User-Defined Animal Behaviors Using Learning-Based Holistic Assessment. *Cell Reports Methods*, 3(3). <https://doi.org/10.1016/j.crmeth.2023.100415>
- Jang D.-K., Park S., & Lee S.-H. (2022). Motion Puzzle: Arbitrary Motion Style Transfer By Body Part. *Acm Transactions On Graphics*, 41(3). <https://doi.org/10.1145/3516429>
- Kumarapu L., & Mukherjee P. (2021). Animepose: Multi-Person 3d Pose Estimation And Animation. *Pattern Recognition Letters*, 147, 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2021.03.028>
- Kwiatkowski A., Alvarado E., Kalogeiton V., Liu C.K., Pettré J., Van De Panne M., & Cani M.-P. (2022). A Survey On Reinforcement Learning Methods In Character Animation. *Computer Graphics Forum*, 41(2), 613–639. <https://doi.org/10.1111/cgf.14504>
- Li J., Wu J., & Liu C.K. (2023). Object Motion Guided Human Motion Synthesis. *Acm Transactions On Graphics*, 42(6). <https://doi.org/10.1145/3618333>

- Li P., Aberman K., Hanocka R., Liu L., Sorkine-Hornung O., & Chen B. (2021). Learning Skeletal Articulations With Neural Blend Shapes. *Acm Transactions On Graphics*, 40(4). <https://doi.org/10.1145/3450626.3459852>
- Liu X., & Pan H. (2022). The Path Of Film And Television Animation Creation Using Virtual Reality Technology Under The Artificial Intelligence. *Scientific Programming*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/1712929>
- Metzger S.L., Littlejohn K.T., Silva A.B., Moses D.A., Seaton M.P., Wang R., Dougherty M.E., Liu J.R., Wu P., Berger M.A., Zhuravleva I., Tu-Chan A., Ganguly K., Anumanchipalli G.K., & Chang E.F. (2023). A High-Performance Neuroprosthesis For Speech Decoding And Avatar Control. *Nature*, 620(7976), 1037–1046. <https://doi.org/10.1038/S41586-023-06443-4>
- Mittal M., Yu C., Yu Q., Liu J., Rudin N., Hoeller D., Yuan J.L., Singh R., Guo Y., Mazhar H., Mandlekar A., Babich B., State G., Hutter M., & Garg A. (2023). Orbit: A Unified Simulation Framework For Interactive Robot Learning Environments. *Ieee Robotics And Automation Letters*, 8(6), 3740–3747. <https://doi.org/10.1109/Lra.2023.3270034>
- Mourot L., Hoyet L., Le Clerc F., Schnitzler F., & Hellier P. (2022). A Survey On Deep Learning For Skeleton-Based Human Animation. *Computer Graphics Forum*, 41(1), 122–157. <https://doi.org/10.1111/Cgf.14426>
- Nazir S., Khadim S., Ali Asadullah M., & Syed N. (2023). Exploring The Influence Of Artificial Intelligence Technology On Consumer Repurchase Intention: The Mediation And Moderation Approach. *Technology In Society*, 72. <https://doi.org/10.1016/J.Techsoc.2022.102190>
- Nyatsanga S., Kucherenko T., Ahuja C., Henter G.E., & Neff M. (2023). A Comprehensive Review Of Data-Driven Co-Speech Gesture Generation. *Computer Graphics Forum*, 42(2), 569–596. <https://doi.org/10.1111/Cgf.14776>
- Park S., Jang D.-K., & Lee S.-H. (2021). Diverse Motion Stylization For Multiple Style Domains Via Spatial-Temporal Graph-Based Generative Model. *Proceedings Of The Acm On Computer Graphics And Interactive Techniques*, 4(3). <https://doi.org/10.1145/3480145>
- Ponton J.L., Yun H., Aristidou A., Andujar C., & Pelechano N. (2023). Sparseposer: Real-Time Full-Body Motion Reconstruction From Sparse Data. *Acm Transactions On Graphics*, 43(1). <https://doi.org/10.1145/3625264>
- Qian R., Sengan S., & Juneja S. (2022). English Language Teaching Based On Big Data Analytics In Augmentative And Alternative Communication System. *International Journal Of Speech Technology*, 25(2), 409–420. <https://doi.org/10.1007/S10772-022-09960-1>
- Qin J., Zheng Y., & Zhou K. (2022). Motion In-Betweening Via Two-Stage Transformers. *Acm Transactions On Graphics*, 41(6). <https://doi.org/10.1145/3550454.3555454>
- Rahman J.S., Gedeon T., Caldwell S., Jones R., & Jin Z. (2021). Towards Effective Music Therapy For Mental Health Care Using Machine Learning Tools: Human Affective Reasoning And Music Genres. *Journal Of Artificial Intelligence And Soft Computing Research*, 11(1), 5–20. <https://doi.org/10.2478/Jaiscr-2021-0001>
- Shen L., Zhang Y., Zhang H., & Wang Y. (2024). Data Player: Automatic Generation Of Data Videos With Narration-Animation Interplay. *Ieee Transactions On Visualization And Computer Graphics*, 30(1), 109–119. <https://doi.org/10.1109/Tvcg.2023.3327197>
- Sheng B., Li P., Zhang Y., Mao L., & Philip Chen C.L. (2021). Greensea: Visual Soccer Analysis Using Broad Learning System. *Ieee Transactions On Cybernetics*, 51(3), 1463–1477. <https://doi.org/10.1109/Tcyb.2020.2988792>
- Song W., Wang X., Jiang Y., Li S., Hao A., Hou X., & Qin H. (2024). Expressive 3d Facial Animation Generation Based On Local-To-Global Latent Diffusion. *Ieee Transactions On Visualization And Computer Graphics*, 30(11), 7397–7407. <https://doi.org/10.1109/Tvcg.2024.3456213>
- Starke S., Mason I., & Komura T. (2022). Deepphase: Periodic Autoencoders For Learning Motion Phase Manifolds. *Acm Transactions On Graphics*, 41(4). <https://doi.org/10.1145/3528223.3530178>
- Starke S., Zhao Y., Zinno F., & Komura T. (2021). Neural Animation Layering For Synthesizing Martial Arts Movements. *Acm Transactions On Graphics*, 40(4), 1–16. <https://doi.org/10.1145/3450626.3459881>
- Su Z., Yu T., Wang Y., & Liu Y. (2023). Deepcloth: Neural Garment Representation For Shape And Style Editing. *Ieee Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence*, 45(2), 1581–1593. <https://doi.org/10.1109/Tpami.2022.3168569>
- Sun Z., Lv T., Ye S., Lin M., Sheng J., Wen Y.-H., Yu M., & Liu Y.-J. (2024). Diffposetalk: Speech-Driven Stylistic 3d Facial Animation And Head Pose Generation Via Diffusion Models. *Acm Transactions On Graphics*, 43(4). <https://doi.org/10.1145/3658221>
- Swerdlow A., Xu R., & Zhou B. (2024). Street-View Image Generation From A Bird's-Eye View Layout. *Ieee Robotics And Automation Letters*, 9(4), 3578–3585. <https://doi.org/10.1109/Lra.2024.3368234>

- Tang T., Li P., & Tang Q. (2022). New Strategies And Practices Of Design Education Under The Background Of Artificial Intelligence Technology: Online Animation Design Studio. *Frontiers In Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.767295>
- Tang X., Wang H., Hu B., Gong X., Yi R., Kou Q., & Jin X. (2022). Real-Time Controllable Motion Transition For Characters. *Acm Transactions On Graphics*, 41(4). <https://doi.org/10.1145/3528223.3530090>
- Tome D., Alldieck T., Peluse P., Pons-Moll G., Agapito L., Badino H., & De La Torre F. (2023). Selfpose: 3d Egocentric Pose Estimation From A Headset Mounted Camera. *Ieee Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence*, 45(6), 6794–6806. <https://doi.org/10.1109/tpami.2020.3029700>
- Vishwakarma S., Li W., Tang C., Woodbridge K., Adve R., & Chetty K. (2022). Simhumalator: An Open-Source End-To-End Radar Simulator For Human Activity Recognition. *Ieee Aerospace And Electronic Systems Magazine*, 37(3), 6–22. <https://doi.org/10.1109/maes.2021.3138948>
- Wang H., Ho E.S.L., Shum H.P.H., & Zhu Z. (2021). Spatio-Temporal Manifold Learning For Human Motions Via Long-Horizon Modeling. *Ieee Transactions On Visualization And Computer Graphics*, 27(1), 216–227. <https://doi.org/10.1109/tvcg.2019.2936810>
- Wang S., Lambeta M., Chou P.-W., & Calandra R. (2022). Tacto: A Fast, Flexible, And Open-Source Simulator For High-Resolution Vision-Based Tactile Sensors. *Ieee Robotics And Automation Letters*, 7(2), 3930–3937. <https://doi.org/10.1109/lra.2022.3146945>
- Won J., Gopinath D., & Hodgins J. (2021). Control Strategies For Physically Simulated Characters Performing Two-Player Competitive Sports. *Acm Transactions On Graphics*, 40(4). <https://doi.org/10.1145/3450626.3459761>
- Xie Y., Takikawa T., Saito S., Litany O., Yan S., Khan N., Tombari F., Tompkin J., Sitzmann V., & Sridhar S. (2022). Neural Fields In Visual Computing And Beyond. *Computer Graphics Forum*, 41(2), 641–676. <https://doi.org/10.1111/cgf.14505>
- Xu B., Gao F., Yu C., Zhang R., Wu Y., & Wang Y. (2024). Omnidrones: An Efficient And Flexible Platform For Reinforcement Learning In Drone Control. *Ieee Robotics And Automation Letters*, 9(3), 2838–2844. <https://doi.org/10.1109/lra.2024.3356168>
- Yang H., Li J., Xiao X., Wang J., Li Y., Li K., Li Z., Yang H., Wang Q., Yang J., Ho J.S., Yeh P.-L., Mouthaan K., Wang X., Shah S., & Chen P.-Y. (2022). Topographic Design In Wearable Mxene Sensors With In-Sensor Machine Learning For Full-Body Avatar Reconstruction. *Nature Communications*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-33021-5>
- Yao H., Song Z., Chen B., & Liu L. (2022). Controlvae: Model-Based Learning Of Generative Controllers For Physics-Based Characters. *Acm Transactions On Graphics*, 41(6). <https://doi.org/10.1145/3550454.3555434>
- Yin Z., Yang Z., Van De Panne M., & Yin K. (2021). Discovering Diverse Athletic Jumping Strategies. *Acm Transactions On Graphics*, 40(4). <https://doi.org/10.1145/3450626.3459817>
- Zhang H., Ye Y., Shiratori T., & Komura T. (2021). Manipnet: Neural Manipulation Synthesis With A Hand-Object Spatial Representation. *Acm Transactions On Graphics*, 40(4). <https://doi.org/10.1145/3450626.3459830>
- Zhang H., Yuan Y., Makovychuk V., Guo Y., Fidler S., Peng X.B., & Fatahalian K. (2023). Learning Physically Simulated Tennis Skills From Broadcast Videos. *Acm Transactions On Graphics*, 42(4). <https://doi.org/10.1145/3592408>
- Zhu Q., Zhang H., Lan M., & Han L. (2023). Neural Categorical Priors For Physics-Based Character Control. *Acm Transactions On Graphics*, 42(6). <https://doi.org/10.1145/3618397>