



Internet Of Things For Smart Physics Laboratories: A Bibliometric Study On Emerging Trends And Future Directions (2019–2025)

*Rizki Muhamad Sidik, Vandan Wiliyanti, Sri Latifah, Yola Emeliza

Pendidikan Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Raden Intan Lampung, Lampung, Indonesia

*coresponding author : Author1@email.com

Received: November 10, 2025 Accepted: November 26, 2025 Online Published: Desember 25, 2025

Abstrak : Penerapan *Internet of Things (IoT)* dalam laboratorium fisika semakin banyak diadopsi oleh para peneliti, khususnya untuk memodernisasi praktik eksperimen dan meningkatkan efektivitas pembelajaran. Penggunaan IoT pada laboratorium fisika cerdas dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan berbagai manfaat, antara lain kemampuan pengumpulan data secara real-time, pemantauan jarak jauh, peningkatan akurasi eksperimen, serta aksesibilitas yang lebih luas bagi mahasiswa baik dalam pembelajaran tatap muka maupun daring. Penelitian ini merupakan hasil kajian berbasis analisis bibliometrik mengenai penerapan IoT dalam laboratorium fisika. Data diperoleh dari basis data Scopus pada periode 2019 hingga 2025, dengan jumlah 63 artikel yang kemudian diolah menggunakan RStudio (*bibliometrix package*). Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini menampilkan informasi penting seperti tren publikasi tahunan, kontribusi negara, penulis produktif, institusi relevan, jurnal terkemuka, analisis kata kunci, jaringan keterkaitan (*co-occurrence network*), dan peta kepadatan riset (*visual density*). Hasil kajian ini memberikan gambaran komprehensif mengenai tren terkini penelitian IoT dalam laboratorium fisika cerdas, sekaligus mengidentifikasi sejumlah indikator yang dapat menjadi peluang untuk penelitian di masa depan, khususnya dalam integrasi IoT dengan kecerdasan buatan, praktik laboratorium berkelanjutan, serta teknologi pembelajaran imersif.

Kata Kunci: *Internet of Things (IoT)*, Laboratorium Fisika Cerdas, Analisis Bibliometrik, Pendidikan Fisika, Tren Penelitian

PENDAHULUAN

Dengan pertumbuhan pesat teknologi *Internet of Things (IoT)*, ada kesempatan baru untuk modernisasi laboratorium pendidikan, terutama laboratorium fisika, yang membutuhkan tingkat akurasi tinggi, fasilitas yang kompleks, dan kebutuhan pedagogis khusus. Dengan menggunakan *Internet of Things (IoT)*, instrumen eksperimen dapat terhubung secara real-time, dapat mengumpulkan dan menganalisis data otomatis, melakukan kontrol jarak jauh, dan meningkatkan pemantauan kondisi lingkungan atau keselamatan. Untuk ilustrasi, sistem eksperimen gerak melingkar berbasis internet of things (IoT) dan web yang dikembangkan oleh Asnan dan Asrizal (2023) menunjukkan akurasi hingga sekitar 98,75% dibandingkan dengan pengukuran manual. Selain itu, eksperimen perambatan hukum Newton, yang dikembangkan dalam sistem laboratorium

jarak jauh dengan komponen sensor, motor, dan ESP32 CAM, menunjukkan kehandalan tinggi sebagai pendukung e-learning fisika kontemporer. Laboratorium fisika pintar yang menggunakan Internet of Things menjadi sangat penting mengingat kompleksitas persyaratan eksperimen fisika dan kebutuhan akan transformasi digital pendidikan.

Banyak penelitian telah berkonsentrasi pada penggunaan IoT dalam pendidikan sains atau laboratorium umum. Namun, sedikit penelitian yang menggambarkan tren dan perkembangan IoT dalam laboratorium fisika secara khusus dari tahun 2019 hingga 2025. Studi telah menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis IoT, seperti membuat media fisika berbasis Internet of Things, dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa ketika mereka berinteraksi dengan bahan dinamika gerak. Beberapa orang membandingkan laboratorium internet of things (IoT) dengan laboratorium virtual berbasis HOT-LAB.

Namun, analisis bibliometrik yang memberikan gambaran global, aktor penelitian, kluster topik, dan tren ilmiah untuk laboratorium fisika pintar bukanlah fokus penelitian ini; itu lebih berfokus pada eksperimen atau pengembangan alat dan media. Ini menunjukkan bahwa kita kurang memahami seberapa besar dan ke mana penelitian tentang *Internet of Things* (IoT) di laboratorium fisika bergerak, siapa aktornya, teknologi yang paling populer, dan elemen pedagogis yang masih kurang diperhatikan. Ada beberapa masalah yang muncul sebagai akibat dari kondisi tersebut. Pertama, lihat bagaimana penelitian IoT untuk laboratorium fisika berkembang dari tahun 2019 hingga 2025. Kedua, lihat apa saja topik teknologi dan eksperimen fisik yang paling populer, seperti jenis sensor, platform IoT, protokol komunikasi, dan metode monitoring real-time atau remote. Ketiga, seberapa banyak penelitian telah melihat dampak penggunaan Internet of Things terhadap hasil pembelajaran fisika, kualitas eksperimen, akurasi data, keselamatan laboratorium, dan metode pengajaran praktikum. Keempat, masalah teknis dan pedagogis yang muncul dari literatur tentang penerapan IoT di laboratorium fisik; dan kelima, topik penelitian masa depan yang paling terkait dan strategis untuk dikembangkan dari perspektif teknologi, pedagogi, dan kebijakan/informatika.

Studi ini berbeda dari studi sebelumnya karena memiliki beberapa kebaruan. Pertama, fokusnya adalah laboratorium fisika pintar—bukan hanya laboratorium virtual atau sains secara umum, tetapi benar-benar mempelajari eksperimen fisika sebagai domain khusus. Kedua, periode 2019–2025 memungkinkan adopsi tren teknologi setelah pandemi COVID-19 seperti penggunaan lab IoT terpencil, pengawasan online, dan sensor dan platform baru. Ketiga, metodologi bibliometrik komprehensif digunakan. Selain melakukan analisis kuantitatif terhadap produktivitas publikasi dan sitasi, penelitian ini juga akan melakukan visualisasi kluster topik dan analisis isi untuk aspek pedagogis dan teknis. Keempat, penelitian ini juga mempelajari cara mengubah bagian-bagian peralatan lama dengan teknologi IoT kontemporer untuk meningkatkan akses dan efisiensi tanpa mengganti instrumen secara keseluruhan. Kelima, penelitian ini akan memberikan saran strategis dan peta jalan untuk pengembangan laboratorium fisika pintar yang relevan secara pedagogis dan teknis, seperti standar kalibrasi, interoperabilitas sensor, dan evaluasi hasil belajar.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat peta ilmu (mapping) dari penelitian ilmiah tentang Internet of Things di laboratorium fisika dari tahun 2019 hingga 2025. Untuk melakukan ini, penelitian ini menganalisis tren publikasi, aktor utama (peneliti, institusi, negara), dan topik teknologi dan pedagogis yang paling populer. Selanjutnya, mereka mengidentifikasi masalah penelitian yang masih belum banyak dibahas, seperti keselamatan, evaluasi pembelajaran, interoperabilitas, dan penggunaan peralatan lama.

Kemudian mereka Akibatnya, diharapkan bahwa penelitian ini tidak hanya meningkatkan pemahaman teoretis dan bibliometrik kita, tetapi juga memiliki implikasi praktis untuk membantu menerapkan Internet of Things (IoT) dengan lebih baik dalam laboratorium fisika, yang lebih sesuai dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan **analisis bibliometrik**. Metode ini dipilih karena efektif dalam memetakan tren publikasi ilmiah, mengidentifikasi topik penelitian yang berkembang, serta menggambarkan hubungan kolaboratif antara penulis, institusi, maupun negara dalam bidang tertentu. Analisis bibliometrik juga memungkinkan peneliti untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai arah penelitian *Internet of Things (IoT)* pada laboratorium fisika cerdas.

Waktu dan Tempat Penelitian

Pengumpulan data dilakukan pada bulan September 2025. Sumber data berasal dari basis data Scopus yang dipilih karena jangkauan internasionalnya yang luas, reputasinya sebagai penyedia publikasi akademik bereputasi, serta kelengkapan metadata yang mendukung analisis bibliometrik.

Target dan Subjek Penelitian

Target penelitian ini adalah seluruh publikasi ilmiah yang membahas topik *IoT dalam laboratorium fisika* atau *IoT dalam pendidikan fisika*. Subjek penelitian berupa dokumen publikasi ilmiah (artikel jurnal dan prosiding) yang memenuhi kriteria seleksi.

Prosedur penelitian

Proses penelitian dilakukan melalui tiga tahapan utama:

1. Pengumpulan data

Data dikumpulkan dari Scopus dengan menggunakan kata kunci (“Internet of Things” OR “IoT”) AND (“Physics Laboratory” OR “Smart Physics Lab” OR “Physics Education Laboratory”). Rentang waktu ditetapkan pada periode 2019–2025, dengan pertimbangan bahwa periode tersebut mencerminkan masa perkembangan signifikan riset IoT dalam pendidikan, khususnya pascapandemi COVID-19.

2. Seleksi data

Dokumen hasil pencarian kemudian disaring berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi.

- *Kriteria inklusi*: (1) artikel berbahasa Inggris, (2) relevan dengan penerapan IoT dalam laboratorium atau pendidikan fisika, (3) berbentuk artikel jurnal atau prosiding terindeks Scopus, dan (4) terbit pada periode 2019–2025.
- *Kriteria eksklusi*: artikel non-ilmiah, publikasi di luar rentang tahun yang ditentukan, dan artikel yang tidak sesuai dengan topik penelitian. Setelah proses penyaringan, diperoleh dokumen akhir yang siap dianalisis lebih lanjut.

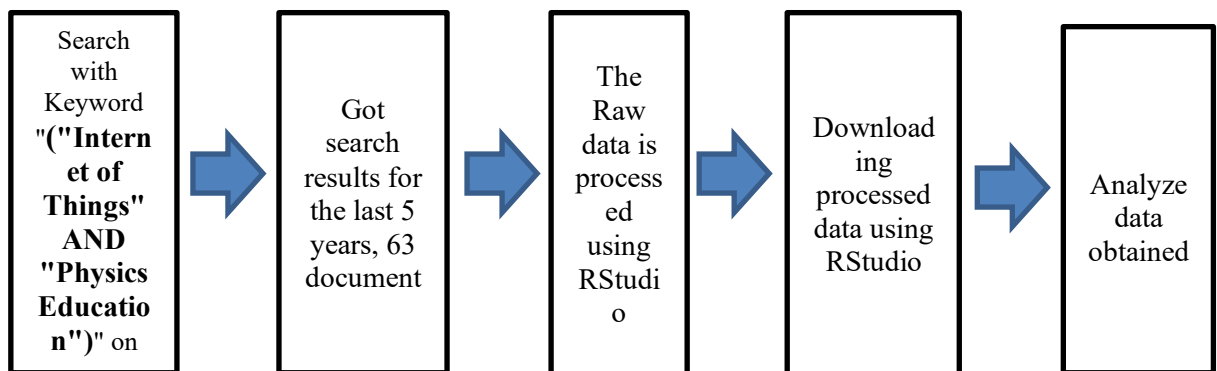
3. Analisis data

Data yang sudah tersaring dianalisis menggunakan perangkat lunak RStudio dengan paket **bibliometrix**. Analisis mencakup:

- Indikator bibliometrik, meliputi jumlah publikasi tahunan, jumlah sitasi, penulis paling produktif, distribusi negara dan institusi, serta sumber publikasi utama.

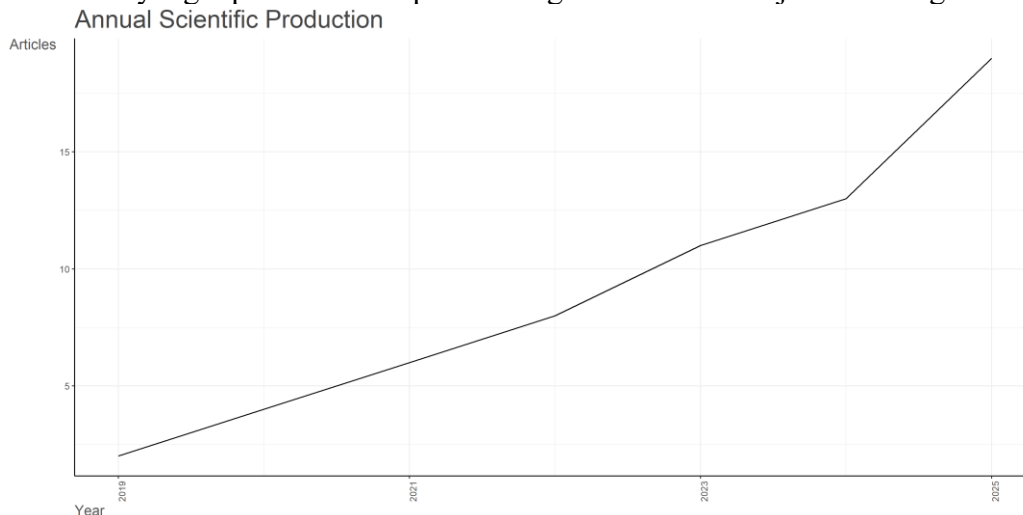
- Visualisasi peta ilmu, yang dihasilkan melalui network analysis, meliputi:
 - *Co-authorship* (jejaring kolaborasi antar penulis dan institusi),
 - *Co-citation* (hubungan antar artikel atau jurnal),
 - *Co-occurrence keywords* (pola kemunculan kata kunci yang merepresentasikan tema penelitian).

Instrumen utama penelitian adalah perangkat lunak RStudio dengan paket bibliometrix, yang digunakan untuk pemrosesan data, perhitungan indikator, serta pembuatan grafik kuantitatif. Visualisasi hasil analisis jaringan diperkuat dengan VOSviewer untuk menghasilkan peta hubungan antar elemen riset (penulis, institusi, kata kunci).



HASIL PENELITIAN

Berdasarkan hasil pencarian yang dilakukan pada basis data Scopus dengan fokus tahun 2019 hingga 2025, menggunakan kata kunci ("Internet of Things" AND "Physics Education"),” diperoleh sejumlah dokumen yang kemudian diolah menggunakan RStudio. Hasil analisis menggunakan RStudio menunjukkan tren publikasi terkait penerapan *Internet of Things* dalam laboratorium fisika cerdas selama enam tahun terakhir. Data yang diperoleh dan diproses dengan RStudio ditunjukkan sebagai berikut:”



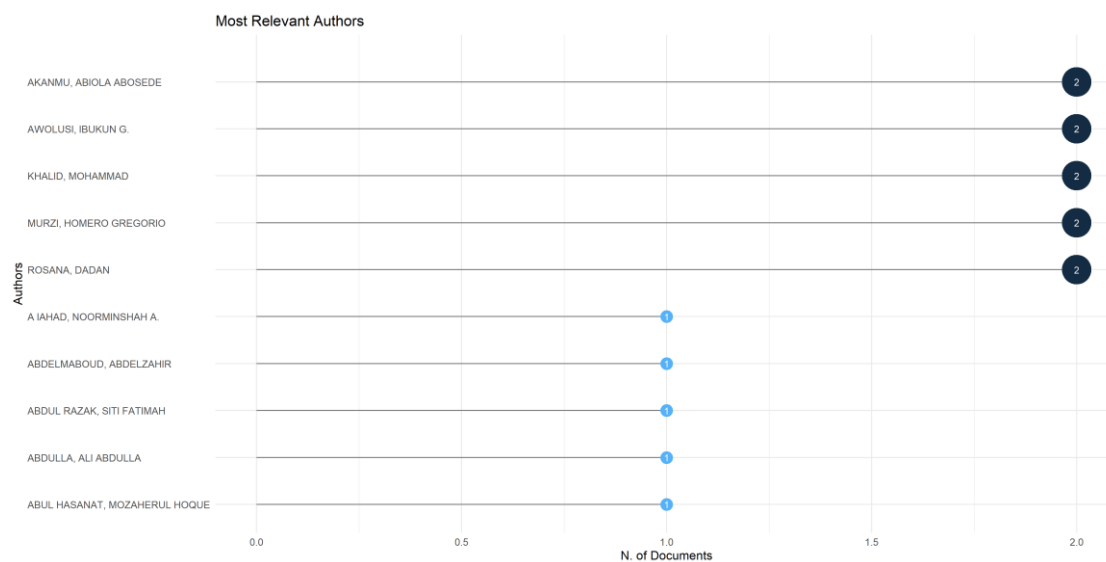
Gambar 1. Grafik produksi ilmiah

Pada Gambar 1 ditampilkan grafik produksi ilmiah tahunan yang berkaitan dengan penelitian *Internet of Things (IoT) dalam Laboratorium Fisika Cerdas* pada rentang tahun 2019 hingga 2025. Berdasarkan data tersebut terlihat adanya tren

peningkatan publikasi dari tahun ke tahun. Pada tahun 2019 jumlah publikasi masih sangat rendah, hanya sekitar dua artikel. Namun, sejak tahun 2020 hingga 2022, jumlah publikasi mengalami peningkatan bertahap hingga mencapai lebih dari delapan artikel per tahun.

Peningkatan signifikan mulai terlihat pada tahun 2023 dengan lebih dari sepuluh publikasi, dan tren ini terus berlanjut hingga puncaknya terjadi pada tahun 2025 dengan jumlah publikasi mencapai hampir dua puluh artikel. Hal ini menunjukkan bahwa topik IoT untuk laboratorium fisika cerdas semakin mendapat perhatian dari para peneliti global, sejalan dengan meningkatnya kebutuhan akan laboratorium berbasis teknologi digital, pembelajaran jarak jauh, serta integrasi sistem sensor dan cloud computing dalam pendidikan fisika.

Kenaikan jumlah publikasi yang konsisten ini juga menandakan bahwa IoT dalam laboratorium fisika bukan lagi sekadar tren sesaat, melainkan berkembang menjadi salah satu arah penelitian yang berkelanjutan. Pertumbuhan ini didorong oleh kebutuhan inovasi pendidikan, dukungan teknologi yang semakin matang, serta kolaborasi lintas disiplin antara bidang fisika, teknik elektro, dan ilmu komputer.

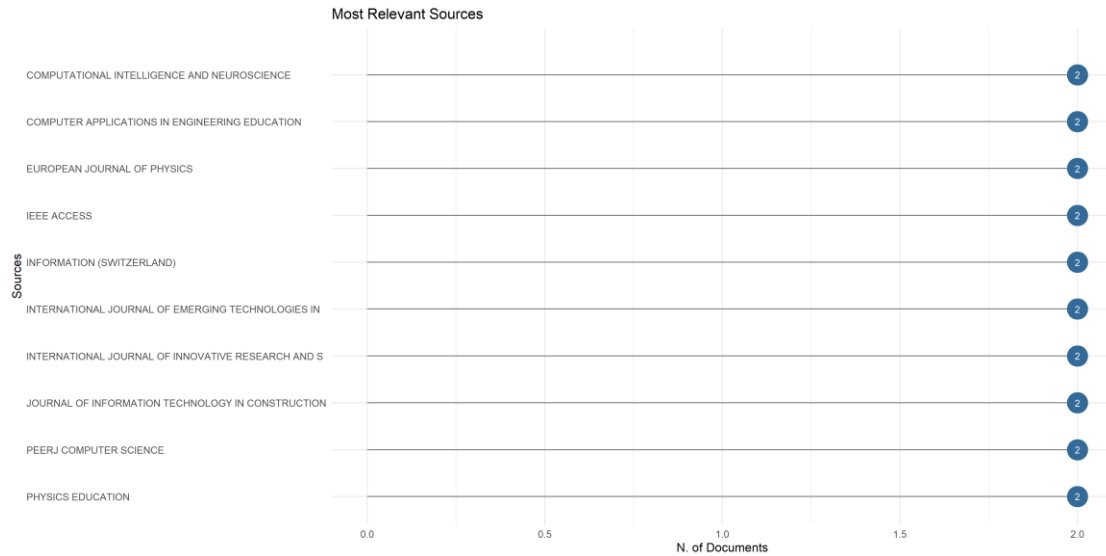


Gambar 2. Grafik Penulis yang paling relevan

Berdasarkan Gambar 2 ditunjukkan sepuluh penulis yang paling relevan atau paling sering mempublikasikan karya ilmiah terkait tema *Internet of Things (IoT) dalam Laboratorium Fisika Cerdas*. Dari grafik terlihat bahwa penulis Akanmu, Abiola Aboosed, Awolusi, Ibukun G., Khalid, Mohammad, Murzi, Homero Gregorio, dan Rosana, Dadan masing-masing menempati posisi teratas dengan jumlah 2 publikasi.

Sementara itu, penulis lain seperti A Iahad, Noorminshah A., Abdelmaboud, Abdelzahir, Abdul Razak, Siti Fatimah, Abdulla, Ali Abdulla, serta Abul Hasanat, Mozaherul Hoque tercatat memiliki 1 publikasi.

Hasil ini menunjukkan bahwa penelitian pada bidang IoT untuk laboratorium fisika cerdas masih tersebar secara merata di antara banyak penulis. Belum ada dominasi tunggal dari satu penulis dengan jumlah publikasi yang signifikan, sehingga menandakan bahwa topik ini masih dalam tahap berkembang dan terbuka luas untuk kontribusi lebih lanjut dari berbagai peneliti lintas negara dan institusi.

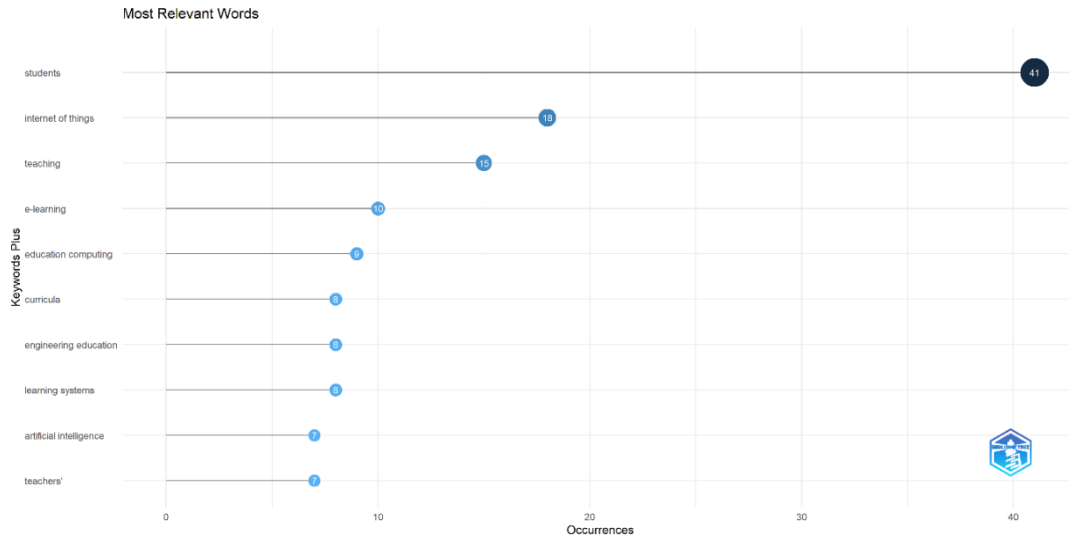


Gambar 3. Grafik Sumber Publikasi Paling Relevan

Berdasarkan Gambar 3, ditunjukkan sepuluh sumber atau jurnal yang paling relevan dalam mempublikasikan artikel terkait *Internet of Things (IoT) pada Laboratorium Fisika Cerdas* selama periode 2019–2025. Dari grafik terlihat bahwa semua jurnal yang masuk dalam daftar memiliki jumlah publikasi yang relatif sama, yaitu masing-masing 2 artikel.

Beberapa sumber publikasi tersebut antara lain: Computational Intelligence and Neuroscience, Computer Applications in Engineering Education, European Journal of Physics, IEEE Access, Information (Switzerland), International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), International Journal of Innovative Research and Scientific Studies, Journal of Information Technology in Construction, PeerJ Computer Science, serta Physics Education.

Hasil ini memperlihatkan bahwa riset IoT dalam konteks laboratorium fisika cerdas dipublikasikan pada berbagai jurnal dengan fokus lintas disiplin. Misalnya, *European Journal of Physics* dan *Physics Education* lebih berorientasi pada aspek pendidikan fisika, sedangkan *IEEE Access* dan *Computational Intelligence and Neuroscience* banyak menekankan aspek teknologi dan integrasi sistem cerdas. Penyebaran publikasi yang merata di berbagai sumber ini mengindikasikan bahwa topik IoT di laboratorium fisika cerdas bersifat interdisipliner, menjembatani bidang pendidikan, teknik, ilmu komputer, dan teknologi informasi.



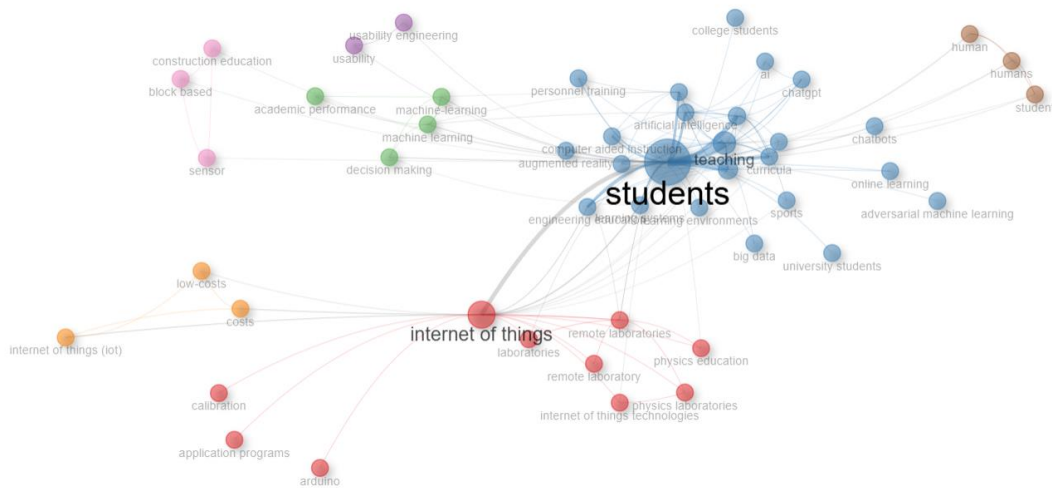
Gambar 4. Grafik Sepuluh Kata Kunci Paling Relevan

Berdasarkan Gambar 7, hasil analisis menggunakan RStudio terhadap dokumen Scopus periode 2019–2025 menunjukkan sepuluh kata kunci yang paling sering muncul dalam publikasi terkait *Internet of Things (IoT) pada Laboratorium Fisika Cerdas*. Kata yang paling dominan adalah “students” dengan jumlah kemunculan 41 kali, menegaskan bahwa fokus utama penelitian IoT dalam konteks laboratorium fisika cerdas sangat erat kaitannya dengan peserta didik sebagai penerima manfaat langsung.

Kata kunci berikutnya adalah “internet of things” (18 kali), yang memang menjadi pusat topik penelitian. Selanjutnya, kata “teaching” (15 kali) dan “e-learning” (10 kali) menunjukkan bahwa pemanfaatan IoT banyak diarahkan untuk mendukung proses pembelajaran jarak jauh maupun hibrida. Kemunculan kata “education computing” (9), “curricula” (8), “engineering education” (8), serta “learning systems” (8) memperlihatkan bahwa riset IoT tidak hanya sebatas implementasi teknologi, melainkan juga sudah masuk pada level integrasi kurikulum dan desain sistem pembelajaran yang lebih adaptif.

Selain itu, kata “artificial intelligence” (7) mengindikasikan tren penelitian yang mulai menggabungkan IoT dengan kecerdasan buatan untuk analisis data laboratorium, otomatisasi eksperimen, maupun personalisasi pembelajaran. Sedangkan kata “teachers” (7) menegaskan peran penting pendidik dalam mengelola serta memanfaatkan teknologi IoT di laboratorium cerdas.

Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa penelitian IoT pada laboratorium fisika cerdas tidak hanya menitikberatkan pada aspek teknis, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh faktor pedagogis, peran guru, dan kebutuhan siswa, sehingga memperkuat posisi IoT sebagai jembatan antara inovasi teknologi dan transformasi pendidikan fisika.



Gambar 5. Visualisasi Jaringan Kata Kunci Penelitian IoT dalam Laboratorium Fisika Cerdas

Gambar 5 menunjukkan gambaran umum jaringan kata kunci (*keyword network*) yang diperoleh dari publikasi mengenai *Internet of Things (IoT) pada Laboratorium Fisika Cerdas* dalam rentang waktu 2019–2025. Hasil analisis ini menghasilkan beberapa kluster utama yang merepresentasikan tema-tema penelitian yang sedang berkembang. Kluster pertama (ditandai dengan warna biru) berfokus pada kata kunci *students*, *teaching*, *artificial intelligence*, *curricula*, *learning environments*, hingga *online learning*. Kluster ini menegaskan bahwa penelitian IoT dalam laboratorium fisika cerdas sangat erat kaitannya dengan aspek pedagogis dan integrasi teknologi digital dalam pembelajaran fisika. Kluster kedua (ditandai dengan warna merah) berpusat pada kata kunci *internet of things*, yang terhubung dengan istilah lain seperti *remote laboratories*, *physics laboratories*, *arduino*, *application programs*, serta *calibration*. Kluster ini menekankan dimensi teknis penerapan IoT, mulai dari perangkat keras (*sensor*, *Arduino*) hingga aplikasi laboratorium jarak jauh (*remote labs*) yang banyak digunakan dalam pendidikan fisika modern.

Kluster ketiga (ditandai dengan warna hijau dan ungu) berkaitan dengan *machine learning*, *decision making*, *usability engineering*, dan *academic performance*. Hal ini menunjukkan adanya kecenderungan untuk mengintegrasikan IoT dengan kecerdasan buatan (AI/ML) guna mendukung analisis data eksperimen dan meningkatkan pengalaman belajar siswa. Selain itu, terdapat kluster minor (misalnya warna coklat) yang berhubungan dengan kata kunci seperti *human*, *student*, dan *chatbots*, yang menggambarkan arah riset menuju pemanfaatan IoT bersama teknologi percakapan cerdas (AI chatbot) untuk mendukung pembelajaran interaktif.

Dari visualisasi ini dapat disimpulkan bahwa penelitian IoT dalam laboratorium fisika cerdas mencakup dua arah besar: (1) aspek pendidikan dan pembelajaran berbasis teknologi digital, serta (2) aspek teknis pengembangan laboratorium pintar. Kedua arah ini saling melengkapi dan menunjukkan bahwa IoT tidak hanya dilihat sebagai inovasi teknologi, tetapi juga sebagai sarana strategis dalam transformasi pendidikan fisika di era digital.



Gambar 6. Visual Density Penelitian IoT dalam Laboratorium Fisika Cerdas

Gambar 6 memperlihatkan peta kepadatan (*visual density*) penelitian terkait *Internet of Things (IoT) pada Laboratorium Fisika Cerdas* berdasarkan data Scopus periode 2019–2025 yang diproses menggunakan aplikasi R. Warna merah yang lebih pekat menunjukkan area atau penulis yang paling dominan dan sering muncul dalam publikasi, sementara warna yang lebih pudar mengindikasikan kontribusi yang masih terbatas atau belum menjadi fokus utama penelitian.

Dari hasil visualisasi terlihat bahwa nama-nama seperti Akanmu, Abiola Abosedo, Awolusi, Ibukun G., serta beberapa penulis lainnya muncul dengan kepadatan warna lebih pekat, menandakan bahwa mereka merupakan kontributor penting dalam publikasi yang membahas IoT dan pendidikan fisika. Sementara itu, penulis lain seperti Ahmed, Sara, Atia, Ayman, Capraro, Mary Margaret, dan Aubel, Ines ditampilkan dengan warna yang lebih pudar, menunjukkan kontribusi yang lebih kecil atau hanya beberapa publikasi saja.

Hasil ini memberikan gambaran bahwa penelitian IoT dalam konteks laboratorium fisika cerdas masih terkonsentrasi pada beberapa penulis inti dengan jumlah publikasi yang lebih banyak, namun pada saat yang sama juga mulai menyebar ke berbagai penulis baru yang mencoba masuk ke bidang ini. Area berwarna pudar dapat dilihat sebagai peluang riset yang masih terbuka luas untuk dieksplorasi, khususnya bagi peneliti-peneliti baru yang ingin memperkuat kontribusinya di bidang IoT, pendidikan fisika, dan integrasi laboratorium berbasis teknologi digital.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dipaparkan, melalui analisis bibliometrik dengan menggunakan kata kunci *Internet of Things (IoT)*, *Smart Laboratory*, dan *Physics Education* pada periode 2019–2025, ditemukan beberapa kecenderungan penting yang menggambarkan arah perkembangan riset di bidang ini.

Pertama, publikasi terkait IoT dalam laboratorium fisika cerdas menunjukkan tren peningkatan yang konsisten setiap tahunnya. Hal ini menandakan bahwa topik ini semakin mendapat perhatian di kalangan akademisi dan praktisi, sejalan dengan kebutuhan akan inovasi pembelajaran berbasis teknologi digital.

Kedua, hasil analisis kata kunci (*keywords plus*) menunjukkan keterkaitan erat antara IoT dengan aspek pedagogis seperti *students*, *teaching*, dan *e-learning*, sekaligus

aspek teknis seperti *remote laboratories*, *Arduino*, *calibration*, dan *sensors*. Temuan ini menegaskan bahwa pemanfaatan IoT dalam pendidikan fisika tidak hanya sebatas penggunaan perangkat teknologi, tetapi juga sudah masuk pada ranah integrasi kurikulum dan strategi pembelajaran yang lebih adaptif.

Ketiga, visualisasi jaringan penulis (*co-authorship network*) dan afiliasi menunjukkan bahwa penelitian masih didominasi oleh kelompok-kelompok kecil yang relatif terpisah, meskipun terdapat beberapa penulis inti yang produktif dan berpotensi menjadi penghubung antar klaster riset. Hal ini membuka peluang bagi pengembangan kolaborasi yang lebih luas antar universitas dan lintas negara.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa IoT dalam laboratorium fisika cerdas memiliki peran strategis dalam modernisasi pendidikan fisika, baik dalam mendukung proses pembelajaran interaktif, meningkatkan aksesibilitas laboratorium melalui sistem daring (*remote lab*), maupun mengintegrasikan teknologi cerdas seperti kecerdasan buatan untuk analisis data eksperimen. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Melibatkan lebih banyak basis data selain Scopus (misalnya Web of Science, Dimensions, atau Google Scholar) agar hasil analisis lebih komprehensif.
2. Mengembangkan studi bibliometrik dengan pendekatan *co-citation* dan *bibliographic coupling* untuk mengidentifikasi arah riset yang lebih detail.
3. Mendorong kolaborasi internasional antarpeneliti agar tercipta ekosistem riset IoT yang lebih terintegrasi dalam bidang pendidikan fisika.

REFERENSI