

# TREN PENELITIAN DAN DAMPAK ADANYA INTERNET OF THINGS TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS PENDIDIKAN IPA DALAM UPAYA MELAKSANAKAN *SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS* (SDGs) : ANALISIS BIBLIOMETRIK

Diana Rochintaniawati<sup>a\*)</sup>, Aay Susilawati<sup>a,c)</sup>, Iwan Kustiawan<sup>a)</sup>, Lilik Hasanah<sup>a)</sup>, Deni Irawan<sup>b)</sup>, Aa Juhanda<sup>c)</sup>, Salsabilla Dwita Putri<sup>c)</sup>

<sup>a)</sup> Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

<sup>b)</sup> Universitas Koperasi Indonesia, Bandung, Indonesia

<sup>c)</sup> Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Sukabumi, Indonesia

<sup>\*)</sup>e-mail korespondensi: diana\_rochintaniawati@upi.edu

**Riwayat Artikel** : diterima: 1 Desember 2024; direvisi: 5 Desember 2024; disetujui: 11 Desember 2025

## Abstrak.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui tren penelitian dan pengaruh *Internet of Things* (IoT) terhadap Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) untuk pendidikan bermutu, khususnya pada Pendidikan IPA. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis bibliometrik dengan menggunakan Publish or Peris dan Vos viewer untuk mencari data dan memvisualisasikan hubungan antara kata kunci Internet of things, SDGs dan pendidikan IPA. Hasil yang diperoleh adalah penelitian tentang IoT dan SDGs untuk pendidikan IPA bermutu merupakan penelitian yang sedang tren dan dikaji oleh para ilmuwan. Hal ini dapat dilihat pada visualisasi jaringan dan penjelasan tahun dan negara yang menunjukkan bahwa ketiga kata kunci tersebut merupakan hal yang baru dan menjadi topik penelitian. Rekomendasi dari hasil penelitian ini adalah memberikan peluang dan informasi tentang dampak teknologi IoT terhadap tujuan hidup berkelanjutan, khususnya dalam peningkatan mutu pendidikan IPA atau ilmu pengetahuan lainnya, sehingga untuk kedepannya dapat dilakukan penelitian tentang implementasi teknologi IoT dalam pembelajaran IPA.

**Kata Kunci:** Analisis bibliometrik; Internet of things; SDGs; Pendidikan IPA.

## RESEARCH TRENDS AND IMPACT OF THE INTERNET OF THINGS ON IMPROVING THE QUALITY OF SCIENCE EDUCATION IN AN EFFORT TO IMPLEMENT THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDGS): BIBLIOMETRIC ANALYSIS

**Abstract.** The purpose of this study is to determine research trends and the influence of the Internet of Things (IoT) on Sustainable Development Goals (SDGs) for quality education, especially in Science Education. The research method used is bibliometric analysis using Publish or Peris and Vos viewer to search for data and visualize the relationship between the keywords Internet of things, SDGs and science education. The results obtained are that research on IoT and SDGs for quality science education is trending research and is studied by scientists. This is because it can be seen in the *networking* visualization and explanation of the year and country showing that these three keywords are new and are research topics. The recommendation from the results of this study is to provide opportunities and information about the impact of IoT technology on sustainable living goals, especially in improving the quality of science education or other sciences, so that in the future research can be carried out on the implementation of IoT technology in science learning.

**Keywords:** Bibliometric analysis; Internet of things; SDGs; Science education.

## I. PENDAHULUAN

Internet of things merupakan teknologi yang sedang berkembang pada era digital 5.0 (Özdemir, V. & Hekim, N., 2018; Roblek, *et al.*, 2020; Tyagi, *et al.*, 2023). Setiap pekerjaan manusia kini dimudahkan dengan menggunakan produk berbasis sensor dan dikendalikan oleh internet. Seiring dengan perkembangan teknologi, keseimbangan pembangunan berkelanjutan harus dilakukan guna memenuhi tujuan keberlanjutan yang tengah digalakkan oleh para peneliti. Dimana terdapat 17 SDGs yang harus dikembangkan, salah satunya adalah pendidikan yang bermutu (Halkos & Gkampoura, 2021; Abera, 2023; Heleta & Bagus, 2021). Salah satu mata kuliah yang dapat dikaitkan dengan teknologi

IoT adalah Pendidikan IPA, dimana IPA memegang peranan penting sebagai dasar ilmu pengetahuan bagi kehidupan. Misalnya saja dalam pengelolaan penggunaan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari, dimana listrik merupakan kebutuhan pokok di era sekarang ini. Dasar ilmiah yang dipelajari di sekolah tentang energi listrik dibahas dalam pembelajaran IPA, untuk memahami budaya hidup berkelanjutan, peserta didik dapat dibimbing dalam menggunakan energi listrik secara ekonomis dan bijaksana. Penggunaan listrik yang hemat dan bijaksana selain dari kebiasaan dan pembentukan karakter (Peattie, 2010; Jackson, 2004; Rohmatulloh *et al.*, 2023). Perancangan produk berbasis IoT juga dapat dilakukan dan digunakan sebagai proses pembelajaran di kelas (Yağanoğlu, *et al.*, 2024;

Bajracharya *et al.*, 2021; Oda, 2017). Peserta didik dapat dibimbing untuk memecahkan permasalahan terkait penggunaan energi listrik dengan salah satu solusinya yaitu merancang alat otomatis untuk menyalakan dan mematikan lampu di mana saja dan kapan saja (Susilawati, *et al.*, 2024). Oleh karena itu, pemanfaatan IoT dalam pembelajaran menjadi salah satu topik penelitian yang sedang menjadi tren, terutama pemanfaatannya pada mata pelajaran IPA (Susilawati *et al.*, 2022; Susilawati *et al.*, 2023; Al-Ghaili *et al.*, 2023).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan tren dan dampak implementasi IoT bagi pengembangan SDGs, khususnya dalam peningkatan kualitas pembelajaran IPA secara signifikan memberikan gambaran penerapan strategi baru dalam penggunaan teknologi IoT di sekolah khususnya di Negara Indonesia. Hal baru dari penelitian ini adalah analisis yang dilakukan untuk menginformasikan tren penelitian, dan dampak kehadiran teknologi IoT bagi pengembangan SDGs dalam peningkatan kualitas pembelajaran sains. Penelitian yang menjelaskan analisis tren penelitian telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya, seperti pada Tabel 1.

TABEL 1. Penelitian Terdahulu

No	Judul	Referensi
1	<i>Correlation between process engineering and special needs from bibliometric analysis perspectives.</i>	Nordin, (2022)
2	<i>Bibliometric analysis for understanding the correlation between chemistry and special needs education using VOSviewer indexed by Google.</i>	Bilad, (2022)
3	<i>Implementation of biotechnology in education towards green chemistry teaching: A bibliometrics study and research trends</i>	Riandi <i>et al.</i> , (2022)
4	<i>Bibliometric analysis of briquette research trends during the Covid-19 pandemic.</i>	Al Husaeni, (2022)
5	<i>Bibliometric computational mapping analysis of publications on mechanical engineering education using VOSviewer</i>	Al Husaeni & Nandiyanto, (2022)
6	<i>Involving Particle Technology in Computational Fluid Dynamics Research: A Bibliometric Analysis</i>	Nandiyanto <i>et al.</i> , (2023)
7	<i>Particulate matter emission from combustion and non-combustion automotive engine process: Review and computational bibliometric analysis on its source, sizes, and health and lung impact</i>	Nandiyanto <i>et al.</i> , (2023)
8	<i>Past, current and future trends of salicylic acid and its derivatives: A bibliometric review of papers from the Scopus database published from 2000 to 2021</i>	Ruzmetov and Ibragimov, (2023)

#### A. Internet of Things (IoT)

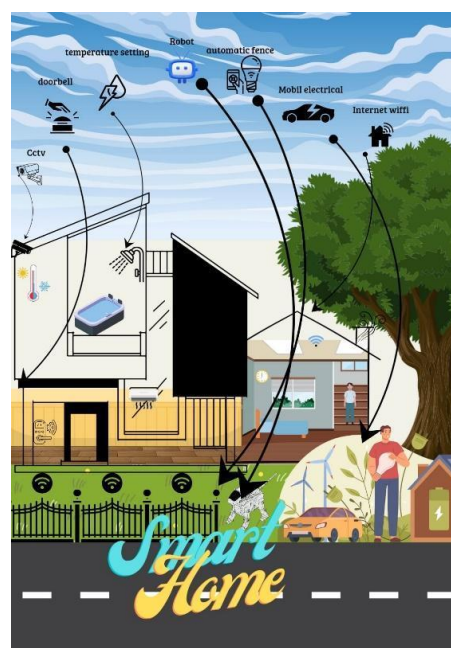
Internet of Things (IoT) merupakan konsep teknologi yang memungkinkan pengguna untuk berkomunikasi dengan objek di sekitarnya melalui sensor atau teknologi lain (Paul & Jeyaraj, 2019; Zeinab & Elmustafa, 2017; Xu *et al.*, 2013;

Srinivasan *et al.*, 2023). IoT dapat menghubungkan perangkat fisik, sensor, dan perangkat lunak melalui jaringan untuk mengumpulkan, memproses, dan bertukar data yang relevan (lihat Gambar 1). Dalam perkembangan era digitalisasi, IoT hadir sebagai salah satu alat yang dapat digunakan untuk memudahkan kehidupan manusia, banyak hal yang dirancang menjadi sistem pintar yang dibantu oleh IoT, seperti: smart home, smart transportation, smart agriculture, smart city, smart office, dan lain sebagainya (Umair *et al.*, 2021; Bellini *et al.*, 2022; Mohanty *et al.*, 2016; Nizetić *et al.*, 2020; Saleem *et al.*, 2019).

Gambar 2 menunjukkan *smart home*, dimana setiap perangkat yang ada di dalam rumah menggunakan sensor dan terhubung dengan internet untuk mengontrol penggunaannya (Khan *et al.*, 2016; Abdulla *et al.*, 2020; Taiwo & Ezugwu, 2021; Davidovic & Labus, 2015). Seperti penggunaan peralatan rumah tangga berikut ini: CCTV yang dapat dikontrol melalui ponsel pemilik rumah dimana saja dan kapan saja, bel pintu yang dapat dikontrol untuk mengecek secara otomatis tamu atau orang yang memencet bel pintu secara keseluruhan di ponsel, pengatur suhu ruangan otomatis untuk menstabilkan suhu dalam ruangan atau suhu air untuk mandi, robot merupakan alat yang digunakan untuk membantu menyelesaikan pekerjaan rumah, otomatisasi pagar otomatis dalam menyalakan dan mematikan lampu.



Gambar 1. Internet of Things (IoT)



Gambar 2. Smart Home

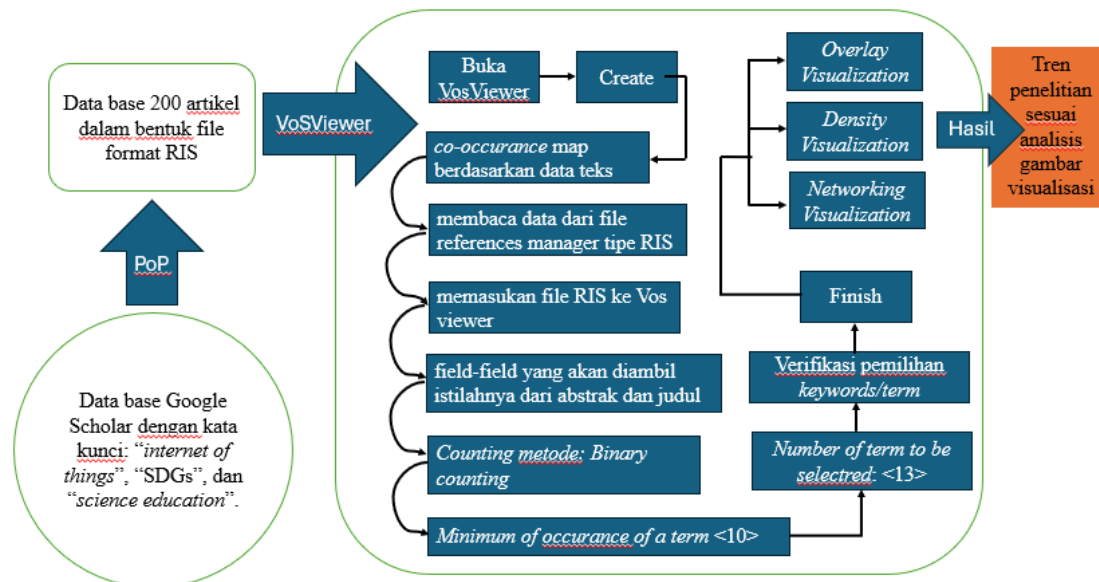
#### B. Sustainable Development Goals (SDGs)

SDGs merupakan komitmen global dan nasional dalam upaya peningkatan kesejahteraan rakyat, meliputi 17 tujuan global (Diouf, 2019; Halkos & Gkampoura, 2021; Fallah Shayan *et al.*, 2022). Target untuk tahun 2030, yang dideklarasikan oleh negara maju dan berkembang pada Sidang Umum PBB pada bulan September 2015. Ke-17 tujuan tersebut terlihat seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Sustainable Development Goals (SDGs)

## II. METODE PENELITIAN



Gambar 4. Proses Pengambilan Data

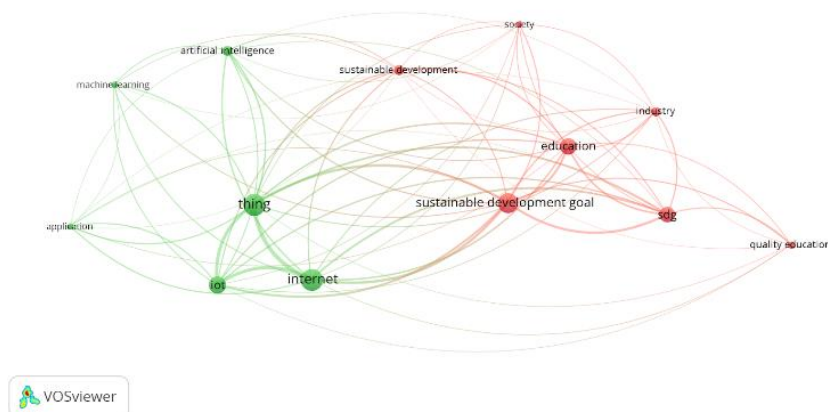
## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini membahas tentang posisi tren penelitian mengenai internet of things, SDGs dan mutu pendidikan khususnya pendidikan sains. Jika dilihat pada Gambar 5, visualisasi *networking* antar kata kunci menunjukkan hanya ada 2 cluster yang muncul, dan hanya beberapa kata kunci saja yang saling berhubungan. Cluster pertama ditandai dengan warna hijau dengan kata kunci terkait: aplikasi, AI, internet, IoT, machine learning, dan thing. Cluster kedua ditandai dengan warna merah meliputi pendidikan, industri, mutu pendidikan, SDGs, masyarakat, pembangunan berkelanjutan, dan tujuan pembangunan berkelanjutan. Hal ini menunjukkan bahwa keterkaitan antar kata kunci yang selama ini diteliti mengenai SDGs, IoT dan pendidikan sains masih sangat jarang, bahkan dari *networking* yang tampak belum ada

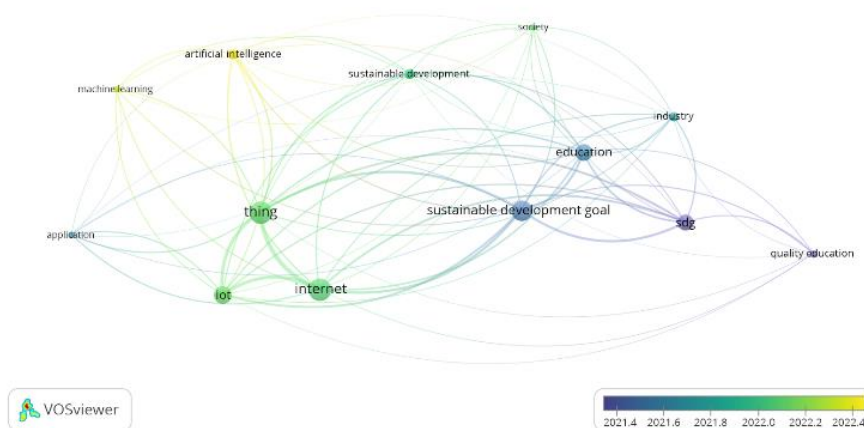
Metode yang digunakan adalah analisis bibliometrik terhadap relevansi penelitian yang telah dilakukan pada kata kunci “*internet of things*”, “SDGs”, dan “*science education*”. Data diambil melalui database Google Scholar dengan bantuan pencarian software Publish atau Peris (PoP), kemudian data yang diperoleh sebanyak 200 artikel yang dianalisis dan divisualisasikan pada bagian *networking*, *density*, dan *overlay* dengan bantuan software vos viewer. Langkah pada vos viewer, kita harus menyimpan data dari PoP dengan format RIS kemudian memasukan file tersebut ke vos viewer, langkah selanjutnya yang dapat kita lakukan pada vos viewer *co-occurrence map* berdasarkan data teks, kemudian membaca data dari file references manager tipe RIS, setelah kita memasukan file tersebut ke vos viewer, kita pilih *field-field* yang akan diambil istilahnya dari abstrak dan judul, vos viewer dapat memvisualisasikan data tersebut ke dalam gambar, dan kita dapat menjelaskan tren penelitian berdasarkan gambar visualisasi tersebut. Gambar 4 menunjukkan proses pengambilan data dalam melaksanakan penelitian.

keterkaitan antara IoT, SDGs dengan pendidikan sains secara khusus, yang ada hanya dengan mutu pendidikan secara umum. Padahal, untuk memenuhi taraf kebutuhan manusia terhadap masyarakat, maka sains merupakan ilmu dasar yang perlu dipahami siswa di sekolah (Jenkins, 1992; Hodson, 2003; Hofstein *et al.*, 2011).

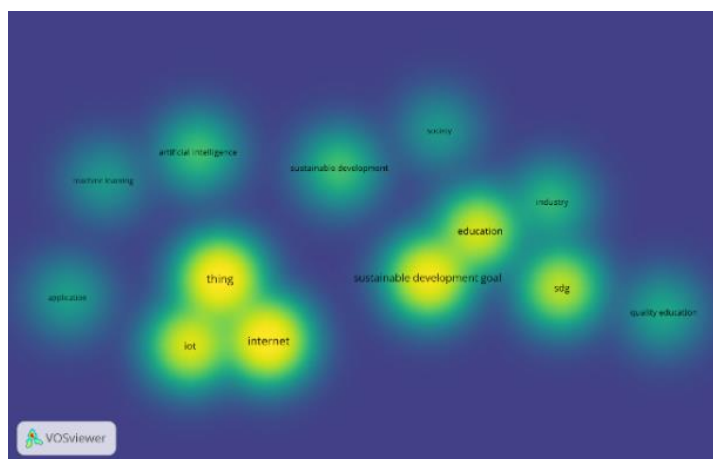
Gambar 6. Menunjukkan visualisasi overlay, menunjukkan rentang waktu pelaksanaan penelitian dari beberapa kata kunci yang muncul. Jika dilihat dari skala tahun publikasi, terlihat bahwa kata kunci terkait IoT, SDGs, dan pendidikan bermutu masih tergolong baru. Dimulai dari tahun 2021 hingga 2022 saja. Pada tahun-tahun berikutnya belum ada perkembangan penelitian yang relevan dengan hubungan ketiga kata kunci tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian ini tergolong baru atau masih menjadi tren terkini dengan peluang penelitian yang sangat besar untuk dilakukan.



Gambar 5. Visualisasi Jaringan



Gambar 6. Overlay Visualization



Gambar 7. Density Visualization

Gambar 7 menampilkan visualisasi kepadatan, gambar ini menunjukkan tingkat kedalaman pembahasan beberapa kata kunci terkait. Jika dilihat dari gambar tersebut, terlihat bahwa tingkat kedalaman pembahasan kata kunci internet, things dan IoT terbilang cukup kuning atau banyak orang yang mem bahas nya secara lebih mendalam. Begitu pula dengan kata kunci SDG dan *education* sudah banyak dibahas secara mendalam. Namun, kata kunci *quality education* masih dangkal pembahasannya, apalagi secara khusus membahas

kualitas pembelajaran sains untuk meningkatkan kualitas pendidikan belum dibahas.

Padahal kita pahami bahwa pendidikan sains juga dapat memberikan dampak terhadap mutu pendidikan karena merupakan landasan ilmiah yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia (DeBoer, 2000; Hofstein & Lunetta, 2004; Subotnik *et al.*, 2011). Banyak produk IoT yang dapat dikembangkan dari hasil pembelajaran IPA yang dapat dirancang oleh peserta didik di sekolah, seperti hasil

analisis enam artikel tentang produk IoT berbasis sensor yang dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran IPA terlihat pada Tabel 2.

TABEL 2. Analisis materi IPA dan jenis sensor yang menunjang produk IoT pada pembelajaran IPA

No.	Materi	Jenis sensor	Ref.
1.	Suhu dan kalor	Temperature sensor, Thermocouple, RTD, thermistor, semiconductor based, thermopile, liquid thermometer	Li <i>et al.</i> , (2021)
2.	Getaran dan gelombang, Gelombang elektromagnetik	Ultrasonic sensor,	Cristani <i>et al.</i> , (2020)
3.	Bunyi	Vibration sensor, buzzer	Wilshin <i>et al.</i> , (2023)
4.	Cahaya	LDR (light Dependent Resistor), Photosensitive sensors, Photodetector	Zou <i>et al.</i> , (2023)
5.	Asam Basa	pH sensor	Grafe <i>et al.</i> , (2011)
6.	Kelembaban	Soil moisture sensor	Placidi <i>et al</i> (2021)

Jenis sensor yang dapat dimanfaatkan sebagai alat penunjang rancangan produk IoT dalam pembelajaran IPA kemudian dikembangkan dengan berbantuan software berbasis internet seperti Thingier.io sebagai penghubung sensor dengan otomatisasi pengguna dimanapun dan kapanpun. Pengembangan produk IoT ini dari materi dan jenis sensor yang ada seperti pemrograman LED sederhana berbasis IoT, penerangan jalan umum otomatis menggunakan sensor cahaya, pembuatan palang pintu otomatis, dan produk-produk lainnya yang dapat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari (Unaldi *et al.*, 2023; Alam, 2021; Pandharipande & Thijssen, 2019).

#### IV. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk membahas tren dan posisi penelitian tentang hubungan IoT, SDGs dan kualitas pendidikan sains dengan menggunakan metode penelitian analisis bibliometrik yang dibantu dengan Publish or Perish dan vos viewer. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penelitian tentang IoT, SDGs dan kualitas pendidikan sains merupakan penelitian terkini dengan peluang penelitian yang sangat besar. Hal ini ditunjukkan dengan visualisasi *networking* yang baik antar kata kunci yang masih sangat sedikit, *overlay* penelitian yang masih sangat baru yang tercatat dari tahun 2021 lalu belum ada penelitian khusus tentang hubungan IoT, SDGs dan pendidikan sains secara spesifik dan kedalaman pembahasan tentang kualitas pendidikan sains yang masih sangat dangkal. Penelitian ini

diharapkan mampu memberikan dampak positif dan peluang untuk melakukan penelitian terkini yang dapat diuji dan diimplementasikan secara lebih luas baik dalam pengembangan media, strategi atau produk terkait teknologi IoT, SDGs maupun dalam peningkatan kualitas pembelajaran sains.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada DRTPM (Departemen Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah memberikan dukungan dana, Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) yang telah menyelenggarakan PKM dan MGMP IPAS SMK Kabupaten Ciamis sebagai mitra.

#### REFERENSI

- Abdulla, A. I., Abdulraheem, A. S., Salih, A. A., Sadeeq, M. A., Ahmed, A. J., Ferzor, B. M., & Mohammed, S. I. (2020). Internet of things and smart home security. *Technol. Rep. Kansai Univ*, 62(5), 2465-2476.
- Abera, H. G. (2023). The role of education in achieving the sustainable development goals (SDGs): A global evidence based research article. *International Journal of Social Science and Education Research Studies*, 3(1), 67-81.
- Al Husaeni, D. F., & Nandiyanto, A. B. D. (2022). Bibliometric computational mapping analysis of publications on mechanical engineering education using vosviewer. *Journal of Engineering Science and Technology*, 17(2), 1135-1149.
- Al Husaeni, D. N. (2022). Bibliometric analysis of briquette research trends during the Covid-19 pandemic. *ASEAN Journal for Science and Engineering in Materials*, 1(2), 99-106.
- Alam, T. (2021). Cloud-based IoT applications and their roles in smart cities. *Smart Cities*, 4(3), 1196-1219.
- Al-Ghaili, A. M., Kasim, H., Hassan, Z., Al-Hada, N. M., Othman, M., Kasmani, R. M., & Shayea, I. (2023). A review: Image processing techniques' roles towards energy-efficient and secure IoT. *Applied Sciences*, 13(4), 2098.
- Bajracharya, B., Gondi, V., & Hua, D. (2021). IoT education using learning kits of IoT devices. *Information Systems Education Journal*, 19(6), 40-44.
- Bellini, P., Nesi, P., & Pantaleo, G. (2022). IoT-enabled smart cities: A review of concepts, frameworks and key technologies. *Applied Sciences*, 12(3), 1607.
- Bilad, M. R. (2022). Bibliometric analysis for understanding the correlation between chemistry and special needs education using Vosviewer indexed by google. *ASEAN Journal of Community and Special Needs Education*, 1(2), 61-68.
- Cristani, M., Del Bue, A., Murino, V., Setti, F., & Vinciarelli, A. (2020). The visual social distancing problem. *IEEE Access*, 8, 126876-126886.

- Davidovic, B., & Labus, A. (2015). A smart home system based on sensor technology. *Facta Universitatis, Series: Electronics and Energetics*, 29(3), 451-460.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Diouf, G. (2019). Millenium development goals (MDGs) and sustainable development goals (SDGs) in social welfare. *International Journal of Science and Society*, 1(4), 17-24.
- Fallah Shayan, N., Mohabbati-Kalejahi, N., Alavi, S., & Zahed, M. A. (2022). Sustainable development goals (SDGs) as a framework for corporate social responsibility (CSR). *Sustainability*, 14(3), 1222.
- Gräfe, M., Power, G., & Klauber, C. (2011). Bauxite residue issues: III. Alkalinity and associated chemistry. *Hydrometallurgy*, 108(1-2), 60-79.
- Halkos, G., & Gkampoura, E. C. (2021). Where do we stand on the 17 sustainable development goals? An overview on progress. *Economic Analysis and Policy*, 70, 94-122.
- Heleta, S., & Bagus, T. (2021). Sustainable development goals and higher education: leaving many behind. *Higher Education*, 81(1), 163-177.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Hofstein, A., Eilks, I., & Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education—a pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany, and the USA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9, 1459-1483.
- Jackson, T. (2004). Negotiating sustainable consumption: A review of the consumption debate and its policy implications. *Energy and Environment*, 15(6), 1027-1051.
- Jenkins, E. W. (1992). School science education: Towards a reconstruction. *Journal of Curriculum Studies*, 24(3), 229-246.
- Khan, M., Silva, B. N., & Han, K. (2016). Internet of things based energy aware smart home control system. *IEEE Access*, 4, 7556-7566.
- Li, Z., Wang, P., Haigh, A., Soutis, C., & Gibson, A. (2021). Review of microwave techniques used in the manufacture and fault detection of aircraft composites. *The Aeronautical Journal*, 125(1283), 151-179.
- Mohanty, S. P., Choppali, U., & Koungianos, E. (2016). Everything you wanted to know about smart cities: The Internet of things is the backbone. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 5(3), 60-70.
- Nandiyanto, A. B. D., Ragadhita, R., & Aziz, M. (2023). Involving particle technology in computational fluid dynamics research: A bibliometric analysis. *CFD Letters*, 15(11), 92-109.
- Nižetić, S., Šolić, P., Gonzalez-De, D. L. D. I., & Patrono, L. (2020). Internet of Things (IoT): Opportunities, issues and challenges towards a smart and sustainable future. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122877.
- Nordin, N. A. H. M. (2022). Correlation between process engineering and special needs from bibliometric analysis perspectives. *ASEAN Journal of Community and Special Needs Education*, 1(1), 9-16.
- Oda, T., Matsuo, K., Barolli, L., Yamada, M., & Liu, Y. (2017). Design and implementation of an IoT-based e-learning testbed. *International Journal of Web and Grid Services*, 13(2), 228-241.
- Özdemir, V., & Hekim, N. (2018). Birth of industry 5.0: Making sense of big data with artificial intelligence, “the internet of things” and next-generation technology policy. *Omic: A Journal of Integrative Biology*, 22(1), 65-76.
- Pandharipande, A., & Thijssen, P. (2019). Connected street lighting infrastructure for smart city applications. *IEEE Internet of Things Magazine*, 2(2), 32-36.
- Paul, A., & Jeyaraj, R. (2019). Internet of Things: A primer. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 1(1), 37-47.
- Peattie, K. (2010). Green consumption: behavior and norms. *Annual review of environment and resources*, 35(1), 195-228.
- Placidi, P., Morbidelli, R., Fortunati, D., Papini, N., Gobbi, F., & Scorzoni, A. (2021). Monitoring soil and ambient parameters in the IoT precision agriculture scenario: An original modeling approach dedicated to low-cost soil water content sensors. *Sensors*, 21(15), 5110.
- Riandi, R., Permanasari, A., & Novia, N. (2022). Implementation of biotechnology in education towards green chemistry teaching: A bibliometrics study and research trends. *Moroccan Journal of Chemistry*, 10(3), 10-3.
- Roblek, V., Meško, M., Bach, M. P., Thorpe, O., & Šprajc, P. (2020). The interaction between internet, sustainable development, and emergence of society 5.0. *Data*, 5(3), 80.
- Rohmatulloh, R., Hasanah, A., Sahlani, L., & Zuhri, M. T. (2023). Energy-saving triangle: internalizing Islamic ethical values on energy saving in integrative learning. *Religions*, 14(10), 1284.
- Ruzmetov, A., & Ibragimov, A. (2023). Past, current and future trends of salicylic acid and its derivatives: A bibliometric review of papers from the Scopus database published from 2000 to 2021. *ASEAN Journal for Science and Engineering in Materials*, 2(1), 53-68.
- Saleem, Y., Crespi, N., Rehmani, M. H., & Copeland, R. (2019). Internet of things-aided smart grid: technologies, architectures, applications, prototypes,

- and future research directions. *IEEE Access*, 7, 62962-63003.
- Srinivasan, R., Kavitha, R., Murugananthan, V., & Mylsami, T. (2023). A process of analyzing soil moisture with the integration of internet of things and wireless sensor network. *Intelligent and Soft Computing Systems for Green Energy*, 173-184.
- Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Worrell, F. C. (2011). Rethinking giftedness and gifted education: A proposed direction forward based on psychological science. *Psychological science in the public interest*, 12(1), 3-54.
- Susilawati, A., Kustiawan, I., Rochintaniawati, D., & Hasanah, L. (2023). Things for science teachers: A bibliometric analysis. *Journal of Engineering Science and Technology*, 18(6), 41-50.
- Susilawati, A., Kustiawan, I., Rochintaniawati, D., Hasanah, L., & Lim, Y. Light Intensity Distribution in the Room Using Light Dependent Resistor: Through the Engineering Design Process. *Indonesian Journal of Science and Technology*, 9(3), 679-708.
- Susilawati, A., Rochintaniawati, D., Permanasari, A., & Kustiawan, I. (2022). Research trends about internet of things in science education: A bibliometric analysis. *Journal of Engineering Science and Technology*, Special Issue Vol. June 2022, 17-24.
- Taiwo, O., & Ezugwu, A. E. (2021). Internet of things-based intelligent smart home control system. *Security and Communication Networks*, 2021(1), 9928254.
- Tyagi, A. K., Dananjayan, S., Agarwal, D., & Thariq Ahmed, H. F. (2023). Blockchain—Internet of things applications: Opportunities and challenges for industry 4.0 and society 5.0. *Sensors*, 23(2), 947.
- Umair, M., Cheema, M. A., Cheema, O., Li, H., & Lu, H. (2021). Impact of COVID-19 on IoT adoption in healthcare, smart homes, smart buildings, smart cities, transportation and industrial IoT. *Sensors*, 21(11), 3838.
- Unaldi, S., Yalcin, N., & Elci, E. (2023). An IoT-based smart home application with barrier-free stairs for disabled/elderly people. *Elektronika ir Elektrotechnika*, 9(1), 15-20.
- Wilshin, S., Amos, S., & Bompfrey, R. J. (2023). Seeing with sound; surface detection and avoidance by sensing self-generated noise. *International Journal of Micro Air Vehicles*, 15, 17568293221148377.
- Xu, G., Ding, Y., Zhao, J., Hu, L., & Fu, X. (2013). Research on the internet of things (IoT). *Sensors and Transducers*, 160(12), 463.
- Yağanoğlu, M., Bozkurt, F., Günay, F. B., Kul, S., Şimşek, E., Öztürk, G., & Karaman, S. (2024). Design and validation of IoT based smart classroom. *Multimedia Tools and Applications*, 83(1), 62019-62043.
- Zeinab, K. A. M., & Elmustafa, S. A. A. (2017). Internet of things applications, challenges and related future technologies. *World Scientific News*, 67(2), 126-148.
- Zou, W., Sastry, M., Gooding, J. J., Ramanathan, R., & Bansal, V. (2020). Recent advances and a roadmap to wearable UV sensor technologies. *Advanced Materials Technologies*, 5(4), 1901036