

AMALAN KEPIMPINAN BAGI MEMUPUK KOLABORASI ANTARA DISIPLIN DALAM PENDIDIKAN STEM: ANALISIS BIBLIOMETRIK

EXAMINING LEADERSHIP PRACTICES FOR FOSTERING INTERDISCIPLINARY COLLABORATION IN STEM EDUCATION: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS

Saifulbahri Abdul Rahman¹, Abdul Halim Busari^{2*}, Mohammad Nur Azhar Mazlan³, Adawati Suhaili⁴

- ¹ Faculty of Science Cognitive and Human Development, Universiti Malaysia Sarawak, Kota Samarahan, Sarawak, Malaysia
Email: 22010179@siswa.unimas.my
- ² Faculty of Science Cognitive and Human Development, Universiti Malaysia Sarawak, Kota Samarahan, Sarawak, Malaysia
Email: bhalim@unimas.my
- ³ Department of Account, Universiti Utara Malaysia, Malaysia
Email: mmnazhar@unimas.my
- ⁴ Aminuddin Baki Institute Sarawak Branch, Kuching, Sarawak, Malaysia
Email: adawati@iab.edu.my
- * Corresponding Author

Article Info:

Article history:

Received date: 30.06.2024
Revised date: 17.07.2022
Accepted date: 28.08.2024
Published date: 30.09.2024

To cite this document:

Rahman, S. A., Busari, A. H., Mazlan, M. N. A., & Suhaili, A. (2024). Amalan Kepimpinan Bagi Memupuk Kolaborasi Antara Disiplin Dalam Pendidikan STEM: Analisis Bibliometrik. *International Journal of Modern Education*, 6 (22), 446-468.

DOI: 10.35631/IJMOE.622031

Abstrak:

Analisis bibliometrik ini mengkaji amalan kepimpinan yang bertujuan untuk menggalakkan kerjasama antara disiplin dalam pendidikan STEM. Pengiktirafan terhadap keperluan kritikal bagi kerjasama yang berkesan dalam bidang STEM untuk meningkatkan inovasi dan kualiti pendidikan, kajian ini mengisi kesenjangan dalam pemahaman mengenai kesan pelbagai gaya kepimpinan terhadap usaha antara disiplin. Metodologi yang digunakan melibatkan analisis menyeluruh terhadap artikel penyelidikan dari tahun 2004 hingga 2024 menggunakan pangkalan data Scopus. Metrik kunci termasuk corak penyerapan, trend kata kunci, dan rangkaian penyelidik-penulis bersama, dianalisis untuk mengenal pasti amalan kepimpinan yang mempengaruhi secara signifikan. Hasil kajian menunjukkan analisis trend penyelidikan amalan kepimpinan dalam memupuk kerjasama antara disiplin untuk pendidikan STEM dalam tempoh 20 tahun berdasarkan data SCOPUS telah menunjukkan peralihan fokus yang begitu ketara. Pada awal tempoh (2004-2011), terdapat hanya sedikit sahaja penerbitan yang mana menunjukkan bahawa kurangnya pengiktirafan terhadap kerjasama dalam bidang ini. Namun, sekitar tahun 2012 terdapat pertambahan yang ketara dalam penerbitan yang mencerminkan peningkatan kesedaran yang tinggi

This work is licensed under [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



terhadap kepentingan amalan kepimpinan dalam memupuk kolaborasi lintas disiplin. Walaupun telah mencapai kemuncak sekitar tahun 2019-2020 dengan lebih daripada 200 dokumen setahun diterbitkan, namun terdapat penurunan pada tahun 2024. Hallinger yang merupakan penyumbang utama dalam penyelidikan bidang ini beserta penyelidik yang lain telah bersepakat terhadap keperluan kerjasama dalam amalan kepimpinan dalam bidang ini. Dominasi sains sosial dalam distribusi dokumen mencerminkan fokus utama pada teori dan amalan pendidikan dalam kolaborasi STEM, dengan sumbangan signifikan dari bidang-bidang lain seperti psikologi dan perniagaan. Dominasi Amerika Syarikat dalam pengaruh global, serta pusat penyelidikan di Malaysia dan Afrika Selatan, menunjukkan pengaruh semakin meningkat dalam bidang ini. Secara kesimpulannya, terdapat keperluan untuk penyelidikan lanjutan dan kolaborasi yang berterusan dalam memahami serta memperbaiki amalan kepimpinan bagi memupuk kolaborasi antara disiplin dalam pendidikan STEM. Kajian ini juga menekankan pentingnya kerjasama serantau dan global dalam merangka strategi dan penyelesaian pendidikan STEM yang holistik dan berkesan untuk menangani perbagai cabaran yang kompleks dalam abad ke-21.

Kata Kunci:

Amalan Kepimpinan, Kolaborasi, Pendidikan STEM, Sekolah

Abstract:

This bibliometric analysis examines leadership practices aimed at fostering interdisciplinary collaboration in STEM education. Recognizing the critical need for effective collaboration in STEM to enhance innovation and educational quality, this study addresses a gap in understanding the impact of various leadership styles on cross-disciplinary efforts. The methodology involves a comprehensive analysis of research articles from 2004 to 2024 using the Scopus database. Key metrics, including absorption patterns, keyword trends, and co-author researcher networks, were analysed to identify significantly influential leadership practices. The results indicate a notable shift in research trends of leadership practices for fostering cross-disciplinary collaboration in STEM education from 2004 to 2024, based on SCOPUS data. The early period (2004-2011) saw few publications, suggesting a lack of recognition for this collaboration. However, since approximately 2012, there has been a significant increase, reflecting growing awareness of the importance of leadership practices in nurturing cross-disciplinary collaboration. Although peaking around 2019-2020 with over 200 documents annually, there was a decline towards 2024. Top researchers such as Hallinger, P. and others contributed evenly, suggesting a collaborative research environment. The dominance of social sciences in document distribution reflects the primary focus on educational theory and practice in STEM collaboration, with significant contributions from other fields such as psychology and business. The United States' global dominance, along with research centres in Malaysia and South Africa, indicates increasing influence in this field. In conclusion, this study highlights the need for further research and continued collaboration in understanding and improving leadership practices for fostering interdisciplinary collaboration in STEM education. It also emphasizes the importance of regional and global cooperation in formulating holistic and effective STEM education strategies and solutions to address the complex challenges of the 21st century.

Keywords:

Leadership Practices, Collaboration, STEM Education, School

Pengenalan

Kerjasama antara disiplin dalam pendidikan STEM semakin diakui sebagai strategi penting dalam melengkapi pelajar dengan kemahiran yang diperlukan untuk mengemudi kerumitan dunia kontemporari. Integrasi sains, teknologi, kejuruteraan, dan matematik membolehkan pelajar memperoleh pemahaman komprehensif mengenai isu-isu dan memupuk kecekapan penting untuk mengatasinya dengan berkesan (Антошук, 2021; Antoshchuk, 2021; Leung, 2020; Walters, 2020;). Walaupun begitu, pelaksanaan pendekatan antara disiplin yang berkesan dalam institusi pendidikan terutamanya bergantung kepada metodologi kepemimpinan yang mahir yang digunakan. Kepimpinan yang berkesan dalam pendidikan STEM memerlukan pemimpin untuk memupuk lingkungan kerjasama di kalangan pendidik, yang secara konvensional pakar dalam menyampaikan pengetahuan khusus untuk domain mereka (C. Bradley, 2020; Stehle & Peters-Burton, 2019; Alzen et al., 2018; El Nagdi et al., 2018; Laub, 1999). Pemimpin pendidikan mengambil peranan penting dalam merapatkan perbezaan disiplin ini dengan menganjurkan kesatuan visi mengenai integrasi STEM dan menyokong pendekatan pedagogi secara kolaboratif. Usaha ini merangkumi keperluan objektif yang eksplisit, memberikan peluang berterusan untuk pertumbuhan profesional, dan memudahkan saluran komunikasi yang telus di kalangan tenaga pengajar yang profesional (Kelley et al., 2020; Kurup et al., 2019; Price, 2015).

Tambahan pula, kepemimpinan dalam pendidikan STEM harus menggariskan kepentingan inisiatif pembangunan profesional yang menumpukan pada strategi pengajaran antara disiplin. Menggalakkan para pendidik untuk mengambil bahagian dalam usaha membuat penyelidikan secara kolaboratif dan mempelbagaikan kaedah pengajaran dalam kelas yang dapat mengukuhkan keupayaan mereka untuk menggabungkan pelbagai bidang STEM dengan lancar. Ini bukan sahaja menyempurnakan amalan pedagogi tetapi juga menyumbang kepada mewujudkan pembantu pengajar yang berdedikasi untuk pembelajaran dan peningkatan yang kekal (Lockhart et al., 2022; Bakar & Mahmud, 2020; W.E. Roberts & Matzen, 2013). Selain daripada pembangunan profesional, pemimpin mesti memastikan penyediaan sumber yang mencukupi untuk meningkatkan usaha STEM antara disiplin. Ini merangkumi pemberian akses kepada bahan, teknologi, dan masa khusus untuk membuat strategi dan kerjasama (T. Roberts et al., 2018; Eng Tek et al., 2017; English & King, 2015). Selain itu, pemimpin harus mewujudkan kerangka formal, seperti pasukan atau jawatankuasa antara disiplin, untuk memudahkan penglibatan dan penyegeraan rutin di kalangan pendidik dari disiplin yang berbeza (Ligaya et al., 2024; Falloon et al., 2021). Lebih-lebih lagi, memupuk budaya kerjasama adalah syarat asas untuk menjayakan pendidikan STEM antara disiplin. Pemimpin pendidikan harus menunjukkan contoh tingkah laku kolaboratif, mengakui dan memuji usaha pendidik yang terlibat dalam usaha antara disiplin, dan memberikan penilaian yang membina. Pendekatan sedemikian dapat membantu dalam memberi inspirasi kepada pendidik dan mengekalkan dedikasi mereka terhadap kerjasama antara disiplin (Qadhi et al., 2023; Sproesser et al., 2022; Santangelo et al., 2021; van den Hurk et al., 2019; León et al., 2014).

Penilaian kesan kerjasama antara disiplin muncul sebagai penting. Pemimpin mesti menetapkan mekanisme untuk menilai pencapaian pelajar, kepuasan pendidik, dan keberkesanan umum usaha kolaboratif. Pendekatan berpusat data ini memudahkan peningkatan berterusan dan memastikan bahawa program STEM antara disiplin mencapai objektif pendidikan mereka. Sebagai kesimpulan, strategi kepemimpinan yang menyokong kerjasama antara disiplin dalam pendidikan STEM sangat diperlukan dalam mempersiapkan pelajar untuk menghadapi keperluan era kontemporari. Melalui memupuk amalan kolaboratif, memberikan

pembangunan profesional yang berterusan, menjamin peruntukan sumber, dan mewujudkan kerangka formal untuk usaha antara disiplin, pemimpin pendidikan dapat meningkatkan kecekapan inisiatif STEM dengan ketara. Usaha ini merangkumi pendekatan pelbagai aspek yang bertujuan untuk meningkatkan hasil pendidikan merentasi pelbagai dimensi, dengan itu menyumbang kepada perkembangan holistik individu. Lebih-lebih lagi, mereka berfungsi sebagai pemangkin untuk mencetuskan kreativiti dan memupuk kemahiran berfikir kritis di kalangan pelajar, akhirnya memupuk kohort baru individu yang berfikir ke hadapan yang mampu menangani cabaran kompleks yang akan datang dalam landskap masa depan yang sentiasa berkembang.

Tinjauan Literatur

Kerjasama antara disiplin dalam pendidikan STEM adalah proses pelbagai dimensi yang memerlukan amalan kepimpinan yang berkesan untuk mengintegrasikan pelbagai disiplin dan pendekatan pedagogi dengan jayanya. Amalan kepimpinan memainkan peranan penting dalam memupuk kerjasama ini, terutamanya dengan mengintegrasikan teknologi digital dan pendekatan pedagogi yang inovatif. Model Sekolah Digital Inovatif (IDI School) oleh Ilomäki dan Lakkala (2018) menekankan kepentingan kepimpinan dalam meningkatkan amalan sekolah dengan teknologi digital. Model mereka mengenal pasti enam elemen, termasuk kepimpinan dan amalan pengetahuan di peringkat sekolah, sebagai penting dalam meningkatkan hasil pendidikan. Begitu juga, Nguyen et al. (2020) menekankan kepentingan kepimpinan dalam mempromosikan kaedah pedagogi konstruktivis untuk pendidikan STEM, membantu menangani masalah dunia sebenar melalui disiplin STEM yang bersepadu. Thoonen et al. (2011) juga mendapati bahawa kepimpinan transformasi meningkatkan motivasi guru dan pembelajaran profesional secara signifikan, seterusnya mempengaruhi amalan pengajaran secara positif. Peranan kepimpinan dalam pembangunan profesional dan pembinaan kapasiti adalah penting untuk pendidikan STEM yang berkesan. Aslam et al. (2018) meneroka bagaimana program jangkauan STEM berfungsi sebagai pembangunan profesional untuk guru, meningkatkan keupayaan mereka untuk melibatkan pelajar dan menunjukkan kerelevanan STEM dalam konteks dunia sebenar. Penglibatan sedemikian bukan sahaja menyokong pembelajaran pelajar tetapi juga membantu guru mengekalkan identiti profesional mereka. English dan King (2015) menyokong kenyataan ini dengan membincangkan keperluan untuk aktiviti STEM bersepadu yang merangkumi reka bentuk dan pemodelan kejuruteraan, yang difasilitasi melalui kepimpinan yang berkesan. Johnson (2012) pula menambah bahawa pelaksanaan dasar pendidikan STEM yang berkesan memerlukan mengatasi halangan seperti kekangan pembiayaan dan jangka masa, yang boleh dinavigasi melalui amalan kepimpinan.

Kepimpinan teragih telah dikenal pasti sebagai faktor penting dalam mempromosikan kerjasama antara disiplin dalam konteks pendidikan. Figueroa et al. (2023) mengkaji amalan kepimpinan teragih dalam persekitaran pendidikan dan latihan vokasional (VET), menekankan peranan usaha kolaboratif dalam meningkatkan metodologi pengajaran dan pembelajaran. Penemuan mereka menunjukkan bahawa amalan kepimpinan teragih adalah penting untuk mewujudkan keadaan struktur yang menggalakkan kerjasama dan inovasi. Pendekatan ini sangat bermanfaat dalam pendidikan teknikal dan profesional, di mana integrasi sektor pendidikan dan produktif adalah penting. Begitu juga, Nadeem (2024) meneroka aspek teori dan praktikal kepimpinan teragih, menekankan peranannya dalam meningkatkan iklim sekolah, penglibatan pelajar, dan pencapaian akademik melalui amalan kepimpinan kolektif dan adaptif. Amalan kepimpinan yang berkesan juga mempengaruhi efikasi sendiri guru dan kebimbangan mereka mengenai pendidikan STEM. Geng et al. (2019) mendapati bahawa guru-

guru di Hong Kong mempunyai kebimbangan yang ketara tentang pelaksanaan pendidikan STEM, mencerminkan keperluan untuk pembangunan profesional dan sokongan pedagogi. Zakariya (2020) pula menekankan kesan langsung iklim sekolah dan efikasi sendiri guru terhadap kepuasan kerja, menekankan peranan kepimpinan dalam memupuk persekitaran sekolah yang menyokong. Aslam et al. (2018) membincangkan kesan aktiviti jangkauan terhadap pembangunan profesional guru, mencadangkan bahawa kepimpinan boleh memainkan peranan penting dalam meningkatkan keupayaan dan keyakinan guru dalam pendidikan STEM. Model pembangunan profesional yang memberi tumpuan kepada aspek khusus pendidikan STEM adalah penting untuk meningkatkan kecekapan dan kerjasama guru. Kajian oleh Pitiporntapin et al. (2023) membangunkan model PD yang menekankan penggunaan sumber pembelajaran luar untuk meningkatkan literasi STEM dalam kalangan guru. Model ini, yang disahkan oleh pakar dan menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam literasi STEM guru, menekankan kepentingan program PD yang disasarkan yang menangani keperluan pendidikan khusus dan mempromosikan kerjasama antara disiplin melalui strategi pengajaran yang inovatif. Selain itu, Mumcu, Uslu, dan Yıldız (2023) menekankan kepentingan kerjasama guru dan peningkatan kecekapan reka bentuk pedagogi melalui program pembangunan profesional mereka yang direka untuk pendidikan STEM bersepadu.

Peranan kepimpinan dalam pendidikan STEM dijelaskan lagi oleh Hatisaru et al. (2023), yang mengkaji persepsi pemimpin pendidikan tentang pendidikan STEM. Kajian mereka menggunakan instrumen Draw a STEM Learning Environment (D-STEM) untuk mengumpul pandangan daripada pengetua sekolah dan pendidik guru tentang pemahaman mereka mengenai disiplin STEM dan keupayaan seseorang yang berpendidikan STEM. Hasilnya menunjukkan penekanan yang signifikan terhadap persepsi kod pengetahuan, dengan sebahagian peserta menghargai kedua-dua pengetahuan disiplin dan pembangunan kemahiran generik. Penekanan ganda ini menekankan keperluan kepimpinan yang boleh mengemudi dan mengintegrasikan paradigma pendidikan yang pelbagai untuk memupuk persekitaran pembelajaran STEM yang komprehensif. Amalan kepimpinan juga termasuk menangani teori peribadi dan amalan reka bentuk pembelajaran guru, seperti yang dibincangkan oleh Bradley dan Churchill (2023). Penyelidikan mereka terhadap guru STEM di sekolah antarabangsa di Hong Kong mendedahkan bahawa teori peribadi guru mempengaruhi reka bentuk pembelajaran dan pelaksanaan pendidikan STEM mereka secara signifikan. Kajian ini mencadangkan rangka kerja yang menggabungkan reka bentuk pembelajaran dan kerjasama untuk mengantara pemikiran guru dan mengatasi halangan kepada pendidikan STEM yang berkesan. Pendekatan ini menekankan peranan penting kepimpinan dalam memupuk persekitaran yang kondusif untuk amalan kolaboratif dan reflektif dalam kalangan guru. Integrasi disiplin STEM melalui pendekatan pembelajaran berasaskan reka bentuk telah menunjukkan hasil yang memberangsangkan dalam pendidikan rendah, seperti yang dibuktikan oleh Wan et al. (2023). Kajian mereka mengenai kesan pembelajaran STEM berasaskan reka bentuk terhadap kreativiti STEM dan kepercayaan epistemik pelajar sekolah rendah menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kreativiti pelajar dan pemahaman yang lebih mendalam tentang kepercayaan epistemik. Penemuan ini menyokong idea bahawa kepimpinan dalam pendidikan STEM harus mempromosikan pendekatan pembelajaran berasaskan reka bentuk yang memupuk kreativiti dan kemahiran pemikiran kritis dalam kalangan pelajar, sekali lagi menekankan kepentingan kerjasama antara disiplin.

Kesimpulannya, amalan kepimpinan yang memupuk kerjasama antara disiplin dalam pendidikan STEM adalah penting untuk membangunkan program pendidikan yang komprehensif dan berkesan. Integrasi inisiatif pembangunan profesional, amalan kepimpinan teragih, dan strategi pengajaran yang inovatif adalah komponen penting untuk mencapai matlamat ini. Kepimpinan yang berkesan melibatkan promosi pendekatan pedagogi yang inovatif, menyokong pembangunan profesional, meningkatkan efikasi sendiri guru, dan mewujudkan budaya sekolah yang kolaboratif. Dengan menangani bidang-bidang ini, pemimpin sekolah boleh meningkatkan pelaksanaan dan keberkesanan pendidikan STEM secara signifikan.

Persoalan Kajian

1. *Apakah trend penyelidikan dalam kajian mengenai amalan kepimpinan mengikut tahun penerbitan?*
2. *Siapakah yang menulis bilangan artikel terbanyak? 10 sarjana teratas.*
3. *Apakah jenis dokumen mengikut subjek penyelidikan?*
4. *Siapakah 10 penulis teratas berdasarkan petikan mengikut penyelidikan?*
5. *Apakah kata kunci popular yang berkaitan dengan kajian ini?*
6. *Apakah kolaborasi negara-negara dalam pengarangan bersama?*
7. *Apakah pemetaan rangkaian berdasarkan gandingan bibliografi mengikut negara?*

Metodologi

Bibliometrik merujuk kepada gabungan, pengurusan dan penyelidikan maklumat bibliografi yang diperoleh daripada penerbitan yang bersifat saintifik (Alves et al., 2021; Assyakur & Rosa, 2022; Verbeek et al., 2002). Selain statistik deskriptif umum seperti jurnal penerbitan, tahun penerbitan dan pengelasan pengarang utama (Wu & Wu, 2017), ia juga merangkumi teknik kompleks seperti analisis petikan bersama dokumen. Tinjauan literatur yang berkesan memerlukan proses berulang yang melibatkan pengenalpastian kata kunci yang sesuai, pencarian literatur, dan analisis menyeluruh untuk membina bibliografi yang komprehensif dan menghasilkan dapatan yang boleh dipercayai (Fahimnia et al., 2015). Sehubungan itu, kajian ini memberi tumpuan kepada penerbitan peringkat tertinggi, kerana ia menawarkan pandangan berharga tentang perspektif teoretikal yang membentuk evolusi domain penyelidikan. Bagi memastikan kebolehpercayaan data, kajian ini bergantung pada pangkalan data *SCOPUS* untuk pengumpulan data (Al-Khoury et al., 2022; di Stefano et al., 2010; Khiste & Paithankar, 2017). Tambahan pula, untuk memastikan hanya penerbitan berkualiti tinggi diambil kira, hanya artikel yang diterbitkan dalam jurnal akademik yang melalui proses penilaian rakan sebaya yang ketat dipertimbangkan, dengan pengecualian sengaja terhadap buku dan nota kuliah (Gu et al., 2019). Yang penting, *Scopus Elsevier*, yang terkenal dengan liputannya yang luas, memudahkan pengumpulan penerbitan dari hingga Jun 2024 untuk analisis selanjutnya..

Strategi Pencarian Data

Kajian ini menggunakan proses sistematik untuk menentukan istilah carian bagi mendapatkan artikel. Ia bermula dengan pertanyaan pada pangkalan data *SCOPUS* menggunakan istilah TITLE-ABS-KEY ("Leadership Practices" OR "STEM education" AND school), yang menghasilkan 3728 artikel. Rentetan carian akhir, TITLE-ABS-KEY ("Leadership Practices" OR "STEM education" AND school) AND PUBYEAR > 2003 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT-TO (SRCTYPE, "j")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English")), telah menghalusi hasil kepada 1930 artikel, yang kemudiannya digunakan untuk analisis bibliometrik. Sehingga Jun

2024, semua artikel daripada pangkalan data *SCOPUS* yang berkaitan dengan amalan kepimpinan dan berfokus pada pendidikan STEM telah dimasukkan dalam kajian ini.

JADUAL 1: Rentetan Carian.

SCOPUS	TITLE-ABS-KEY ("Leadership Practices*" OR "stem education" AND school) AND PUBYEAR > 2003 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT-TO (SRCTYPE,"j")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English"))
---------------	--

JADUAL 2: Kriteria Pemilihan Untuk Carian.

Kriteria	Termasuk	Tidak Termasuk
Bahasa	Bahasa Inggeris	Bukan Bahasa Inggeris
Jalur Masa	2004 – 2024	< 2003
Jenis Kesusasteraan	Jurnal (Artikel)	Buku, Kajian (Review)

Analisis Data

VOSviewer merupakan perisian bibliometrik yang intuitif yang dibangunkan oleh Nees Jan van Eck dan Ludo Waltman di Universiti Leiden, Belanda. Perisian ini digunakan secara meluas untuk visualisasi dan analisis literatur saintifik dengan ciri-ciri unggul dalam menghasilkan peta jaringan, mengelompokkan item yang berkaitan, dan mencipta carta ketumpatan. Kefleksibelannya membolehkan penyelidik untuk menyiasat hubungan antara penulisan bersama, perkaitan kata kunci, dan puncak kekerapan, menyediakan pandangan mendalam terhadap landskap penyelidikan. Antara muka interaktif dan kemas kini perisian ini memastikan analisis data besar yang cekap dan dinamik. Keupayaan *VOSviewer* dalam mengira metrik, menyesuaikan visualisasi, dan berintegrasi dengan pelbagai sumber data bibliometrik menjadikannya alat yang penting bagi penyelidik yang mengkaji bidang penyelidikan yang kompleks. Ciri utamanya terletak pada keupayaannya mengubah data bibliometrik kompleks menjadi peta visual yang mudah difahami dan carta. *VOSviewer* menumpukan kepada visualisasi jaringan dengan kecekapan dalam mengelompokkan item, menganalisis pola perkaitan kata kunci, dan menghasilkan carta ketumpatan. Para penyelidik, sama ada baru atau pakar, mendapat manfaat daripada antara mukanya yang mesra pengguna yang memudahkan penerokaan landskap penyelidikan secara efisien. Pembangunan berterusan memastikan *VOSviewer* terus relevan dalam analisis bibliometrik, memberikan pandangan mendalam melalui pengiraan metrik dan visualisasi yang boleh disesuaikan. Kebolehannya untuk mengendalikan pelbagai jenis data bibliometrik menjadikan *VOSviewer* alat yang serbaguna dan penting bagi penyelidik yang ingin mendapatkan pandangan lebih mendalam dalam bidang kajian mereka.

Sumber data yang digunakan untuk analisis ini merangkumi maklumat seperti tahun penerbitan, tajuk, nama pengarang, jurnal, petikan, dan kata kunci yang diperolehi daripada pangkalan data *SCOPUS* dari tahun 2004 hingga Jun 2024. Analisis ini dilakukan menggunakan *VOSviewer* versi 1.6.19. Teknik pengelompokan dan pemetaan *VOSviewer* memudahkan proses penyelidikan dan pembentukan peta dengan cara yang berbeza daripada pendekatan Penskalaan Multidimensi (MDS), dengan menempatkan item dalam ruang

berdimensi rendah untuk menunjukkan hubungan dan persamaan dengan lebih tepat. Sementara MDS mengira metrik persamaan seperti indeks kosinus dan *Jaccard*, *VOSviewer* menormalkan kekerapan kejadian bersama menggunakan kekuatan perkaitan (AS_{ij}), dikira sebagai:

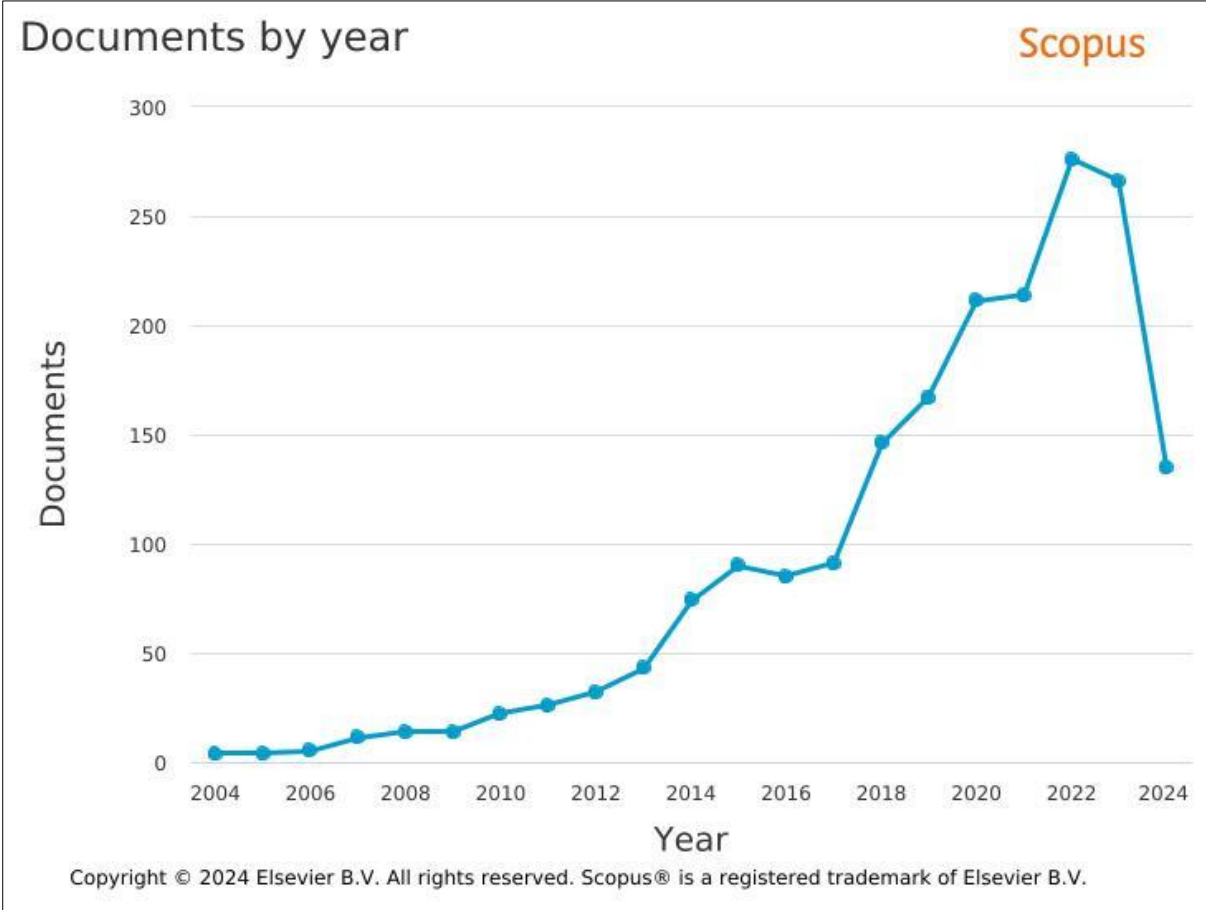
$$AS_{ij} = C_{ij} / (W_{ij})$$

Formula $AS_{ij} = C_{ij} / (W_{ij})$ mewakili ukuran yang berkadar dengan nisbah antara kejadian bersama item i dan j yang diperhatikan, dan kejadian bersama yang dijangkakan di bawah andaian kebebasan statistik (Van Eck dan Waltman, 2010, m.s. 531). *VOSviewer* menggunakan indeks ini untuk mencipta peta dengan mengurangkan jumlah jarak kuasa dua berlawanan antara semua pasangan item. Appio et al. (2016) melaksanakan normalisasi *LinLog/modularity* dalam *VOSviewer*, membolehkan teknik visualisasi yang mendedahkan corak dan menyokong analisis seperti kejadian bersama kata kunci, analisis petikan, dan analisis petikan bersama. Kaedah-kaedah ini membantu meneroka perkembangan bidang penyelidikan dari masa ke masa, mengenal pasti topik popular, isu utama, trend, dan pengaruh sejarah dalam disiplin (Zhao, 2017; Li et al., 2016; Allahverdiyev dan Yucesoy, 2017; Appio et al., 2016; Fahimnia et al., 2015; Liu et al., 2015).

Dapatan dan Perbincangan

Kajian ini menganalisis trend penyelidikan dalam amalan kepimpinan berdasarkan tahun penerbitan, mengenal pasti sarjana yang menulis bilangan artikel terbanyak, jenis dokumen mengikut subjek penyelidikan, dan penulis teratas berdasarkan petikan. Ia juga meninjau kata kunci popular, kolaborasi negara, serta pemetaan rangkaian gandingan bibliografi mengikut negara.

Apakah Trend Penyelidikan Dalam Kajian Amalan Kepimpinan Mengikut Tahun Penerbitan?



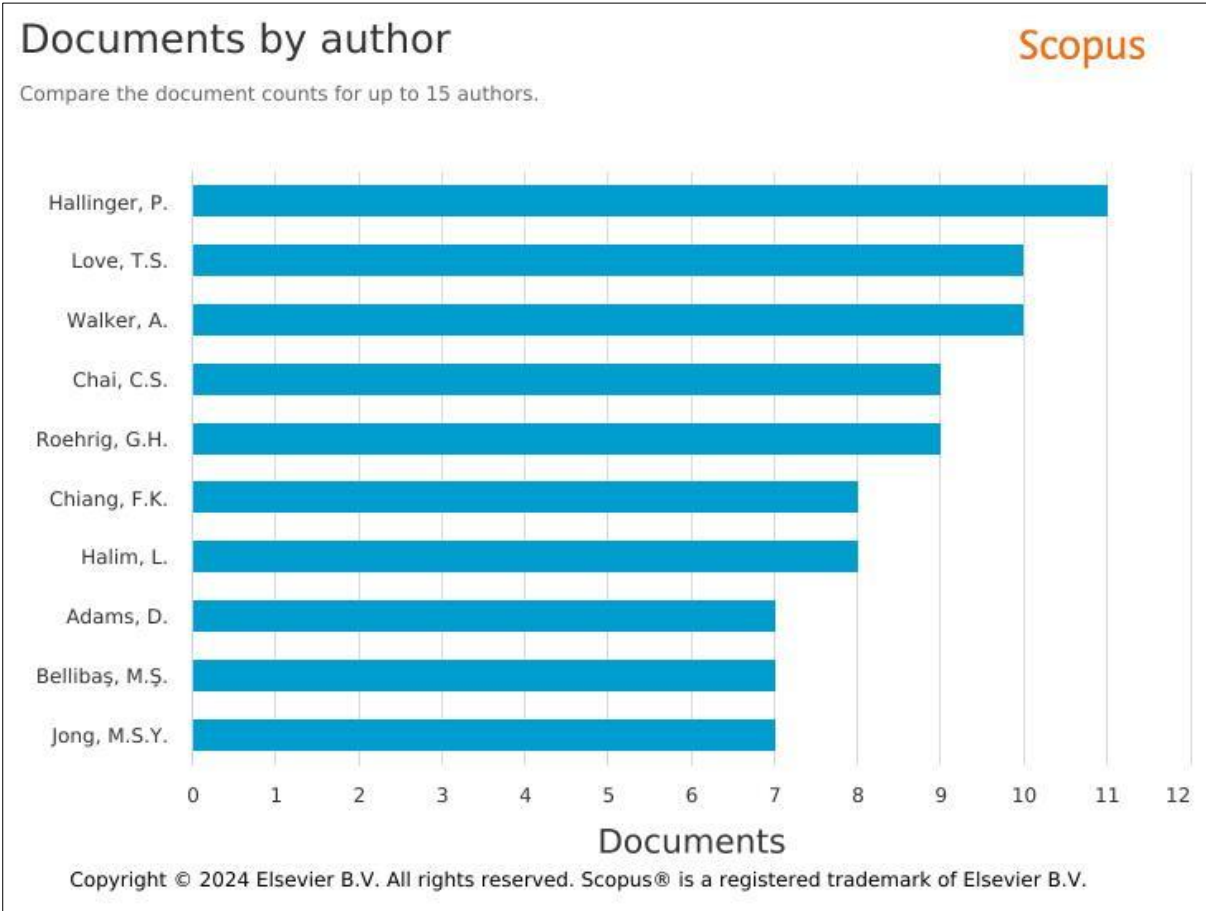
Rajah 1: Plot Penerbitan Dokumen Mengikut Tahun

Graf bertajuk "Dokumen mengikut tahun" daripada SCOPUS memberikan gambaran visual bilangan penerbitan berkaitan Amalan Kepimpinan untuk Memupuk Kerjasama Antara Disiplin dalam Pendidikan STEM dari tahun 2004 hingga 2024. Analisis trend ini menawarkan pandangan berharga tentang evolusi fokus dan minat dalam bidang penyelidikan ini. Pada tempoh awal dari 2004 hingga 2011, bilangan penerbitan kekal rendah dan stabil, dengan sedikit turun naik tetapi tidak pernah melebihi 10 dokumen setahun. Ini menunjukkan bahawa topik kerjasama antara disiplin dalam pendidikan STEM sama ada belum dikenali secara meluas atau bukan fokus utama penyelidikan akademik pada tahun-tahun tersebut. Bilangan penerbitan yang terhad ini menandakan peringkat awal bagi bidang kajian ini. Bermula sekitar 2012, terdapat peningkatan ketara dalam bilangan penerbitan, menunjukkan minat yang semakin meningkat dan pengiktirafan terhadap kepentingan kerjasama antara disiplin dalam pendidikan STEM dalam kalangan penyelidik. Tempoh ini menunjukkan peningkatan yang stabil, mencapai sekitar 50 dokumen setahun menjelang 2016. Peningkatan beransur-ansur ini mencerminkan kesedaran yang semakin meluas dan pengiktirafan terhadap keperluan amalan kepimpinan yang memupuk kerjasama sedemikian.

Dari 2017 dan seterusnya, bilangan penerbitan meningkat dengan ketara, menandakan peningkatan yang besar dan mencapai kemuncak sekitar 2019-2020 dengan kira-kira 200 dokumen. Peningkatan mendadak ini mencadangkan kesedaran yang lebih tinggi dan peningkatan jumlah penyelidikan yang ditumpukan kepada amalan kepimpinan dalam memupuk kerjasama antara disiplin dalam bidang STEM. Pertumbuhan ketara dalam tempoh ini boleh dikaitkan dengan pelbagai faktor, termasuk peningkatan peluang pembiayaan, perubahan dasar, dan penekanan yang lebih tinggi terhadap pendidikan antara disiplin sebagai tindak balas kepada cabaran global yang memerlukan penyelesaian pelbagai sudut. Graf menunjukkan kemuncak bilangan penerbitan sekitar tahun 2022, mencapai lebih 250 dokumen. Kemuncak ini mungkin disebabkan oleh beberapa faktor, seperti peningkatan peluang pembiayaan, perubahan dasar, atau penekanan yang lebih tinggi terhadap pendidikan antara disiplin sebagai tindak balas kepada cabaran global yang memerlukan penyelesaian pelbagai sudut.

Walau bagaimanapun, selepas 2022, terdapat penurunan ketara dalam bilangan penerbitan, menurun secara mendadak menjelang 2024. Penurunan ini mungkin disebabkan oleh beberapa faktor, seperti ketepuan penyelidikan dalam bidang ini, perubahan dalam pembiayaan penyelidikan, atau kemunculan keutamaan baharu dalam komuniti akademik. Trend penerbitan mengenai amalan kepimpinan untuk memupuk kerjasama antara disiplin dalam pendidikan STEM, seperti yang digambarkan oleh penganalisis Scopus, menunjukkan tempoh awal aktiviti yang rendah, diikuti oleh peningkatan yang stabil, fasa pertumbuhan yang ketara, kemuncak, dan kemudian penurunan. Corak ini mencerminkan evolusi minat dan pengiktirafan terhadap kepentingan kerjasama antara disiplin dalam pendidikan STEM sepanjang dua dekad yang lalu. Data ini mencadangkan bahawa walaupun topik ini mendapat daya tarikan dan minat yang besar dalam tahun-tahun kebelakangan ini, fokus penyelidikan kini mungkin sedang beralih atau mengukuh seiring dengan kematangan bidang ini.

Siapakah Yang Menulis Bilangan Artikel Terbanyak? 10 Sarjana Teratas.



Rajah 2: Bilangan Dokumen Yang Diterbitkan Oleh 10 Pengarang Teratas

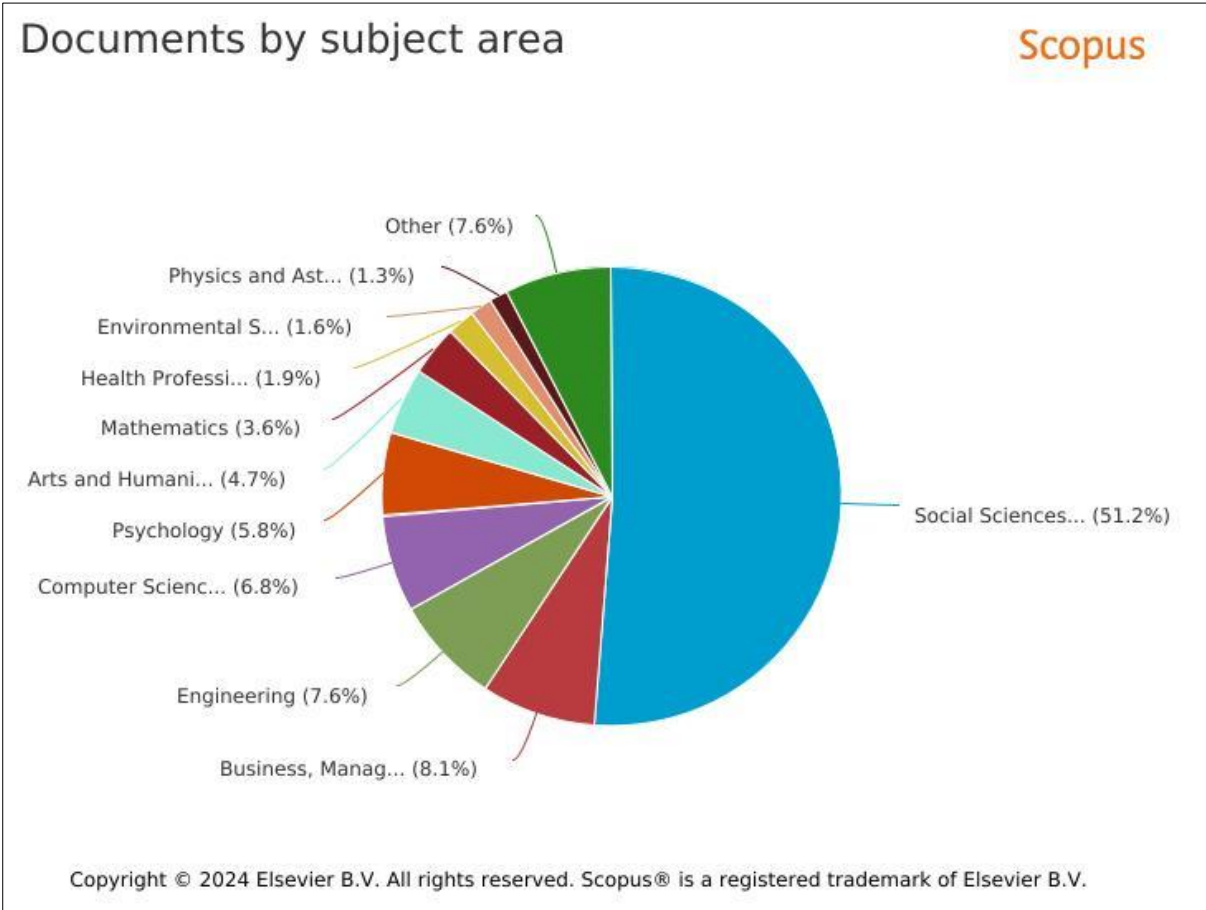
Graf ini memaparkan bilangan dokumen yang diterbitkan oleh 10 pengarang teratas dalam bidang Amalan Kepimpinan untuk Memupuk Kerjasama Antara Disiplin dalam Pendidikan STEM, berdasarkan data Scopus. Analisis data ini memberikan pandangan berharga tentang sumbangan penyelidik utama ini. Hallinger, P. menonjol sebagai pengarang paling prolifik dengan 11 dokumen, jauh lebih banyak berbanding yang lain. Tidak jauh di belakang, Love, T.S., dan Walker, A. berkongsi tempat kedua dengan 10 dokumen setiap seorang. Penyumbang pertengahan termasuk Chai, C.S., dan Roehrig, G.H., kedua-duanya dengan 9 dokumen. Pengarang selebihnya, Chiang, F.K., Halim, L., Adams, D., Bellibas, M.S., dan Jong, M.S.Y., telah menerbitkan antara 7 hingga 8 dokumen setiap seorang. Terdapat taburan penerbitan yang agak sekata antara kebanyakan pengarang, dengan hanya jurang kecil antara penyumbang teratas dan yang lain.

Hallinger, P., Love, T.S., dan Walker, A. kelihatan sebagai tokoh utama dalam bidang ini, berpotensi memacu inisiatif penyelidikan penting atau mengetuai kumpulan penyelidikan. Bilangan penerbitan yang agak rapat antara pengarang mungkin menunjukkan persekitaran penyelidikan kolaboratif, yang lazim dalam bidang antara disiplin. Hakikat bahawa pengarang teratas pun mempunyai bilangan penerbitan yang agak sedikit (maksimum 11) mencadangkan bahawa ini mungkin bidang penyelidikan yang lebih baharu atau khusus. Kehadiran beberapa pengarang dengan bilangan penerbitan yang hampir sama menunjukkan kepelbagaian

penyumbang dalam bidang ini, berbanding penguasaan oleh seorang penyelidik sahaja. Sebagai bidang yang sedang berkembang, berkemungkinan ada ruang untuk penyelidik baharu membuat sumbangan penting dan bagi penyelidik semasa untuk meningkatkan output penerbitan mereka. Kepelbagaian nama keluarga mencadangkan sumbangan daripada penyelidik merentasi negara atau wilayah yang berbeza, menunjukkan kerelevanan global topik ini.

Data bibliometrik ini memberikan pandangan tentang penyumbang utama dalam bidang Amalan Kepimpinan untuk Memupuk Kerjasama Antara Disiplin dalam Pendidikan STEM. Ia mencadangkan bidang penyelidikan yang sedang berkembang dan kolaboratif dengan peluang untuk pembangunan lanjut dan sumbangan daripada kedua-dua penyelidik berpengalaman dan baharu. Untuk analisis yang komprehensif, adalah bermanfaat untuk mengkaji bidang tumpuan khusus pengarang-pengarang ini, afiliasi institusi mereka, dan impak penerbitan mereka melalui analisis petikan. Penelitian lebih mendalam ini boleh memberikan pandangan lanjut tentang pengaruh dan jangkauan kerja mereka dalam komuniti akademik dan lebih luas lagi.

Apakah Jenis Dokumen Mengikut Subjek Penyelidikan?



Rajah 3: Taburan Dokumen Merentasi Pelbagai Bidang Subjek

Carta pai ini memberikan gambaran taburan dokumen merentasi pelbagai bidang subjek berkaitan Amalan Kepimpinan untuk Memupuk Kerjasama Antara Disiplin dalam Pendidikan STEM, berdasarkan data SCOPUS. Analisis menyeluruh data ini mengungkap beberapa

pandangan utama. Sains Sosial mendominasi dengan ketara (51.2%) dari semua dokumen, menunjukkan pemerhatian utama dari sudut pandang sains sosial. Ini menyorotkan bahawa kebanyakan penyelidikan memberi tumpuan kepada teori, dasar, dan amalan pendidikan daripada kandungan STEM yang khusus. Representasi STEM secara kolektif mencatatkan 18% dokumen, dengan Kejuruteraan (7.6%), Sains Komputer (6.8%), dan Matematik (3.6%) menonjol sebagai bidang yang paling banyak dikaji. Bidang lain seperti Fizik dan Astronomi (1.3%) serta Sains Alam Sekitar (1.6%) juga memberikan sumbangan, meskipun dalam kadar yang lebih rendah. Taburan ini mencerminkan sifat penyelidikan antara disiplin, menggabungkan aspek pelbagai bidang STEM. Walaupun begitu, peratusan yang agak rendah menunjukkan fokus utama penyelidikan adalah pada memupuk kerjasama dalam pendidikan STEM lebih daripada mendalami kajian dalam subjek STEM tertentu.

Perniagaan dan Pengurusan menyumbang 8.1% dokumen, menunjukkan minat yang ketara dalam aspek kepimpinan dan pengurusan kerjasama pendidikan STEM. Ini menandakan bahawa strategi organisasi dan amalan kepimpinan adalah penting dalam memupuk kerjasama antara disiplin dalam STEM. Psikologi menyumbang 5.8% dokumen, mungkin menumpukan kepada aspek psikologi kognitif, pendidikan, dan organisasi yang mempengaruhi usaha kolaboratif. Seni dan Kemanusiaan menyumbang 4.7%, menunjukkan pentingnya pendekatan holistik terhadap pendidikan STEM, yang mengintegrasikan perspektif dari pelbagai bidang bukan STEM. Profesion Kesihatan mewakili 1.9%, mungkin mencerminkan minat dalam pendidikan perubatan atau kerjasama STEM dalam konteks kesihatan.

Taburan "Lain-lain" sebanyak 7.6% mencadangkan pendekatan pelbagai atau bidang subjek khusus yang turut menyumbang kepada bidang ini. Keberagaman bidang ini menggariskan kompleksiti dan pelbagai perspektif dalam memupuk kerjasama antara disiplin dalam pendidikan STEM. Kesimpulannya, taburan ini mencerminkan sifat kompleks dan pelbagai perspektif dalam memupuk kerjasama antara disiplin dalam pendidikan STEM, menyorot keperluan untuk pendekatan dan kepakaran yang pelbagai untuk menangani cabaran ini secara efektif. Ia juga menunjukkan bahawa amalan kepimpinan dalam konteks ini perlu dilihat melalui pelbagai lensa, dari teori pendidikan hingga pengurusan organisasi dan disiplin STEM khusus. Data ini menggariskan potensi pertumbuhan dalam beberapa bidang STEM, menunjukkan peluang untuk memperkaya bidang ini dengan penyelidikan lebih lanjut dari pelbagai perspektif yang berbeza.

Siapakah 10 Pengarang Teratas Berdasarkan Petikan Mengikut Penyelidikan?

Jadual 3: 10 Pengarang Teratas Berdasarkan Petikan Mengikut Penyelidikan

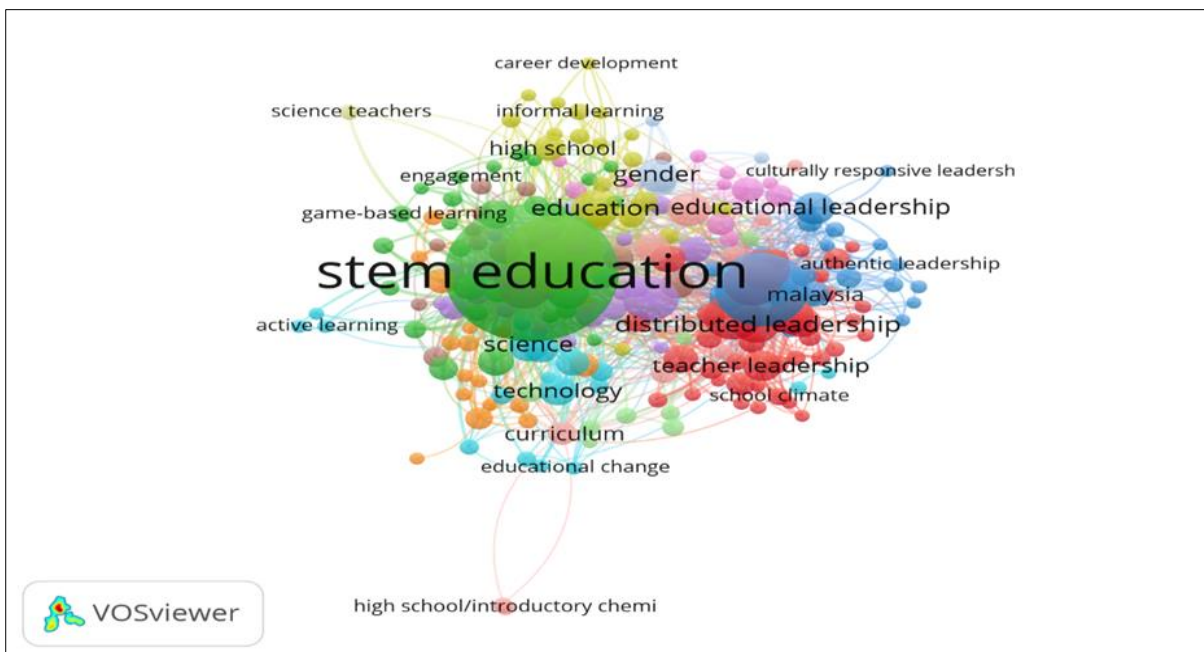
Penulis	Tajuk	Tahun	Tajuk Sumber	Dipetik oleh
Robinson, V. M. J., et al.	The impact of leadership on student outcomes: An analysis of the differential effects of leadership types	2008	Educational Administration Quarterly	1247
Weintrop, D., et al.	Defining computational thinking for mathematics and science classrooms	2016	Journal of Science Education and Technology	862

Leithwood, K., et al.	Testing a conception of how school leadership influences student learning	2010	Educational Administration Quarterly	366
Hallinger, P.	Bringing context out of the shadows of leadership	2018	Educational Management Administration & Leadership	348
Thoonen, E. E. J., et al.	How to improve teaching practices: The role of teacher motivation, organizational factors, and leadership practices	2011	Educational Administration Quarterly	335
Sintema, E. J.	Effect of COVID-19 on the performance of grade 12 students: Implications for STEM education	2020	Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	295
Leithwood, K., et al.	Linking leadership to student learning: The contributions of leader efficacy	2008	Educational Administration Quarterly	293
Geijsel, F. P., et al.	The effect of teacher psychological and school organizational and leadership factors on teachers' professional learning in Dutch schools	2009	Elementary School Journal	237
Marsh, J. A.	Interventions promoting educators' use of data: Research insights and gaps	2012	Teachers College Record	224
Capobianco, B. M., et al.	What is an engineer? Implications of elementary school student conceptions for engineering education	2011	Journal of Engineering Education	218

Analisis bibliometrik terhadap 10 pengarang teratas berdasarkan petikan dalam penyelidikan mengenai amalan kepimpinan yang memupuk kerjasama antara disiplin dalam pendidikan STEM dari tahun 2004 hingga 2024 menunjukkan banyak sumbangan kritikal yang memberi kesan signifikan kepada bidang ini. Kajian yang paling banyak dipetik adalah oleh Robinson, V. M. J., et al. (2008), yang menggariskan impak pelbagai jenis kepimpinan terhadap hasil pelajar dengan 1247 petikan. Kajian ini menegaskan peranan penting kepimpinan yang berkesan dalam konteks pendidikan. Selain itu, sumbangan Weintrop, D., et al. (2016) tentang pemikiran komputasi dalam pendidikan STEM, dengan 862 petikan, memberi panduan penting untuk mengintegrasikan kemahiran komputasi dalam pengajaran matematik dan sains. Leithwood, K., et al. (2010), dalam kajian mereka mengenai pengaruh kepimpinan sekolah terhadap pembelajaran pelajar, menyumbang 366 petikan, sementara Hallinger, P. (2018) menitikberatkan konteks dalam kepimpinan pendidikan dengan 348 petikan. Thoonen, E. E. J., et al. (2011), meneroka motivasi guru, faktor organisasi, dan amalan kepimpinan dalam meningkatkan pengajaran, dengan 335 petikan, sementara Sintema, E. J. (2020), mengkaji kesan COVID-19 terhadap pendidikan STEM dengan 295 petikan, memberikan pandangan penting dalam menghadapi krisis global.

Leithwood, K., et al. (2008), juga memberi sumbangan dengan menghubungkan kepimpinan dengan pembelajaran pelajar, dipetik sebanyak 293 kali, sementara Geijsel, F. P., et al. (2009), meneliti faktor psikologi dan organisasi dalam pembelajaran guru dengan 237 petikan. Marsh, J. A. (2012), mengenal pasti intervensi untuk menggunakan data dalam pendidikan, dengan 224 petikan, manakala Capobianco, B. M., et al. (2011), menjelajahi konsepsi pelajar terhadap kejuruteraan dengan 218 petikan, memberikan wawasan ke arah pembentukan pendidikan kejuruteraan. Secara keseluruhan, kajian-kajian yang banyak dipetik ini menonjolkan pentingnya kepimpinan berkesan, pemahaman kontekstual, sokongan organisasi, dan motivasi guru dalam meningkatkan hasil pelajar serta memajukan pendidikan dalam bidang STEM. Dengan topik yang pelbagai dan jumlah sitasi yang tinggi, sumbangan pengarang-pengarang ini mencerminkan kesan luas dan penting dalam domain kepimpinan pendidikan serta pendidikan STEM antara disiplin.

Apakah Kata Kunci Popular Yang Berkaitan Dengan Kajian Ini?



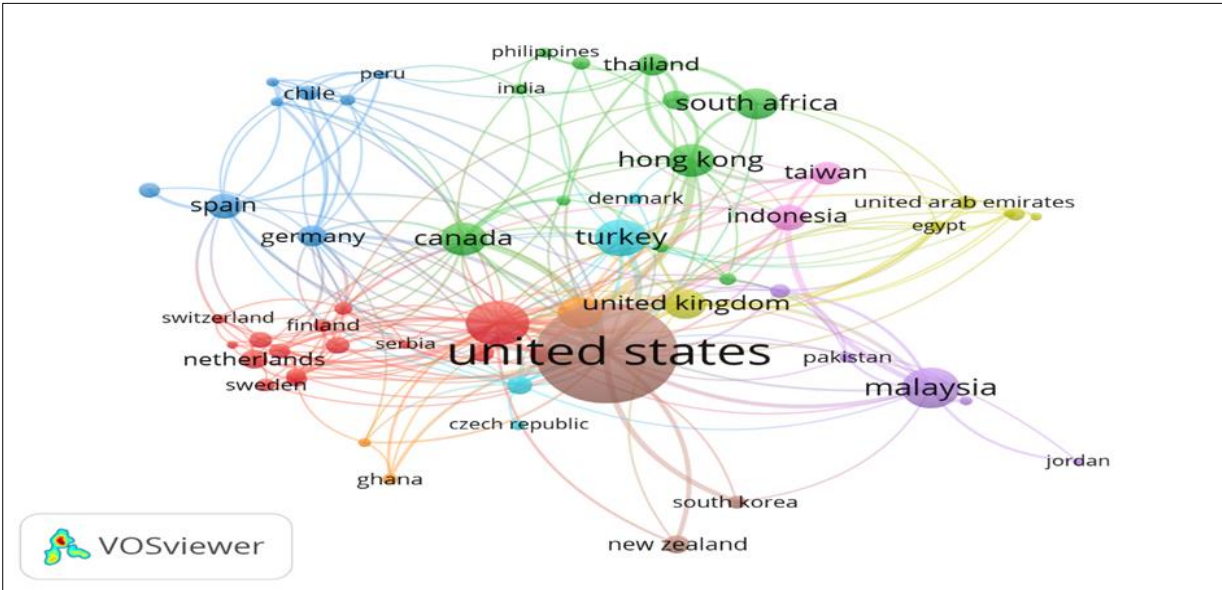
Rajah 4: Peta Visual Rangkaian Perkaitan Kata Kunci

Visual VOSviewer ini memberikan pandangan mendalam tentang tema utama dan hubungan yang mendorong penyelidikan mengenai Amalan Kepimpinan untuk Memupuk Kerjasama Antara Disiplin dalam Pendidikan STEM. "Pendidikan STEM" terletak di pusat, menunjukkan kepentingan utamanya dalam bidang ini. Istilah seperti "pendidikan" dan "kepimpinan pendidikan" menekankan konteks pendidikan dan aspek kepimpinan yang menjadi teras penyelidikan. Rangkaian ini mengidentifikasi beberapa kelompok berbeza, masing-masing menyoroti bidang penyelidikan yang penting dalam memahami lanskap penyelidikan ini secara menyeluruh. Kelompok "Pendekatan Kepimpinan" menekankan variasi model kepimpinan, dengan penekanan pada "kepimpinan teragih", "kepimpinan guru", dan "kepimpinan autentik". "Kepimpinan responsif budaya" juga muncul, menyoroti kesedaran budaya dalam amalan kepimpinan pendidikan. Kelompok "Konteks Pendidikan" menunjukkan minat dalam pendidikan menengah, dengan penekanan pada "sekolah menengah" dan "guru sains".

"Pembelajaran tidak formal" menunjukkan minat dalam lingkungan pendidikan alternatif untuk memupuk kerjasama antara disiplin dalam STEM.

Kelompok "Strategi Pedagogi" menggambarkan jenis-jenis pengajaran yang sedang diselidiki seperti "pembelajaran aktif", "pembelajaran berasaskan permainan", dan "penglibatan". "Kurikulum" dan "perubahan pendidikan" menunjukkan fokus pada struktur dan sistem pendidikan. Kelompok "Teknologi dan Sains" menyoroti peranan penting teknologi dan sains dalam pendidikan STEM. Visual ini juga menampilkan "kepelbagaian dan inklusiviti", dengan "gender" sebagai kata kunci penting, menunjukkan minat dalam isu gender dalam kepimpinan pendidikan STEM. "Pembangunan kerjaya" menekankan pertumbuhan profesional jangka panjang dalam STEM. Tema geografi termasuk "Malaysia" menunjukkan potensi tumpuan penyelidikan di kawasan tertentu. Penyertaan "iklim sekolah" dalam kelompok "Persekitaran Pendidikan" menyoroti pentingnya atmosfera pendidikan dalam memupuk kerjasama antara disiplin. Saling hubungan antara kata kunci ini menggambarkan sifat pelbagai sudut penyelidikan dalam bidang ini, menawarkan wawasan tentang bagaimana amalan kepimpinan dapat meningkatkan kerjasama antara disiplin dalam pendidikan STEM. Visual ini memberikan pandangan berharga tentang trend penyelidikan semasa dan potensi untuk penerokaan masa depan dalam bidang ini, memberikan sumbangan kepada pemahaman yang lebih dalam tentang pendidikan STEM yang berkesan dan inklusif di seluruh dunia.

Apakah Kolaborasi Negara-Negara Dalam Pengarangan Bersama?



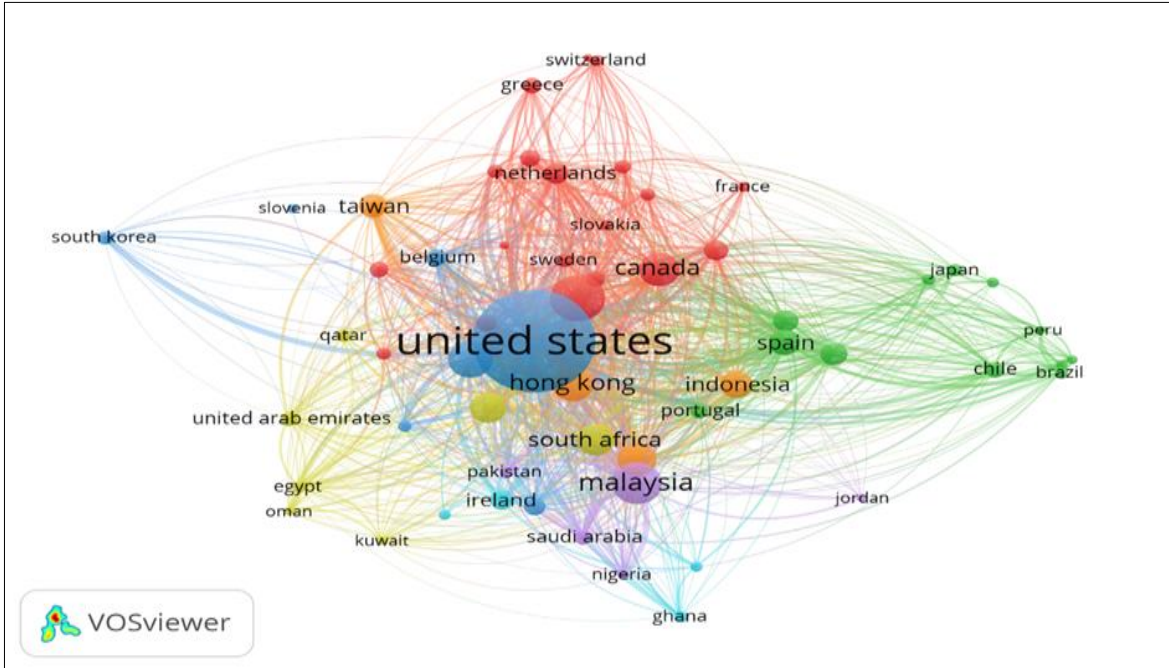
Rajah 5: Negara-Negara Yang Pengarangnya Bekerjasama Dalam Kepimpinan Pendidikan STEM

Imej ini kelihatan sebagai visual rangkaian bibliometrik yang dihasilkan menggunakan perisian VOSviewer, menunjukkan hubungan bibliografik mengikut negara dalam penyelidikan mengenai amalan kepimpinan yang memupuk kerjasama antara disiplin dalam pendidikan STEM. Pemerhatian utama yang diperoleh daripada visual ini termasuk struktur rangkaian yang kompleks dengan nod yang saling berkaitan, mewakili negara-negara yang berbeza dan garis di antara mereka menunjukkan hubungan bibliografik. Amerika Syarikat muncul sebagai nod terbesar dan paling pusat, menunjukkan bahawa ia adalah negara yang paling produktif

dan berpengaruh dalam bidang penyelidikan ini. Terdapat beberapa kumpulan utama yang dapat dikenalpasti: kumpulan merah terdiri daripada negara-negara Eropah seperti Belanda, Switzerland, Greece, Perancis, Sweden, dan Belgium; kumpulan hijau termasuk Sepanyol, Jepun, dan beberapa negara Amerika Selatan; kumpulan biru menampilkan Korea Selatan dan beberapa negara Timur Tengah; dan kumpulan kuning merangkumi Hong Kong, Afrika Selatan, dan beberapa negara Asia lain. Saiz nod yang lebih besar seperti Amerika Syarikat, Belanda, Kanada, dan Malaysia menunjukkan output penerbitan atau impak petikan yang lebih tinggi dalam bidang ini.

Ketumpatan sambungan antara nod menunjukkan kerjasama antarabangsa yang signifikan dan pertukaran pengetahuan dalam bidang penyelidikan ini. Negara-negara cenderung berkumpul dengan negara lain dalam kawasan geografi yang sama, menunjukkan corak kerjasama serantau yang berpotensi. Negara seperti Malaysia dan Afrika Selatan muncul sebagai nod yang agak besar, menunjukkan mereka mungkin sedang berkembang sebagai penyumbang penting dalam bidang ini. Visual ini memberikan pandangan mengenai lanskap global penyelidikan mengenai kepimpinan pendidikan STEM antara disiplin, negara utama yang memimpin atau menyumbang dengan signifikan dalam bidang penyelidikan ini, corak kerjasama antarabangsa dan pertukaran pengetahuan, serta perbezaan serantau yang berpotensi dalam fokus penyelidikan atau pendekatan. Untuk analisis bibliometrik yang komprehensif, visual ini perlu digabungkan dengan data kuantitatif mengenai bilangan penerbitan, metrik petikan, dan trend temporal. Selain itu, analisis mengenai topik penyelidikan atau metodologi spesifik yang lazim dalam negara atau kumpulan yang berbeza juga perlu dilakukan untuk mengenal pasti corak global dan variasi dalam pendekatan untuk memupuk kerjasama antara disiplin dalam kepimpinan pendidikan STEM.

Apakah Pemetaan Rangkaian Berdasarkan Gandingan Bibliografi Mengikut Negara?



Rajah 6: Pemetaan Rangkaian Berdasarkan Gandingan Bibliografi Mengikut Negara

Peta rangkaian ini memperlihatkan visualisasi hubungan antarabangsa melalui pepadanan bibliografi dalam penyelidikan mengenai Amalan Kepimpinan untuk Meningkatkan Kolaborasi Antara Disiplin dalam Pendidikan STEM. Setiap nod mewakili sebuah negara dan saiznya menggambarkan jumlah penerbitan dari negara tersebut; nod yang lebih besar menunjukkan lebih banyak penerbitan. Garis yang menghubungkan nod-nod mewakili hubungan pepadanan bibliografi, dengan ketebalan garis menunjukkan kekuatan hubungan, iaitu jumlah rujukan yang dikongsi antara negara-negara tersebut. Warna berbeza dalam peta ini mewakili kluster negara-negara yang berkongsi hubungan yang rapat berdasarkan rujukan yang sama.

Analisis peta menunjukkan bahawa Amerika Syarikat (AS) mendominasi dengan nod terbesar dan terletak di tengah-tengah peta dengan banyak hubungan antarabangsa. Ini menunjukkan peranan utama AS dalam penyelidikan ini serta kolaborasi yang meluas dengan negara lain. Kluster-kluster seperti merah (termasuk Belanda, Switzerland, dan Belgium) menunjukkan hubungan tematik yang kuat dan kerjasama berterusan dalam topik penyelidikan tertentu. Kluster hijau (termasuk Sepanyol, Jepun, Brazil, dan Chile) menunjukkan kolaborasi yang signifikan di bidang ini. Kluster biru menunjukkan fokus kolaborasi di rantau Asia Tenggara termasuk Malaysia dan UAE, manakala kluster kuning mewakili kolaborasi serantau termasuk Hong Kong.

Negara-negara seperti Slovenia, Oman, dan Ghana, dengan nod yang lebih kecil atau terletak di pinggir peta, menunjukkan penyumbang baru dengan potensi untuk meningkatkan pengaruh dan kolaborasi mereka. Secara keseluruhan, peta rangkaian ini menggambarkan bagaimana negara-negara berbeza saling berhubung melalui penyelidikan mereka dalam Amalan Kepimpinan untuk Meningkatkan Kolaborasi Antara Disiplin dalam Pendidikan STEM. AS memimpin dalam output penyelidikan dan kolaborasi antarabangsa, sementara kluster-kluster menyoroti corak kolaborasi yang berbeza di seluruh dunia. Pemahaman terhadap rangkaian ini dapat membantu mengenal pasti pemain utama, kolaborator potensial, dan area-area di mana usaha penyelidikan boleh ditingkatkan untuk memberikan impak yang lebih besar dalam bidang ini.

Dapatan dan Perbincangan

Analisis trend penyelidikan mengenai amalan kepimpinan untuk memupuk kolaborasi antara disiplin dalam pendidikan STEM dari tahun 2004 hingga 2024, berdasarkan data *SCOPUS*, mengungkapkan peralihan fokus dan minat yang ketara. Dalam tempoh awal (2004-2011), penerbitan rendah menunjukkan kurangnya pengiktirafan terhadap kolaborasi antara disiplin dalam pendidikan STEM. Namun, sejak sekitar tahun 2012, terdapat peningkatan yang ketara, mencerminkan kesedaran yang meningkat mengenai kepentingan amalan kepimpinan untuk memupuk kolaborasi sedemikian. Pertumbuhan yang mantap berlaku sehingga mencapai kemuncaknya sekitar tahun 2019-2020 dengan lebih daripada 200 dokumen setahun, sebelum mengalami penurunan mendadak menjelang tahun 2024. Analisis terhadap 10 penyelidik teratas menunjukkan penyumbang utama seperti Hallinger, P. dengan 11 dokumen, diikuti oleh Love, T.S. dan Walker, A. dengan masing-masing 10 dokumen. Penerbitan yang agak seimbang di kalangan penulis utama ini mencadangkan persekitaran penyelidikan yang kolaboratif dalam bidang ini. Karya-karya yang banyak dikutip, seperti karya oleh Robinson et al. (2008), menekankan peranan kritikal kepimpinan dalam mempengaruhi hasil pendidikan, mencerminkan sifat pelbagai aspek kepimpinan dalam pendidikan STEM.

Pengagihan dokumen menunjukkan dominasi sains sosial dengan 51.2% daripada kesemua dokumen, diikuti oleh STEM dengan 18%. Ini mencerminkan fokus utama pada teori, dasar, dan amalan pendidikan dalam kolaborasi STEM. Psikologi, perniagaan, pengurusan, dan bidang-bidang lain seperti seni, humaniora, dan kesihatan juga memberi sumbangan yang signifikan, menunjukkan sifat antara disiplin dalam bidang penyelidikan ini. Analisis bibliometrik juga menunjukkan kepentingan global, dengan Amerika Syarikat sebagai pemimpin utama, tetapi juga mengenal pasti pusat penyelidikan berkembang di Malaysia dan Afrika Selatan, menunjukkan pengaruh yang semakin meningkat dalam bidang ini. Visual jaringan bibliometrik menonjolkan kolaborasi serantau yang kuat, menawarkan pandangan mengenai hubungan antara negara-negara utama dalam menyokong kepimpinan dalam pendidikan STEM secara antarabangsa.

Kesimpulan

Secara kesimpulannya, analisis trend penyelidikan mengenai amalan kepimpinan untuk memupuk kolaborasi antara disiplin dalam pendidikan STEM dari tahun 2004 hingga 2024 menunjukkan perubahan yang signifikan dalam minat dan fokus penyelidikan. Dari permulaan dengan aktiviti yang rendah, bidang ini telah berkembang dengan pesat, mencerminkan pengiktirafan yang meningkat terhadap kepentingan kolaborasi antara disiplin dalam konteks pendidikan STEM. Puncak penerbitan pada tahun 2022 menandakan titik tertinggi minat sebelum mengalami penurunan pada tahun-tahun terkini, yang mungkin menunjukkan peralihan fokus atau matangnya bidang ini dalam komuniti penyelidikan. Analisis terhadap penyelidik utama menunjukkan bahawa kepimpinan dalam pendidikan STEM diperjuangkan oleh pelbagai penyumbang dari berbagai bidang ilmu, mencerminkan pendekatan antara disiplin dalam penyelidikan ini. Kehadiran pusat-pusat penyelidikan baru seperti Malaysia dan Afrika Selatan menambah dimensi global dan serantau kepada bidang ini, menunjukkan pengaruh yang semakin meningkat di peringkat antarabangsa. Dengan demikian, kepelbagaian dan kesinambungan dalam kajian ini menunjukkan keperluan untuk penyelidikan lanjutan dan kolaborasi yang berterusan dalam memahami serta memperbaiki praktik kepimpinan dalam memupuk kolaborasi antara disiplin dalam pendidikan STEM. Kajian ini juga menekankan pentingnya kerjasama serantau dan global dalam merangka strategi dan penyelesaian pendidikan STEM yang holistik dan berkesan untuk menangani cabaran-cabaran kompleks abad ke-21.

Penghargaan

Penyelidikan ini dijalankan di bawah Program Hadiah Latihan Persekutuan (HLP) (No. Rujukkan: (KPM.BT.700-30/22/113(5)) yang disediakan oleh Kementerian Pendidikan Malaysia. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Universiti Malaysia Sarawak (UNIMAS) kerana menyediakan sumber dan kemudahan yang diperlukan untuk penyelidikan ini.

Rujukan

- Al-Khoury, A., Hussein, S. A., Abdulwhab, M., Aljuboory, Z. M., Haddad, H., Ali, M. A., Abed, I. A., & Flayyih, H. H. (2022). Intellectual Capital History and Trends: A Bibliometric Analysis Using Scopus Database. *Sustainability (Switzerland)*, 14(18). <https://doi.org/10.3390/su141811615>
- Alves, J. L., Borges, I. B., & De Nadae, J. (2021). Sustainability in complex projects of civil construction: Bibliometric and bibliographic review. *Gestao e Producao*, 28(4). <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2020v28e5389>

- Alzen, J. L., Langdon, L. S., & Otero, V. K. (2018). A logistic regression investigation of the relationship between the Learning Assistant model and failure rates in introductory STEM courses. *International Journal of STEM Education*, 5(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0152-1>
- Antoshchuk, I. A. (2021). Moving through the stem pipeline: A systematic literature review of the gender inequality in Russian engineering. *Monitoring Obshchestvennogo Mneniya: Ekonomicheskies i Sotsial'nye Peremeny*, 3, 57–87. <https://doi.org/10.14515/MONITORING.2021.3.1912>
- Appio, F. P., Cesaroni, F., & Di Minin, A. (2014). Visualizing the structure and bridges of the intellectual property management and strategy literature: a document co-citation analysis. *Scientometrics*, 101(1), 623–661. <https://doi.org/10.1007/s11192-014-1329-0>
- Aslam, F., Adefila, A., & Bagiya, Y. (2018). STEM outreach activities: an approach to teachers' professional development. *Journal of Education for Teaching*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85041135117&doi=10.1080%2F02607476.2018.1422618&partnerID=40&md5=9e487a12f6e95a32e774e4c3ac80b1bc>
- Assyakur, D. S., & Rosa, E. M. (2022). Spiritual Leadership in Healthcare: A Bibliometric Analysis. *Jurnal Aisyah : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 7(2). <https://doi.org/10.30604/jika.v7i2.914>
- Bakar, A. Y. A., & Mahmud, M. I. (2020). The profiling of aspiration and interest towards STEM and TVET careers among Malaysian school students. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(1). <https://doi.org/10.17478/jegys.669034>
- Bradley, C. (2020). *Culturally Responsive Leadership and Distributed Leadership Practices in a STEM School*Walden University.
- Bradley, G., & Churchill, D. (2023). STEM Teachers' Private Theories and Their Learning Design in International Schools in Hong Kong. *European Journal of STEM Education*, 8(1). <https://doi.org/10.20897/ejsteme/14075>
- di Stefano, G., Peteraf, M., & Veronay, G. (2010). Dynamic capabilities deconstructed: A bibliographic investigation into the origins, development, and future directions of the research domain. *Industrial and Corporate Change*, 19(4), 1187–1204. <https://doi.org/10.1093/icc/dtq027>
- El Nagdi, M., Leammukda, F., & Roehrig, G. (2018). Developing identities of STEM teachers at emerging STEM schools. *International Journal of STEM Education*, 5(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0136-1>
- Eng Tek, O., Safiee, N., Mat Jusoh, Z., Md Salleh, S., & Mohamed Noor, A. M. H. (2017). STEM education through project-based inquiry learning: An Exploratory study on its impact among year 1 primary students. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 7(2). <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol7.no2.4.2017>
- English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85047179552&doi=10.1186%2Fs40594-015-0027-7&partnerID=40&md5=3f47defc90580394e0ef2f347ebce500>
- Fahimnia, B., Sarkis, J., & Davarzani, H. (2015). Green supply chain management: A review and bibliometric analysis. In *International Journal of Production Economics* (Vol. 162, pp. 101–114). <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.01.003>

- Falloon, G., Stevenson, M., Beswick, K., Fraser, S., & Geiger, V. (2021). Building STEM in Schools: An Australian Cross-case Analysis. *Educational Technology and Society*, 24(4), 110–122.
- Figueroa, L. A., Castro, S. C., Cabrera, O. M., & Pino-Yancovic, M. (2023). Distributed leadership practices in vocational education and training: New ways of learning, teaching and working. *Psicoperspectivas*, 22(3). <https://doi.org/10.5027/psicoperspectivas-Vol22-Issue3-fulltext-2949>
- Geng, J., Jong, M. S.-Y., & Chai, C. S. (2019). Hong Kong Teachers' Self-efficacy and Concerns About STEM Education. *Asia-Pacific Education Researcher*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85061784327&doi=10.1007%2Fs40299-018-0414-1&partnerID=40&md5=389967a0f8111b03732480ae40fff529>
- Gu, D., Li, T., Wang, X., Yang, X., & Yu, Z. (2019). Visualizing the intellectual structure and evolution of electronic health and telemedicine research. *International Journal of Medical Informatics*, 130. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.08.007>
- Hatisaru, V., Falloon, G., Seen, A., Fraser, S., Powling, M., & Beswick, K. (2023). Educational leaders' perceptions of STEM education revealed by their drawings and texts. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 54(8), 1437–1457. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2023.2170290>
- Ilomäki, L., & Lakkala, M. (2018). Digital technology and practices for school improvement: innovative digital school model. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85062667735&doi=10.1186%2Fs41039-018-0094-8&partnerID=40&md5=e98577449bbbe0905f9d243819749a69>
- Johnson, C. C. (2012). Implementation of STEM Education Policy: Challenges, Progress, and Lessons Learned. *School Science and Mathematics*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85150270016&doi=10.1111%2Fj.1949-8594.2011.00110.x&partnerID=40&md5=37f2e6c81a44180a87bdbdd18a224881>
- Kelley, T. R., Knowles, J. G., Holland, J. D., & Han, J. (2020). *Increasing high school teachers self-efficacy for integrated STEM instruction through a collaborative community of practice*.
- Khiste, G. P., & Paithankar, R. R. (2017). Analysis of Bibliometric term in Scopus. *International Research Journal*, 01(32), 78–83.
- Kurup, P. M., Li, X., Powell, G., & Brown, M. (2019). Building future primary teachers' capacity in STEM: based on a platform of beliefs, understandings and intentions. *International Journal of STEM Education*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0164-5>
- Laub, J. A. (1999). Assessing the servant organization; Development of the Organizational Leadership Assessment (OLA) model. Dissertation Abstracts International, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*.
- León, J., Núñez, J. L., & Liew, J. (2014). Self-determination and STEM education: Effects of autonomy, motivation, and self-regulated learning on high school math achievement. *Learning and Individual Differences*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84945438004&doi=10.1016%2Fj.lindif.2015.08.017&partnerID=40&md5=7686eda6401dc503a832dafa0640d9fd>

- Leung, A. (2020). Boundary crossing pedagogy in STEM education. *International Journal of STEM Education*. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00212-9>
- Ligaya, M. A. D., Ham, J., & Daniel, N. B. (2024). Teachers' commitment and leadership behavior as correlates of academic performance. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 18(2), 598–608. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v18i2.21083>
- Lockhart, M. E., Kwok, O. M., Yoon, M., & Wong, R. (2022). An important component to investigating STEM persistence: the development and validation of the science identity (SciID) scale. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00351-1>
- Mumcu, F., Uslu, N. A., & Yıldız, B. (2023). Teacher development in integrated STEM education: Design of lesson plans through the lens of computational thinking. *Education and Information Technologies*, 28(3), 3443–3474. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11342-8>
- Nadeem, M. (2024). Distributed leadership in educational contexts: A catalyst for school improvement. *Social Sciences and Humanities Open*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.100835>
- Nguyen, T. P. L., Nguyen, T. H., & Tran, T. K. (2020). STEM education in secondary schools: Teachers' perspective towards sustainable development. *Sustainability (Switzerland)*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85094166618&doi=10.3390%2Fsu12218865&partnerID=40&md5=bde0e9f326da8acf2ff8d3f6e207fa37>
- Pitiporntapin, S., Butkatanyoo, O., Piyapimonsit, C., Thanarachataphoom, T., Chotitham, S., & Lalitpasan, U. (2023). The development of a professional development model focusing on outdoor learning resources to enhance in-service teachers' STEM literacy. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 44(2), 489–496. <https://doi.org/10.34044/j.kjss.2023.44.2.19>
- Price, J. K. (2015). Transforming learning for the smart learning environment: lessons learned from the Intel education initiatives. *Smart Learning Environments*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-015-0022-y>
- Qadhi, S., Du, X., Chaaban, Y., Al-Thani, H., & Floyd, A. (2023). The role identities of women middle management academic leaders in STEM higher education. *European Journal of Engineering Education*, 1–17. <https://doi.org/10.1080/03043797.2023.2263377>
- Roberts, T., Jackson, C., Mohr-Schroeder, M. J., Bush, S. B., Maiorca, C., Cavalcanti, M., Craig Schroeder, D., Delaney, A., Putnam, L., & Cremeans, C. (2018). Students' perceptions of STEM learning after participating in a summer informal learning experience. *International Journal of STEM Education*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0133-4>
- Roberts, W. E., & Matzen, N. (2013). STEM and ICT Instructional Worlds: The 3D Experience, The impact on today's students. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 7(1), 57. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v7i1.176>
- Santangelo, J., Hobbie, L., Lee, J., Pullin, M., Villa-Cuesta, E., & Hyslop, A. (2021). The (STEM)2 Network: a multi-institution, multidisciplinary approach to transforming undergraduate STEM education. *International Journal of STEM Education*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00262-z>
- Sproesser, U., Vogel, M., Dörfler, T., & Eichler, A. (2022). Changing between representations of elementary functions: students' competencies and differences with a specific perspective on school track and gender. *International Journal of STEM Education*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00350-2>

- Stehle, S. M., & Peters-Burton, E. E. (2019). Developing student 21st Century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0192-1>
- Thoonen, E. E. J., Slegers, P. J. C., Oort, F. J., Peetsma, T. T. D., & Geijsel, F. P. (2011). How to improve teaching practices: The role of teacher motivation, organizational factors, and leadership practices. *Educational Administration Quarterly*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-79959776507&doi=10.1177%2F0013161X11400185&partnerID=40&md5=25c04f1b0bc48790545ed37d2907c4c4>
- van den Hurk, A., Meelissen, M., & van Langen, A. (2019). Interventions in education to prevent STEM pipeline leakage. *International Journal of Science Education*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85063747752&doi=10.1080%2F09500693.2018.1540897&partnerID=40&md5=e2bd a4802332f06de41effdf03b0c08a>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2017). Citation-based clustering of publications using CitNetExplorer and VOSviewer. *Scientometrics*, 111(2), 1053–1070. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2300-7>
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2007). Bibliometric mapping of the computational intelligence field. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 15(5), 625–645. <https://doi.org/10.1142/S0218488507004911>
- Verbeek, A., Debackere, K., Luwel, M., & Zimmermann, E. (2002). Measuring progress and evolution in science and technology - I: The multiple uses of bibliometric indicators. *International Journal of Management Reviews*, 4(2), 179–211. <https://doi.org/10.1111/1468-2370.00083>
- WALTERS, C. A. (2020). *A QUANTITATIVE ANALYSIS OF MEDIATED MODERATION TOWARDS IMPROVING STEM STUDENT OUTCOMES THROUGH SCHOOL LEADERSHIP, SCHOOL CULTURE, AND PEDAGOGICAL APPROACHES*. 1–279.
- Wan, Z. H., So, W. M. W., & Zhan, Y. (2023). Investigating the Effects of Design-Based STEM Learning on Primary Students' STEM Creativity and Epistemic Beliefs. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21, 87–108. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10370-1>
- Wu, Y. C. J., & Wu, T. (2017). A decade of entrepreneurship education in the Asia Pacific for future directions in theory and practice. In *Management Decision* (Vol. 55, Issue 7, pp. 1333–1350). <https://doi.org/10.1108/MD-05-2017-0518>
- Zakariya, Y. F. (2020). Effects of school climate and teacher self-efficacy on job satisfaction of mostly STEM teachers: a structural multigroup invariance approach. *International Journal of STEM Education*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00209-4>
- Антошук, И. А. (2021). Moving through the STEM Pipeline: A Systematic Literature Review of the Gender Inequality in Russian Engineering. *The Monitoring of Public Opinion Economic&social Changes*, 3. <https://doi.org/10.14515/monitoring.2021.3.1912>