

## ANALISIS BIBLIOMETRIK: TREND PENELITIAN TENTANG KEMAMPUAN SPASIAL DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA (1994-2023)

Nurhuda Teapon<sup>1</sup>, Marwa M. Sehe<sup>2</sup>, Muhammad Faisal<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudi, Bandung, Indonesia

<sup>2</sup>Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Kapas, Yogyakarta, Indonesia

<sup>3</sup>Universitas Negeri Yogyakarta, Jl. Colombo, Yogyakarta, Indonesia

<sup>1</sup>nurhudat@upi.edu, <sup>2</sup>marwa2107050001@webmail.uad.ac.id, <sup>3</sup>muhammadfaisal.20222

### ARTICLE INFO

#### Article History

Received Jul 6, 2023

Revised Aug 14, 2023

Accepted Aug 14, 2023

#### Keywords:

Spatial Ability;

Analisis Bibliometry;

Mathematical Competence

### ABSTRACT

*The aim of this study was to review the landscape of leading research related to spatial skills in mathematics education from 1994 to 2023. Data were taken from the Scopus database as many as 466 and filtered to 116. The data obtained was then analyzed using bibliometric analysis with science mapping and performance techniques. Based on the results of bibliometric analysis, it can be seen that the year 2021 and 2022 has the most published articles, which are respectively 8 article. Reference tendencies related to spatial skills in mathematics education, exist 406 excellent reference in 2010. United states that it is the country that has published the most articles related to spatial abilities in mathematics learning with 49 publications and 28 links of cooperation with other countries. The focus of spatial skills research in mathematics learning leads to 1) Visualization; 2) virtual reality; 3) Mental rotation.*

#### Corresponding Author:

Nurhuda Teapon,  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Bandung, Indonesia  
nurhudat@upi.edu

Penelitian ini bertujuan untuk melihat lanscape penelitian terdahulu yang secara relevan terkait kemampuan spasial dalam pembelajaran matematika dari tahun 1994 sampai pada tahun 2023. Data diambil dari database scopus sebanyak 466 dan difilterasi menjadi 116. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan analisis bibliometrik dengan Teknik *science mapping* dan *performance*. Berdasarkan hasil analisis bibliometrik, ditemukan bahwa pada tahun 2021 dan 2022 menjadi tahun untuk publikasi artikel terbanyak yaitu masing-masing sebanyak 8 artikel. Tren kutipan terkait kemampuan spasial dalam pembelajaran matematika terjadi pada tahun 2010 sebanyak 406 kutipan. United stated menjadi negara yang paling banyak mempublikasikan artikel terkait kemampuan spasial dalam pembelajaran matematika dengan 49 publikasi dan 28 link kerja sama dengan negara lain. Fokus penelitian terkait kemampuan spasial dalam pembelajaran matematika mengarah pada 1) Visualization; 2) Virtual Reality; 3) Mental Rotation.

#### How to cite:

Teapon, N., Sehe, M. M., & Faisal, M. (2023). Analisis bibliometrik: trend penelitian tentang kemampuan spasial dalam pembelajaran matematika (1994-2023). *JPPI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 6 (4), 1725-1736.

### PENDAHULUAN

Kemampuan spasial juga dikenal sebagai kemampuan perseptual-visual, merujuk pada kemampuan individu untuk memahami, menginterpretasikan, dan memanipulasi informasi

yang terkait dengan objek dan ruang di sekitarnya. Kemampuan spasial merupakan kemampuan untuk membentuk representasi mental dari lingkungan fisik, mengenali pola-pola spasial, dan melakukan navigasi dan orientasi. Ini melibatkan kemampuan untuk memahami hubungan spasial antara objek, memvisualisasikan objek dalam pikiran, dan beroperasi dengan representasi mental dari objek-objek tersebut (Ploetzner et al., 2009; Tversky, 2005; Newcombe, 2010)

Kemampuan spasial penting dalam berbagai konteks, termasuk navigasi, matematika, sains, teknologi dan desain (Sari, 2015; Fathani, 2016). Kemampuan spasial juga memiliki dampak yang signifikan dalam bidang Pendidikan. Kemampuan spasial tidak hanya membantu dalam pemahaman dan eksekusi tugas-tugas praktis, tetapi juga berperan dalam mengembangkan pemikiran kreatif, pemecahan masalah, dan pemahaman konseptual secara keseluruhan (Pribadi, 2009; Afandi Ridwan, 2022). Kemampuan spasial dapat membantu siswa memahami konsep abstrak yang sulit dalam berbagai mata pelajaran seperti matematika, fisika, kimia dan teknik. Melalui visualisasi objek dan hubungan spasialnya, siswa dapat membangun representasi mental yang lebih kuat dan mendalam (Fitriana & Lestari, 2022). Hal ini memungkinkan mereka untuk memahami konsep dengan lebih baik dan mengaplikasikannya dalam situasi nyata. Oleh karena itu, kemampuan spasial menjadi keterampilan yang sangat penting dalam banyak bidang dan dapat meningkatkan kinerja dan kesuksesan dalam aktivitas-aktivitas yang melibatkan aspek-aspek spasial.

Dengan memperhatikan *trend* kemampuan spasial dan mengintegrasikannya ke dalam kurikulum pendidikan, institusi pendidikan dapat membantu siswa mengembangkan kemampuan mereka. Kemampuan spasial, yang melibatkan kemampuan untuk memahami, menginterpretasikan, dan memanipulasi informasi terkait objek dan ruang, memiliki peran penting dalam pendidikan. Kemampuan spasial dapat mempengaruhi pemahaman siswa terhadap konsep-konsep abstrak, keterampilan *problem solving*, dan pengembangan keterampilan STEM (Deni, 2023; Siregar et al., 2023). Dalam konteks pendidikan, *trend* kemampuan spasial telah berkembang secara signifikan.

Berbagai studi tentang kemampuan spasial dalam pendidikan dan pembelajaran matematika Saat ini telah banyak dipublikasikan. Namun demikian, studi-studi *systematic review* yang digunakan untuk mengidentifikasi *trend* penelitian kemampuan spasial dalam Pendidikan matematika belum memberikan informasi yang memadai. Berangkat dari permasalahan tersebut, pada penelitian ini analisis bibliometrik dilakukan untuk menganalisis literatur tentang kemampuan spasial dalam pembelajaran matematika. Analisis bibliometrik adalah metode tinjauan sistematis yang mengidentifikasi tren penelitian dan isu-isu terkini dari publikasi sebelumnya dalam menggambarkan bidang penelitian tertentu (Al Husaeni, 2023). saat ini, telah banyak studi tentang analisis bibliometrik yang diterbitkan untuk memahami *trend* penelitian pada topik tertentu (Martí-Parreño et al, 2016; Arici et al., 2019; Muhammad et al., 2022). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat *landscape* penelitian terkait kemampuan spasial dalam pembelajaran matematika dari tahun 1994 hingga 2023. *Research Question* dari studi ini diantaranya yaitu bagaimana *trend* publikasi dan kutipan kemampuan spasial dalam pembelajaran matematika setiap tahunnya, bagaimana persebaran secara geografis publikasi dan pola kerja sama antar negara, dan apa saja fokus penelitian dalam studi-studi terkait kemampuan spasial dalam pembelajaran matematika.

## METODE

Brief Overview of the Bibliometric Technique. Studi berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya sangat penting untuk kemajuan bidang akademik manapun (Ribeiro-Navarrete et al., 2021; Saura, 2022). Teknik-teknik tertentu, seperti tinjauan literatur kualitatif dan tinjauan literatur kuantitatif dapat digunakan untuk mensintesis studi-studi sebelumnya. Riset seperti *meta research* dan *science mapping* adalah contoh analisis kuantitatif yang memberikan pandangan objektif terhadap literatur yang ada. *science mapping* menggunakan Teknik bibliometrik dilakukan untuk memeriksa dari hubungan antara berbagai bidang disiplin ilmu. ini memberikan hasil presentasi spasial dalam bentuk peta. Bibliometrik didefinisikan sebagai mengukur atau menganalisis berbagai literatur serta buku-buku dengan menggunakan pendekatan matematis dan statistik (Diodato, 1994). Bibliometrik mampu memberikan penjelasan tentang proses komunikasi tertulis dan perkembangannya dalam suatu disiplin ilmu (Royani & Idhani, 2018). Tujuan utama Bibliometrik adalah untuk menggambarkan kerangka intelektual suatu bidang penelitian dengan menggunakan berbagai faktor, seperti *papers*, *writers*, *journals*, *term*, dan *countries*. Dibandingkan dengan tinjauan literatur naratif lainnya metode ini lebih objektif karena memberikan pembaca perspektif yang lebih objektif dan tidak memihak (Fitriyani, 2022; Indarta et al., 2022).

Teknik bibliometrik telah banyak diminati oleh para peneliti di era sekarang karena maraknya komputersasi dan data bibliografi yang mudah diakses dari *database* seperti *Web os Science dan Scopus database*. Baru-baru ini, pendekatan bibliometrik sudah banyak digunakan untuk melakukan analisis bibliometrik dari jurnal (Hwang & Tu, 2021; Pauji et al., 2023), bidang ilmu (Gu et al., 2021), dan pada institute dan negara (Cancino et al., 2023).

Terdapat dua aspek utama dari Teknik bibliometrik yang digunakan dalam penelitian ini. dua aspek tersebut diantaranya *science mapping* dan *performance*. *science mapping* memvisualisasikan struktur dan dinamika lapangan, sedangkan *performance analysis* mengukur produktivitas dan efek dalam hal jumlah publikasi dan kutipan. Beberapa analisisnya seperti *citation & co-citation analysis*, *bibliographical coupling* dan *keyword co-occurrence analysis*. menjadi bagian yang dimasukkan dalam penelitian ini untuk mencapai tujuan penelitian.

Database. Informasi yang diperoleh berasal dari database Scopus tentang tren penelitian kemampuan spasial dalam pendidikan. Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah *analytical and qualitative analysis*. Analisis bibliometrik umumnya digunakan dalam disiplin ilmu dan berfokus pada studi-studi kuantitatif (Donthu et al., 2020). Proses pengumpulan data-data tersebut dilakukan dengan empat tahapan diantaranya yaitu tahap identifikasi, tahap *screening*, tahap kelayakan dan tahap inklusi (Moher et al., n.d.).

Langkah pertama yaitu tahap identifikasi, yang dilakukan dengan memasukan kata kunci kata kunci ( "Spatial ability\*" OR "spatial skill\*" OR "spatial thinking\*" improve\* OR increase\* OR "Improving spatial" OR "improving spatial ability" OR "Increasing spatial ability" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "Technology Integration" OR ict OR tech\* OR digital OR computer OR mobile OR "digital game" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "mathematic\* education" OR mathematic\* OR education ) ) pada pencarian database scopus. Dari pencarian tersebut diperoleh 514 artikel. Artikel yang sudah diperoleh kemudian dilakukan proses *screening* sesuai dengan kriterianya yaitu dengan memilih publikasi artikel yang berbahasa Inggris dan yang dipublikasikan pada jurnal. Dari hasil penyaringan yang telah dilakukan, diperoleh sebanyak 466 artikel. Langkah selanjutnya yaitu dengan melakukan proses kelayakan. Tahap ini dilakukan dengan mencari dan mengidentifikasi secara manual melalui

judul dan abstrak dari masing-masing artikel yang memuat kata kunci kemampuan spasial dan pembelajaran matematika. Dari hasil tersebut, ditemukan sebanyak 116 artikel yang sesuai dengan kriteria.

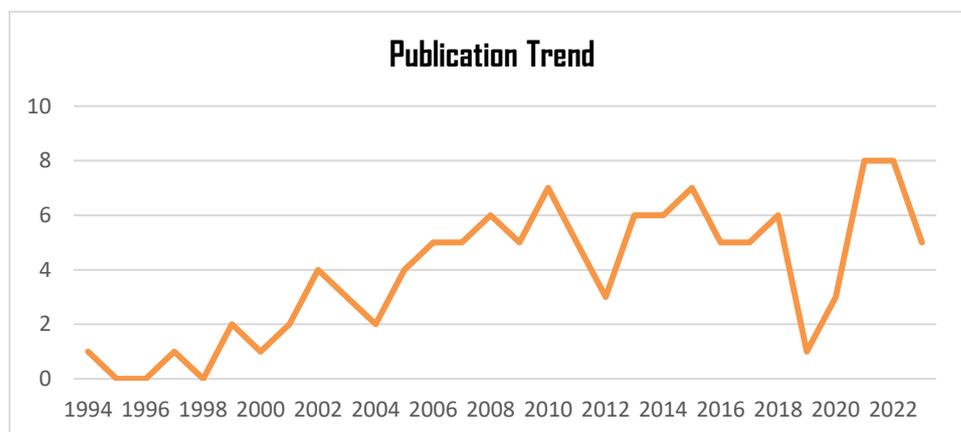
Rincian data dianalisis oleh beberapa aplikasi. Kecenderungan publikasi tahun 1994 hingga 2023 terkait penelitian keterampilan spasial dalam pendidikan matematika disajikan dengan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*, dikelompokkan berdasarkan tahun publikasi. Peneliti menggunakan perangkat lunak *Publish or Perish* untuk menghitung kutipan tahunan. Selain menghitung jumlah kutipan untuk publikasi tahunan, *software* ini juga dapat menghitung nilai *h-index* dan *g-index*. Aplikasi *Vosviewer* mengeksplorasi hubungan transnasional antara tahun 1994 dan 2023 dalam studi kemampuan spasial dalam pendidikan matematika, yaitu dengan visualisasi online. Fokus penelitian di bidang ini dan kebaruan penelitian juga dapat dilihat dengan bantuan perangkat lunak tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Kumpulan studi-studi tentang kemampuan spasial dalam pembelajaran matematika yang sudah melalui tahapan pengumpulan data berjumlah 116 studi, studi tersebut dimulai pada tahun 1994 sampai dengan tahun 2023. Data yang telah memenuhi kriteria tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan metode analisis bibliometrik deskriptif. Tren penelitian, tren kutipan, distribusi jurnal antar negara dan fokus terhadap penelitian, selanjutnya dibahas secara mendalam.

Tren Publikasi. Gambar 1 dibawah ini menggambarkan tren studi ditinjau dari tahun studi. Publikasi tentang kemampuan spasial dalam pembelajaran matematika dimulai dari tahun 1994 sampai dengan tahun 2023.



**Gambar 1.** Jumlah Publikasi dari tahun 1994 hingga 2023

Sebanyak 116 publikasi dikelompokkan berdasarkan tahun terbitnya yang dapat dilihat pada gambar 1 di atas. Sepanjang tahun 1994 hingga 2023 studi tentang kemampuan spasial dipublish setiap tahunnya, kecuali pada tahun 1994, 1995 dan 1998. Di tahun 2021 dan 2022 menempati jumlah studi terbanyak yaitu masing-masing sebanyak 8 artikel yang diterbitkan. Trend selanjutnya adalah Trend Kutipan. Tren kutipan studi Kemampuan Spasial pada pembelajaran matematika dari tahun 1994 sampai pada tahun 2023 ditampilkan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Analisis Kutipan Publikasi

Year	TP	NCP	TC	C/P	C/CP	H	g
2023	5	0	0	0	0	0	0
2022	8	3	6	0,75	8	2	2
2021	8	5	18	2,25	8	3	4
2020	3	3	5	1,67	3	2	2
2019	1	1	2	2	1	1	1
2018	6	5	135	22,5	6	5	6
2017	5	4	71	14,2	5	3	5
2016	5	5	99	19,8	5	5	5
2015	7	7	108	15,4	7	6	7
2014	6	6	44	7,33	6	4	6
2013	6	6	55	9,17	6	3	6
2012	3	3	45	15	3	3	3
2011	5	4	44	8,8	5	3	5
2010	7	6	406	58	7	5	7
2009	5	5	99	19,8	5	3	5
2008	6	6	145	24,2	6	5	6
2007	5	5	17	3,4	5	3	4
2006	5	5	202	40,4	5	4	5
2005	4	4	161	40,25	4	4	4
2004	2	2	61	30,5	2	2	2
2003	3	3	428	142,7	3	3	3
2002	4	3	159	39,75	4	2	4
2001	2	2	83	41,5	2	2	2
2000	1	1	22	22	1	1	1
1999	2	2	43	21,5	2	2	2
1998	0	0	0	0	0	0	0
1997	1	1	30	30	1	1	1
1996	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	0	0
1994	1	1	40	40	1	1	1

Notes. TP=total of publication, NCP=number of cited publication, TC=total citations, C/P=average citations per publication, C/CP=average citations per cited pblication, h=h-index, g=g-index

Sebanyak 116 studi dikelompokkan berdasarkan tahun terbit studi dan dianalisis berdasarkan total publikasi pertahun, nilai NCP, TC, C/P dan lain-lain. Hal ini dapat dilihat pada tabel 1 di atas, dimana berdasarkan data tersebut terlihat bahwa *number of cited publication* (NCP) tertinggi terdapat pada tahun 2015 yaitu memiliki nilai NCP sebesar 7. Jumlah kutipan terbanyak dari tahun 1994 sampai pada tahun 2023 terdapat pada tahun 2010 yaitu sebesar 406 sitasi. Walaupun pada tahun 2021 dan 2022 memiliki jumlah publikasi terbanyak sebanyak 8 publikasi, namun tahun 2015 masih memberikan dampak penelitian yang lebih besar. Selain itu, pada table diatas dapat dilihat bahwa terdapat beberapa tahun yang tidak memiliki sitasi dan publikasi sama sekali, yaitu dari tahun 1995, 1996 dan 1998. Disini lain, pada tahun 2023 juga belum memiliki kutipan namun masih terdapat beberapa publikasi yang dilakukan di tahun tersebut, yaitu sebanyak 5 publikasi. Selanjutnya, Nilai *h-index* tertinggi terdapat pada tahun

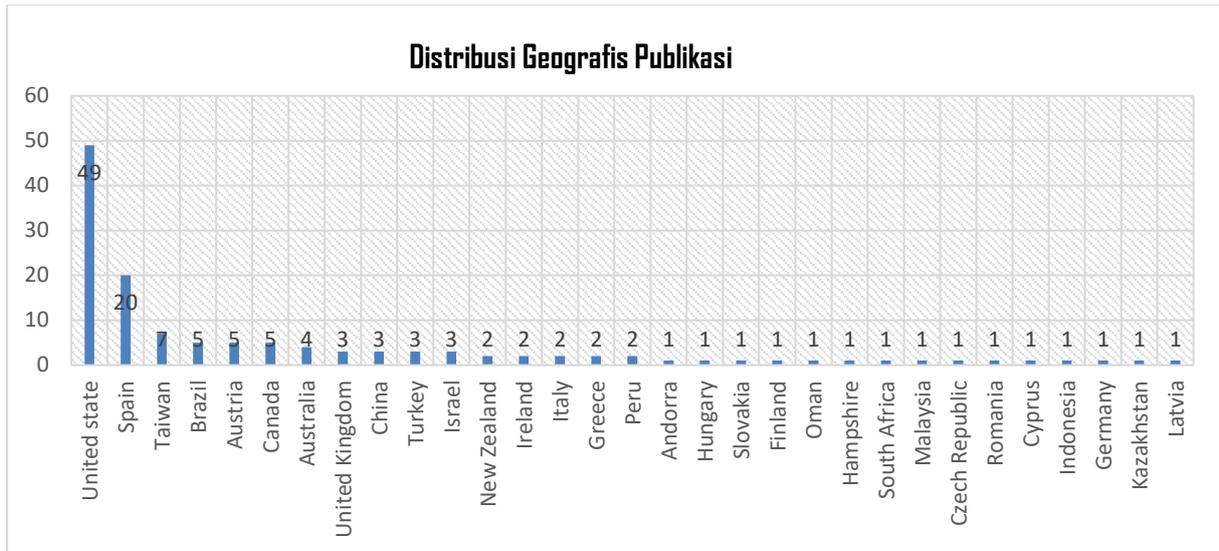
2015 yang memiliki nilai *h-index* dan sebesar 6. Sedangkan nilai *g-index* tertinggi terdapat pada tahun 2010 dan 2015 yaitu sebesar 7. Dengan kata lain publikasi pada tahun 2010 dan 2015 memiliki dampak yang besar terkait dengan penelitian ini. Jumlah publikasi yang telah dikutip pada tahun 2010 dan 2015 masing-masing sebanyak 6 dan 7 dengan jumlah total kutipan sebanyak 406 dan 108.

Berikut disajikan 6 artikel dengan jumlah kutipan terbanyak yang dipublikasikan pada tahun 2010, detail artikel dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

**Tabel 2.** Artikel yang diterbitkan pada tahun 2010

No	Author (year)	Title	Sources	Citation
1	Martín-Gutiérrez, et al., 2010)	<i>Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students</i>	Computers and Graphics (Pergamon)	238
2	(Van Hoof et al., 2015), & Chen, S.Y, 2010)	<i>Effects of gender differences and spatial abilities within a digital pentominoes game</i>	Computers and Education	73
3	(Geiger et al., 2015)	<i>Enhancement of spatial thinking with Virtual Spaces 1.0</i>	Computers and Education	42
4	(MartínGutiérrez, 2010)	<i>Evaluating the usability of an augmented reality based educational application</i>	10th International Conference on Intelligent Tutoring Systems	33
5	Prieto, G., Velasco, A.D., 2010)	<i>Does spatial visualization ability improve after studying technical drawing?</i>	<i>Quality and Quantity</i>	18
6	(Sorby, S., 2010)	<i>Improving diversity in engineering through spatial skills training</i>	Joint International IGIP-SEFI Annual Conference 2010	2

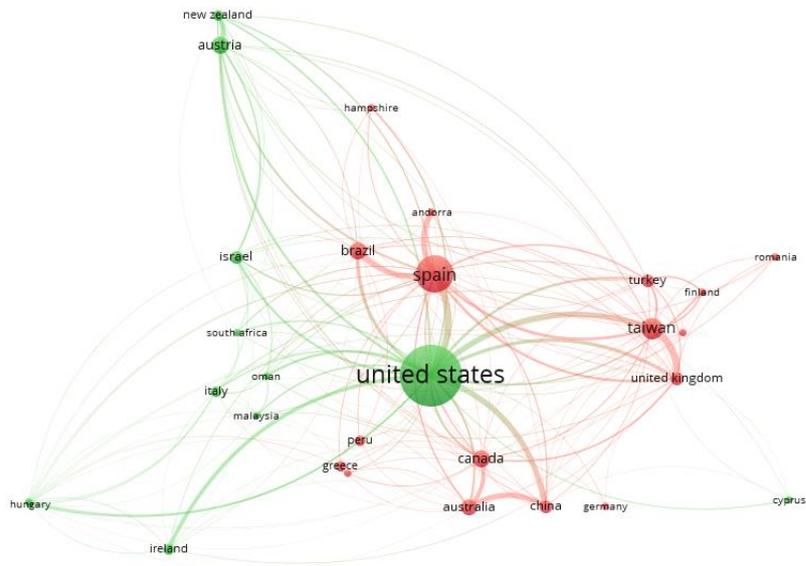
Persebaran secara Geografis dan Hubungan Antar negara. Persebaran secara Geografis. Gambar 2 dibawah ini menggambarkan sebaran geografis negara asal studi. Terdapat 31 negara yang mempublikasikan terkait kemampuan spasial. Berdasarkan sebaran geografis negara asal masing-masing penelitian dapat dilihat pada Gambar 3. Angka tersebut menunjukkan bahwa Amerika Serikat merupakan negara yang paling berpengaruh dalam penelitian terkait keterampilan spasial dalam pendidikan matematika. Hal ini dapat dilihat bahwa United States telah mempublikasikan sebanyak 49 artikel yang berhubungan dengan bidang ini. Negara kedua yang berpengaruh sangat besar dalam penelitian ini adalah Spain, yang telah mempublikasikan sebanyak 20 artikel terkait kemampuan spasial matematika, dan yang berada pada urutan ketiga negara yang paling berpengaruh dalam penelitian ini adalah Taiwan yang telah mempublikasikan sebanyak 7 dokumen.



Gambar 2. Distribusi Geografis Publikasi

Hubungan kolaborasi negara. Pola kolaborasi negara akan ditampilkan pada gambar 3 di bawah ini. Dalam melihat hubungan antar negara ini, peneliti tidak menetapkan ambang batas tertentu sehingga, negara yang memiliki 1 dokumen tetap diperlihatkan, walaupun negara tersebut belum memiliki relasi kerja sama dengan negara lainnya. Sebaran antar negara yang ditunjukkan pada gambar 3 berjumlah 31 negara.

Pada gambar 3 menunjukkan bahwa United States, Spain, dan Taiwan memiliki ukuran bulatan yang lebih besar jika dipadankan dengan negara lainnya. Hal ini menyiratkan bahwa negara-negara tersebut mempunyai tingkat relasi kerja sama yang lebih tinggi dibandingkan dengan negara lain.



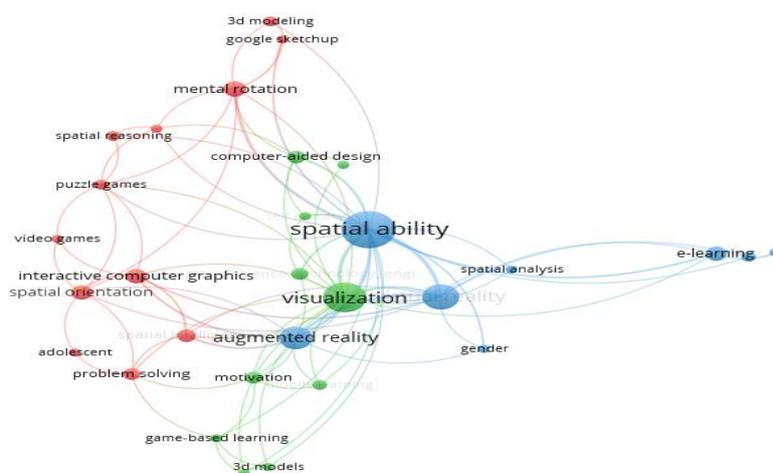
Gambar 3. Pola Kolaborasi Negara

Berdasarkan tampilan VOSviewer tersebut menunjukkan bahwa United States memiliki hubungan Kerja sama dengan 28 negara lainnya. Sedangkan Spain memiliki hubungan kerja sama dengan 24 negara dan Taiwan memiliki hubungan kerja sama dengan 21 negara lainnya sehubungan dengan studi kemampuan spasial dalam pembelajaran matematika.

Fokus Studi. Pada tahap ini, Peneliti menetapkan ambang batas dari setiap kata kuncinya, kata kunci yang masukkan minimal adalah 2 pada setiap studi. Dalam hal ini, semua kata kunci yang lebih dari atau sama dengan 2 yang dimasukkan akan ditampilkan dengan bantuan *VOSviewer*. Kata kunci yang yang muncul berjumlah 35 seperti pada Gambar 4.

Fokus studi bisa terlihat dari jumlah klasternya, berdasarkan gambar di atas terdapat tiga klaster yang berbeda yaitu klaster biru, merah dan hijau. klaster-klaster tersebut menunjukkan kelompok-kelompok pada fokus penelitian terkait kemampuan Spasial dalam pembelajaran matematika. klaster yang pertama dan menjadi klaster terbesar yaitu klaster Biru, kemudian dilanjutkan dengan klaster Hijau dan Merah. Tiga klaster tersebut menunjukkan bahwa fokus penelitian terbagi menjadi tiga bagian utama.

Detail penjelasan mengenai setiap klaster akan dijelaskan sebagai berikut. 1) Cluster pertama (berwarna biru) terdiri dari 8 item. Dari 8 item pada cluster ini dapat dilihat bahwa kata kunci yang memiliki diameter terbesar yaitu *Virtual Reality*, artinya bahwa kata kunci tersebut bersama dengan kemampuan spasial menjadi fokus studi pertama. 2) Cluster kedua (warna hijau), pada cluster ini terdapat 10 item dengan kata kunci *Visualization* yang memiliki diameter terbesar pada clusternya, yang artinya kata kunci tersebut menjadi fokus studi pertama bersama dengan kemampuan spasial siswa. 3) Cluster ketiga (warna merah) yang terdiri dari 12 item merupakan cluster yang memiliki kata kunci *Mental Rotation* dengan diameter terbesar pada cluster ini. Hal ini menunjukkan *Mental Rotation* menjadi fokus studi utama bersama dengan penelitian kemampuan spasial siswa.



**Gambar 4.** Kemunculan Kata Kunci Fokus studi (Ambang Batas Kemunculan  $\geq 2$ )

## Pembahasan

Bagaimana tren kutipan mengenai studi kemampuan spasial dalam pembelajaran matematika. Kecenderungan referensi terkait keterampilan spasial dalam pembelajaran matematika dari tahun 1994 hingga 2023 dapat dilihat dari nilai TC pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa 406 publikasi diterbitkan pada tahun 2010, dengan indeks-h dan indeks-g pada tahun tersebut  $h\text{-index} = 5$  dan  $g\text{-index} = 7$ . Ini menunjukkan bahwa penelitian yang dilakukan pada tahun 2010 berdampak besar pada penelitian keterampilan spasial dalam pendidikan matematika. Enam artikel yang paling banyak dikutip yang diterbitkan pada tahun 2010 ditunjukkan pada Tabel 2 di atas.

Tabel 2 menunjukkan bahwa penelitian oleh Martín-Gutiérrez (2010) dikutip sebanyak 238 kali. Ini juga menunjukkan bahwa penelitian ini menjadi publikasi paling banyak dikutip pada

tahun 2010. Penelitian tersebut berjudul “*Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students*”. Artikel ini adalah studi tentang *Design* didaktis dan *validation* untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa. Penelitian menunjukkan bahwa desain didaktis berperan penting dalam pembelajaran dalam meningkatkan kemampuan spasial siswa. sejalan dengan itu dalam penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa kualitas desain pembelajaran yang baik dapat meningkatkan kemampuan spasial siswa. (Martín-Dorta et al., 2008; Salinas et al., 2013).

Bagaimana persebaran secara geografis dan pola kerja sama antar negara pada studi kemampuan spasial dalam pembelajaran matematika? Pada sebaran geografis ini terdapat tiga negara yang memiliki jumlah publikasi terbanyak mengenai kemampuan spasial dalam pembelajaran matematika yaitu United States, Spain dan Taiwan. Publikasi terbanyak terjadi di United States dengan jumlah publikasi sebanyak 49 publikasi. Di posisi kedua yang menyumbang publikasi terbanyak dibidang ini adalah Spain dengan jumlah artikel sebanyak 20, sedangkan posisi ketiga yaitu Taiwan mempunyai jumlah publikasi sebanyak 7 artikel. Sejalan dengan studi-studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa United States menyumbang publikasi terbesar atas penelitian tentang kemampuan spasial. (Uttal et al, 2013; González et al., 2019; Lauer, 2019).

United States memiliki jumlah kerja sama dengan 33 negara lainnya yang dapat terlihat jelas pada gambar 2 di atas. Hal ini ditunjukkan dengan jumlah link yang tersebar dengan menggunakan aplikasi Vosviewer sebanyak 22 link dan 1392 total link strength. Negara-negara lain yang memiliki hubungan kerja sama terbanyak dengan United States diantaranya Spain, Turkey dan Indonesia serta 30 negara lainnya juga memiliki kontribusi kerja sama dengan United States.

Apa yang menjadi fokus pada studi-studi tentang kemampuan spasial dalam pembelajaran matematika? Fokus pada studi-studi tentang kemampuan spasial siswa dalam pembelajaran matematika terfokus menjadi tiga bagian utama diantaranya 1) *Visualization*; 2) *Virtual Reality*; 3) *Mental Rotation*. Fokus penelitian pertama yaitu *Visualization*, *Visualization* melibatkan kemampuan untuk membentuk gambaran mental tentang objek, bentuk, dan hubungan spasial di dalam ruang. Dalam banyak disiplin ilmu dan bidang seperti arsitektur, ilmu geografi, teknik, dan ilmu komputer, visualisasi digunakan untuk menyampaikan informasi kompleks dalam bentuk yang lebih mudah dipahami. Dalam konteks matematika, visualisasi memungkinkan siswa untuk memahami dan menerapkan konsep-konsep geometri dengan lebih baik.

Kemampuan untuk membangun dan memahami visualisasi secara efektif berkaitan erat dengan kemampuan spasial, yang memungkinkan individu untuk menginterpretasikan dan memperoleh makna dari representasi visual yang kompleks. Lebih lanjut dengan terus melibatkan diri dalam aktivitas visualisasi seperti memecahkan teka-teki tiga dimensi, memvisualisasikan objek-objek kompleks, atau menggambar objek dari sudut yang berbeda, individu dapat melatih dan mengasah kemampuan spasial mereka. Dalam banyak studi, latihan visualisasi telah terbukti meningkatkan kemampuan spasial, seperti pemahaman geometris, navigasi ruang, dan pemecahan masalah spasial. (Güven & Kosa, 2008; Baranová & Katreničová, 2018).

Fokus penelitian selanjutnya yaitu *Virtual Reality*, *Virtual Reality* (VR) adalah teknologi yang memungkinkan pengguna untuk terlibat dan berinteraksi dengan lingkungan buatan terkomputerisasi. Dalam lingkungan VR, pengguna dapat merasakan dan terlibat dalam pengalaman yang tampak nyata meskipun berada di dunia maya. Melalui pengalaman visual dan interaksi langsung dengan ruang tiga dimensi, *Virtual Reality* memungkinkan individu

untuk melatih dan meningkatkan kemampuan spasial mereka secara realistis. *Virtual Reality* terbukti menjadi *tool* yang efektif dalam meningkatkan kemampuan spasial individu melalui pengalaman interaktif, latihan yang terfokus, dan simulasi realistis dalam ruang tiga dimensi (Lee, 2009; Toker, 2018; Molina-Carmona, 2018).

Fokus penelitian yang ketiga yaitu *Mental Rotation*, kemampuan kognitif seseorang untuk membayangkan dan memanipulasi objek dalam pikiran mereka secara mental dalam bentuk rotasi disebut kemampuan *Mental Rotation*. Ini melibatkan kemampuan untuk membayangkan objek dalam posisi berbeda dan memutar atau mengubah orientasi objek tersebut dalam pikiran, tanpa melakukan gerakan fisik nyata. *Mental Rotation* dan kemampuan spasial saling terkait erat karena *Mental Rotation* adalah salah satu aspek penting dari kemampuan spasial. Dengan terus melibatkan diri dalam latihan *Mental Rotation*, seperti memvisualisasikan dan memanipulasi objek-objek dalam pikiran mereka secara mental, individu dapat melatih dan mengasah kemampuan spasial mereka (Kerkman et al., 1985; Lin & Chen, 2016).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa pada tahun 2021 dan 2022 telah terjadi publikasi artikel terkait kemampuan spasial dalam pembelajaran matematika sebanyak 8 dokumen. Tren kutipan ini terjadi pada tahun 2010 dengan jumlah secara keseluruhan 406 kutipan. United States menjadi negara yang paling berpengaruh dalam publikasi terkait bidang ini yaitu sebanyak 49 publikasi dan 28 link kerjasama dengan negara lain. Adapun fokus penelitian terkait literasi matematika dalam pembelajaran matematika, diantaranya, 1) *Visualization*; 2) *Virtual Reality*; 3) *Mental Rotation*. Disisi lain, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan diantaranya: 1) Data yang dianalisis hanya berasal dari *database Scopus*, sehingga peneliti menyarankan agar penelitian selanjutnya dapat lebih banyak mengeksplor *database* lainnya seperti *Google Scholar*, *Web of Science*, *ResearchGate*, *JSTOR* dan lain-lain agar data yang dikumpulkan menjadi lebih komprehensif. 2) Penelitian ini hanya melihat keterampilan spasial dalam pembelajaran matematika, sehingga masih banyak bidang pendidikan lain yang perlu dipelajari 3) informasi ini diambil pada tanggal 04/10/2023, yang berarti tidak dapat mencerminkan penelitian selanjutnya, jadi mungkin memiliki sedikit perbedaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi Ridwan. (2022). 1\_Manajemen pengembangan multiple intelligences peserta didik di pride home schooling cinere depok. *Thesis*, (Manajemen, Multiple Intelligences, Homeschooling.), 1–142. [https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/62840/1/2118018100000\\_1\\_RIDWAN%20AFANDI%20%28watermark%29.pdf](https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/62840/1/2118018100000_1_RIDWAN%20AFANDI%20%28watermark%29.pdf)
- Al Husaeni, D. N. , N. A. B. D. , & M. R. (2023). *Bibliometric analysis of special needs education keyword using VOSviewer indexed by google scholar*. <https://pdfs.semanticscholar.org/a41d/16a7203e913391a0eab5d80ed0cda298c1d9.pdf>
- Arici, F., Yildirim, P., Caliklar, Ş., & Yilmaz, R. M. (2019). Research trends in the use of augmented reality in science education: Content and bibliometric mapping analysis. *Computers and Education*, 142. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103647>
- Baranová, L., & Katreničová, I. (2018). Role of descriptive geometry course in development of students' spatial visualization skills. *Annales Mathematicae et Informaticae*, 49, 21–32. <https://doi.org/10.33039/ami.2018.04.001>

- Cancino, C. A., Merigó, J. M., Urbano, D., & Amorós, J. E. (2023). Evolution of the entrepreneurship and innovation research in Ibero-America between 1986 and 2015. *Journal of Small Business Management*, 61(2), 322–352. <https://doi.org/10.1080/00472778.2020.1776578>
- Deni Anggraini. (2023). *Pengembangan program pembelajaran berbasis multiple representations terintegrasi PJBL STEM untuk melatih keterampilan berpikir spasial dan literasi sustainability siswa SMA pada topik energi terbarukan*. Universitas Lampung. <http://digilib.unila.ac.id/71821/>
- Diodato Virgil P, & G. P. (1994). *Dictionary of bibliometrics*. New York. Routledge.
- Donthu, N., Kumar, S., & Pattnaik, D. (2020). Forty-five years of Journal of Business Research: A bibliometric analysis. *Journal of Business Research*, 109, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.10.039>
- Fathani, A. H. (2016). *Pengembangan literasi matematika sekolah dalam perspektif multiple intelligences*. 4(2). <https://www.oecd.org/pisa/>.
- Fitriana, A. S. , & L. K. E. (2022). *Analisis kemampuan literasi matematis siswa dalam menyelesaikan soal pisa konten space and shape ditinjau dari level kemampuan spasial matematis*.
- Fitriyani. (2022). 5\_Tren, peluang, dan tantangan e learning dalam pembelajaran fisika tinjauan literatur bibliometrik. *Thesis*, (analisis bibliometrik, e-learning, pembelajaran fisika, dan VOSviewer), 1–74. <http://www.journal.ikipsiliwangi.ac.id/index.php/jpmi/article/view/10640>
- González Campos, J. S., Sánchez-Navarro, J., & Arnedo-Moreno, J. (2019). An empirical study of the effect that a computer graphics course has on visual-spatial abilities. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0169-7>
- Güven, B., & Kosa, T. (2008). The effect of dynamic geometry software on student mathematics teachers' spatial visualization skills. In *The Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET* (Vol. 7). <https://eric.ed.gov/?id=EJ1102930>
- Gu, Z., Meng, F., & Farrukh, M. (2021). Mapping the research on knowledge transfer: a scientometrics approach. *IEEE Access*, 9, 34647–34659. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3061576>
- Hwang, G. J., & Tu, Y. F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. In *Mathematics* (Vol. 9, Issue 6). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/math9060584>
- Indarta, Y., Ambiyar, A., Samala, A. D., & Watrionthos, R. (2022). Metaverse: Tantangan dan peluang dalam pendidikan. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 3351–3363. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2615>
- Kerkman, D. D., Wise, J. C., & Harwood, E. A. (1985). *Impossible “mental rotation” problems A mismeasure of women’s spatial abilities?*. [https://doi.org/10.1016/S1041-6080\(01\)00039-5](https://doi.org/10.1016/S1041-6080(01)00039-5)
- Lauer, J. E. , Y. E. , & L. S. F. (2019). The development of gender differences in spatial reasoning: A meta-analytic review. *Journal Information Journal TOC*, 145(6), 537–565. <https://doi.org/10.1037/bul0000191>
- Lee Elinda Ai-Lim, W. K. W. F. C. C. (2009). 11\_Educational values of virtual reality The case of spatial ability. *World Academy of Science*, 1–5. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=587dad37446701b36776ffa16fa0f2687f8ec342>
- Lin, C. H., & Chen, C. M. (2016). Developing spatial visualization and mental rotation with a digital puzzle game at primary school level. *Computers in Human Behavior*, 57, 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.026>

- Martín-Dorta, N., Saorín, J. L., & Contero, M. (2008). Development of a fast remedial course to improve the spatial abilities of engineering students. *Journal of Engineering Education*, 97(4), 505–513. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2008.tb00996.x>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, P. (2009) *Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA Statement*. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>
- Muhammad, I., Marchy, F., Rusyid, H. K., & Dasari, D. (2022). Analisis bibliometrik: Penelitian augmented reality dalam pendidikan matematika. *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, 11(1), 141. <https://doi.org/10.25273/jipm.v11i1.13818>
- Pauji, I., Kusharyadi, R., & Khotimi, A. Z. (2023). Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif Analisis bibliometrik: Tren riset epistemological obstacle dari tahun 2000-2022. *JMPI, Volume 6 no. 3(Mathematics Learning Obstacle)*, 1–14. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v6i3.17583>
- Ploetzner, R., Lippitsch, S., Galmbacher, M., Heuer, D., & Scherrer, S. (2009). Students' difficulties in learning from dynamic visualisations and how they may be overcome. *Computers in Human Behavior*, 25(1), 56–65. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.06.006>
- Pribadi, B. A. (2009). *Desain sistem pembelajaran*. Jakarta. Dian Rakyat.
- Ribeiro-Navarrete, S., Saura, J. R., & Palacios-Marqués, D. (2021). Towards a new era of mass data collection: Assessing pandemic surveillance technologies to preserve user privacy. *Technological Forecasting and Social Change*, 167. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120681>
- Royani Y & Idhani D. (2018). 19\_Analisis bibliometrik jurnal marine research in Indonesia. *Jurnal Marine Research in Indonesia*, volume 25 no 4(Ilmu Kelautan, Bibliometrik, LIPI), 1–6. <https://doi.org/10.37014/medpus.v25i4.200>
- Salinas, P., González-Mendivil, E., Quintero, E., Ríos, H., Ramírez, H., & Morales, S. (2013). The development of a didactic prototype for the learning of mathematics through augmented reality. *Procedia Computer Science*, 25, 62–70. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.008>
- Sari, R. H. N. (2015). Literasi matematika: apa, mengapa dan bagaimana. In *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika UNY*. <http://seminar.uny.ac.id/seminasmatematika/sites/seminar.uny.ac.id/seminasmatematika/files/banner/PM-102.pdf>
- Saura, J. R. (2022). *How to use artificial intelligence in education?* (pp. 339–352). <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-9609-8.ch019>
- Tuker, C. (2018). Training spatial skills with virtual reality and augmented reality. In *Encyclopedia of Computer Graphics and Games* (pp. 1–9). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9\\_173-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9_173-1)
- Tversky B. (2005). *Visuospatial reasoning*. In *Handbook of reasoning*. the cambridge handbook of thinking and reasoning. (pp. 209-249). Cambridge University Press. [https://pure.mpg.de/rest/items/item\\_2403326/component/file\\_2564262/content](https://pure.mpg.de/rest/items/item_2403326/component/file_2564262/content)
- Siregar, U. N., Pulungan, K. F., Thahara, M., Dalimunthe, N. F., Fakhri, N., Herawati, N., Rahmawati, A., Mira, R., & Saragih, B. (2023). Penerapan aplikasi geogebra pada pembelajaran matematika. *Journal on Education*, 05(03). <https://doi.org/10.31004/joe.v5i3.1602>