

Pengembangan kerangka konseptual untuk transisi energi berkelanjutan: pendekatan bibliometrik

Development of conceptual framework for sustainable energy transitions: a bibliometric approach

Muhamad Ferdy Firmansyah^{1*}, Yudha Hadian Nur¹, Muhamad Andri Arif Pramanda²

¹Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah, Provinsi Jawa Barat, Bandung, Indonesia

²Departemen Akuntansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya, Indonesia

Abstrak.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kerangka konseptual transisi energi berkelanjutan yang dapat menjadi penelitian awal dalam mengukur dan memetakan transisi energi berkelanjutan di Indonesia. Penelitian ini menggunakan analisis bibliometrik dan telaah pustaka untuk memetakan cakupan komponen dan indikator transisi energi berkelanjutan berdasarkan dimensi keberlanjutan. Melalui pengamatan deskriptif bibliografi, publikasi terkait transisi energi berkelanjutan paling banyak diterbitkan pada kurun waktu 2019-2023 dan sitasi pada topik ini mengalami peningkatan sejak tahun 2017. Kata kunci yang paling sering muncul meliputi konservasi sumber daya alam, lingkungan, manusia, dan hewan. Hingga tahun 2023, kata kunci yang dominan adalah konservasi sumber daya energi, lingkungan, dan manusia dengan tren topik pada tema energi, transisi, dan keberlanjutan. Hasil analisis VosViewer terdapat empat klaster, yaitu dampak lingkungan, sumber daya alam, intensitas energi, dan ekonomi lingkungan. Output peta tematik menghasilkan klaster yang berfokus pada pembangunan ekonomi, konservasi sumber daya alam, dan hewan. Hasil penelitian ini menghasilkan kerangka konseptual awal yang dapat menjelaskan ruang lingkup transisi energi berkelanjutan.

Kata kunci: transisi energi, bibliometrik, lingkungan, ekonomi

Abstract.

This research aims to develop a conceptual framework for sustainable energy transition as an initial research in measuring and mapping sustainable energy transition in Indonesia. A bibliometric analysis and systematic literature review were conducted to identify the components and indicators of a sustainable energy transition based on sustainability dimensions. Bibliographic analysis shows that publications related to the sustainable energy transition were dominantly published in the period 2019-2023, while citations on this topic increased in 2017. The keywords that emerged most often in the study were conservation of natural resources, environment, humans, and animals. In terms of the period, the keywords with the highest use until 2023 are conservation of energy resources, environment and humans with trend topics on the themes of energy, transition and sustainability. There are four clusters of VosViewer output, namely focusing on environmental impact, natural resources, energy intensity and environmental economy. The thematic map output produces clusters that focus on economic development, conservation of natural resources and animals. The findings provide an initial conceptual framework that can explain the scope of the sustainable energy transition.

Keywords: energy transition, bibliometric, environment, economy

1. PENDAHULUAN

Energi adalah fondasi kehidupan manusia yang berasal dari berbagai sumber, seperti matahari, angin, air, otot hewan dan manusia, kayu, hingga bahan bakar fosil (Solomon and Krishna 2011). Pemanfaatan bahan bakar fosil kemudian menjadi penggerak utama perkembangan peradaban dan industrialisasi sejak revolusi industri sekitar tahun 1700-an. Namun di era modern, kekhawatiran terhadap sumber energi yang semakin terbatas (Solomon and Krishna 2011) dan didorong dengan semakin tingginya kesadaran akan perubahan iklim (Selvakkumaran and Ahlgren 2020), menekan dunia untuk mengambil langkah konkret beralih kepada energi terbarukan.

* Korespondensi Penulis
Email : muhamadferdy77@gmail.com

Peralihan energi tersebut dikenal dengan istilah transisi energi, yang mengacu kepada pergeseran dari satu energi dominan kepada energi yang baru (Carley and Konisky 2020). Transisi energi di era modern ditandai dengan penurunan bahan bakar fosil, baik batu bara atau minyak bumi kepada sumber energi lain yang memiliki emisi karbon rendah seperti angin, matahari, dan panas bumi. Tidak hanya pada tingkat nasional, transisi energi pun harus dapat dikaji pada tingkat lokal. Transisi Energi Lokal (TEL) bisa mendorong keberhasilan transisi energi pada tingkat nasional (Drewello 2022). Transisi Energi Lokal diartikan sebagai transisi dari energi fosil yang terpusat ke pembangkitan dan konsumsi energi terbarukan di tingkat lokal.

TEL berfokus kepada skala “mikro” dalam transisi energi, yaitu didorong insentif ekonomi dan kemauan masyarakatnya sendiri untuk “bertransisi energi”. Dalam skala yang lebih luas, TEL selaras dengan konsep “*The Prism of Sustainability*”, yaitu konsep holistik dimana keberlanjutan dipengaruhi oleh dimensi sosial, ekonomi, lingkungan, dan dimensi institusional (Spangenberg 2002). Konsep *Prism of Sustainability* mengusulkan bahwa keberlanjutan sejati hanya dapat dicapai jika keempat pilar ini seimbang dan diperhatikan bersama. Dalam kata lain, tindakan keberlanjutan harus mendukung pertumbuhan ekonomi yang sehat, kesejahteraan sosial yang inklusif, pelestarian lingkungan yang berkelanjutan, dan didorong oleh partisipasi dari masyarakatnya. Dengan pendekatan ini, kita dapat mencapai keberlanjutan yang lebih holistik dan meminimalkan konflik antara berbagai dimensi keberlanjutan.

Transisi energi merupakan langkah penting dalam mengatasi tantangan perubahan iklim dan yang komprehensif dilakukan pada tingkat nasional dan lokal (Drewello 2022). Indikator transisi energi memegang peran penting dan relevan agar para pemangku kebijakan dapat menentukan fokus. Sejumlah indikator, indeks maupun pengukuran tentang transisi telah mulai dikembangkan baik dalam bentuk penilaian sampai pada pengujian secara geografis. Desain *Strategic Environmental Assessment* (SEA) berfokus pada konteks pemerintah, risiko, keberlanjutan, dan manajemen transisi lanskap yang berusaha memberikan praktik konvensional pada penerapan kebijakan, rencana dan program (Nwanekezie et al. 2021).

Sejumlah kajian telah memfokuskan diri pada penyusunan *assessment* untuk tema-tema umum pada konsep transisi energi. Yang et al. 2020 memiliki konsentrasi pada kerangka indeks utama untuk penilaian keberlanjutan kuantitatif untuk

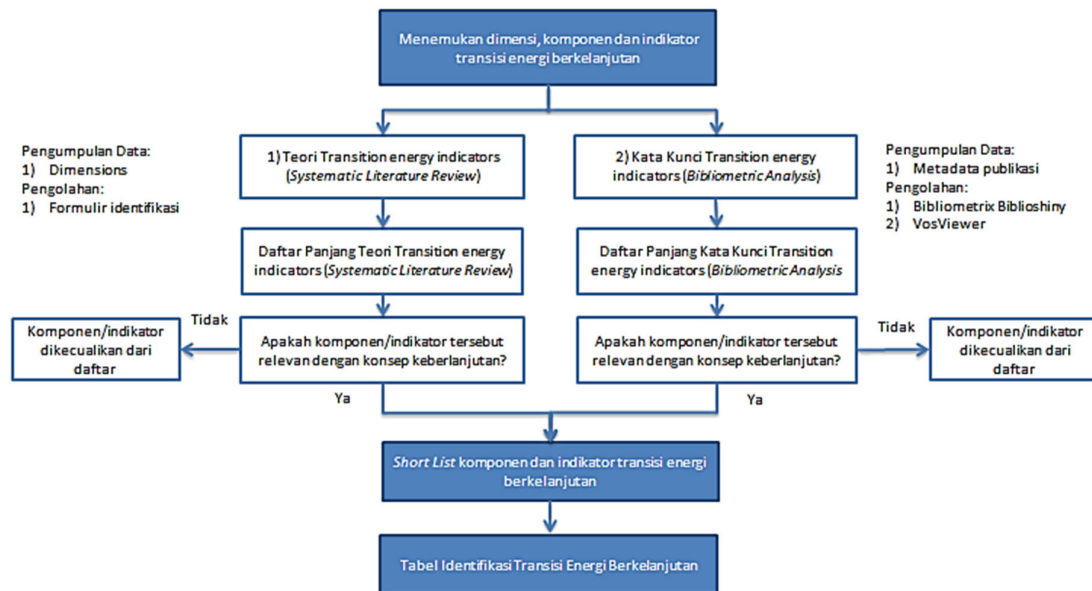
infrastruktur energi di kota pintar dengan fokus pengukuran pada aspek ekonomi, lingkungan, sosial dan kebebasan serta privasi. Penelitian yang dilakukan oleh (Shmelev and Shmeleva 2018) berusaha mengidentifikasi “*global urban sustainability assesment*” atau penilaian urbanisasi keberlanjutan secara global dengan multidimensi yang mengukur empat hal yaitu ekonomi, teknologi sosial, dan lingkungan. Studi yang dilakukan oleh (Praene et al. 2018) menyusun indikator sistem energi berkelanjutan yang digunakan dalam penilaian pulau kecil yang mempertimbangkan persentase energi terbarukan, situasi listrik, pembangunan ekonomi dan lokalisasi geografis. Dengan mengambil kasus di negara G7, (Ibrahim et al. 2023) mempertimbangkan peran transisi energi bersamaan dengan inovasi teknologi dan mobilisasi demografis dalam keberlanjutan lingkungan. Penelitian yang dilakukan oleh (Naegler et al. 2021) mengamati pengukuran transformasi energi keberlanjutan multidimensi dengan fokus pengamatan kepada ekologi, sosioekonomi dan sosioteknikal.

Penelitian ini berusaha untuk melakukan pemetaan komponen dan indikator transisi energi berkelanjutan berdasarkan rekam jejak publikasi dengan dianalisis menggunakan bibliometrik dan *systematic literature review*. Tujuan dari penelitian ini adalah menyusun *short list* kerangka konseptual yang dapat dikembangkan sebagai *index* atau *asesment* lainnya. Pemetaan komponen atau indikator dapat bermanfaat untuk melihat prospek dan kondisi terkini kajian, serta peluang-peluang dalam memprioritaskan kebijakan dan penyusunan pengukuran yang sistematis. Pada konteks global, luaran penelitian akan melengkapi kerangka konseptual dari indikator transisi energi berkelanjutan, sedangkan pada konteks nasional dapat memberikan hasil adaptasi dan peningkatan (*scaled-up*) untuk mendorong pembakuan indikator penentuan transisi energi berkelanjutan pada skala nasional.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan *bibliometric analysis* untuk mengidentifikasi kata kunci utama dari sejumlah data publikasi mengenai transisi energi terbarukan dari rentang 1999 sampai 2023. Penelitian ini juga menggunakan *systematic literature review* (SLR) yang digunakan untuk mengidentifikasi kajian teori secara komprehensif dan sistematis. Didapatkan 403 jurnal ilmiah yang diolah di *bibliometric analysis* dan 23 jurnal ilmiah, yang kemudian diambil 12 artikel relevan untuk struktur SLR. Data sekunder yang digunakan bersumber dari dimension.ai. Hal ini karena data ini

cenderung dapat langsung diolah dengan tanpa melibatkan peneliti sebagai pengambil data (Firmansyah and Maulana 2021). Penelitian kualitatif menggunakan *thematic analysis* untuk menyusun kerangka pemikiran melalui analisis masalah dan fenomena melalui beberapa proses ilmiah (Kiger and Varpio 2020). **Gambar 1** memperlihatkan kerangka penelitian untuk mencari komponen dan indikator dengan menggunakan bibliometrika dan diperkuat melalui *systematic literature review*.



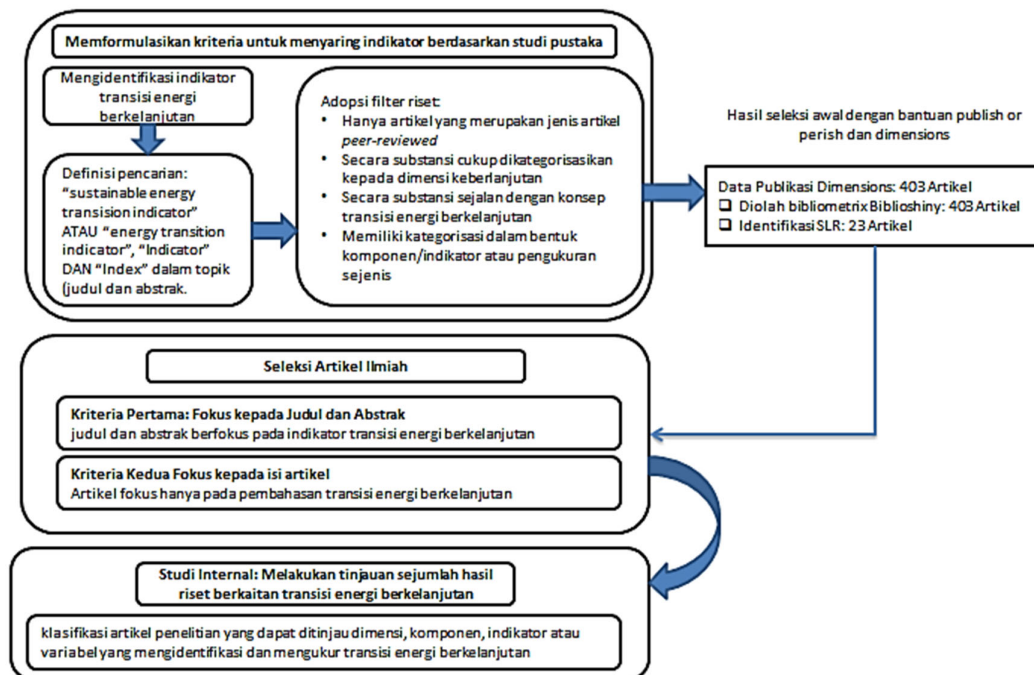
Gambar 1. Kerangka penelitian untuk menentukan dimensi, komponen dan indikator transisi energi berkelanjutan menggunakan analisis bibliometrika dan *systematic literature review*.

Penelitian ini menggunakan pendekatan *bibliometric analysis* untuk analisis data yang memfokuskan pada identifikasi sejumlah publikasi dengan tujuan mendapatkan informasi dari perkembangan tren riset (Cobo *et al.* 2011; Martínez *et al.* 2015). *Bibliometric analysis* merupakan penelitian pada ranah kajian bibliometrik dan dapat digunakan dalam berbagai studi ilmu (Aria and Cuccurullo 2017). Terdapat setidaknya dua aspek yang harus dilengkapi dalam pendekatan bibliometrik yaitu *mapping* dan *graphical* (Taqi *et al.* 2021). Secara prosedur, dibedakan menjadi dua yaitu *performance analysis* (evaluasi publikasi dan *citations*) dan *science mapping* (struktur dinamis penelitian yang digeneralisasi melalui visualisasi digital) (Yu and Muñoz-Justicia 2020; Rosado and De Souza 2021). Selain bibliometrik, terdapat juga pendekatan *scientometrik* yang menganalisis publikasi dalam bidang ilmiah tertentu melalui perspektif pemetaan bidang terkait (Makkizadeh and Sa'adat 2017).

Metode tinjauan bibliometrik yang diterapkan berfokus pada spesifikasi sejumlah artikel ilmiah yang ditulis sehingga diperoleh polarisasi khusus dan unik yang dapat memetakan sejumlah capaian penelitian baru. Adapun *Software* yang digunakan dalam penelitian ini adalah R *Bibliometrix* *Biblioshiny* yang menggunakan *web apps* dengan *shiny package environment* R (Huang et al. 2021) dan *VosViewer* yang digunakan untuk mengidentifikasi *network*, *overlay* dan *density visualization* (Canesi and Marella 2023). Pendekatan bibliometrik berguna untuk menganalisis bidang penelitian, generalisasi dan visualisasi subdomain konseptualnya serta evolusi tematik yang berkembang pada topik riset tertentu (Muñoz-Leiva et al. 2012).

Pada **Gambar 2** memperlihatkan tahapan *desk study* untuk melakukan kegiatan *systematic literature review*. Dalam penelitian ini sejumlah sumber akademis dikumpulkan secara sistematis yang berkaitan dengan transisi energi berkelanjutan. Daftar panjang (*longlist*) komponen dan indikator terpilih didasarkan atas tinjauan pustaka terkait kriteria-kriteria:

1. *Transition energy indicators* yang didapatkan dari hasil *systematic literature review* dan *bibliometric analysis*;
2. Konsep dimensi/prinsip pembangunan berkelanjutan ditinjau dari aspek ekonomi (*prosperity*), lingkungan (*planet*), sosial (*people*), dan pemerintah (*rules*).



Gambar 2. Rangkaian kegiatan *desk study* pada *systematic literature review*.

Penelitian ini menggunakan *VosViewer* untuk mendapatkan klusterisasi berdasarkan *network* dan *overlay visualization* lalu mengambil *output* analisis *keywords* dari *Biblioshiny Bibliometrix R Packages* dan diperkuat dengan memperhatikan pembahasan komponen dan indikator pada *systematic literature review*. Secara keseluruhan, tahapan dan aktivitas penelitian disajikan pada **Tabel 1** (Ilham et al. 2021; Panchal et al. 2021; Ghaleb et al. 2022).

Tabel 1. Konsep identifikasi dari *output VosViewer, Biblioshiny Bibliometrix R Packages* dan *Systematic literature review*.

No.	Pendahuluan (<i>data search and retrival</i>)	Tahap 1 (<i>identification in general</i>)	Tahap 2 (<i>selection article</i>)	Tahap 3 (<i>streams and sub-streams idenfitation</i>)	Tahap 4 (<i>findings and research opportunity</i>)
1.	Melakukan pemilihan topik dan tujuan penelitian	Mencari artikel pada tahap awal (<i>main information in step 1</i>) Artikel: 403	Mencari artikel pada tahap kedua (<i>main information in step 2</i>) Artikel: 403	Mencari artikel pada tahap ketiga (<i>main information in step 3</i>) Artikel: 403 (<i>Bibliometrix</i>) Artikel: 23 (<i>SLR</i>)	Melakukan penjelasan penemuan dan <i>research opportunity</i> ***
2.	Membuat pertanyaan penelitian	Mengumpulkan artikel pada tahap awal (dengan pencarian " <i>search</i> " pada <i>dimension.ai</i>)	Menyeleksi artikel berdasarkan kriteria <i>Transition energy indicator</i> Konsep Berkelanjutan Artikel: 403 (<i>Bibliometrix</i>) Artikel: 23 (<i>SLR</i>)	Mengolah data dengan menganalisis hasil <i>VosViewer*</i> dan <i>Bibliometrix**</i>	
3.	Membuat kata kunci dan jenis penelusuran pustaka (<i>title-keyword</i>) " <i>Sustainability of Energy Transition</i> "	Mengolah data ke dalam R <i>Bibliometrix Biblioshiny</i> pada tahap awal			
4.	<i>Software: Publish or Perish, Website Dimensions</i>	<i>Software: Dimension.ai (website) R Studio</i>	<i>Software: Bibliometrix: Dimension.ai (website) R Studio SLR</i> Tabel Identifikasi		

Keterangan:

*data yang ditampilkan meliputi hasil *output*: (1) *network, overlay, density*

**data yang ditampilkan meliputi hasil *output*: (1) *overview: main information, annual scientific production dan average citations per year*

***data yang ditampilkan meliputi hasil *output*: *Annual scientific production, Average citations per year, Corresponding author's countries dan Countries scientific production, Trend Topics dan Thematic Map dan Factorial Analysis*

relevansi >1,00. Hasil seleksi ini menghasilkan 43 *items*, 4 kluster, 687 *links*, dan 1954 total *link strength*. Guna menghasilkan penelitian berbasis *mapping research*, hasil *output* dari *VosViewer* diidentifikasi melalui konsep *clustering*. Adapun setiap identifikasi akan dibagi menjadi sejumlah kluster dianalisis berdasarkan *links*, *total link strength*, *occurences* dan *average publication year* (**Tabel 2**).

Tabel 2. Hasil pengolahan analisis bibliometrika *VosViewer*.

ID	Label	x	y	Cluster	Weight			Score
					Links	TLS	Occur	Avg. Pub. Year
4	Carbon emission	-0.1785	-0.9425	1	28	59	16	2020.94
7	Climate change	-0.3284	-0.4117	1	40	143	44	2018.89
8	CO2 emission	0.046	0.1053	1	37	107	28	2019.96
10	Ecological footprint	-0.5016	-0.6855	1	26	61	18	2018.11
12	Economic growth	-0.666	-0.3394	1	37	148	34	2019.71
13	Education	-0.8542	-0.5645	1	20	27	15	2015.27
22	Energy use	0.0832	-0.8882	1	30	60	21	2019.38
24	Fossil fuel	0.3011	-0.6201	1	33	78	21	2020.52
26	Global warming	0.0248	-0.5588	1	27	42	13	2020.08
28	GHG emission	-0.2265	-0.1574	1	40	115	26	2020.19
30	Investment	0.075	-0.0386	1	41	124	37	2020
33	Natural resource	-0.2808	-0.8004	1	28	62	16	2020.81
34	Renewable energy	0.1623	-0.116	1	38	199	53	2020.74
1	Biofuel	0.8121	0.3435	2	29	57	12	2019.17
2	Biomass	0.8622	0.04	2	32	85	21	2019.95
9	Coal	0.9938	0.3836	2	22	49	11	2020
14	Electricity	1.1162	0.0352	2	31	96	25	2019.84
20	Energy system	0.429	0.3749	2	39	163	63	2020.19
21	Energy transition	0.451	0.1951	2	41	222	84	2020.95
25	Fuel	0.7578	-0.0414	2	36	100	29	2020.52
29	Hydrogen	1.0645	-0.2618	2	25	41	14	2021.93
31	Land	0.4405	-0.6873	2	29	42	13	2020.92
32	Life cycle assessment	0.3895	-0.2908	2	36	84	25	2020.88
37	Social energy	0.6907	-0.3656	2	32	52	11	2019.45
38	Sa	0.5002	-0.0928	2	38	93	31	2019.87
43	Wind	1.1207	0.1642	2	23	39	10	2019
11	Ed	-0.8656	0.0967	3	35	126	30	2019.6
15	Energy consumption	-0.6664	0.3443	3	34	140	41	2020.9
16	Energy efficiency	0.2324	0.5314	3	38	112	29	2019.62
17	Energy policy	-0.283	0.8765	3	26	60	15	2018.33
18	Energy security	-0.1268	0.9712	3	30	86	22	2019.73
19	Energy supply	0.0613	0.9563	3	27	72	23	2019.87

ID	Label	x	y	Cluster	Weight			Score
					Links	TLS	Occur	Avg. Pub. Year
23	Es	-0.3051	0.0886	3	36	153	49	2020.43
27	Green economy	-0.849	0.7671	3	24	42	11	2019.82
39	Sd	-0.3368	0.3389	3	42	218	65	2019.11
3	Business	-0.7697	0.432	4	33	91	26	2019.85
5	Circular economy	-0.6878	-0.0773	4	34	92	29	2021.21
6	Clean energy	-0.0182	0.2173	4	27	38	10	2021
35	Res	-0.1653	0.7083	4	32	76	20	2020.25
36	Sdgs	-0.8548	-0.3122	4	28	49	10	2021.7
41	Trade	-0.4053	0.6419	4	27	50	14	2018.86
42	Waste	-0.4731	-0.1876	4	35	90	25	2019.28

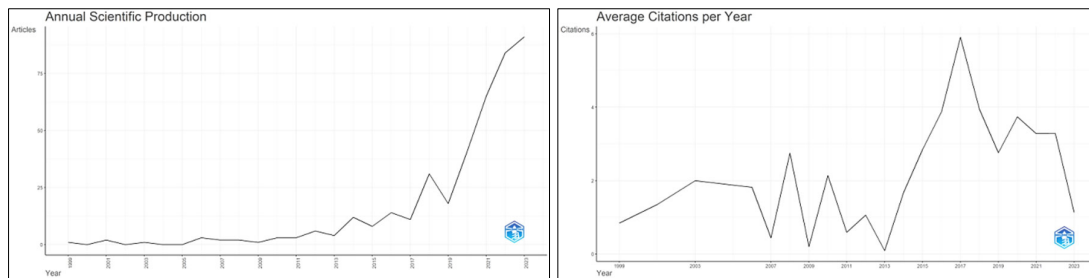
Keterangan: GHG=greenhouse gas emissions, SD=sustainable development, RES=renewable energi resources, ED=economic development, ES=environmental sustainability, SA=sustainability assessment, TLS= Total link strange, Occur=Occurrences.

Melalui konsep ini, pemetaan kluster pada tabel di atas mewakili keterkaitan yang ada antara jurnal yang menerbitkan artikel ilmiah antara tahun 1999 dan 2023 berdasarkan kata kunci utama kajian. Analisis ini menghasilkan empat kluster yang mewakili empat topik riset berbeda. Pengelompokan (*clustering*) tersebut membantu mengidentifikasi bidang yang paling relevan untuk dipelajari dan menyarankan indikator digital untuk mengukur sistem berkelanjutan. Selanjutnya, beberapa kata kunci yang dipindahkan untuk menyesuaikan dengan kluster yang lebih tepat. Sejumlah kata kunci ini yaitu *social indicator*, *economic growth*, *economic development*, *education* dan *investment* (dipindah ke *environmental economy*), dan *sustainable development* hanya ada di kluster 4.

3.2. Identifikasi *bibliometrix biblioshiny R packages*

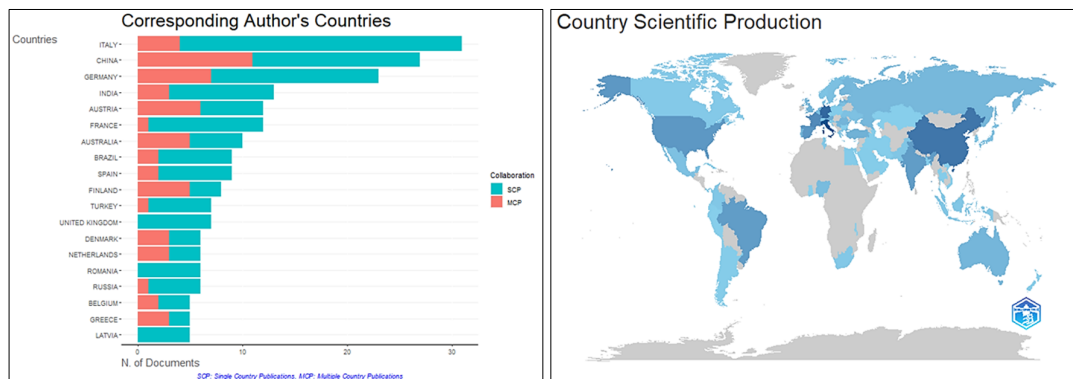
Pada awal penelitian diperlukan identifikasi *main information* yang dapat diklasifikasikan sebagai statistik deskriptif yang menggunakan data sebagai *main features of dataset* (Ahnert and Krebs 2021). Tabel di bawah memperlihatkan hasil dari *overview* kajian transisi energi berkelanjutan. Penelusuran melalui *Dimension* dengan menggunakan *keyword* pencarian yaitu “*sustainability of energy transition*”. Dari hasil pencarian total penelusuran yang didapatkan sejak tahun 1999-2023 sebanyak 403 dokumen. *Authors* sebanyak 1345, *author’s keywords* (DE) sebanyak 73, *sources* sebanyak 236, *authors of single-authored docs* sebanyak 41, *documents* yang dianalisis di *biblioshiny* sebanyak 403, *international co-authorship* sebanyak 18,61% dan *average citations per document* yaitu 11,68.

Annual scientific production merupakan fitur yang terdapat pada *biblioshiny* yang digunakan untuk memetakan perkembangan dari *annual scientific production* setiap tahun (Dervis 2019; Perea et al. 2020). *Annual scientific production* dapat digunakan untuk melihat kapasitas penelitian dalam suatu topic riset tertentu dalam total produksi tahunan (Agbo et al. 2021; Lithin et al. 2021). Hasil pengolahan untuk *annual scientific production* dan *average citations per year* disajikan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. *Annual scientific production* (kiri) dan *average citations per year* (kanan).

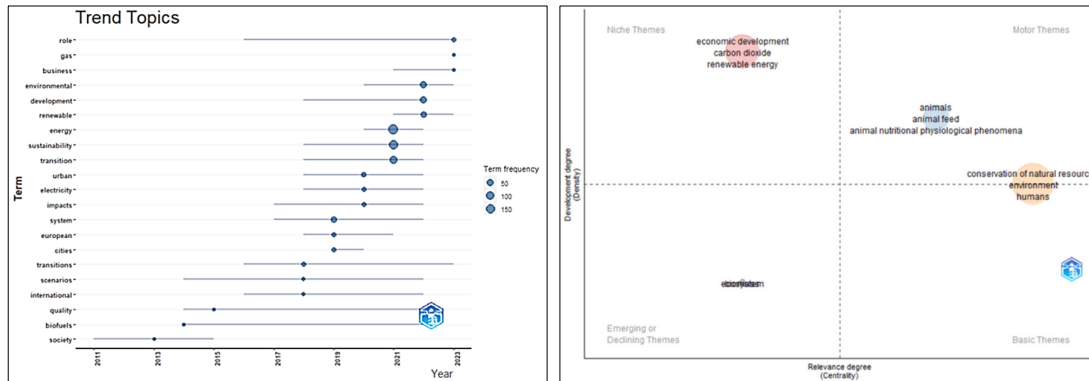
Hasil *annual scientific production* memperlihatkan bahwa penelitian dengan topik transisi energi berkelanjutan sudah mulai banyak diterbitkan sejak tahun 2019, yang terus naik tajam hingga 2023. Di sisi lain, pada hasil *average citations per year* intensitas tertinggi terjadi pada tahun 2017. Hal ini menandakan bahwa penelitian transisi energi berkelanjutan mulai banyak dilakukan pada beberapa tahun terakhir.



Gambar 5. *Corresponding author's countries* (kiri) dan *countries scientific production* (kanan).

Gambar 5 memberikan gambaran tentang *corresponding author's countries* dan *countries scientific production*. Italia, Tiongkok dan Jerman merupakan tiga negara asal penulis terbanyak yang membahas mengenai transisi energi berkelanjutan. Bila kita melihat secara keseluruhan, peneliti yang berfokus pada transisi energi berkelanjutan dominan berada di wilayah Eropa, Amerika Utara dan sebagian negara-negara Asia dan Amerika Selatan. Bila ditinjau menurut periode waktu peningkatan signifikan

penelitian diawali sejak tahun 2013 dengan data terkini sampai 2023 terjadi kenaikan dengan titik awal kenaikan pada tahun 2021. Bila tinjau dari *trend topics* (pada **Gambar 6** bagian kiri) didapatkan *energy*, *transition* dan *sustainability* mulai konsep diangkat pada periode tahun 2018-2022 dengan *term frequency* antara 100-150.



Gambar 6. *Trend topics* (kiri) dan *thematic map* (kanan).

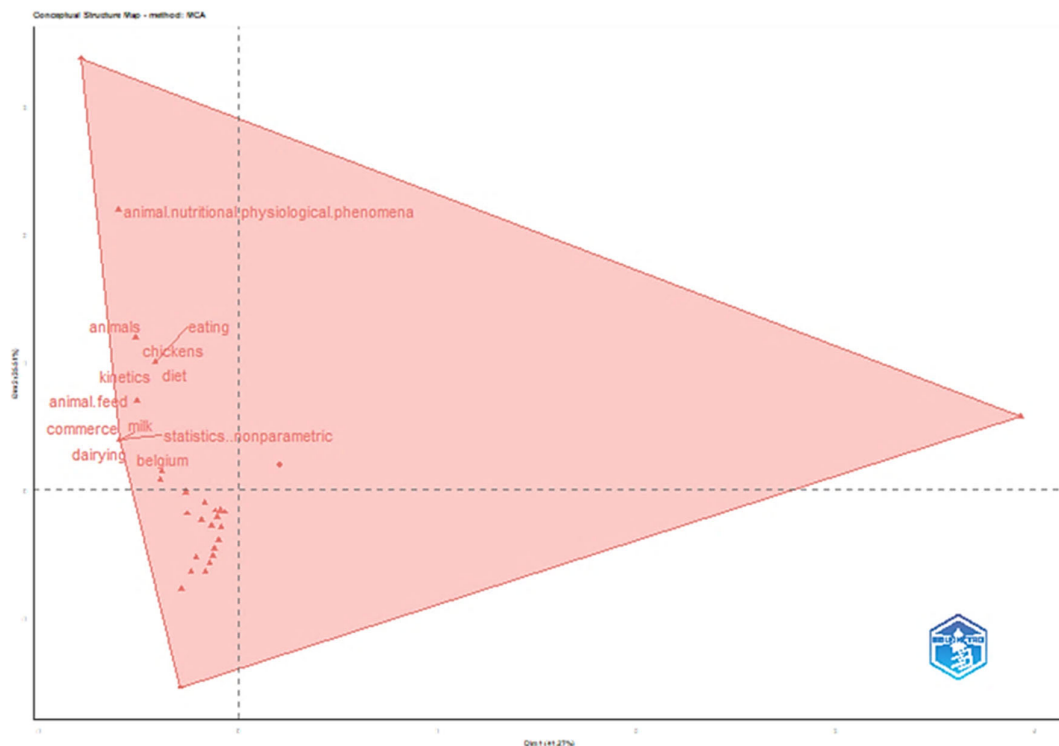
Pada **Gambar 6** bagian kanan ditampilkan hasil *thematic map* yang terdiri dari setiap kluster dibagi dalam empat tema (*themes*) yaitu *motor*, *basic*, *niche* dan *emerging or declining themes* (Espina-Romero et al. 2022)². Kluster satu (*economic development*) dikategorikan sebagai *niche themes*, kluster dua (*animals*) dikategorikan *motor themes*, kluster lima (*conservation of natural resources*) beririsan antara *motor themes* dan *basic themes* sedangkan kluster tiga (*ecosystem*) dan empat (*biomass*) masuk *emerging or declining themes*. Dari hasil ini diambil hanya *niche*, *motor* dan *basic themes* (dari **Gambar 6** bagian kanan) untuk lebih jelas ditampilkan pada **Tabel 3**.

Analisis faktorial yang diperlihatkan pada **Gambar 7** digunakan untuk menginvestigasi sejumlah perbedaan pada kluster riset atau topik riset di luar kluster yang sudah mulai diamati (Radanliev and De Roure 2021). Meskipun tidak ada hubungan yang jelas antara topik yang diteliti dalam penelitian ini, namun dapat terlihat kata kunci turunan dari *conservation of natural resources*, *environment*, *humans*, dan *animals*, Hal ini mengartikan bahwa meskipun saat ini belum ada penelitian terkait, namun komunitas riset secara aktif memantaunya. Pada segitiga merah (**Gambar 7**) ditemukan titik-titik kata kunci yang berdekatan yang menandakan bahwa kata kunci tersebut sering muncul bersamaan dalam koleksi literatur dan sering diamati oleh peneliti dalam kurun waktu penelitian 1999-2023.

²*Basic themes* (masalah yang disebabkan oleh situasi kritis yang mempengaruhi masyarakat kita), *motor themes* (tema utama dari bagian terdepan penelitian), *niche themes* (beberapa topik yang dieksplorasi yang harus dipelajari lebih mendalam), *emerging* (tema yang menurun)

Tabel 3. Hasil klusterisasi *thematic map* dari *bibliometrix biblioshiny R packages*.

Cluster Label	No.	Words	Cluster	Btw centrality	Clos centrality	Pagerank centrality
Economic development (niche themes)	1	Economic development	1	127.12	0.01	0.03
	2	Carbon dioxide	1	37.63	0.01	0.02
	3	Renewable energy	1	37.63	0.01	0.02
	4	Cross-sectional studies	1	8.38	0.01	0.02
	5	inventions	1	8.38	0.01	0.02
Animals (motor themes)	6	animals	2	560.38	0.01	0.04
	7	animal feed	2	106.20	0.01	0.02
	8	animal nutritional physiological phenomena	2	24.69	0.01	0.02
	9	ecosystem	3	35.69	0.01	0.02
Biomass (emerging)	10	biomass	4	37.09	0.01	0.01
Conservation of natural resources (motor/basic themes)	11	conservation of natural resources	5	374.27	0.01	0.04
	12	environment	5	224.90	0.01	0.04
	13	humans	5	906.20	0.01	0.04
	14	conservation of energy resources	5	330.72	0.01	0.02
	15	organic agriculture	5	93.61	0.01	0.02

**Gambar 7.** Factorial analysis untuk identifikasi struktur hubungan kata kunci dalam kluster.

3.3. Identifikasi verifikasi konsep berdasarkan *systematic literature review*

Hasil penelusuran komponen dan indikator melalui *systematic literature review* didapatkan setidaknya 23 artikel ilmiah yang sesuai dengan persyaratan dan setidaknya 12 artikel ilmiah yang memiliki konsentrasi pengukuran dan pengolahan ukuran yang sesuai dengan transisi energi berkelanjutan. Penelitian Nwanekezie *et al.* (2021) mengidentifikasi penilaian lingkungan strategis berbasis transisi yang membagi penilaian ke dalam empat poin yaitu lingkungan kelembagaan, konteks politik, konteks kebijakan dan regulasi, dan hubungan aktor dan pemangku kepentingan. Penelitian yang dilakukan oleh Praene *et al.* (2018) melakukan identifikasi mengenai transisi berkelanjutan pada kawasan pemerintahan kepulauan melalui pengamatan pada komponen *Geography*, *Socio-economy* dan *Energy*. Adapun hasil penelusuran SLR dalam 12 artikel ilmiah ditampilkan pada **Tabel 4**.

Penelitian Jiang *et al.* (2009) dan Karami and Madlener (2023) memfokuskan transisi energi dan faktor keberlanjutan perkotaan, Tariq and Hassan (2023) berusaha meneliti sejumlah peran indikator transisi energi dari beberapa variabel, Radovanović *et al.* (2021) berfokus pada identifikasi variabel ekonomi, lingkungan dan perdagangan. Penelitian yang dilakukan oleh Schlör *et al.* (2018) berfokus pada mengelola ruang ketahanan sistem energi yang juga setelahnya terdapat kajian dari Zeraibi *et al.* (2021) yang mengukur *ecological footprint* dan *generation capacity* di ASEAN-5. Sejumlah kajian telah memfokuskan diri pada penyusunan *assessment* untuk tema-tema umum pada konsep transisi energi seperti kajian Yang *et al.* (2020), Shmelev and Shmeleva (2018), Praene *et al.* (2018), Ibrahim *et al.* (2023) dan Naegler *et al.* (2021).

3.4. Elaborasi luaran *VosViewer*, *biblioshiny* *bibliometrix* *packages* dan *systematic literatur review*

Memperhatikan hasil yang didapatkan dari *output vos viewer*, mendalami sebaran data *keywords* pada *biblioshiny Bibliometrix packages*, serta memverifikasi beberapa *keyword* melalui SLR, selanjutnya gabungan dari ini ditampilkan pada **Tabel 5** yang menjelaskan perbandingan dua sumber olahan yang mendeteksi komponen dan indikator dengan keduanya mempertimbangkan temuan dari SLR. Dari hasil ini ditemukan *short list* awal dalam menentukan perjalanan perkembangan konseptual transisi energi berkelanjutan yang telah berkembang dari tahun 1999 sampai 2023.

Tabel 4. Hasil penelusuran komponen dan indikator melalui *systematic literature review*.

No.	Penulis	Komponen	Indikator
1	Nwanekezie et al. (2021)	<i>Institutional Environment, Political Context, Policy and Regulation Context and Actor and Stakeholder Relation</i>	<i>Inovation, Political Environment, Macro Level Policy, PPPs, Supporting Policies, Actor Influence and Collaboration</i>
2	Praene et al. (2018)	<i>Geography, Socio-economy, and Energy</i>	<i>Isolation Index, Surface, HDI, Population, GDP, Urban Population, Electricity Consumption, Hidroelecrocity Consumption, Share of Renewable energy and Access to electricity (%)</i>
3	Naegler et al. (2021)	<i>Ecological, Socioeconomic, and Sociotechnical</i>	<i>Climate Change, Ecosystem Quality, Human Health, Resources and Employment</i>
4	Jiang et al.(2009)	<i>Economic Sustainability and Environmental Sustainability</i>	<i>Capital cost, OandM cost, TAEC Indicator, Ecological Footprints, Metabolism and Pulse</i>
5	Shmelev and Shmeleva (2018)	<i>Economic, Smart, Social and Environment</i>	<i>GRP, Incom, Inflation, Unemployment, Patents, Internet, Metro, Life, Education, Gini, CO2, Renewables, PM10, Water, Waster, Recycling</i>
6	Tariq and Hassan (2023)	<i>Green Finance Index, Environmental Quality, Renewable Energy, GDP, Environmental Regulations</i>	<i>Green Securitoes, Green Investment, Green Bonds, Carbon Finance, Co2 Emission, Percentage of total energy consumption, GDP per capita and Ratification of NDC Policy</i>
7	Radovanović et al. (2021)	-	<i>GDP per capita, Energy Intensity per unit of GDP, CO2 emissions per unit of GDP, Carbon Intensity of Industry, Coal Consumption per capita, CO2 Intensity of power index, Oil products in final consumption, Net energy imports and Renewable share in FEC</i>
8	Yang et al. (2020)	<i>Economy, Environment, Society and Respect in freedom and privacy</i>	<i>Sustainable and stable Economic Growth, Less inequality, Protection of natural environment, Better living environment, Safe and healthy life, Convenient and happy life, Human rights and Privacy preservation</i>
9	Schlör et al. (2018)	<i>Efficiency, Greenhouse gas emissions, Renewable Energy, Transport</i>	<i>Primary Energy Consumption, Resource Productivity, Air Quality, GHG, % Renewable energy in final energy consumption, % Renewable energy in electricity consumption, Goods transport intensity, Person transport intensity, Rail goods transport, Ship goods transport</i>
10	Zeraibi et al. (2021)	<i>Ecological Footprint, Economic Growth, Renewable Electricity Generation Capacity, Technological Innovation, Financial Development and Population Growth</i>	-
11	Canesi and Marella (2023)	<i>Social and Governance/Institutional, Economic, Environmental</i>	<i>a. Social values, Gender equality, Identities, Relationships and institutions, Health, education, Food, Water, Housing affordability, Social Cohesion, Inequalities and Justice, Welfare and Equity b. Human and social capital, intergenerational equity for resources, distributional equity, optimal growth, economic activity c. Climate change, natural resource management and treshold, resource and renewable energy consumption, infrasctructure and cities, biodiversity and ecosystem</i>
12	Karami and Madlener (2023)	<i>Energy and Environment, Quality of life, Local Economy and Digitalization</i>	<i>GHG Emission, Promotion of renewable energy sources, Economic and efficient use of energy sources, Ambient air quality improvement, Total phosphorus input in flowing waters, Reduction of noise pollution, New busines registration, Reduction in income inequality, access to public WIFI and Access to high-speed internet</i>

Tabel 5. Short list kerangka konseptual transisi energi berkelanjutan.

Sumber	No.	Komponen	Indikator
Klusterisasi VosViewer	1	Cluster 1 (environmental impact)	carbon emission, climate change, CO2 emission, ecological footprint, energy use, fossil fuel, global warming, greenhouse gas emission, natural resource, renewable energy
	2	Cluster 2 (natural resources)	biofuel, biomass, coal, electricity, energy system, energy transition, fuel, hydrogen, land, life cycle assessment, sustainability assessment, wind
	3	Cluster 3 (energy intensity)	energy consumption, energy efficiency, energy policy, energy security, energy supply, environmental sustainability, green economy
	4	Cluster 4 (environmental economy)	business, circular economy, clean energy, renewable energy source, sustainable development goal, trade, waste, investment, social indicator, economic growth, education, economic development
Klusterisasi Thematic Map	5	Economic Development	economic development, carbon dioxide, renewable energy, cross-sectional studies, inventions
	6	Animals	Animals, animal feed, animal nutritional physiological phenomena
	7	Conservation of Natural Resources	conservation of natural resources, environment, humans, conservation of energy resources, organic agriculture

4. KESIMPULAN

Melalui analisis bibliometrika maka didapatkan sejumlah hasil kata kunci yang dapat diidentifikasi sebagai komponen dan indikator. Pertama hasil dari *VosViewer* membagi topik ke dalam empat kluster dengan rangkuman klusterisasi yaitu berfokus pada *environmental impact*, *natural resources*, *energy intensity* dan *environmental economy*. Hasil yang dikeluarkan oleh *VosViewer* lebih cenderung mengelompokkan kata kunci kajian terhadap ruang lingkup energi dan lingkungan. Selanjutnya *thematic map* yang dikeluarkan dari *biblioshiny* mengelompokkan kata kunci terhadap lima kluster namun hanya tiga kluster yang diterima akibat dari dua kluster yang masuk *emerging themes*. Kluster dari *thematic map* berfokus pada sisi *economic development*, *conservation of natural resources* dan *animals*. Kedua, pengamatan deskriptif *biblioshiny* publikasi yang berhubungan dengan transisi energi berkelanjutan dominan terbit pada rentang waktu 2019-2023 dan kutipan atas topik ini telah naik sejak tahun 2017. Kata kunci paling banyak keluar pada kajian yaitu *conservation of natural resources*, *environment*, *humans*, dan *animals*. Namun bila ditinjau secara periode kata kunci yang meningkat penggunaannya yaitu *conservation of energy resources*, *environment* dan *humans* dengan *trend topic* sejak 2018-2023 berfokus pada tema *energy*, *transition* dan *sustainability* dengan *term frequency* antara 100-150. Kajian ini dapat dikembangkan di penelitian lanjutan berupa penyeleksian indikator yang dapat

dilanjutkan pada tahap yang lebih mendalam seperti melakukan pengaplikasian Delphi, wawancara mendalam atau sampai pada pemodelan dinamis. Selanjutnya bila akan diimplementasikan untuk studi kasus maka diperlukan penyetaraan dengan penentuan nilai ambang batas (*threshold*) untuk penyusunan indeksasi atau *assessment*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Agbo FJ, Sanusi IT, Oyelere SS and Suhonen J. 2021. Application of virtual reality in computer science education: A systematic review based on bibliometric and content analysis methods. *Education Sciences* 11(3). <https://doi.org/10.3390/educsci1103f0142>
- Ahnert M and Krebs P. 2021. Growth of science in activated sludge modelling – A critical bibliometric review. *Water Science and Technology* 83(12):2841–2862. <https://doi.org/10.2166/wst.2021.191>
- Aria M and Cuccurullo C. 2017. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics* 11(4):959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Canesi R and Marella G. 2023. Towards European transitions: Indicators for the development of marginal urban regions. *Land* 12(1). <https://doi.org/10.3390/land12010027>
- Carley S and Konisky DM. 2020. The justice and equity implications of the clean energy transition. *Nature Energy* 5(8):569–577. <https://doi.org/10.1038/s41560-020-0641-6>
- Cobo MJ, López-Herrera AG, Herrera-Viedma E and Herrera F. 2011. An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the Fuzzy Sets Theory field. *Journal of Informetrics* 5(1):146–166. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.002>
- Dervis H. 2019. Bibliometric analysis using Bibliometrix an R package. *Journal of Scientometric Research* 8(3):156–160. <https://doi.org/10.5530/JSCIRES.8.3.32>
- Drewello H. 2022. Towards a theory of local energy transition. *Sustainability* 14(18). <https://doi.org/10.3390/su141811119>
- Espina-Romero L, Guerrero-Alcedo J, Noroño Sánchez JG and Ochoa-Díaz A. 2022. What are the topics that business ecosystems navigate? Updating of scientific

- activity and future research agenda. *Sustainability* 14(23).
<https://doi.org/10.3390/su142316224>
- Firmansyah MF and Maulana HZ. 2021. Empirical study of e-learning on financial literacy and lifestyle: A millennial urban generations cased study. *International Journal of Engineering, Science and Information Technology* 1(3):75–81.
- Ghaleb H, Alhajlah HH, Abdullah AAB, Kassem MA and Al-Shrafi MA. 2022. A scientometric analysis and systematic literature review for construction project complexity. *Buildings* 12(4):1–20.
- Huang J-H, Duan X-Y, He F-F, Wang G-J and Hu X-Y. 2021. A historical review and bibliometric analysis of research on weak measurement research over the past decades based on Biblioshiny. *arXiv:2108.11375v1*:1–19.
- Ibrahim RL, Al-mulali U, Solarin SA, Ajide KB, Al-Faryan MAS and Mohammed A. 2023. Probing environmental sustainability pathways in G7 economies: The role of energy transition, technological innovation, and demographic mobility. *Environmental Science and Pollution Research* 30(30):75694–75719.
<https://doi.org/10.1007/s11356-023-27472-6>
- Ilham I, Ekowati D and Handriana T. 2021. A systematic literature review: The influence of information technology enabler and organizational learning on performance. *Library Philosophy and Practice* 2021.
- Jiang F, Shi F, Villarroel Walker R, Lin Z and Beck MB. 2009. Incremental infrastructure transitions towards cities as forces for good in the environment. *Conference Proceedings - IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics* October:1476–1482. <https://doi.org/10.1109/ICSMC.2009.5346301>
- Karami M and Madlener R. 2023. Sustainability performance of rural municipalities in Germany. *Energy, Sustainability and Society* 13.
<https://doi.org/10.1186/s13705-023-00425-0>
- Kiger ME and Varpio L. 2020. Thematic analysis of qualitative data: AMEE Guide No. 131. *Medical Teacher* 42(8):846–854.
<https://doi.org/10.1080/0142159X.2020.1755030>
- Lithin BM, Chakraborty S, Kumar Ghosh B and Shenoy UR. 2021. Overview of bond mutual funds: A systematic and bibliometric review. *Cogent Business and Management* 8(1). <https://doi.org/10.1080/23311975.2021.1979386>

- Makkizadeh F and Sa'adat F. 2017. Bibliometric and thematic analysis of articles in the field of infertility 2011–2015. *International Journal of Reproductive BioMedicine* 15(11):719–728. <https://doi.org/10.29252/ijrm.15.11.719>
- Martínez MA, Cobo MJ, Herrera M and Herrera-Viedma E. 2015. Analyzing the scientific evolution of social work using science mapping. *Research on Social Work Practice* 25(2):257–277. <https://doi.org/10.1177/1049731514522101>
- Muñoz-Leiva F, Viedma-del-Jesús MI, Sánchez-Fernández J and López-Herrera AG. 2012. An application of co-word analysis and bibliometric maps for detecting the most highlighting themes in the consumer behaviour research from a longitudinal perspective. *Quality and Quantity* 46(4):1077–1095. <https://doi.org/10.1007/s11135-011-9565-3>
- Naegler T, Becker L, Buchgeister J, Hauser W, Hottenroth H, Junne T, Lehr U, Scheel O, Schmidt-Scheele R, Simon S, Sutardio C, Tietze I, Ulrich P, Viere T and Weidlich A. 2021. Integrated multidimensional sustainability assessment of energy system transformation pathways. *Sustainability* 13(9):1–28. <https://doi.org/10.3390/su13095217>
- Nwanekezie K, Noble B and Poelzer G. 2021. Transitions-based strategic environmental assessment. *Environmental Impact Assessment Review* 91:106643. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106643>
- Panchal R, Singh A and Diwan H. 2021. Does circular economy performance lead to sustainable development? A systematic literature review. *Journal of Environmental Management* 293:112811. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112811>
- Perea LN, Gaviria D and Redondo MI. 2020. Bioeconomy: Bibliometric analysis from 2006 to 2019. *Revista Espacios* 41(45):10–28. <https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n43p02>
- Praene JP, Payet M and Bénard-Sora F. 2018. Sustainable transition in small island developing states: Assessing the current situation. *Utilities Policy* 54:86–91. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2018.08.006>
- Radanliev P and De Roure D. 2021. Epistemological and bibliometric analysis of ethics and shared responsibility—health policy and IoT systems. *Sustainability* 13(15). <https://doi.org/10.3390/su13158355>

- Radovanović M, Filipović S and Andrejević Panić A. 2021. Sustainable energy transition in Central Asia: Status and challenges. *Energy, Sustainability and Society* 11:49. <https://doi.org/10.1186/s13705-021-00324-2>
- Rosado CAG and De Souza MC. 2021. A bibliometric study on the use of games in the production engineering area. *Gestão and Produção* 28(3):1–21. <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2021V28E5171>
- Schlör H, Venghaus S and Hake JF. 2018. The FEW-Nexus city index—Measuring urban resilience. *Applied Energy* 210:382–392. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.02.026>
- Selvakkumaran S and Ahlgren EO. 2020. Impacts of social innovation on local energy transitions: Diffusion of solar PV and alternative fuel vehicles in Sweden. *Global Transitions* 2:98–115. <https://doi.org/10.1016/j.glt.2020.06.004>
- Shmelev SE and Shmeleva IA. 2018. Global urban sustainability assessment: A multidimensional approach. *Sustainable Development* 26(6):904–920. <https://doi.org/10.1002/sd.1887>
- Solomon BD and Krishna K. 2011. The coming sustainable energy transition: History, strategies, and outlook. *Energy Policy* 39(11):7422–7431. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.09.009>
- Spangenberg JH. 2002. Environmental space and the prism of sustainability: Frameworks for indicators measuring sustainable development. *Ecological Indicators* 2(3):295–309. [https://doi.org/10.1016/S1470-160X\(02\)00065-1](https://doi.org/10.1016/S1470-160X(02)00065-1)
- Taqi M, Rusydiana AS, Kustiningsih N and Firmansyah I. 2021. Environmental accounting: A scientometric using biblioshiny. *International Journal of Energy Economics and Policy* 11(3):369–380. <https://doi.org/10.32479/ijeeep.10986>
- Tariq A and Hassan A. 2023. Role of green finance, environmental regulations, and economic development in the transition towards sustainable environment. *Journal of Cleaner Production* 413:137425. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137425>
- Yang J, Liu H, Wang Y, Qiu Z, Dong Z, Suzuki T, Noguchi T and Watabe M. 2020. Key index framework for quantitative sustainability assessment of energy infrastructures in a smart city: An example of Western Sydney. *Energy Conversion and Economics* 1(3):221–237. <https://doi.org/10.1049/enc2.12017>

- Yu J and Muñoz-Justicia J. 2020. A bibliometric overview of Twitter-related studies indexed in Web of Science. *Future Internet* 12(5).
<https://doi.org/10.3390/FI12050091>
- Zeraibi A, Balsalobre-Lorente D and Murshed M. 2021. The influences of renewable electricity generation, technological innovation, financial development, and economic growth on ecological footprints in ASEAN-5 countries. *Environmental Science and Pollution Research* 28(37):51003–51021.
<https://doi.org/10.1007/s11356-021-14301-x>