



Pemetaan Riset Teknologi 5G

5G Technology Research Mapping

Awangga Febian Surya Admaja

Puslitbang Sumber Daya, Perangkat, dan Penyelenggaraan Pos dan Informatika

Jl. Medan Merdeka Barat No.9 Jakarta 10110, Indonesia

e-mail: awan002@kominfo.go.id

INFORMASI ARTIKEL

Naskah diterima 27-Desember-2017

Direvisi 12-Februari-2018

Disetujui 22-Februari-2018

Keywords:

Mapping;

5G Research;

Publication Database

Kata kunci :

Pemetaan;

Penelitian 5G;

Basis Data Publikasi

ABSTRACT

This study aims to provide an overview of how the 5G technology study evolved from the range of 2013 to 2017. The publication mapping is expected to illustrate the next step in determining the contribution of 5G technology. The mapping is done by taking online databases from a source, in this study using a Scopus database. The obtained databases are sorted based on predetermined keywords then the results are visualized in accordance with the relationship of each data. The results are elaborated qualitatively by looking at the level of contributions, the number of citation collaborations of authors, and so on. Based on the keywords processing, Massive MIMO is the most widely chosen topic in doing research, although according to the telecommunication industry perspective in Indonesia, it is challenging to adopt due to various limitations.

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk memberikan gambaran bagaimana kajian teknologi 5G berkembang dari rentang tahun 2013 sampai dengan tahun 2017. Pemetaan tersebut diharapkan dapat memberi gambaran langkah ke depan dalam menentukan kontribusi di teknologi 5G. Pemetaan dilakukan dengan cara mengambil basis data *online* dari salah satu sumber, dalam kajian ini menggunakan basis data Scopus. Data tersebut di-*query* berdasarkan kebutuhan antar data dan hubungan dari masing-masing data tersebut divisualisasikan. Hasil tersebut dijabarkan secara kualitatif dengan melihat tingkat kontribusi, jumlah sitasi kolaborasi penulis, dan sebagainya. Berdasarkan pengolahan kata kunci, *Massive MIMO* merupakan topik yang paling banyak dipilih dalam melakukan riset, meskipun dari sudut pandang industri telekomunikasi di Indonesia hal ini sangat susah diadopsi karena berbagai keterbatasan.

1. Pendahuluan

Saat ini, teknologi telekomunikasi tengah mengalami perubahan dan akan terus terjadi. Telekomunikasi seluler tumbuh dari generasi pertama, yang dikenal dengan 1st Generation (1G), hingga 2G, 3G, dan 4G atau generasi keempat yang sampai saat ini masih dalam tahap implementasi di beberapa negara. Setiap generasi teknologi memiliki beberapa perbedaan dan inovasi. 5G adalah terminologi yang digunakan untuk teknologi *mobile* generasi ke-5. Teknologi 5G, meskipun diperkirakan akan datang pada tahun 2020, sampai saat ini standar yang akan menjadi dasar dari teknologi tersebut masih belum terlihat. Berbagai institusi berlomba-lomba dalam mencapai visi dari teknologi 5G dengan mengembangkan berbagai metode maupun menggabungkan berbagai teknologi agar teknologi baru dapat dikatakan sebagai dasar dari teknologi 5G. Berbagai kajian dilakukan oleh akademisi maupun industri, tidak ketinggalan pemerintah yang juga melakukan penelitian terkait kesiapan regulasi teknologi 5G tersebut.

Industri telekomunikasi dan asosiasi standar seperti Institute of Electrical and Electronics Engineers Standards Association (IEEE-SA) dan juga badan standardisasi telekomunikasi global seperti 3rd Generation Partnership Project (3GPP), 5G Infrastructure Public Private Partnership (5G-PPP), WiMax Forum, atau International Telecommunication Union Radiocommunication Sector (ITU-R) sampai dengan saat ini belum mengeluarkan standar resmi untuk teknologi 5G yang membuat 5G memiliki kemungkinan tak terbatas. Kemungkinan-kemungkinan ini menjadi dasar dari berbagai struktur penggiat teknologi

telekomunikasi untuk merumuskan model baru yang diharapkan dapat menjadi dasar teknologi 5G. Teknologi 5G diharapkan dapat melengkapi dan memberikan solusi atas kekurangan yang dialami dari teknologi 4G. Teknologi 5G akan menjadi sebuah teknologi yang akan menggabungkan dan menyempurnakan teknologi sebelumnya serta memunculkan teknologi dengan pendekatan baru. Setiap teknologi baru didasari oleh sebuah penelitian bertahap dari berbagai cabang keilmuan yang saling mendukung sampai dengan teknologi tersebut dinyatakan layak pakai.

Tulisan ini mencoba mengidentifikasi peluang inovasi pengembangan teknologi 5G dengan langkah mengeksplorasi kerangka literatur mendasar untuk menjawab sebuah pertanyaan: Di area mana teknologi dapat berkontribusi terhadap inovasi? Diharapkan jawaban tersebut dapat memberi keuntungan bagi negara, perusahaan, universitas, dan lembaga penelitian yang bermaksud memberikan kontribusi pada perumusan standar resmi 5G maupun industri yang mendukung teknologi telekomunikasi tersebut. Identifikasi teknologi dapat dilakukan dengan pendekatan *scientometric* terhadap jurnal-jurnal yang telah terbit sehingga terlihat potensi teknologi dari kepopuleran subbidang tertentu yang telah diteliti. Selain itu *scientometric* dapat melihat kontribusi penulis dan dampak jurnal yang telah diterbitkan serta afiliasi negara yang banyak melakukan penelitian dalam teknologi 5G.

Bagian kedua dari makalah ini memberikan ulasan tentang tinjauan pustaka terkait dengan *scientometric* dan teknologi yang dikembangkan untuk generasi ke-5 (5G). Bagian ketiga adalah metode yang digunakan dalam mengidentifikasi teknologi. Bagian keempat merupakan hasil dan temuan serta pembahasan, dan dilanjutkan dengan saran serta simpulan pada bagian kelima.

Tujuan dari kajian ini adalah melakukan *mapping* terhadap teknologi yang sedang dikaji dan dikembangkan untuk menjadi dasar teknologi 5G berdasarkan hasil penelitian akademisi, instansi, dan industri, sehingga hasil tersebut dapat menjadi acuan dalam menentukan bagaimana regulator dapat fokus terhadap beberapa teknologi populer yang dianggap akan menjadi dasar teknologi 5G tersebut.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Basis Data *Online Scientometric*

Ada beberapa sumber basis data untuk kajian *scientometric* seperti Web of Science, SciVerse Scopus, Compendex, PubMed, dan sebagainya. Setiap basis data memiliki format yang berbeda dalam penyajiannya, antara lain format *.csv, Refwork, Endnote, Tag format, dan lainnya (Santhanakarthykeyan, Padma, Veeramani, & Ravikrishnan, 2013).

Basis data yang digunakan dalam kajian ini adalah basis data Scopus yang merupakan basis data abstrak dan kutipan terbesar dari literatur *peer-reviewed*: jurnal ilmiah, buku, dan prosiding konferensi. Basis data Scopus menyajikan gambaran menyeluruh tentang hasil penelitian dunia di bidang sains, teknologi, kedokteran, ilmu sosial, serta seni dan humaniora.

2.2. *Scientometric*

Scientometrics adalah studi mengenai pengukuran dan analisis dari ilmu pengetahuan, teknologi, dan inovasi (Leydesdorff & Milojević, 2015). *Scientometric* dapat meliputi pengukuran dampak, rangkaian referensi artikel untuk menyelidiki dampak jurnal dan lembaga, pemahaman mengenai kutipan ilmiah, pemetaan bidang ilmiah dan juga mengidentifikasi indikator untuk digunakan dalam konteks kebijakan dan manajemen. Dalam praktiknya, akan ada tumpang tindih yang signifikan antara *scientometrics* dan bidang ilmiah lainnya seperti *bibliometrics*, sistem informasi, dan ilmu informasi. Penelitian terhadap kajian-kajian, atau studi *scientometric*, memiliki kebermanfaatan bagi peneliti yang bekerja di salah satu bidang tertentu, hal ini dikarenakan dengan menggunakan metode *scientometric* dapat membantu para peneliti dalam membangun fondasi penelitian dan mengidentifikasi secara efektif subbidang penelitian yang potensial. Derek John de Solla Price, yang disebut sebagai bapak *scientometric*, mencoba untuk membuat deskripsi bagaimana jaringan dari karya tulis ilmiah secara global yaitu dengan cara menghubungkan

masing-masing jurnal dengan jurnal lain yang saling berkaitan dengan melihat dari *footnote* dan sitasi (PRICE, 1965).

Bibliometrics dan *scientometrics* adalah dua pendekatan yang saling terkait untuk mengukur publikasi ilmiah dan sains secara umum. Dalam praktiknya, sebagian besar metode ini melibatkan berbagai jenis analisis kutipan, untuk melihat bagaimana para peneliti mengutip satu sama lain dalam terbitan. Data ini dapat menunjukkan jaringan peneliti dan komunikasi ilmiah, hubungan antara peneliti, dan perkembangan bidang pengetahuan dari waktu ke waktu (Eric T. Meyer, n.d.).

Pemetaan dalam *scientometric* sangatlah penting sehingga dapat memperlihatkan hubungan keterkaitan satu dengan yang lain, dalam kajian ini keterkaitan yang dimaksud adalah kata kunci, afiliasi negara, *co-authorship*, dan sebagainya. Salah satu *tool* yang dapat digunakan dalam memvisualisasi kajian tersebut adalah VOSviewer. Tidak seperti *tool* lainnya, VOSviewer lebih mengutamakan perhatian dalam grafik representasi dari peta bibliometrik (van Eck & Waltman, 2010).

2.3. Penerapan Kajian *Scientometric*

Scientometric dapat mencakup seluruh bidang keilmuan dalam penerapannya. Kajian Hamadicharef, dkk yang meneliti basis data mengenai NeuroImage, *scientometric* digunakan untuk memberikan informasi bibliometrik mengenai jurnal ilmiah terkait, pengarang, dan kepakaran. Dengan menggunakan metode *scientometric* dan basis data yang terdapat pada situs Elsevier mengenai NeuroImage maka didapatkan informasi bibliometrik mendetail mengenai kontributor, penulis, jumlah sitasi, dan lain sebagainya. Dengan basis data yang sangat banyak yaitu jurnal dari tahun 1992, sejak pertama kali kajian ini terbit, sampai dengan tahun 2009 dapat memperlihatkan jurnal yang paling banyak disitasi dan menjadi rujukan oleh penulis lain serta aspek kerjasama internasional dalam pengerjaannya sehingga penggiat NeuroImage baru dapat memperoleh informasi dalam menentukan arah kajian ke depan (Hamadicharef, Fischl, & Nichols, 2010).

Dalam kajian yang dilakukan oleh Felita dan Suryanegara, penulis mencoba untuk mengidentifikasi peluang inovasi 5G dalam perkembangan teknologi. Dengan mengeksplorasi kerangka literatur untuk menjawab pertanyaan: bidang teknologi apa yang akan berkontribusi dalam inovasi terkait dengan teknologi 5G? Jawaban tersebut akan bermanfaat bagi negara, perusahaan, universitas, dan lembaga penelitian yang bermaksud ikut berkontribusi pada perumusan standar resmi 5G. Selain mengidentifikasi permasalahan, makalah ini juga memperlihatkan hasil pemetaan inovasi dari penelitian terkait teknologi 5G. Dalam makalah ini ditemukan 18 artikel penelitian yang mencantumkan “5G” sebagai judul dengan berbagai subkata kunci (Felita & Suryanegara, 2013).

Scientometric juga digunakan oleh Heilig dan Vob untuk melihat popularitas dan perkembangan pesat dari teknologi *cloud computing* dalam beberapa tahun terakhir. Perkembangan teknologi telah menyebabkan tumbuhnya publikasi yang cukup banyak terkait pencapaian teknologi di bidang ini. Sifat interdisipliner dan relevansi yang tinggi dalam penelitian *cloud computing* menyebabkan pemahaman struktur *cloud computing* menjadi semakin sulit atau bahkan tidak mungkin untuk dipahami secara keseluruhan tanpa pendekatan analitis. Penulis mengidentifikasi kurangnya penelitian *scientometric* yang komprehensif di bidang *cloud computing*. Berdasarkan basis data bibliografi yang besar, penelitian *scientometric* ini dapat memperlihatkan secara empiris evolusi dari penelitian *cloud computing*. Penulis berusaha memberikan wawasan yang lebih luas dalam pola publikasi, dampak penelitian, dan produktivitas penelitian dalam bidang ini. Selain itu, penulis mengeksplorasi interaksi subtopik yang terkait dengan menganalisis kata kunci dalam setiap penelitian. Hasil penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik terhadap pola, tren, dan faktor-faktor penting lainnya sebagai dasar untuk mengarahkan kegiatan penelitian ke depan (Heilig & Vob, 2014).

3. Metode Penelitian

Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dan komputasi basis data. Data primer penelitian diambil dari basis data Scopus dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2017 dengan kata kunci 5G untuk

subbidang elektro pada umumnya serta sistem informasi dan informatika. Data berisi nama penulis, judul artikel, kata kunci publikasi, kata kunci penulis, tipe dokumen, jumlah sitasi, dan lain-lain.

Dengan menggunakan situs web Scopus, dicari basis data penelitian terkait dengan teknologi 5G dari seluruh bidang keilmuan dan di subfilter lebih lanjut pada bidang elektro, informatika, dan sistem informasi. Dalam kajian ini subbidang selain dalam bidang elektro dan teknologi informasi tidak disertakan. *Database* mentah yang didapatkan masih memiliki beberapa data yang tidak sesuai dengan yang dicari dalam studi ini sehingga perlu dilakukan penyisiran ulang berdasarkan sub-*keyword* yang tidak sesuai dan jurnal yang tidak berkaitan. Hasil data tersebut digunakan untuk menggambarkan status jurnal dari penulis dan afiliasinya pada tahun 2013 sampai akhir tahun 2017, mengidentifikasi karya tulis terbaik, penulis yang paling banyak dikutip, topik penelitian penting, dan kekuatan kolaborasi internasional. Informasi semacam itu akan memberi gambaran bagi para periset teknologi 5G mengenai indikasi yang berguna untuk persiapan regulasi.

Komputasi *scientometric* menggunakan *tool* dari medialab (MediaLab, n.d.) yaitu ScienceScape untuk membantu melihat jaringan publikasi dan bentuk visualisasinya dari basis data Scopus. Selain itu hasil yang didapatkan digunakan untuk menganalisis dan memvisualisasikan jaringan bibliometrik sehingga dapat menciptakan peta publikasi, penulis, atau jurnal berdasarkan jaringan *co-citation* atau untuk membangun peta kata kunci berdasarkan jaringan *co-occurrence*. Untuk memvisualisasikan hasil lebih lanjut menggunakan VOSviewer. Terdapat dua jenis peta berbeda yang secara umum digunakan dalam penelitian bibliometrik, yaitu jenis peta berbasis jarak dan peta berbasis grafik. Peta berbasis jarak adalah peta dimana jarak antara dua item mencerminkan kekuatan hubungan antara item. Jarak yang lebih kecil umumnya menunjukkan hubungan yang lebih kuat. Dalam banyak kasus, item didistribusikan secara tidak merata di peta berbasis jarak. Di satu sisi hal ini memudahkan untuk mengidentifikasi kelompok item terkait, namun di sisi lain hal ini terkadang menyulitkan pemberian label semua item di peta tanpa label yang saling tumpang tindih. Peta berbasis grafik adalah peta dimana jarak antara dua item tidak perlu mencerminkan kekuatan hubungan antara item. Sebaliknya, garis ditarik antara item untuk menunjukkan hubungan. Item sering didistribusikan dengan cara yang cukup seragam di peta berbasis grafik. Hal ini memiliki keuntungan minimalnya masalah dengan label yang saling tumpang tindih. Namun, apabila dibandingkan dengan peta berbasis jarak, peta berbasis grafik biasanya lebih sulit dalam melihat kekuatan hubungan antara dua item (van Eck & Waltman, 2010).

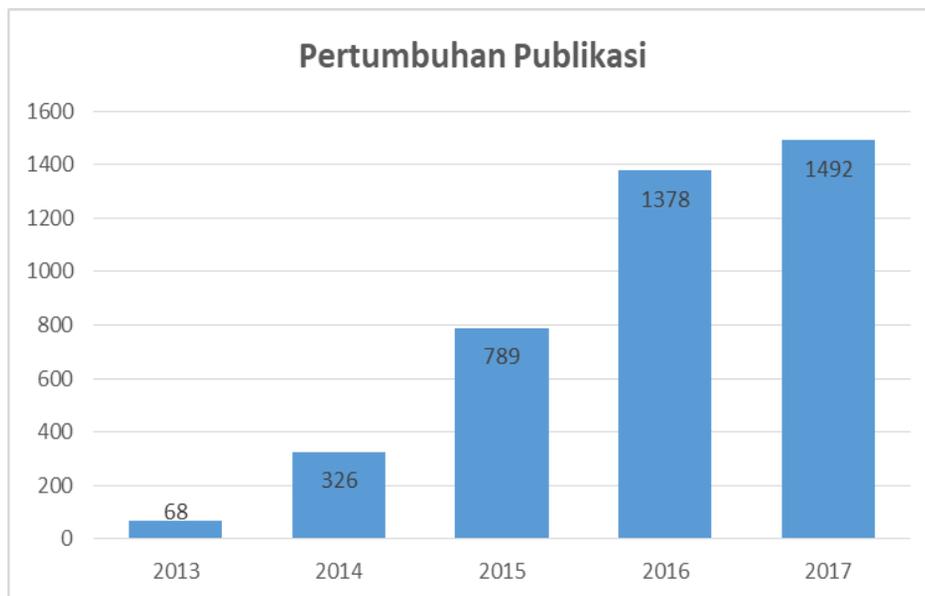
Fokus utama penelitian adalah pada perbandingan topik penelitian yang populer di dunia sehingga praktisi maupun akademisi di Indonesia dapat mengamati bagaimana pola penelitian secara global sehingga dapat menjadi langkah antisipasi dan persiapan bagi industri dan regulator. Selain itu, dapat memberi gambaran bagaimana akademisi melakukan penelitian yang sesuai dengan kondisi Indonesia sehingga hasil penelitian dapat berkontribusi bagi kemajuan negeri.

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berdasarkan basis data Scopus dengan kata kunci 5G dalam subbidang elektro, informatika, dan sistem informasi, terdapat 4.380 karya tulis yang bersifat data mentah dan masih memiliki beberapa kesalahan maupun kerusakan data. Setelah melakukan penyisiran ulang, basis data yang digunakan menjadi 4.053 karya tulis. Hal ini dikarenakan sebanyak 21 data mengalami kerusakan, 119 data tidak memiliki nama penulis, 153 data dengan karya tulis tidak sesuai konteks, dan 34 data duplikat.

4.1. Pertumbuhan Publikasi

Apabila dilihat dari kata kunci mengenai teknologi 5G, publikasi karya tulis ilmiah mengalami peningkatan sejak tahun 2013 dengan 68 publikasi sampai dengan 1.492 publikasi pada tahun 2017.



Grafik 1. Pertumbuhan publikasi 5G dari tahun 2013-2017

Peningkatan publikasi ini dikarenakan siklus teknologi seluler yang berkembang setiap 10 tahun mendorong peneliti untuk terus mengembangkan teknologi eksisting agar dapat mencapai target teknologi selanjutnya.

4.2. Tingkat Kontribusi

Tingkat kontribusi yang dimaksud dalam hal ini terbagi menjadi 2 yaitu dilihat dari nama jurnal dengan terbitan terbanyak dan penulis dengan publikasi terbanyak, baik itu perorangan maupun bersifat *co-authorship*.

Tabel 1. Publikasi dengan karya tulis terbanyak

Jurnal	2013	2014	2015	2016	2017	Total
IEEE Communications Magazine	3	27	53	48	62	193
IEEE International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications, PIMRC	4	16	34	57	0	111
IEEE International Conference on Communications	1	5	24	1	72	103
IEEE Wireless Communications	0	19	24	17	33	93
IEEE Wireless Communications and Networking Conference, WCNC	0	1	3	37	48	89
IEEE Journal on Selected Areas in Communications	0	0	9	25	50	84
Wireless Personal Communications	0	3	5	8	42	58
China Communications	3	7	12	21	13	56
2016 IEEE Global Communications Conference, Globecom 2016 - Proceedings	0	0	0	53	0	53
IEEE Network	2	6	16	6	22	52
2016 IEEE International Conference on Communications, ICC 2016	0	0	0	52	0	52
Transactions on Emerging Telecommunications Technologies	0	1	8	22	20	51
Eurasip Journal on Wireless Communications and Networking	0	2	8	15	25	50

IEEE Transactions on Communications	0	1	5	11	32	49
IEICE Transactions on Communications	0	8	7	4	25	44
2015 IEEE International Conference on Communication Workshop, ICCW 2015	3	10	27	0	0	40
2017 IEEE International Conference on Communications Workshops, ICC Workshops 2017	0	0	0	0	40	40
Dan seterusnya						

Publikasi yang ditampilkan dalam Tabel 1 merupakan publikasi dengan terbitan lebih dari 40 dalam rentang waktu 2013 sampai dengan 2017. Berdasarkan basis data Scopus tersebut dapat dilihat bahwa dominasi publikasi dari IEEE, hal ini dikarenakan IEEE merupakan rujukan yang dipercaya untuk memperoleh informasi mengenai *engineering, computing*, dan informasi teknologi dari seluruh dunia.

Tabel 2. Penulis dengan publikasi terbanyak

Penulis	Weight <Links>	Weight <Total Link Strength>	Weight <Documents>	Weight <Citations>
Zhang J.	78	153	61	348
Li Y.	73	120	61	473
Wang X.	62	105	60	486
Zhang Y.	58	96	48	238
Wang J.	64	97	45	294
Wang Y.	57	89	45	110
Zhang X.	61	104	40	199
Zhang H.	26	39	39	307
Chen Y.	72	123	37	577
Liu Y.	61	95	35	121
Li J.	60	102	34	500
Li S.	63	92	32	105
Sun S.	35	66	32	701
Wang H.	30	46	32	251
Li X.	44	78	31	101
Dan seterusnya				

China merupakan negara yang sedang berkembang dengan pesat dalam hal teknologi sehingga banyak peneliti dari negara tersebut yang melakukan penelitian terkait teknologi terbaru dalam industri telekomunikasi. Penulis dengan publikasi terbanyak adalah Zhang J. dan Li Y. Masing-masing dengan 61 publikasi meskipun total sitasi yang berbeda. Sedangkan total *link strength* memperlihatkan nilai hubungan jaringan penulis dengan penulis lainnya.

4.3. Afiliasi Negara

Tabel 3. Publikasi berdasarkan negara

Negara	Weight <Links>	Weight <Total Link Strength>	Weight <Documents>	Weight <Citations>
China	33	510	907	5.502
United States	45	558	642	9.025
United Kingdom	48	543	418	4.104
Germany	39	516	351	4.804
Finland	37	329	257	2.334
France	43	359	250	2.508
South Korea	30	135	247	3.241
Italy	39	322	233	3.276
Canada	38	221	232	2.062
Spain	37	382	221	3.317
Japan	25	112	196	1.208
Sweden	32	291	191	1.811
India	19	63	181	543
Greece	33	233	144	924
Taiwan	21	66	118	305
Dan seterusnya				

Afiliasi negara yang diperlihatkan dalam Tabel 3 merupakan banyaknya negara dengan publikasi di atas 100 dokumen dari rentang tahun 2013 sampai dengan tahun 2017. Dapat dilihat bahwa China dengan jumlah dokumen 907 merupakan jumlah terbanyak. Hal ini sebanding dengan dominasi penulis yang berasal dari negara yang sama. Meskipun memiliki dokumen terbanyak, tidak membuat jumlah sitasi China tertinggi. Jumlah sitasi tertinggi ada pada United States dan ini memperlihatkan besarnya dampak dari kajian yang dihasilkan oleh penulis dari negara tersebut.

4.4. Jumlah Sitasi

Tabel 4. Peringkat jumlah sitasi pada judul publikasi

Description	Url	Weight <Links>	Weight <Citations>
<i>What Will 5G Be?</i>	https://doi.org/10.1109/jsac.2014.2328098	136	1.534
<i>Five Disruptive Technology Directions For 5G</i>	https://doi.org/10.1109/mcom.2014.6736746	100	873
<i>Millimeter-Wave Beamforming As An Enabling Technology For 5G Cellular Communications: Theoretical Feasibility And Prototype Results</i>	https://doi.org/10.1109/mcom.2014.6736750	52	562
<i>Cellular Architecture And Key Technologies For 5G Wireless Communication Networks</i>	https://doi.org/10.1109/mcom.2014.6736752	67	542

<i>Scenarios For 5G Mobile And Wireless Communications: The Vision Of The Metis Project</i>	https://doi.org/10.1109/mcom.2014.6815890	84	537
<i>Network Densification: The Dominant Theme For Wireless Evolution Into 5G</i>	https://doi.org/10.1109/mcom.2014.6736747	48	390
<i>5Gnow: Non-Orthogonal, Asynchronous Waveforms For Future Mobile Applications</i>	https://doi.org/10.1109/mcom.2014.6736749	36	290
<i>Toward Green And Soft: A 5G Perspective</i>	https://doi.org/10.1109/mcom.2014.6736745	20	282
<i>Cache In The Air: Exploiting Content Caching And Delivery Techniques For 5G Systems</i>	https://doi.org/10.1109/mcom.2014.6736753	13	252
<i>Device-To-Device Communication In 5G Cellular Networks: Challenges, Solutions, And Future Directions</i>	https://doi.org/10.1109/mcom.2014.6815897	26	244
<i>Applications Of Self-Interference Cancellation In 5G And Beyond</i>	https://doi.org/10.1109/mcom.2014.6736751	13	238
<i>Evolution Toward 5G Multi-Tier Cellular Wireless Networks: An Interference Management Perspective</i>	https://doi.org/10.1109/mwc.2014.6845056	27	221
<i>The Role Of Small Cells, Coordinated Multipoint, And Massive Mimo In 5G</i>	https://doi.org/10.1109/mcom.2014.6815892	25	218
<i>Millimeter-Wave Enhanced Local Area Systems: A High-Data-Rate Approach For Future Wireless Networks</i>	https://doi.org/10.1109/jsac.2014.2328111	24	216
<i>The Requirements, Challenges, And Technologies For 5G Of Terrestrial Mobile Telecommunication</i>	https://doi.org/10.1109/mcom.2014.6815891	23	200

Jumlah sitasi yang ditampilkan dalam Tabel 4 merupakan dokumen dengan jumlah sitasi di atas 200. Jumlah sitasi ini dapat memperlihatkan besarnya dampak per publikasi tersebut terhadap karya tulis dari penulis lainnya.

Tabel 5. Penulis dengan jumlah sitasi terbanyak

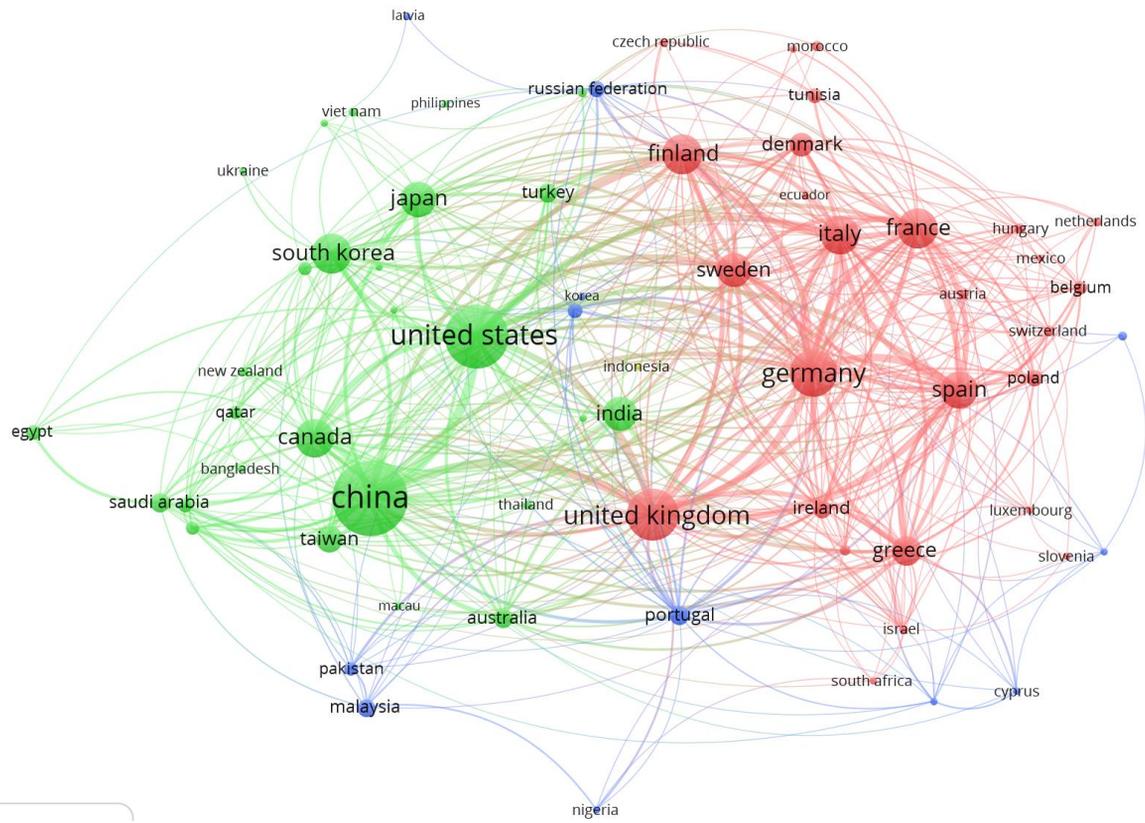
Label	Weight <Links>	Weight <Total Link Strength>	Weight <Documents>	Weight <Citations>
Lozano A.	328	897	2	2.407
Buzzi S.	303	654	4	1.599
Andrews J.G.	307	685	9	1.589
Zhang J.C.	280	567	4	1.554
Choi W.	279	563	1	1.534
Hanly S.V.	279	563	1	1.534
Soong A.C.K.	279	563	1	1.534
Boccardi F.	298	652	5	1.428
Rappaport T.S.	128	329	22	1.079

4.5. Kolaborasi Internasional

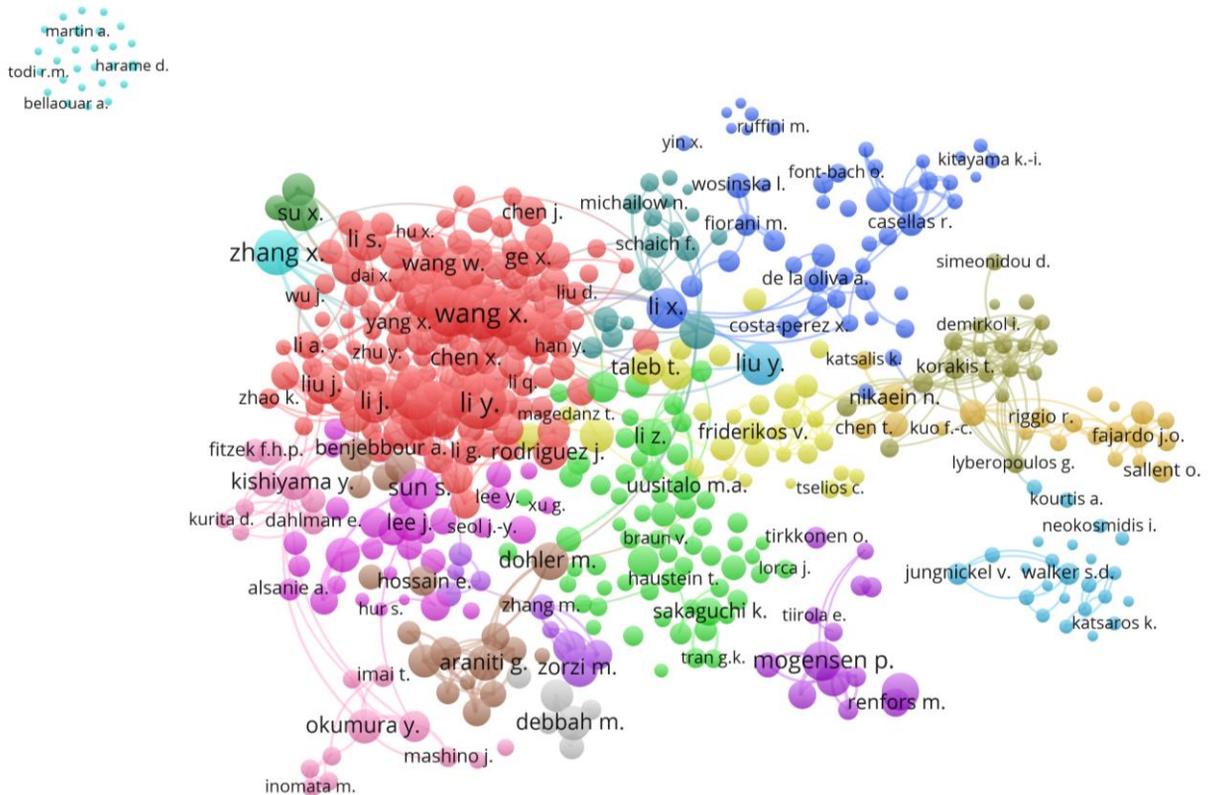
Tabel 6. Peringkat negara dengan *link* publikasi

Label	Weight <Links>	Weight <Total Link Strength>	Weight <Documents>	Weight <Citations>
United States	45	558	642	9.025
United Kingdom	48	543	418	4.104
Germany	39	516	351	4.804
China	33	510	907	5.502
Spain	37	382	221	3.317
France	43	359	250	2.508
Finland	37	329	257	2.334
Italy	39	322	233	3.276
Sweden	32	291	191	1.811
Greece	33	233	144	924
Canada	38	221	232	2.062
South Korea	30	135	247	3.241
Japan	25	112	196	1.208
Australia	22	103	65	2.077
Portugal	27	99	63	218
Ireland	29	92	49	189
Denmark	26	85	93	406
Taiwan	21	66	118	305
Poland	21	65	45	693
Saudi Arabia	21	64	59	858
India	19	63	181	543

Berbeda dengan afiliasi negara dimana dokumen dilihat dari kewarganegaraan penulis, Tabel 6 menunjukkan penulis dari negara mana yang banyak berkolaborasi dengan penulis dengan kewarganegaraan yang lain. Tiga teratas yaitu United States, United Kingdom, dan Germany memiliki nilai jaringan tertinggi, hal ini dikarenakan ketiga lokasi tersebut merupakan lokasi tujuan pendidikan sehingga banyak pelajar dan akademisi multikultural yang dapat dengan mudah berkolaborasi dengan penulis dari kewarganegaraan lain.



Gambar 2. Visualisasi afiliasi negara penulis (co-authorship countries)



Gambar 3. Visualisasi kerjasama penulis (co-authorship)

4.6. Kata Kunci

Dari 4.053 karya tulis tersebut terdapat 177 kata kunci yang digunakan minimal dalam 10 jurnal berkaitan dengan teknologi 5G, termasuk kata kunci 5G itu sendiri. Seluruh karya tulis tersebut tersebar dalam jurnal, prosiding, *book chapter*, *conference paper*, dan lainnya.

Tabel 7. Kata kunci terbanyak dalam karya ilmiah terkait 5G dalam basis data

Kata Kunci	2013	2014	2015	2016	2017	total
5G	17	88	191	378	418	1.092
<i>Massive MIMO</i>	2	14	18	54	77	165
LTE	0	17	34	44	26	121
<i>Energy Efficiency</i>	1	11	15	48	46	121
SDN	1	5	21	33	36	96
MIMO	0	7	18	23	39	87
<i>5G Mobile Communication</i>	0	11	26	8	37	82
<i>Millimeter Wave</i>	0	3	10	32	35	80
OFDM	2	5	8	29	34	78
MmWave	2	10	15	15	22	64
<i>Resource Allocation</i>	0	3	9	20	30	62
NFV	0	3	9	17	32	61
<i>Beamforming</i>	0	8	11	15	23	57
IoT	0	2	4	23	27	56
<i>Small Cells</i>	0	7	9	22	16	54
<i>Internet of Things</i>	0	3	13	12	22	50
<i>5G Networks</i>	0	1	12	18	18	49
4G	0	11	8	16	9	44
<i>Small Cell</i>	0	4	9	12	19	44
<i>Stochastic Geometry</i>	1	2	6	16	19	44
<i>Millimeter-Wave</i>	2	7	11	9	14	43
C-Ran	0	4	6	19	13	42
<i>Interference</i>	0	3	13	9	16	41
<i>Heterogeneous Networks</i>	0	8	9	7	17	41
<i>Spectral Efficiency</i>	0	3	11	11	15	40
<i>Wireless Communication</i>	1	6	15	6	12	40
Dan seterusnya						

Kata kunci yang ditampilkan pada Tabel 7 merupakan kata kunci dengan penggunaan lebih dari 40 kali dalam jurnal. Dalam hasil penelusuran kata kunci basis data Scopus dapat dilihat bahwa kata kunci 5G digunakan dalam 1.092 karya tulis ilmiah. Hal ini berkaitan dengan kata kunci yang digunakan untuk mencari basis data publikasi terkait 5G. Meskipun jumlah karya tulis sebanyak 4.053 tetapi dapat dilihat bahwa tidak semua menggunakan kata kunci 5G.

Dikarenakan tidak adanya standar dalam penulisan kata kunci maka terdapat berapa kata kunci yang memiliki kesamaan arti dengan redaksi yang berbeda seperti terlihat pada *Small Cells* dan *Small Cell*; *Millimeter Wave*, *MmWave* dengan *Millimeter-Wave*; hal tersebut terlihat pada keseluruhan 177 kata kunci yang ditemukan dalam basis data.

Apabila kita mengabaikan kata kunci yang menyebutkan teknologi secara umum seperti 4G, LTE, 5G, dan kata kunci yang tidak mengacu langsung terkait teknologi serta kata kunci yang memiliki kesamaan arti maka dapat kita tampilkan urutan kata kunci terbanyak sebagai berikut:

Tabel 8. Kata kunci hasil olah

No	Kata Kunci
1	<i>Massive MIMO</i>
2	<i>Energy Efficiency</i>
3	SDN
4	<i>Millimeter Wave</i>
5	OFDM
6	<i>Resource Allocation</i>
7	NFV
8	<i>Beamforming</i>
9	IoT
10	<i>Small Cells</i>
14	Dan seterusnya

Apabila dilihat dari Tabel 8, banyak instansi dan peneliti yang melakukan penelitian berkaitan dengan teknologi *Massive MIMO*, hal ini dapat dimengerti dikarenakan cara tercepat untuk mendapatkan salah satu target teknologi 5G adalah dengan menggabungkan *Massive MIMO* dengan *Millimeter Wave* meskipun berbagai kendala masih dihadapi dalam penerapannya (Bogale, Le, & Member, n.d.). Efisiensi energi juga menjadi salah satu yang paling banyak dikaji. Hal ini dikarenakan dalam penerapan 5G nanti akan membutuhkan energi yang besar dan diperlukan pola efisiensi. Selain itu, efisiensi energi juga diperlukan untuk *small cell* dimana akan banyak perangkat yang terhubung sehingga akan mengonsumsi energi yang besar secara keseluruhan. Hal tersebut dapat menggunakan *Software-Defined Network* (SDN) untuk *trade-off* komputasi dan *power* transmisi pada *small cell* 5G dengan *cloud computing* (Ge, Yang, Gharavi, & Sun, 2017).

Setiap kata kunci pada teknologi 5G akan saling berkaitan seperti penjabaran sebelumnya, hal ini dikarenakan 5G merupakan teknologi yang menggabungkan beberapa teknologi eksisting yang telah *mature* dan memerlukan *upgrade* sesuai dengan kondisi pada saat era 5G.

Kesempatan sebuah negara agar dapat bersaing dalam teknologi 5G dapat dilihat dari tingkat kepopuleran kata kunci dalam sebuah penelitian. Dari kata kunci tersebut sebuah negara dapat merumuskan sebuah cara agar negara tersebut mampu memberi kontribusi dalam penelitian teknologi 5G, minimal menciptakan industri dan ekosistem sesuai dengan tren teknologi dan tingkat kemampuan negara tersebut untuk mengadopsi dan menciptakan industri dari teknologi tersebut.

5. Simpulan dan Saran

Dari hasil pengolahan basis data Scopus terkait teknologi 5G, dapat dilihat negara mana yang memiliki minat yang tinggi terhadap penelitian teknologi yaitu negara dengan jumlah publikasi terbanyak, meskipun bukan negara tersebut yang menerbitkan tetapi lebih melihat dari kewarganegaraan dari penulis. Selain itu,

juga dapat dilihat dari jumlah penulis dengan publikasi terbanyak yang rata-rata didominasi dari negara China.

Penelitian 5G saat ini semakin mendekati *launching* standarnya. Dari seluruh kata kunci tersebut, Indonesia akan sangat sulit untuk mengejar ketertinggalan riset teknologi 5G terlebih lagi dalam industri perangkat telekomunikasi. Meskipun secara akademis masih dapat mengejar sedikit ketertinggalan tetapi secara industri akan sangat susah. Hal ini berkaitan dengan budaya Indonesia dalam mengadopsi teknologi. Meskipun begitu, masih ada peluang bagi industri di dalam negeri untuk menciptakan ekosistem untuk IoT dimana hal tersebut masih merupakan salah satu dari 10 kata kunci tertinggi dalam riset teknologi 5G.

Penelitian 5G merupakan penelitian dengan subbidang yang saling berkaitan. Apabila ingin menunjukkan bagaimana 5G dapat berkolaborasi dengan keilmuan lain maka basis data perlu lebih ditingkatkan sesuai dengan tujuan dari pengolahan data.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam kajian ini terutama pihak-pihak yang memberi akses basis data penelitian Scopus terkait dengan teknologi 5G yang digunakan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Bogale, T. E., Le, L. B., & Member, S. (n.d.). Massive MIMO and Millimeter Wave for 5G Wireless HetNet : Potentials and Challenges.
- Eric T. Meyer. (n.d.). What is Bibliometrics and Scientometrics? | TIDSR: Toolkit for the Impact of Digitised Scholarly Resources. Retrieved December 7, 2017, from <http://microsites.oii.ox.ac.uk/tidsr/kb/48/what-bibliometrics-and-scientometrics>
- Felita, C., & Suryanegara, M. (2013). 5G key technologies: Identifying innovation opportunity. In *2013 International Conference on QiR* (pp. 235–238). IEEE. <http://doi.org/10.1109/QiR.2013.6632571>
- Ge, X., Yang, J., Gharavi, H., & Sun, Y. (2017). Energy Efficiency Challenges of 5G Small Cell Networks, (May), 184–191.
- Hamadicharef, B., Fischl, B. R., & Nichols, T. E. (2010). Scientometric Study of the Journal NeuroImage 1992 – 2009, 201–204. <http://doi.org/10.1109/WISM.2010.166>
- Heilig, L., & Vob, S. (2014). A Scientometric Analysis of Cloud Computing Literature. *IEEE Transactions on Cloud Computing*, 2(3), 266–278. <http://doi.org/10.1109/TCC.2014.2321168>
- Leydesdorff, L., & Milojević, S. (2015). Scientometrics. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition)*, 322–327. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.85030-8>
- MediaLab. (n.d.). ScienceScape. Retrieved December 7, 2017, from <http://tools.medialab.sciences-po.fr/sciencescape/index.php>
- PRICE, D. J. (1965). NETWORKS OF SCIENTIFIC PAPERS. *Science (New York, N.Y.)*, 149(3683), 510–5. <http://doi.org/10.1126/SCIENCE.149.3683.510>
- Santhanakarhikeyan, S., Padma, P., Veeramani, M., & Ravikrishnan, D. (2013). Scientometrics Study on Web : Tools and Techniques, 4(March), 40–45.
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <http://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>