

JURNAL TEKNIK SIPIL

Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil

Analisis Bibliometrik Manajemen Risiko Konstruksi : 2005–2015

Andreas Wibowo

Program Pascasarjana Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan, Jalan Merdeka 30 Bandung /
RIHS Badan Litbang Kementerian PUPR, Jalan Panyawungan Cileunyi Wetan Kabupaten Bandung
E-mail: andreaswibowo1@yahoo.de

Abstrak

Tulisan ini memaparkan tinjauan kritis perkembangan riset manajemen risiko konstruksi berdasarkan analisis bibliometrik atas 243 artikel yang dipublikasikan dalam enam jurnal-internasional konstruksi terkemuka selama kurun waktu 2005–2015. Analisis menunjukkan riset manajemen risiko konstruksi masih didominasi beberapa negara tertentu saja. Area spesifik riset memiliki spektrum dari decision support system sampai kontrak dengan pemodelan risiko menjadi area yang paling kerap dikaji. Pendekatan kuantitatif dan hibrid kualitatif-kuantitatif menjadi metodologi pilihan utama. Pendekatan statistik digunakan satu dari tiga artikel yang menjadikannya metode yang paling sering diterapkan dalam ranah ini. Kombinasi lebih dari satu metode juga merupakan hal yang jamak ditemukan. Di samping analisis statistik, tulisan ini juga mendiskusikan dua metode kuantitatif populer lainnya yaitu fuzzy set theory dan simulasi Monte Carlo. Tulisan ini juga menawarkan beberapa ranah riset ke depan, termasuk aplikasi manajemen risiko lebih lanjut dalam kontrak public-private-partnership/build-operate-transfer, relasi matematis antara tingkat risiko dan biaya reduksi risiko, enterprise risk management, dan perilaku terhadap risiko.

Kata-kata Kunci: Manajemen risiko, konstruksi, bibliometrik, jurnal, authorship, area riset, metodologi, metode.

Abstract

This paper presents a critical review of the development of state of the art of research in construction risk management based on a bibliometric analysis on 243 articles published in six renowned international construction journals during the years 2005–2015. The analysis demonstrated that the authorship of risk management research was dominated by only a handful of countries of origin. The spectrum of research areas ranged from decision support system to contracts with risk modeling being the most researched subject. Quantitative and hybrid of qualitative-quantitative were the primary research methodologies. Statistical approach was employed by one out three articles, making it the most widely used method in the field. A combination of more than one method was not uncommon. Beside statistical analysis, this paper discusses two other popular quantitative methods i.e. fuzzy set theory and Monte Carlo simulation. This paper also acknowledges avenues for future research, including the further application of risk management for public-private-partnership/build-operate-transfer contracts, mathematical relationships of risk level and risk-reducing cost, enterprise risk management, and risk behavior.

Keywords: Risk management, construction, bibliometric, journals, authorships, research areas, methodologies, methods.

1. Pendahuluan

Studi dan pemahaman tentang manajemen risiko pada proyek konstruksi terus berkembang—meski masih dirasa kurang ekstensif dibandingkan apa yang terjadi dalam ranah ekonomi (Lee *et al.*, 2015). Namun, pengalaman empiris terus memperlihatkan proyek konstruksi masih berkutut dengan persoalan-persoalan keterlambatan penyelesaian, kenaikan biaya realisasi, ketidaksesuaian ruang lingkup, dan/ atau ketidakterpenuhan spesifikasi pekerjaan yang telah direncanakan.

Flanagan dan Norman (1993) berargumen proyek konstruksi memiliki risiko dan ketidakpastian lebih tinggi dari apa yang terjadi pada kegiatan lainnya. Meski argumentasi ini tidak sepenuhnya disepakati namun diyakini memang ada persoalan dengan manajemen risiko proyek konstruksi. Persoalan yang terjadi selama ini bukan karena alasan karakteristik yang unik (e.g. lingkungan

dinamis) melainkan bersumber pada kesulitan dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan mengelola risiko yang dihadapi pada setiap proyek konstruksi (Loosemore *et al.*, 2006).

Banyaknya persoalan dan meningkatnya kompleksitas manajemen risiko konstruksi dijadikan objek riset yang menantang bagi akademisi dan peneliti konstruksi. Hal ini yang mendorong *body of knowledge* terus tumbuh dan berkembang. Namun, di sisi lain belum ada upaya akademis yang secara sistematis didedikasikan melakukan kajian kritis atas perkembangan riset-riset dalam ranah ini secara mendalam, setidaknya di Indonesia. Padahal, kajian ini signifikan untuk setidaknya tiga alasan: memetakan evolusi keilmuan manajemen risiko konstruksi dari tahun ke tahun; memberikan lansekap riset berikutnya sehingga replikasi dan repetisi riset yang tidak perlu dapat dihindari; dan penting untuk eksplorasi status riset terkini (*state of the art*) dan tren riset ke depannya

(Tsai dan Wen, 2005). Ketiga alasan inilah yang kemudian memotivasi Penulis melakukan analisis bibliometrik publikasi riset-riset manajemen risiko konstruksi.

2. Bibliometrik dalam Konstruksi

Terminologi bibliometrik dirasakan belum terlalu populer bagi sebagian akademisi dan peneliti konstruksi. Namun, terminologi ini sendiri sebenarnya juga memiliki persoalan dengan definisi karena banyaknya versi yang ada (De Bellis, 2009). (Holden *et al.*, 2012), misal, mendefinisikan sebagai “ranah riset yang secara khusus mengeksaminasi pengetahuan (*body of knowledge*) dalam dan antar disiplin”, sementara Andres (2009) mendefinisikannya sebagai “aplikasi metode matematis dan statistik untuk buku dan media komunikasi lainnya.” Beberapa istilah yang senada dengan bibliometrik meliputi saintometrik, informetrik, webometrik, netometrik, sibermetrik, yang masing-masing sebenarnya memiliki pengertiannya sendiri (De Bellis, 2009). Saat ini, antara bibliometrik dan saintometrik dianggap sinonim satu dengan lainnya (Andres, 2009).

Di beberapa cabang disiplin ilmu, istilah bibliometrik muncul secara eksplisit sebagai metodologi untuk memahami tren riset (e.g. Tsai dan Wen, 2005; Vanga *et al.*, 2015). Di ranah konstruksi, khususnya manajemen konstruksi—sependek pengetahuan Penulis—istilah ini baru muncul dalam de Castro e Silva Neto *et al.* (2016). Dalam artikel ini, mereka memaparkan perkembangan riset kerjasama pemerintah dan swasta dengan modalitas utama bangun-operasi-transfer (*public-private partnership/build-operate-transfer*, PPP/BOT) selama 25 tahun terakhir dan menyimpulkan riset dalam area ini sudah mencapai status tunak (*steady*) dalam hal pertumbuhannya. Artikel kedua yang menggunakan istilah bibliometrik adalah Utama *et al.* (2016) yang membahas tren riset konstruksi internasional.

Namun, jauh sebelum kedua artikel tersebut di atas muncul, analisis bibliometrik—meski tidak eksplisit dinyatakan dalam judul artikel—sudah dilakukan dan hasilnya dipublikasikan dalam dua artikel lainnya pada dua jurnal American Society of Civil Engineers (ASCE) : Abudayyeh *et al.* (2004) dan Pietroforte *et al.* (2005). Abudayyeh *et al.* memaparkan hasil analisis mereka tentang artikel-artikel yang terbit dalam *Journal of Construction Engineering and Management* (JCEM) antara 1985 dan 2002. Adapun Pietroforte *et al.* fokus pada artikel yang terbit pada *Journal of Management in Engineering* (JME) antara 1983 dan 2000 dan menyimpulkan bahwa spesialisasi dan disiplin dalam ranah manajemen konstruksi telah meluas, ditunjukkan dengan semakin maraknya riset di bidang manajemen perusahaan, sistem *delivery* (e.g. BOT, *design-build*), evaluasi kinerja proyek, dan perencanaan mutu proyek.

Setelah kedua artikel tersebut di atas, studi-studi yang serupa bermunculan untuk berbagai fokus riset yang berbeda. Contoh meliputi komputasi dalam rekayasa sipil (Abudayyeh *et al.*, 2006); PPP (Ke *et al.*, 2009),

kemitraan dalam konstruksi (Hong *et al.*, 2012); kinerja perusahaan konstruksi (Deng dan Smyth, 2013); *building information modeling* (Abdirad and Pishdad-Bozorgi, 2014); *joint venture* di konstruksi (Hong dan Chan, 2014); produktivitas konstruksi (Yi dan Chan, 2014); kolusi di konstruksi (Le dan Shan 2014); konstruksi berkelanjutan (Xia *et al.*, 2015); metode pengadaan di konstruksi (Naoum dan Egbu, 2015); pengambilan keputusan (Bakht dan El-Diraby, 2015); perbandingan PPP di China dan negara lainnya (Zhang *et al.*, 2016); dan bangunan hijau (Darko dan Chan, 2016). Secara prinsip, studi-studi tersebut ditujukan untuk kajian kritis dan identifikasi tren riset.

3. Metodologi Riset

Metodologi riset disusun berdasarkan empat pertanyaan riset yang khusus dirumuskan untuk analisis bibliometrik ini :

1. Kriteria apa yang digunakan untuk mendapatkan informasi yang merefleksikan perkembangan terkini pengetahuan (*state of the art*) ?
2. Bagaimana metode untuk mendapatkan informasi perkembangan terkini pengetahuan ?
3. Fitur-fitur apa yang bisa diekstraksi dari pengumpulan informasi (e.g. jumlah publikasi, *authorship*, area riset, metodologi riset, metode riset) ?
4. Ranah riset ke depan apa yang bisa diusulkan ?

Untuk menjawab dua pertanyaan riset pertama, model Ke *et al.* (2009) dan Zhang *et al.* (2016) diadopsi dengan beberapa modifikasi yang dilakukan, termasuk metode pemilihan jurnal dan artikel. Satu prasyarat yang harus dipenuhi untuk analisis bibliometrik dalam kajian ini adalah artikel yang dianalisis harus terpublikasi dalam jurnal ilmiah. Ada dua kriteria yang digunakan untuk memilih artikel: (i) artikel harus terbit pada jurnal-jurnal konstruksi bereputasi internasional, dan (ii) artikel terbit pada jurnal terpilih selama kurun waktu Januari 2005–Desember 2015.

3.1 Seleksi jurnal

Terkait dengan kriteria pertama, seleksi jurnal perlu dilakukan mengingat banyaknya jurnal konstruksi yang tersedia, baik yang terindeks *platform* tertentu (e.g. Scopus, Thomson Reuters) maupun tidak. Untuk mendapatkan jurnal bereputasi internasional, dua hasil survei dari Bröchner and Björk (2008) dan Wing (1997) digunakan untuk pemilihan jurnal.

Jurnal yang hanya tercantum dalam daftar Bröchner and Björk dan Wing saja yang dipilih dalam kajian ini dengan satu pengecualian, JME. Bröchner and Björk memang tidak memasukkan jurnal ini dalam daftar sebagai konsekuensi atas kriteria yang mereka ditetapkan—yang juga diakui mereka sebagai kriteria yang *conservative bias* saat tidak memasukkan JME—namun Penulis tetap berargumentasi JME layak untuk

dipertimbangkan. Alasannya, jurnal ini memiliki reputasi internasional yang tinggi (i.e. sampai tulisan ini ditulis, *H-index* JME dari *scimagojr.com* diakses Agustus 2016 adalah 41) dan menempati peringkat keempat setelah *Construction Management and Economics* (CME), *JCEM* dan *Engineering Construction and Architectural Management* (ECAM) dalam Wing (1997).

Tabel 1 menyajikan hasil seleksi dan selanjutnya terpilih enam jurnal i.e. *Automation in Construction* (AIC; penerbit Elsevier), CME (Taylor & Francis), ECAM (Emerald), *International Journal of Project Management* (IJPM; Elsevier), *JCEM* (ASCE) dan JME (ASCE). Diharapkan dari kriteria yang sangat ketat ini dihasilkan artikel-artikel yang mampu merefleksikan *state of the art* keilmuan pada area manajemen risiko.

Tabel 1. Nama-nama jurnal terseleksi

		Bröchner (2008)							
		AIC	BRI	CI	CME	ECAM	IJPM	JCEM	JME
Wng (1997)	CME	☐	☐	☐	■	☐	☐	☐	☐
	JCEM	☐	☐	☐	☐	☐	☐	■	☐
	ECAM	☐	☐	☐	☐	■	☐	☐	☐
	JME	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	■
	ICE	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	IJPM	☐	☐	☐	☐	☐	■	☐	☐
	CIT	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	AAC	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	AIC	■	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	JCP	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Lainnya		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Catatan : AAC = American Assoc. Cost Engineers; BRI = Building Research and Information; CI = Constr. Innovation; CIT = Constr. Information Tech.; ICE = Institution of Civ. Engineers; JCP = J. Constr. Proc.; ■ = terpilih dalam dua daftar

3.2 Seleksi artikel

Kajian ini memanfaatkan beberapa basis data sekaligus yaitu Science Direct untuk AIC, CME, dan IJPM; ASCE untuk JCEM dan JME; dan Emerald untuk ECAM. Penggunaan sistem basis data yang berbeda untuk melengkapi satu sistem dengan sistem lainnya. Satu catatan penting yang bisa disampaikan disini : dibandingkan sistem basis data lainnya, ASCE menawarkan kemudahan terbaik bagi penggunaannya untuk mendapatkan artikel sesuai dengan kebutuhan dengan fleksibilitas fitur pencarian yang dimilikinya.

Menggunakan mesin pencari yang tersedia dalam sistem dihasilkan 276 artikel yang menggunakan frasa "*risk management*" sebagai salah satu kata-kata kunci artikel. Khusus untuk IJPM yang notabene tidak spesifik membahas konstruksi—berdasarkan judul dan abstrak—artikel dikelompokkan kembali menjadi konstruksi dan non-konstruksi. Artikel pada kelompok kedua tidak disertakan untuk proses analisis berikutnya dan selanjutnya dihasilkan 243 artikel terpilih. Sampai tahap ini, pertanyaan riset pertama dan kedua terjawab.

4. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif, metode termudah dalam bibliometrik,

dilakukan untuk menyajikan aspek-aspek tertentu secara cepat dan bahkan memberikan kesan visual yang kuat terkait dengan produktivitas dalam area yang dikaji (Andres, 2009). Berikut ini disampaikan fitur-fitur yang dievaluasi dalam analisis bibliometrik dan pembahasannya untuk menjawab pertanyaan riset ketiga yang sentral dalam tulisan ini.

4.1 Jumlah publikasi

Tabel 2 menyajikan sebaran jumlah artikel relevan yang dipublikasikan dalam enam jurnal terpilih selama kurun 2005–2015. Berdasarkan jumlah publikasi per tahunnya, tidak ada suatu tren khusus yang biasa diamati. Jumlah artikel meningkat dan sempat mencapai puncaknya pada 2011 namun selanjutnya cenderung menurun di tahun-tahun berikutnya. Lebih

kurang setengah jumlah artikel dipublikasikan dalam JCEM. Informasi ini setidaknya mengindikasikan bahwa JCEM masih menjadi salah satu media komunikasi yang paling banyak dipilih oleh akademisi dan peneliti internasional untuk mendiseminasikan hasil riset mereka terkait manajemen risiko. Alasan reputasi—dengan *impact factor* (IF) dan *H-index* termasuk yang tertinggi dibandingkan jurnal-jurnal serumpun—diduga melatarbelakangi keputusan akademisi dan peneliti memilih jurnal ini untuk publikasi.

Tabel 2. Jumlah artikel menurut nama jurnal dan tahun

Tahun	Nama Jurnal						Jumlah
	JCEM	JME	ECAM	IJPM	CME	AIC	
2005	11	1	2	0	2	0	16
2006	6	3	1	4	2	0	16
2007	7	0	3	3	2	0	15
2008	10	2	1	2	6	2	23
2009	20	2	3	1	3	1	30
2010	14	5	1	1	4	2	27
2011	19	4	2	1	4	0	30
2012	16	6	1	0	1	1	25
2013	9	8	2	4	3	3	29
2014	10	1	2	4	0	1	18
2015	4	2	2	5	0	1	14
Jumlah (%)	126 (52%)	34 (14 %)	20 (8%)	25 (10%)	27 (11%)	11 (5%)	243 (100%)

4.2 Lokus riset

Fitur pertama yang dievaluasi dalam analisis deskriptif ini adalah lokus riset: apakah substansi yang disampaikan dalam artikel spesifik untuk lokus tertentu. Berdasarkan judul dan konten abstrak, dari 243, hanya 56 artikel (23 %) yang bersifat *country-specific* sementara sebagian besar sisanya, 187 (77 %) tidak.

Statistik ini setidaknya mengindikasikan riset ranah manajemen risiko selama ini cenderung generik dan dapat diaplikasikan pada konteks lokus yang lebih luas, khususnya hasil riset yang dipublikasikan dalam artikel yang terbit pada JCEM (105 dari 126 atau 83 %). Meski demikian, informasi ini tidak harus berarti kehati-hatian sama sekali tidak diperlukan saat menerapkan hasil riset. Penyesuaian masih tetapi dibutuhkan meski derajatnya tidak setinggi jika dibandingkan menerapkan hasil riset yang memang sejak awal didedikasikan untuk memberikan solusi atas permasalahan manajemen risiko pada lokus (i.e. negara) tertentu.

Khusus untuk ECAM dan IJPM, persentase artikel yang tidak spesifik ke lokus tertentu turun menjadi 60 %. Untuk AIC, dapat dipahami jika 100 % artikel yang terbit pada jurnal ini lokusnya tidak spesifik karena ruang lingkup jurnal memang pada pemanfaatan teknologi informasi dalam konstruksi (e.g. *computer-aided design, decision support system, robotika, simulasi*). **Tabel 3** menyajikan distribusi artikel berdasarkan fitur spesifik lokus untuk masing-masing jurnal.

Tabel 3. Jumlah artikel menurut sifat lokus dan nama jurnal

Lokus Spesifik	Nama Jurnal						Jumlah
	JCEM	JME	ECAM	IJPM	CME	AIC	
Ya	21	9	8	10	8	0	56
Tidak	105	25	12	15	19	11	187

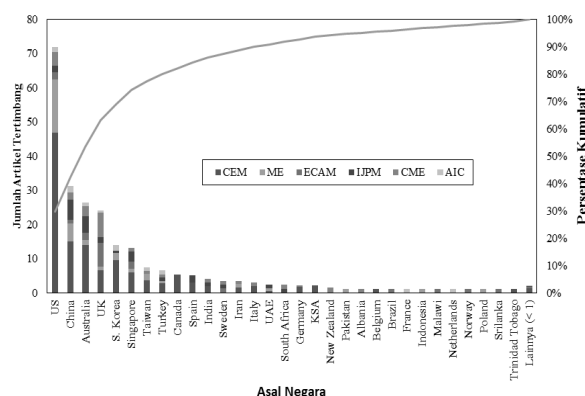
4.3 Asal negara penulis

Sama halnya dengan beberapa studi bibliometrik sebelumnya (e.g. Ke *et al.*, 2009; Yi dan Chan, 2014), asal negara penulis juga menarik untuk dianalisis untuk mengetahui kontribusi negara yang direpresentasikan dari afiliasi penulis saat riset dilakukan dan sekaligus menentukan kiblat riset manajemen risiko konstruksi. Berhubung satu artikel bisa ditulis oleh beberapa peneliti dengan asal negara yang berbeda-beda, dibutuhkan pendekatan menentukan jumlah artikel tertimbang. Dalam analisis bibliometrik ini digunakan metode pembobotan sesuai dengan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (2014), sebagaimana tersaji dalam **Tabel 4**. Bila satu artikel ditulis oleh beberapa penulis yang berasal dari negara yang sama, negara tersebut otomatis mendapatkan jumlah artikel tertimbang = 1.

Tabel 3. Distribusi bobot asal penulis

Jumlah Penulis	Urutan Penulis				Jumlah
	1	2	3	4 dan seterusnya	
1	100%				100%
2	60%	40%			100%
3	50%	25%	25%		100%
4 dan seterusnya	40%		dibagi rata		100%

Gambar 1 menyajikan jumlah artikel tertimbang berdasarkan negara asal Penulis. Secara total, ada 532 penulis yang berasal dari 39 negara memublikasikan riset manajemen risiko dalam enam jurnal terpilih. Amerika Serikat mendominasi dengan 71,83 artikel; diikuti China (31,15), Australia (26,35), Inggris (24,10), dan Korea Selatan (13,9). Indonesia sendiri menempati peringkat ke-25 dengan jumlah artikel tertimbang = 1. Satu hal penting yang perlu ditampilkan di sini: prinsip Pareto juga berlaku yaitu 80 % dari seluruh jumlah artikel disumbang oleh hanya sekitar 20 % negara, artinya riset manajemen risiko konstruksi hanya terkonsentrasi pada negara-negara tertentu saja.



Gambar 1. Jumlah Artikel Tertimbang Menurut Negara Asal Penulis

Tabel 5 menyajikan sepuluh besar negara kontributor berdasarkan nama jurnal. Yang menarik untuk dibahas adalah adanya kecenderungan bias negara tempat jurnal berbasis. Artikel yang terbit di dua jurnal berbasis di Amerika Serikat i.e. JCEM dan JME didominasi oleh penulis yang berasal dari negara tersebut, bahkan dengan posisi yang sangat jelas. Sebaliknya, pada dua jurnal yang berbasis di Inggris i.e. ECAM dan CME, berdasarkan jumlah artikel, penulis Inggris yang menempati peringkat pertama. Sementara itu, untuk dua jurnal lainnya yaitu IJPM dan AIC—keduanya diterbitkan oleh Elsevier yang berkantor pusat di Amsterdam Belanda—peringkat pertama ditempati penulis dari China.

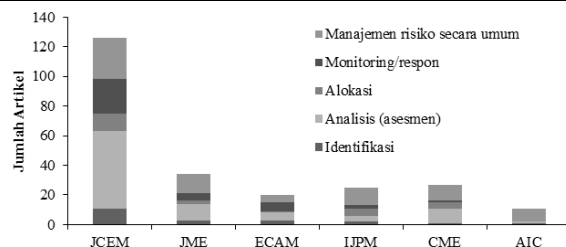
4.4 Area riset

Dalam analisis bibliometrik ini, proses manajemen risiko dibagi menjadi identifikasi, analisis atau asesmen, monitoring atau respon, dan alokasi. Dari 243 artikel yang dievaluasi, sebanyak 9 % difokuskan pada identifikasi risiko, 34 % pada analisis risiko, 15 % pada monitoring atau respon, 10 % pada alokasi dan sisanya

(32 %) pada manajemen risiko secara umum; artinya, riset tidak difokuskan pada satu melainkan keseluruhan proses manajemen risiko. Statistik ini mengindikasikan analisis risiko menjadi ranah riset yang paling diminati dan sekaligus menantang di tengah keterbatasan data historis untuk pemodelan risiko. **Gambar 2** memperlihatkan distribusi jumlah artikel berdasarkan area riset dan nama jurnal. Dominasi analisis risiko sangat terlihat pada JCEM (41 %) dan relatif berimbang dengan manajemen risiko secara umum pada JME, ECAM, dan CME. Manajemen risiko secara umum menjadi area riset yang paling sering dilakukan untuk IJPM dan AIC.

Tabel 5. Sepuluh besar negara kontributor riset manajemen risiko konstruksi menurut nama jurnal

Peringkat	JCEM		JME		ECAM		IJPM		CME		AIC	
	Negara	Jumlah Artikel	Negara	Jumlah Artikel	Negara	Jumlah Artikel	Negara	Jumlah Artikel	Negara	Jumlah Artikel	Negara	Jumlah Artikel
1	US	46,88	US	15,55	UK	7,00	China	6,00	UK	7,05	China	1,90
2	China	14,95	China	5,30	Australia	2,20	Australia	4,75	US	4,00	Korea S.	1,60
3	Australia	14,00	Korea S.	2,20	US	2,00	Singapura	3,00	Australia	3,00	US	1,40
4	Korea S.	9,50	Taiwan	1,80	Singapura	2,00	US	2,00	China	2,00	Turki	1,25
5	UK	6,65	Australia	1,40	Swedia	1,40	Spanyol	2,00	Selandia B.	1,50	Australia	1,00
6	Singapura	5,84	Singapura	1,15	China	1,00	UK	1,70	Afrika S.	1,25	Taiwan	1,00
7	Kanada	5,20	UK	1,00	Brasil	1,00	Turki	1,00	Singapura	1,00	Perancis	1,00
8	Taiwan	3,65	Iran	1,00	Malawi	1,00	India	1,00	Taiwan	1,00	Belanda	1,00
9	Spanyol	3,00	UAE	1,00	Norwegia	1,00	Swedia	1,00	Turki	1,00	UK	0,70
10	Turki	2,80	Pakistan	1,00	Srilanka	1,00	UAE	1,00	India	1,00	Rusia	0,15



Gambar 2. Jumlah artikel menurut area riset dan nama jurnal

Lebih spesifik, area riset secara umum dapat dikategorikan menjadi beberapa klaster meski harus diakui bahwa klasifikasi ini tidak harus bersifat *mutually exclusive*. Klaster-klaster tersebut adalah:

1. *Decision support system e.g. augmented virtuality, asesmen risiko berbasis jaringan, image-based assesment, reliability analyzer, construction hazard identification, multi-agent model, 4D system;*
2. *Tata kelola (governance) e.g. rantai pasok, keunggulan kompetitif, informasi asimetri, produktivitas, insentif, profitabilitas, kemitraan (partnering), kepercayaan (trust) dan relasi, mitigasi risiko, knowledge management, strategi, perbedaan budaya, struktur tata kelola, joint risk management;*
3. *Perilaku risiko (risk behavior) e.g. factor anteseden, cumulative prospect theory, diversifikasi risiko;*
4. *Pemodelan risiko e.g. risiko sosial, kenaikan biaya, keterlambatan, cash flows, cooperative approach, principal-agent model, default kontraktor, kontingensi,*

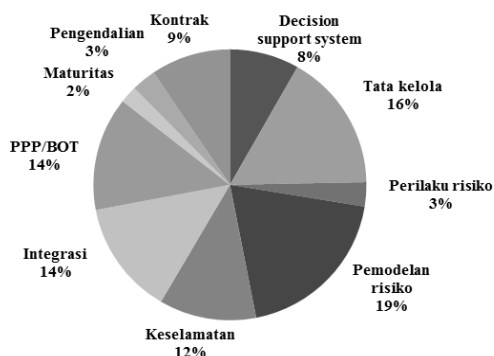
portfolio cash assessment, jalur risiko (risk path), quantifying qualitative information on risk, warranty, total risk approach, risiko kredit, cost variance, optimisasi;

5. Keselamatan e.g. sistem, asesmen, faktor kepemimpinan;
6. PPP/BOT e.g. analisis kewajiban kontijensi, alokasi risiko, penjaminan, kontrak, *risk pricing*, konsesi, struktur hierarkis risiko, institusi finansial, struktur modal, kelayakan finansial, nilai residu, *briefing*, risiko lalu lintas, aliansi, pembagian risiko pendapatan;
7. *Maturitas e.g. enterprise risk management (ERM), kapabilitas organisasi;*
8. *Pengendalian (controlling) e.g. earned value system, inspeksi, navigational measures;*
9. *Kontrak e.g. change order, asuransi, risk/reward, target cost, sengketa, klaim, design-build, model deliveri, sharing ratio, guaranteed maximum contract, unit price, regulasi price-cap, unbalanced bid, performance-based contract, kinerja;*
10. *Riset terintegrasi e.g. katalog risiko, system manajemen risiko, organisasi, strategi, ketahanan (resilience), faktor kunci sukses, stakeholder and uncertainty management.*

Gambar 3 menyajikan distribusi jumlah artikel menurut area riset spesifik. Pemodelan risiko menempati peringkat teratas (19 %) diikuti tata kelola (16 %), PPP/BOT (14 %), riset terintegrasi (14 %), dan keselamatan (12 %) sementara sisanya dibagi untuk area-area spesifik lainnya. Adapun **Tabel 6** menampilkan jumlah artikel menurut area spesifik dan nama jurnal.

4.5 Metodologi riset

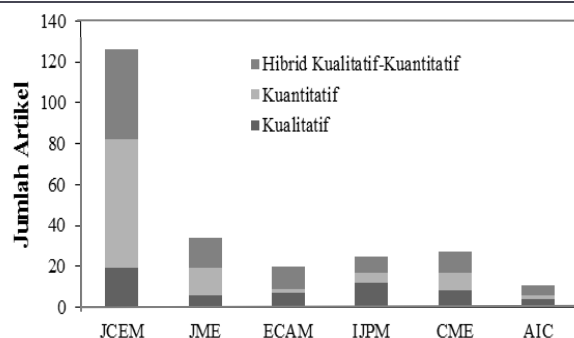
Masih berdasarkan analisis konten artikel yang dievaluasi, dari 243, sebanyak 57 artikel (23 %) menggunakan pendekatan kualitatif, 94 artikel kuantitatif (39 %) dan sisanya (92; 38 %) menggunakan pendekatan hibrid kualitatif-kuantitatif. **Gambar 4** memperlihatkan distribusi artikel yang menggunakan ketiga pendekatan riset ini berdasarkan nama jurnal. Riset kuantitatif dan hibrid kualitatif-kuantitatif mendominasi pada sebagian besar jurnal yang dievaluasi namun tidak untuk IJPM.



Gambar 3. Distribusi area spesifik riset

Tabel 6. Jumlah publikasi menurut area spesifik riset dan nama jurnal

Area Spesifik Riset	Nama Jurnal						Jumlah
	JCEM	JME	ECAM	IJPM	CME	AIC	
Decision support system	11	1	0	1	1	6	20
Tata kelola	12	11	3	7	6	1	40
Perilaku risiko	5	1	0	0	1	0	7
Pemodelan risiko	36	5	0	2	4	0	47
Keselamatan	23	0	2	0	2	1	28
Integrasi	11	7	7	5	2	1	33
PPP/BOT	15	4	3	6	4	1	33
Maturitas	3	0	0	1	0	1	5
Pengendalian	3	2	0	2	0	0	7
Kontrak	7	3	5	1	7	0	23



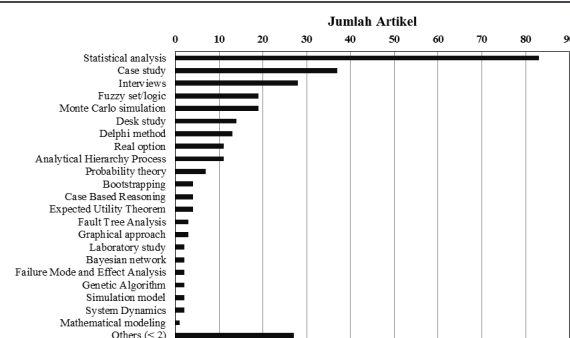
Gambar 4. Jumlah artikel menurut metodologi riset dan nama jurnal

Hibrid kualitatif-kuantitatif menjadi salah satu metodologi yang populer di kalangan akademisi dan peneliti manajemen risiko konstruksi. Hal ini dapat dimengerti mengingat data historis yang dibutuhkan untuk membangun relasi matematis lebih sering tidak tersedia dalam dunia konstruksi. Keterbatasan data ini adalah salah satu isu dan tantangan terbesar dalam riset manajemen risiko konstruksi. Lebih lanjut, sebagian besar artikel yang menggunakan metodologi ini menggunakan pendekatan yang relatif sama yaitu menguantifikasikan asesmen kualitatif responden, biasanya menggunakan Skala Likert (e.g. 1 = sangat tidak setuju, 5 = sangat setuju). Data yang diperoleh selanjutnya diproses menggunakan metode statistik

(lebih detail akan disajikan dalam Metode Riset).

4.6 Metode riset

Jika metodologi riset adalah upaya yang sistematis untuk menyelesaikan masalah riset, maka metode riset mengacu pada seluruh metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah riset sehingga bisa disebutkan metode riset merupakan bagian dari metodologi riset (Kothari, 2004). Analisis bibliometrik juga dilakukan terhadap metode-metode yang digunakan dalam menyelesaikan riset manajemen risiko konstruksi, dengan hasil sebagaimana tersaji dalam Gambar 5.



Gambar 5. Jumlah artikel menurut metode riset

Metode yang digunakan beragam, mulai dari studi kasus, wawancara, sampai *desk study* untuk pendekatan kualitatif; dari statistik, *analytical hierarchy process* (AHP), sampai *expected utility theorem* untuk pendekatan hibrid kualitatif-kuantitatif, dan dari simulasi Monte Carlo, probabilitas, sampai *genetic algorithm* untuk pendekatan kuantitatif. Tabel 7 menyajikan lima besar metode riset primer berdasarkan nama jurnal terseleksi.

Jumlah metode memang melebihi jumlah artikel karena dalam satu artikel bisa digunakan lebih dari satu metode dan hibrid atau kombinasi metode ini merupakan hal yang jamak dalam riset manajemen risiko konstruksi. Sebagai contoh Abdelgawad and Fayek (2010) dan Kang *et al.* (2013) mengombinasikan *fuzzy set theory* (FST) dan AHP sementara Gan dan Xu (2015) dan Zhao *et al.* (2013)

Tabel 7. Lima besar metode yang digunakan menurut nama jurnal

Metode Riset	Nama Jurnal					
	JCEM	JME	ECAM	IJPM	CME	AIC
Statistik	1	1	1	1	1	3
Studi kasus	2	2	3	2	5	1
Fuzzy set theory	3	(-)	(-)	4	(-)	2
Wawancara	4	5	2	3	2	(-)
Simulasi Monte Carlo	5	(-)	(-)	5	3	(-)
Bootstrapping	(-)	3	(-)	(-)	(-)	(-)
Desk study	(-)	4	(-)	(-)	4	(-)
Analytical Hierarchy Process	(-)	(-)	4	(-)	(-)	4
Delphi	(-)	(-)	5	(-)	(-)	(-)
Analytical Network Process	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	5

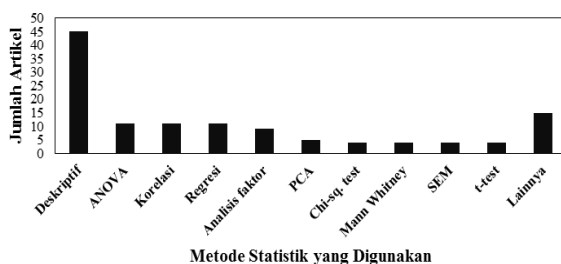
Catatan : (-) tidak termasuk dalam lima besar

menggunakan FST dan analisis statistik sebagai metode mereka. Contoh lain adalah Fortunato *et al.* (2012) dan Gangoellis *et al.* (2013) yang mengombinasikan wawancara dan studi kasus. Selanjutnya, berikut ini dipresentasikan tiga metode kuantitatif yang menarik untuk didiskusikan lebih lanjut : analisis statistik, FST, dan simulasi *Monte Carlo*.

4.7 Analisis statistik

Satu dari tiga artikel manajemen risiko konstruksi menggunakan metode statistik, menjadikan metode ini menjadi metode yang paling populer dalam riset manajemen risiko. Lebih spesifik, analisis deskriptif merupakan teknik statistik yang paling populer untuk mendapatkan *central tendency* (e.g. untuk pemeringkatan berdasarkan *relative importance index*) dan sebaran sebelum analisis lanjutan dilakukan (lihat **Gambar 6**). Selain deskriptif, teknik statistik yang lain termasuk *analysis of variance* (ANOVA), korelasi, regresi, analisis faktor, *principal component analysis* (PCA), *chi-squared test*, Mann-Whitney test, *structural equation modeling* (SEM), dan *t-test*. Sama dengan sebelumnya, beberapa artikel menggunakan lebih dari satu teknik.

Jika dikaitkan dengan area fokus, metode statistik biasa dimanfaatkan untuk analisis atau asesmen dan alokasi risiko. Sebagai contoh, El-Sayegh dan Mansour (2015) menggunakan metode ini untuk mengevaluasi risiko pada proyek jalan di Uni Emirat Arab. Pada aspek alokasi risiko, Ndekugri *et al.* (2013) menggunakan statistik untuk mengembangkan opsi asuransi untuk pengadaan infrastruktur dan Tang *et al.* (2008) untuk mengevaluasi penerapan insentif pada industri konstruksi di China.



Gambar 6. Jumlah artikel menurut teknik statistik yang digunakan

4.8 Teori Fuzzy Set

Teori *Fuzzy Set* merupakan salah satu metode yang paling populer untuk hibrid kualitatif-kuantitatif. Metode ini sekaligus menjadi salah satu solusi saat berhadapan dengan keterbatasan data historis untuk pemodelan risiko. Teori ini menawarkan sejumlah keunggulan dibandingkan teori probabilitas. Metode FST juga mulai banyak dimanfaatkan untuk berbagai persoalan dalam ranah manajemen konstruksi [baca Chan *et al.* (2009)].

Tacit knowledge yang dimiliki oleh responden biasanya dimanfaatkan dengan memberikan mereka kesempatan untuk mengekspresikan opini atau asesmen secara linguistik yang kemudian dikonversi menjadi bilangan *fuzzy* dengan *membership function* tertentu. Selanjutnya, data dalam bentuk bilangan *fuzzy* diolah dengan operasi aritmetika *fuzzy*. Konklusi atau keputusan terakhir diperoleh setelah proses *de-fuzzification* (i.e. mengubah hasil perhitungan dalam bilangan *fuzzy* menjadi *crisp score* lagi) dilakukan. Dengan proses yang panjang dan rumit, komputasi FST cukup membutuhkan waktu dan biaya, terlebih tidak tersedia piranti lunak yang tersedia luas untuk memfasilitasi proses komputasi. Karenanya, kemanfaatan metode menjadi salah satu faktor pertimbangan penting saat akan menggunakan metode FST ini.

Sebagai contoh, Xu *et al.* (2010) mengembangkan model alokasi risiko untuk proyek-proyek infrastruktur yang diselenggarakan menggunakan skema PPP/BOT. Mereka menggunakan FST untuk menentukan pihak yang dianggap paling mampu atau yang harus berbagi menanggung suatu risiko, dengan mendefinisikan *Risk Carrying Capability Index* (RCCI). Input untuk menghitung RCCI adalah respon dari responden yang dinyatakan dalam Skala Likert. Dengan prosedur perhitungan yang ditawarkan, metode *simple multiattribute rating technique* yang jauh lebih sederhana akan menghasilkan konklusi yang sama sehingga kemanfaatan FST dalam konteks ini dapat dipertanyakan, kecuali jika keunggulan FST akan dieksploitasi lebih lanjut untuk hal lain.

4.9 Simulasi Monte Carlo

Simulasi *Monte Carlo* kerap digunakan untuk analisis risiko kuantitatif, setelah dilakukan identifikasi risiko. Risiko dianalisis dengan memodelkan masing-masing

risiko yang akan dievaluasi ke dalam fungsi kerapatan probabilitas (*probability density function*; PDF). Risiko-risiko akan saling berinteraksi, mengikuti model matematis tertentu. Penggunaan simulasi semakin meluas seiring dengan kemajuan teknologi informasi. Ada banyak vendor yang menyediakan piranti lunak simulasi berbasis *spreadsheet* yang kerap digunakan untuk menganalisis risiko secara kuantitatif (e.g. @Risk, Crystal Ball, Vose). Beberapa contoh artikel yang menggunakan metode simulasi ini adalah Acebes *et al.* (2014), Alarcón *et al.* (2011), dan Touran dan Lopez (2006).

Tantangan terbesar menggunakan simulasi pada riset manajemen risiko konstruksi adalah, kembali, keterbatasan data historis untuk membangun PDF. *Distribution fitting* berdasarkan uji statistik tertentu (e.g. Kolmogorov-Smirnov, chi-squared, Anderson-Darling) dilakukan untuk menentukan PDF yang paling sesuai dengan data yang tersedia. Pendekatan yang biasa digunakan untuk mengatasi kendala data adalah dengan mengasumsikan PDF suatu risiko mengikuti distribusi normal, lognormal, atau beta dengan purata (*mean*) sama dengan nilai ekspektasi dan menskenariokan koefisien variasi—rasio antara deviasi standar dan purata—tertentu.

Satu hal yang perlu diperhatikan saat menggunakan simulasi *Monte Carlo*, sama dengan yang sebelumnya, adalah kemanfaatan. Simulasi menjadi metode yang sangat berguna untuk menyelesaikan persoalan matematis yang kompleks [e.g. relasi nonlinier, dependensi antarvariabel, distribusi terpancung (*truncated distribution*)], yang tidak ekonomis jika diselesaikan secara analitis. Dengan simulasi akan mudah diperoleh statistik-statistik penting untuk keperluan analisis risiko (e.g. purata, deviasi standar, persentil, kemencengan, kurtosis).

Namun demikian, tidak semua persoalan dalam analisis risiko harus diselesaikan dengan simulasi. Salah satu contoh adalah artikel Sakka dan El-Sayegh (2007) yang menggunakan simulasi *Monte Carlo* untuk menentukan dampak penundaan aktivitas non-kritis terhadap risiko kenaikan biaya dan keterlambatan waktu. Artikel ini mendapat respon dari Wibowo (2008) yang mengkritisi penggunaan simulasi dalam menyelesaikan persoalan yang ada. Dengan menggunakan transformasi Rosenblatt (Rosenblatt, 1952) dan *probabilistic network evaluation technique* (Ang dan Tang, 2006) dapat dibuktikan bahwa pendekatan analitis memberikan hasil yang lebih baik dalam hal kestabilan dan keakuratan khusus untuk kasus yang diangkat oleh Sakka dan El-Sayegh.

5. Riset ke Depan

Pertanyaan riset terakhir yang perlu dijawab adalah ranah riset manajemen risiko konstruksi ke depan. Banyak metodologi atau metode baru yang dikembangkan, terutama untuk analisis dan alokasi risiko. Beberapa contoh meliputi model alokasi risiko berbasis FST (Xu *et al.*, 2010) sebagaimana telah didiskusikan sebelumnya, *Client-Risk Management Model* [CRMM; Albogamy and Dawood (2015)], *Advanced Programmatic Risk Analysis*

and Management [APRAM; Imbeah and Guikema (2009)] yang kemudian dimodifikasi menjadi M-APRAM (Zeynalian *et al.*, 2013).

Hal lain yang menarik dari analisis konten adalah keterkaitan yang kuat antara manajemen risiko dan kontrak PPP/BOT untuk pembangunan dan pengelolaan infrastruktur. Keterkaitan ini mudah dimengerti karena PPP/BOT adalah suatu mekanisme kontrak berbagi risiko antara pemerintah dan badan usaha untuk mendapatkan *best value for money* bagi penyelenggaraan infrastruktur publik. Karenanya, prinsip alokasi risiko yang efisien yaitu risiko harus ditanggung oleh pihak yang mampu mengelola risiko harus dipenuhi. Analisis bibliometrik memperlihatkan lebih kurang 14 % artikel terpilih dalam analisis ini membahas PPP/BOT pada konteks manajemen risiko.

Sebaliknya, Zhang *et al.* (2016) juga menemukan fakta menarik bahwa 22 dari 88 artikel yang dievaluasi (26,8 %) mendiskusikan manajemen risiko pada konteks PPP/BOT. Dengan demikian, riset-riset tentang manajemen risiko pada PPP/BOT masih tetap relevan di masa mendatang. Isu-isu yang dapat menjadi ranah riset pada bidang kajian ini meliputi alokasi risiko yang efisien, analisis kontijensi (*contingent liabilities analysis*), valuasi penjaminan atas risiko tertentu. Teori-teori yang digunakan pun turut berkembang seiring dengan semakin kompleksnya permasalahan, termasuk pemanfaatan teori yang biasa digunakan dalam industri lainnya (e.g. *real option theories*).

Isu lainnya yang menantang untuk diteliti adalah korelasi antara tingkat risiko dan biaya untuk mereduksi risiko. Sependek pengetahuan Penulis, sampai saat ini belum ada kajian yang secara spesifik didedikasikan untuk mendapatkan hubungan tersebut secara kuantitatif. Di sisi lain, informasi ini sangat dibutuhkan untuk menentukan perlakuan risiko (*risk treatment*) secara sistem yang paling efektif melalui optimasi model. Contoh, APRAM dan CRMM yang telah disinggung sebelumnya tidak akan berfungsi jika tidak diketahui seberapa *cost effective* suatu upaya mitigasi risiko dapat dilakukan.

Di tengah maraknya model-model baru yang dikembangkan, salah satu isu yang belum mendapatkan perhatian adalah maturitas ERM. Analisis memperlihatkan kajian pada ranah ini masih sangat terbatas yang tentunya menawarkan ranah-ranah riset yang menantang ke depannya. Dari sedikit kajian yang ada adalah Hallowell *et al.* (2013), Mu *et al.* (2014) dan Zhao (2014) yang menyimpulkan bahwa maturitas ERM pada industri konstruksi masih rendah. Zhao *et al.* (2015) mengidentifikasi hambatan-hambatan yang menyebabkan rendahnya maturitas ERM. Ke depannya, riset-riset tentang ERM perlu untuk terus dikembangkan dan untuk konteks Indonesia, riset pada arah ini sedang dilakukan oleh Penulis.

Isu lain yang belum mendapatkan atensi yang luas adalah perilaku individu dalam menyikapi suatu risiko (*risk behavior*). Risiko bisa dianalisis secara kualitatif atau kuantitatif menggunakan, misal, simulasi *Monte Carlo*. Setelah diperoleh probabilitas dan dampaknya,

risiko harus direspon oleh pengambil keputusan. Teorema utilitas biasanya mengasumsikan individu bertindak sebagai *risk averter* sehingga mereka membutuhkan premium risiko untuk bersedia menanggung risiko. Namun, beberapa eksperimen yang dilakukan tidak mendukung teorema tersebut sehingga muncul *prospect theory* (Kahneman dan Tversky, 1979), *cumulative prospect theory* (Tversky dan Kahneman, 1992) dan *rank dependent model* (Quiggins, 1993). Sejauh ini belum ada riset yang didedikasikan untuk membuktikan teori mana yang lebih tepat untuk industri konstruksi. Riset ini penting karena memiliki manfaat praktis e.g. pengambilan keputusan *go/no-go* untuk membangun portofolio proyek konstruksi internasional atau penentuan *minimum attractive rate of return* (MARR) untuk proyek investasi infrastruktur. Sebagaimana dipahami, *weighted average cost of capital* saja ternyata tidak cukup untuk menjelaskan MARR yang diinginkan oleh calon investor infrastruktur.

6. Kesimpulan

Dari analisis bibliometrik yang telah dilakukan atas 243 artikel manajemen risiko konstruksi selama kurun waktu 2005–2015 pada enam jurnal internasional terpilih dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tidak ada tren spesifik yang bisa diamati dari jumlah publikasi, baik menurun maupun meningkat per tahunnya yang berimplikasi, setidaknya, manajemen risiko masih relevan.
2. Cakupan isu beragam, yang secara garis besar dapat dikategorikan menjadi kontrak, pengendalian (*controlling*), maturitas, PPP/BOT, keselamatan, pemodelan risiko, perilaku risiko, tata kelola (*governance*), *decision support system*, dan riset terintegrasi.
3. Statistik memperlihatkan prinsip Pareto 80/20 berlaku yang juga mengindikasikan adanya dominasi negara-negara tertentu dalam hal publikasi dan adanya bias negara asal penulis untuk beberapa jurnal.
4. Riset difokuskan pada analisis dan manajemen risiko secara umum dengan pendekatan riset terpopuler adalah kuantitatif dan hibrid kualitatif-kuantitatif dan metode statistik menjadi metode yang paling sering digunakan serta pendekatan menggunakan lebih dari satu metode untuk menjawab pertanyaan riset merupakan hal yang lumrah ditemukan.
5. Beberapa ranah riset yang menarik untuk diteliti lebih lanjut meliputi penerapan manajemen risiko pada penyelenggaraan infrastruktur yang berbasis skema PPP/BOT, hubungan matematis antara tingkat risiko dan biaya mitigasi risiko, pengukuran tingkat maturitas manajemen risiko pada level perusahaan konstruksi, dan perilaku individu terhadap risiko.

7. Saran

Ada dua saran yang bisa disampaikan dari hasil analisis bibliometrik ini :

1. Dengan menggunakan hanya kata kunci sebagai satu-satunya kriteria pemilihan artikel pada jurnal terpilih, riset ini jelas memiliki keterbatasan cakupan publikasi. Oleh karena itu, analisis bibliometrik ini sangat mungkin dilanjutkan dengan merelaksasi kriteria yang saat ini digunakan; contoh, menggunakan kriteria judul, abstrak atau kata kunci (*title or abstract or keywords* atau T/A/K) yang mengandung "*risk management*". Pada skala yang lebih besar, analisis bibliometrik juga dapat dilakukan pada laporan-laporan teknis yang tidak terpublikasikan melalui dalam jaringan (*online*) meski untuk hal tersebut dibutuhkan waktu dan biaya yang cukup besar.
2. Analisis bibliometrik dapat dijadikan fondasi dan/atau disyaratkan menjadi salah satu tahapan riset tingkat lanjut (e.g. tingkat doktoral). Tujuannya untuk memperoleh informasi tentang kekinian ilmu pengetahuan (*state of the art*) pada suatu ranah riset spesifik. Dari analisis ini dapat diidentifikasi kesenjangan pengetahuan (*knowledge gap*) yang perlu diisi sebagai salah satu bentuk kontribusi nyata guna memperkaya *body of literatures* pada ranah tersebut dan menghindari replikasi dan repetisi riset yang tidak perlu.

8. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada dua mitra bestari anonim atas masukan dan komentar mereka yang sangat berharga guna meningkatkan kualitas naskah ini.

Daftar Pustaka

- Abdelgawad, M., and Fayek, A., 2010, Risk management in the construction industry using combined fuzzy FMEA and fuzzy AHP, *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(9), 1028–1036.
- Abdirad, H., and Pishdad-Bozorgi, P., 2014, Trends of assessing BIM implementation in construction research, *Computing in Civil and Building Engineering*, 496–503.
- Abudayyeh, O., Dibert-DeYoung, A., and Jaselskis, E., 2004, Analysis of trends in construction research: 1985–2002, *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(3), 433–439.
- Abudayyeh, O., Dibert-deyoung, A., Rasdorf, W., and Melhem, H., 2006, Research publication trends and topics in Computing in Civil Engineering, *Journal of Computing in Civil Engineering*, 20 (1), 2–12.
- Acebes, F., Pajares, J., Galán, J. M., and López-Paredes, A., 2014, A new approach for project control under uncertainty. Going back to the basics, *International Journal of Project Management*, 32(3), 423–434.
- Alarcón, L.F., Ashley, D.B., de Hanily, A.S., Molenaar, K.R., and Ungo, R., 2011, Risk planning and

management for the Panama canal expansion program, *Journal of Construction Engineering and Management*, 137(10), 762–771.

- Albogamy, A., and Dawood, N., 2015, Development of a client-based risk management methodology for the early design stage of construction processes, *Engineering, Construction and Architectural Management*, 22(5), 493–515.
- Andres, A., 2009, *Measuring Academic Research : How to Undertake a Bibliometric Study*, Chandos Publishing, Oxford.
- Ang, A. H.-S., and Tang, W. H., 2006, *Probability Concepts in Engineering: Emphasis on Applications to Civil and Environmental Engineering*, Wiley, New York.
- Bakht, M.N., and El-Diraby, T.E., 2015, Synthesis of decision-making research in construction, *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(9), 4015027.
- De Bellis, N., 2009, *Bibliometrics and Citation Analysis : From the Science Citation Index to Cybermetrics*, The Scarecrow Press, Lanham.
- Bröchner, J., and Björk, B.C., 2008, Where to submit? *Journal choice by construction management authors*, *Construction Management and Economics*, 26(7), 739–749.
- de Castro e Silva Neto, D., Cruz, C.O., Rodrigues, F., and Silva, P., 2016, Bibliometric analysis of PPP and PFI literature: overview of 25 years of research, *Journal of Construction Engineering and Management*, 6016002.
- Chan, A., Chan, D., and Yeung, J., 2009, Overview of the application of ‘fuzzy techniques’ in construction management research, *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(11), 1241–1251.
- Darko, A., and Chan, A.P.C., 2016, *Critical analysis of green building research trend in construction journals*, *Habitat International*, 57 (October), 53–63.
- Deng, F., and Smyth, H., 2013, Contingency-based approach to firm performance in construction: critical review of empirical research, *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(10), 4013004.
- El-Sayegh, S.M., and Mansour, M. H., 2015, Risk assessment and allocation in highway construction projects in the UAE, *Journal of Management in Engineering*, 31(6), 04015004.
- Flanagan, R., and Norman, G., 1993, *Risk Management and Construction*. London : Blackwell Science.
- Fortunato, B.R., Hallowell, M.R., Behm, M., and Dewlaney, K., 2012, Identification of safety risks for high-performance sustainable construction projects, *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(4), 499–508.
- Gan, L., and Xu, J., 2015, Control risk for multimode resource-constrained project scheduling problems under hybrid uncertainty, *Journal of Management in Engineering*, 31(3), 4014044.
- Gangolells, M., Casals, M., Forcada, N., Fuertes, A., and Roca, X., 2013, Model for enhancing integrated identification, assessment, and operational control of on-site environmental impacts and health and safety risks in construction firms, *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(2), 138–147.
- Hallowell, M.R., Molenaar, K.R., and Fortunato, B.R., 2013, Enterprise risk management strategies for state departments of transportation, *Journal of Management in Engineering*, 29(2), 114–121.
- Holden, G., Rosenberg, G., and Barker, K., 2012, Tracing thought through time and space : a selective review of bibliometrics in social work, *Bibliometric in Social Works*, G. Holden, G. Rosenberg, and K. Barker, eds., Routledge, New York, 1–34.
- Hong, Y., Chan, D.W.M., Chan, A.P.C., and Yeung, J.F.Y., 2012, Critical Analysis of partnering research trend in construction journals, *Journal of Management in Engineering*, 28(2), 82–95.
- Hong, Y., and Chan, D.W.M., 2014, Research trend of joint ventures in construction: a two-decade taxonomic review, *Journal of Facilities Management*, 12(2), 118–141.
- Imbeah, W., dan Guikema, S., 2009, Managing construction projects using the advanced programmatic risk analysis and management model, *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(8), 772–781.
- Kahneman, D., and Tversky, A., 1979, Prospect theory : an analysis of decision under risk, *Econometrica*, 47(2), 263–292.
- Kang, L.S., Kim, S.-K., Moon, H.S., and Kim, H.S., 2013, *Development of a 4D object-based system for visualizing the risk information of construction projects*, *Automation in Construction*, 31(May), 186–203.
- Ke, Y., Wang, S., Chan, A.P., and Cheung, E., 2009, Research trend of public-private partnership in construction journals, *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(10), 1076–1086.
- Kothari, C., 2004, *Research Methodology : Methods and Techniques*. New Delhi : New Age International.
- Le, Y., and Shan, M., 2014, Research trend of collusion

- in top construction journals, *Proceedings of the 17th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate*, J. Wang, Z. Ding, L. Zou, and J. Zuo, eds., Springer, Berlin, 1133–1140.
- Lee, S., Tae, S., Jee, N., and Shin, S., 2015, LDA-based model for measuring impact of change orders in apartment projects and its application for prerisk assessment and postevaluation, *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(7), 1–8.
- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia., 2014, *Peraturan Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia No. 2 Tahun 2014 tentang Petunjuk Teknis Jabatan Fungsional Peneliti*. Jakarta : Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Loosemore, M., Raftery, J., Reilly, C., and Higgon, D., 2006, *Risk Management in Projects*. London: Routledge.
- Mu, S., Cheng, H., Chohr, M., and Peng, W., 2014, Assessing risk management capability of contractors in subway projects in mainland China, *International Journal of Project Management*, 32(3), 452–460.
- Naoum, S., and Egbu, C., 2015, *Critical review of procurement method research in construction journals*, *Procedia Economics and Finance*, 6–13.
- Ndekugri, I., Daeche, H., and Zhou, D., 2013, The project insurance option in infrastructure procurement, *Engineering, Construction and Architectural Management*, 20(3), 267–289.
- Pietroforte, R., and Aboulezz, M.A., 2005, ASCE Journal of Management in Engineering: review of the years 1985 – 2002, *Journal of Management in Engineering*, 21(3), 125–131.
- Quiggins, J., 1993, *Generalized Expected Utility Theory: The Rank Dependent Model*, New York : Springer.
- Rosenblatt, M., 1952, Remarks on a multivariate transformation, *The Annals Mathematical Statistics*, 23(3), 470–472.
- Sakka, Z.I., and El-Sayegh, S.M., 2007, Float consumption impact on cost and schedule in the construction industry, *Journal of Construction Engineering and Management*, 133(2), 124–130.
- Tang, W., Qiang, M., Duffield, C.F., Young, D.M., and Lu, Y., 2008, Incentives in the Chinese construction industry, *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(7), 457–467.
- Touran, A., and Lopez, R., 2006, Modeling cost escalation in large infrastructure projects, *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(8), 853–860.
- Tsai, C.-C., and Wen, M.L., 2005, Research and trends in science education from 1998 to 2002: a content analysis of publication in selected journals, *International Journal of Science Education*, 27(1), 3–14.
- Tversky, A., and Kahneman, D., 1992, Advances in prospect theory: cumulative representation of uncertainty, *Journal of Risk and Uncertainty*, 5(4), 297–323.
- Utama, W., Chan, A., Zahoor, H., and Gao, R., 2016, Review of research trend in international construction projects: a bibliometric analysis, *Construction Economics and Building*, 16(2), 71–82.
- Vanga, S. K., Singh, A., Vagadia, B. H., and Raghavan, V., 2015, Global food allergy research trend : a bibliometric analysis, *Scientometrics*, 105(1), 203–213.
- Wibowo, A., 2008, Discussion of ‘Float consumption impact on cost and schedule in the construction industry’ by Zafer I. Sakka and Sameh M. El-Sayegh February 2007, Vol. 133, No. 2, pp. 124–130. 10.1061/(ASCE)0733-9364(2007)133:2(124), *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(10), 828–829.
- Wing, C.K., 1997, *The ranking of construction management journals*, *Construction Management and Economics*, 15(4), 387–398.
- Xia, B., Zuo, J., Wu, P., and Ke, Y., 2015, Sustainable construction trends in journal papers, *Proceedings of the 19th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate*, S. Liyin, Y. Kunhui, and M. Chao, eds., Springer, 169–179.
- Xu, Y., Chan, A.P.C., and Yeung, J.F.Y., 2010, Developing a fuzzy risk allocation model for PPP projects in China, *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(8), 894–903.
- Yi, W., and Chan, A.P.C., 2014, Critical review of labor productivity research in construction journals, *Journal of Management in Engineering*, 30(2), 214–225.
- Zeynalian, M., Trigunarysyah, B., and Ronagh, H.R., 2013, Modification of advanced programmatic risk analysis and management model for the whole project life cycle’s risks, *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(1), 51–60.
- Zhang, S., Chan, A.P.C., Feng, Y., Duan, H., and Ke, Y., 2016, Critical review on PPP research - a search from the Chinese and international journals, *International Journal of Project Management*, 34(4), 597–612.

- Zhao, X., 2014, Understanding enterprise risk management maturity in construction firms, *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(8), 1–10.
- Zhao, X., Hwang, B., and Low, S.P., 2013, Developing fuzzy enterprise risk management maturity model for construction firms, *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(9), 1179–1189.
- Zhao, X., Hwang, B., Low, S.P., and Wu, P., 2015, Reducing hindrances to enterprise risk management implementation in construction firms, *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(3), 4014083.