



**TEKNIK DELPHI SEBAGAI METODE UNTUK MEMPEROLEH KONSENSUS
TANTANGAN IMPLEMENTASI BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)
PADA INDUSTRI KONSULTAN KONSTRUKSI**

Oleh
Zelmi Sriyolja¹, Al Busyra Fuadi²
¹Universitas Ekasakti
²Universitas Bung Hatta
Email: 1zelmisriyolja@gmail.com

Abstrak

Kemajuan teknologi di bidang konstruksi berdampak langsung maupun tidak langsung terhadap konsultan perencana di Indonesia. Pertukaran model desain konvensional ke model digital 3D berbasis BIM sudah mulai dilakukan oleh para konsultan, meskipun masih sedikit. Dengan adanya peraturan pemerintah Nomor 16 Tahun 2021, proses perancangan dengan konsep Building Information Modeling semakin marak dibicarakan. Metode penelitian menggunakan teknik Delphi yang dimodifikasi kepada tujuh orang pakar BIM dari praktisi, dosen perguruan tinggi, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, dan juga ketua INKINDO (ikatan konsultan Indonesia). Tulisan ini bertujuan untuk menjelaskan tantangan penggunaan Building Information Modeling di perusahaan konsultan konstruksi Indonesia menurut Pakar BIM di Indonesia. Tulisan ini menemukan bahwa terdapat 15 elemen dengan berbagai kriteria penghambat menurut para ahli dalam penerapan BIM pada konsultan konstruksi di Indonesia. Konsultan konstruksi yang mulai menggunakan BIM merupakan perusahaan konsultan dengan klasifikasi sedang. Hasil penelitian ini menemukan 15 elemen penghambat dengan 36 kriteria.

Kata Kunci: Teknik Delphi, Implementasi Building Information Modeling (BIM)

PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi Indonesia diperkirakan mencatat tren peningkatan dan mencapai kisaran 5,8-6,2% pada tahun 2022. Prospek pertumbuhan ekonomi diperkirakan mencatat tren peningkatan dan mencapai kisaran 5,8-6,2% pada tahun 2022. Prospek pertumbuhan ekonomi dalam jangka menengah tersebut didukung oleh perbaikan pada seluruh faktor produksi. Dalam jangka menengah, peningkatan modal terutama akan ditopang oleh investasi infrastruktur yang terus berjalan. Sejalan dengan upaya untuk mendorong infrastruktur, Pemerintah telah menetapkan Proyek Strategis Nasional (PSN) sebagai prioritas pembangunan (Bank Indonesia, 2017) [1-2].

Teknologi digital menjadi cikal bakal revolusi industri 4.0. Hal ini pun diperkuat

dalam World Economic Forum (WEF) 2015 yang disampaikan oleh Kanselir Jerman Angela Merkel. Sebelumnya Klaus Schwab sebagai pendiri WEF telah lebih dulu mencanangkan industri 4.0. Revolusi industri saat ini tengah menggerakkan sistem otomasi pada seluruh proses yang sedang berjalan. Kemajuan teknologi turut membantu memudahkan pekerjaan manusia, termasuk dalam dunia konstruksi [3-4].

Kemajuan konstruksi banyak dipengaruhi oleh arsitek, warga sipil, dan profesional lain di bidang konstruksi. Dengan adanya teknologi, arsitek yang awalnya menggambar dengan mesin gambar kemudian ditemukan sistem operasi berbasis visual dan diikuti dengan serangkaian aplikasi produk yang memanfaatkan teknologi digital. Begitu



pula dengan ilmu sipil dan ilmu lainnya, salah satu aplikasinya adalah Computer Aided Design atau yang lebih dikenal dengan CAD. Kini beberapa aplikasi memasukkan informasi ke dalam sistem perangkat lunak CAD dan pemodelan 3D secara bersamaan. Aplikasi tersebut dikenal dengan Building Information Modeling (BIM) [5].

Perkembangan teknologi juga berdampak pada konstruksi di Indonesia. Konstruksi di Indonesia telah lama menggunakan teknologi untuk mempermudah pekerjaan seperti aplikasi CAD. Sejak tahun 90-an, BIM telah menerapkan aplikasi di beberapa konstruksi, namun belum mengalami kemajuan yang signifikan. Dengan adanya Undang-Undang Jasa Konstruksi Nomor 2 Tahun 2017, diperlukan suatu sistem yang dapat mendukung percepatan infrastruktur [6].

infrastruktur di Indonesia belum tumbuh sehat dan bergairah sehingga masih belum mampu menjadi andalan perekonomian nasional sejak krisis ekonomi melanda Indonesia pada tahun 1997 hingga sekarang. Penderitaan akibat dampak itu terbukti dengan penurunan yang sangat tajam ketika krisis hingga saat ini belum pulih sepenuhnya belanja pembangunan dari total sekitar 25 triliun rupiah turun menjadi sekitar 7 triliun rupiah pada tahun 1999 dan mulai meningkat secara bertahap sejak tahun 2000. Keterpurukan tersebut tentu saja akan mengurangi kesempatan bagi industri konstruksi untuk mempersiapkan diri dalam menghadapi globalisasi yang terus mendekat dan akan berlaku pada tahun 2020. Globalisasi juga menuntut industri konstruksi lebih banyak memanfaatkan teknologi infrastruktur [7].

LANDASAN TEORI

Menurut BIM, Handbook BIM adalah teknologi pemodelan dan serangkaian proses terkait untuk pra desain, mengomunikasikan, dan menganalisis model bangunan, konstruksi, dan manajemen [8]. Ada banyak manfaat penerapan BIM dalam konstruksi tetapi tidak

banyak yang menerapkannya [9]. Dalam McGraw hill construction in the business value of BIM in Australia and New Zealand menulis bahwa tantangan BIM tampaknya kurang efisien untuk proyek yang lebih kecil, kurangnya pemahaman internal tentang BIM, waktu pelatihan yang diperlukan, kurangnya dokumentasi objektif tentang manfaat BIM, masalah yang belum terselesaikan mengenai kepemilikan dan pemeliharaan model, peran yang tidak jelas / perubahan peran yang disebabkan oleh pengenalan BIM [10]. Banyak penelitian tentang tantangan BIM dalam konstruksi telah dilakukan [11-14]. Sriyolja et al., (2021) dari 26 jurnal yang mempelajari tantangan BIM dalam konstruksi adalah Walasek & Barszcz (2017), Gerges et al. (2017), Yaakob et al. (2018), Ramilo et al. (2017), Sreelakshmi et al. (2017), Liu dkk. (2015), M.Reza dkk. (2015), Sardroud dkk. (2018), Elyamany (2016), Kekana dkk. (2014), Kiviniemi & Codinhoto (2014), Siddiqui dkk. (2019), Ruthankoon (2015), Ahmad Jamal dkk. (2019), Latifi dkk. (2016), Abd Hamid dkk. (2018), Ahmed & Hoque (2018), Kaini dkk. (2013), ALBtoush & Haron (2017), Hamada dkk. (2016), Ghavamimoghaddam & Hemmati (2017), Chan (2014), Matarneh & Hamed (2017), Eadie dkk. (2014), Hatem dkk. (2018), Z., Zahrizan, Nasly, M.Ali, Ahmad, T. Haron, A. Marshall (2014). Tantangan utama dalam mengimplementasikan Building Information Modeling (BIM) dalam konstruksi adalah biaya, tenaga ahli, isu hukum, interoperabilitas, kesadaran, budaya, proses, manajemen, permintaan, skala proyek, teknologi, keterampilan, pelatihan, kontrak, dan standar BIM [15].

Ikatan Perusahaan Jasa Konsultan se-Indonesia yang berdiri pada tanggal 20 Juni 1979 di Jakarta, INKINDO merupakan peleburan dari Ikatan Konsultan Indonesia (INKINDO) yang berdiri pada tanggal 10 Februari 1970 dan Perkumpulan Konsultan Teknik Pembangunan Indonesia (PKTPI) [16]. INKINDO Memiliki Roadmap Menuju



INKINDO emas 2030 yang merupakan wujud usaha INKINDO dalam menghadapi tantangan di usianya yang menginjak 50 tahun di tahun 2029 mendatang. Roadmap INKINDO emas 2030 merupakan cetak biru dan grand design yang menjadi peta jalan strategis dalam bentuk rencana berbasis waktu yang mendefinisikan kondisi organisasi INKINDO saat ini, ke arah mana tujuan ideal dituju dalam perspektif waktu, dan bagaimana cara mencapai tujuan tersebut. Roadmap akan menjadi representasi visual yang mengatur dan menyajikan informasi penting terkait rencana INKINDO ke depan. Dalam mewujudkan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJP) 2005-2025, INKINDO sebagai asosiasi yang mawadahi konsultan perencanaan di Indonesia perlu terus bergerak terutama dalam menghadapi kemajuan teknologi. Konsultan perencana di Indonesia belum terlalu familiar dengan Building Information Modeling (BIM) [17].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Delphi yang dimodifikasi untuk pakar. Delphi dalam Skinner et al., (2015) pada awalnya dikembangkan pada tahun 1950-an oleh RANO Corporation merupakan salah satu proyek konstruksi dan bertujuan untuk memperoleh konsensus yang paling dapat diandalkan dari sekelompok pakar. Metode ini berguna untuk menyusun proses komunikasi kelompok agar proses berjalan secara efektif sehingga kelompok dapat memecahkan masalah. Metode ini digunakan ketika pendapat dan evaluasi dari para pakar dibutuhkan tetapi faktor lain seperti waktu dan/atau jarak membuat para pakar sulit untuk duduk bersama sebagai panel [18]. Wawancara dengan metode Delphi pakar BIM melibatkan pakar BIM dari praktisi, dosen perguruan tinggi, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, dan juga dari ketua INKINDO (Ikatan Konsultan Indonesia). Pakar tersebut meliputi direktur BIM center of Excellence, CEO/Co-Founder dalam pelatihan,

Manajer Revit, insinyur BIM, staf pengajar, staf kementerian, sub-koordinator Kalimantan, dan juga sub-koordinator pemantauan dan evaluasi pengelolaan material dan peralatan konstruksi. Para pakar yang diwawancarai memiliki pengalaman di bidang konstruksi Indonesia, khususnya dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat memiliki pengalaman 16 tahun dan 12 tahun dimana telah terlibat dalam pengembangan BIM selama 4 tahun. Melakukan pelatihan dan seminar/webinar BIM bagi insan/calon pekerja konstruksi, baik secara individu di Kementerian PUPR maupun kolaborasi/kerjasama dengan mitra, serta terlibat dalam penyusunan konsep standar protokol BIM di Kementerian PUPR. Pengalaman dari para pakar lainnya di dunia konstruksi ada yang 16 tahun, 19 tahun, 24 tahun, 28 tahun bahkan ada yang 30 tahun. Pengalaman bekerja menggunakan BIM juga bervariasi ada yang 1 tahun, 4 tahun, 7 tahun, 8 tahun, dan 10 tahun. Latar belakang pendidikan para pakar juga bervariasi, ada yang 1 D3, 3 S1, 2 S2, dan 1 S3. Hasil jawaban pakar melalui metode Delphi akan dianalisis secara mendalam setelah dilakukan wawancara semi terstruktur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Putaran pertama wawancara Metode Delphi yang dimodifikasi

Terdapat tujuh orang pakar yang terlibat dalam penelitian ini. Dalam berbagai literatur disebutkan bahwa belum ada kepastian berapa jumlah pakar minimal dalam penelitian Delphi, namun lebih ditujukan kepada para pakar yang memahami informasi tentang apa yang akan diteliti [19]. Saat menganalisis faktor penghambat implementasi Building Information Modeling kepada para pakar, tidak dapat dilakukan dengan cara bertatap muka langsung dikarenakan pandemi Corona, selanjutnya menggunakan media digital yang dibantu dengan zoom meeting, WhatsApp, Telegram, dan juga Google Form. Pengalaman kerja para pakar terpilih yang telah bekerja



dalam penggunaan BIM juga bervariasi, 1 orang dengan pengalaman 1 tahun, 2 orang dengan pengalaman 4 tahun, 1 orang dengan pengalaman 7 tahun, 2 orang dengan pengalaman 8 tahun, dan 1 orang dengan pengalaman 10 tahun. Wawancara dengan para pakar mengenai tantangan dalam implementasi BIM pada konsultan Indonesia dilakukan dengan menggunakan Google form dan bantuan media sosial seperti Telegram, WhatsApp, dan komunikasi langsung melalui telepon.

Telah dilakukan analisis data kuantitatif primer berdasarkan hasil wawancara. Sesuai dengan persyaratan metode Delphi yang dimodifikasi, wawancara berulang dengan teknik Delphi memungkinkan diperolehnya jawaban yang sama dari berbagai pakar untuk memperoleh faktor penghambat penerapan Building Information Modeling pada konsultan konstruksi Indonesia sehingga dapat dibuat suatu kerangka kerja untuk dapat menerapkan BIM pada konsultan konstruksi Indonesia. Wawancara dilakukan dalam tiga putaran karena telah tercapai konsensus pada seluruh partisipan [18].

Dalam penerapan teknik Delphi modifikasi pada saat wawancara dengan pakar diawali dengan membuka pertanyaan terbuka mengenai faktor penghambat penerapan Building Information Modeling pada konsultan konstruksi Indonesia.

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan rumus dari Norizan [20] sebagai pedoman untuk memperoleh konsensus dan tingkat kepentingan item (lihat Tabel 1 dan 2). Nilai rentang antar kuartil menggunakan rumus $Q3 - Q1$ yang dicari di Microsoft Excel.

Tabel 1.

Rentang Kuartil Interval	Tingkat Konsensus	Rata-rata	Tingkat kepentingan
Kurang atau	Tinggi	4 dan diatasny	Tinggi

sama dengan 0,5 (QD ≤ 0,5)		a (M ≥ 4)	
Lebih dari 0,5 dan kurang dari atau sama dengan 1,0 (0,5 ≤ QD ≤ 1,0)	Sedang	3,5 dan kurang (M ≤ 3,5)	Sedang
Lebih dari 1,0 (QD ≥ 1,0)	Rendah dan tidak ada konsensus	-	-

Tabel 2.

TIDAK	Tingkat	Keterangan
1	Pentingnya tinggi – konsensus tinggi	Item yang memperoleh konsensus tinggi dengan nilai IQR kurang atau sama dengan 0,5, tetapi dianggap penting dan sangat penting dengan median 4 ke atas [(IQR ≤ 0,5) dan (M ≥ 4)]
2	Pentingnya moderat – konsensus moderat	Item yang memperoleh konsensus sedang dengan nilai IQR lebih dari 0,5 dan kurang dari sama dengan 1,0, tetapi dianggap penting dan sangat penting dengan median 4 ke atas [(0,5



$< IQR \leq 1,0$ dan $(M \geq 4)$

3

Pentingnya tinggi – tidak ada konsensus

Item yang tidak mencapai konsensus dengan nilai IQR lebih dari 1,0, namun dianggap penting dan sangat penting dengan median 4 ke atas $[(IQR > 1,0)$ dan $(M \geq 4)$

4

Pentingnya rendah – konsensus tinggi

Item yang memperoleh konsensus tinggi dengan nilai IQR kurang atau sama dengan 0,5, namun dianggap sedang dan tidak penting dengan median 3,5 dan kurang $[(IQR \leq 0,5)$ dan $(M \leq 3,5)]$

5

Pentingnya rendah – konsensus sedang

Item yang memperoleh konsensus sedang dengan nilai IQR lebih dari 0,5 dan kurang dari sama dengan 1,0, namun dianggap sedang dan tidak penting dengan median 3,5 dan kurang $[(IQR \leq 0,5)$ dan $(M \leq 3,5)]$

6

Pentingnya rendah – tidak ada konsensus

Item yang tidak mencapai konsensus dengan nilai IQR lebih dari 1,0, namun dianggap sedang dan tidak penting dengan median 3,5 dan

kurang $[(IQR \leq 0,5)$ dan $(M \leq 3,5)]$

Hasil wawancara dengan pakar adalah:

No	Factors	Coding	Linkert Scale					Mean	Median	IQR	SD
			1	2	3	4	5				
1	Management	F1	0 0%	0 0%	0 0%	5 71%	2 29%	4.29	4	1	0.49
2	Technology	F2	0 0%	0 0%	0 0%	3 43%	4 57%	4.57	5	1	0.53
3	Expert	F3	0 0%	0 0%	1 14%	3 43%	3 43%	4.29	4	1	0.76
4	culture	F4	0 0%	0 0%	1 14%	4 57%	2 29%	4.14	4	1	0.69
5	cost	F5	0 0%	0 0%	1 14%	4 57%	2 29%	4.14	4	1	0.69
6	law	F6	0 0%	0 0%	0 0%	4 57%	3 43%	4.43	4	1	0.53
7	interoperability	F7	0 0%	0 0%	1 14%	4 57%	2 29%	4.14	4	1	0.69
8	process	F8	0 0%	0 0%	1 14%	3 43%	3 43%	4.29	4	1	0.76
9	Awareness	F9	0 0%	0 0%	0 0%	1 14%	6 86%	4.86	5	0	0.38
10	demand	F10	0 0%	0 0%	1 14%	2 29%	4 57%	4.43	5	1	0.79
11	project scale	F11	0 0%	0 0%	1 14%	4 57%	2 29%	4.14	4	1	0.69
12	Skills	F12	0 0%	0 0%	1 14%	4 57%	2 29%	4.14	4	1	0.69
13	training	F13	0 0%	0 0%	1 14%	4 57%	2 29%	4.14	4	1	0.69
14	Contract	F14	0 0%	0 0%	1 14%	4 57%	2 29%	4.29	4	1	0.76
15	bim standard	F15	0 0%	0 0%	0 0%	1 14%	6 86%	4.86	5	0	0.38

Tabel 4 tentang hasil Delphi putaran pertama .

Setelah putaran wawancara pertama, para informan menyetujui faktor-faktor yang diajukan dalam pertanyaan terbuka, tetapi ada beberapa tambahan dari para informan mengenai tantangannya .

Tabel 5



Tabel 7.

No	Factors	Coding	Barriers	Source additional barriers
1	Management	F1	Participation of management consulting firm to start implementing BIM (B1)	From expert 1, expert 2, expert 4, expert 6 and expert 7
2	Technology	F2	Use of native software in planning consultant (B7)	From expert 2, expert 3, expert 4, expert 6 and expert 7
3	Expert	F3	The age factor of the expert influences the understanding of BIM (11) Training/training for experts on BIM (B 12)	From expert 1, expert 3, expert 5, expert 6 From expert 1, expert 3, expert 4, expert 5, expert 6 and expert 7
4	culture	F4	Change of culture in company organization from old work method (B 14) Change and learn something new to adapt to technological advances (B 15)	From expert 3, expert 3, expert 6 From expert 2, expert 3, expert 4, expert 6
5	cost	F5	The benefits of implementing BIM on consultants do not outweigh the costs of implementing it in the short term (B16)	From expert 2, expert 3, expert 4, expert 5
6	law	F6	The cost of learning software using BIM is expensive (B17)	From expert 1, expert 3, expert 4, expert 5, expert 6 and expert 7
7	interoperability	F7	The need to use BIM for planning consultants by the government (B19)	From expert 2, expert 3, expert 4, expert 6
8	process	F8	Interoperability (interaction between software) BIM devices with other software (B 21)	From expert 2, expert 3, expert 4, expert 5
9	Awareness	F9	BIM compliant workflow on planning consultant (B 22) A small, step-by-step approach to BIM in a planning consulting firm (B 23)	From expert 2, expert 3, expert 4 From expert 3, expert 4
10	demand	F10	Awareness of the benefits of BIM for planning consultants (B 25)	From expert 2, expert 3
11	project scale	F11	Stakeholders' doubts about changes in the world of construction (B 26) Request from Owner on planning using BIM (B 27) Benefits are evident at the planning stage to ensure their use (B28)	From expert 1, expert 2, expert 4, expert 6 and expert 7 From expert 3, expert 4 From expert 2, expert 3, expert 4, expert 6
12	Skills	F12	Use of BIM on local consultants with small project scale (B 29)	From expert 2, expert 3, expert 4
13	training	F13	skills in using BIM software for planning consultant employees (B 30)	From expert 3, expert 4, expert 5
14	Contract	F14	The enthusiasm for participating in BIM training is influenced by costs (B 31) There is no difference in using conventional methods or using BIM in contracts (providing incentives if using BIM) (B 32) There has been no inclusion of the use of BIM in the contract (B 33)	From expert 2, expert 3, expert 5, expert 6 and expert 7 From expert 1, expert 2, expert 5 From expert 2, expert 3, expert 4, expert 6 and expert 7
15	bim standard	F15	The same BIM standard for planning consultants (B 34) The same protocol in implementing BIM in planning consultants (B 35)	From expert 3, expert 4, expert 6 From expert 2, expert 3, expert 4, expert 5

Tabel 6 tentang hasil Delphi Putaran Kedua

Faktors	barriers	Skala Linkert					Mean	Median	IQR	SD
		1	2	3	4	5				
F 1	B 1	0	0	1	4	2	4.29	4	1	0.69
		0%	0%	14%	57%	29%				
F 2	B 7	0	0	1	3	3	4.29	4	1	0.76
		0%	0%	14%	43%	43%				
F 3	B 11	4	5	4	5	4	4.29	4	1	0.49
		57%	71%	57%	71%	57%				
B 12		0	0	1	3	3	4.29	4	1	0.76
		0%	0%	14%	43%	43%				
F 4	B14	0	0	1	3	2	4.14	4	1	0.69
		0%	0%	14%	43%	29%				
B 15		0	0	0	4	3	4.43	4	1	0.53
		0%	0%	0%	57%	43%				
F 5	B 16	0	0	1	3	3	4.29	4	1	0.76
		0%	0%	14%	43%	43%				
B 17		0	0	1	3	3	4.29	4	1	0.76
		0%	0%	14%	43%	43%				
F 6	B 19	0	0	0	5	2	4.29	4	1	0.49
		0%	0%	0%	71%	29%				
F 7	B 21	0	0	1	3	3	4.29	4	1	0.76
		0%	0%	14%	43%	43%				
F 8	B 22	0	0	1	4	2	4.14	4	1	0.69
		0%	0%	14%	57%	29%				
B 23		0	0	0	4	3	4.43	4	1	0.53
		0%	0%	0%	57%	43%				
F 9	B 25	0	0	0	5	2	4.29	4	1	0.49
		0%	0%	0%	71%	29%				
F 10	B 26	0	0	0	5	2	4.29	4	1	0.49
		0%	0%	0%	71%	29%				
B 27		0	0	1	4	2	4.14	4	1	0.69
		0%	0%	14%	57%	29%				
B 28		0	0	1	4	2	4.14	4	1	0.69
		0%	0%	14%	57%	29%				
F 11	B 29	0	0	1	3	3	4.29	4	1	0.76
		0%	0%	14%	43%	43%				
F 12	B 30	0	0	0	3	4	4.57	5	1	0.53
		0%	0%	0%	43%	57%				
F 13	B 31	0	0	1	4	2	4.14	4	1	0.69
		0%	0%	14%	57%	29%				
F 14	B 32	0	0	2	3	2	3.86	4	1	0.69
		0%	0%	29%	43%	29%				
B 33		0	0	1	4	2	4.14	4	1	0.69
		0%	0%	14%	57%	29%				
F 15	B 34	0	0	0	6	1	4.14	4	0	0.38
		0%	0%	0%	86%	14%				
B 35		0	0	1	4	2	4.14	4	1	0.53
		0%	0%	14%	57%	29%				

Setelah Delphi putaran kedua ada beberapa tambahan dari informan mengenai tantangan.

Factors	Barriers	Source additional barriers
F1	Human Resources in consultants in understanding BIM (B2)	From expert 1, expert 2
	Planning consultants create workflows in the implementation of BIM (B3)	From expert 1
	Experience of planning consulting firm management on BIM (B4)	From Expert 2, expert 3
	Top-down approach in BIM implementation (B5)	From Expert 3
	Rewards from planning consultants to employees who understand BIM (B6)	From Expert 3
F2	Consultant's understanding of BIM software, (B8)	From Expert 2, expert 3
	Exchange of data between experts in the planning team (B9)	From Expert 3
	Understanding of planning consultants against viruses and hackers (B10)	From Expert 3
F3	BIM expert in planning consultant (B13)	From expert 1, expert 2, expert 3
F5	Expensive software purchase price (B 18)	From expert 1, expert 2
F6	Clarity of BIM implementation regulations on planning consultants (20)	From expert 1, expert 2, expert 3
F8	Effective means of communication to explain BIM to all employees in the company (24)	From expert 1, expert 2, expert 3

Hasil Delphi setelah putaran ke-3 menemukan persetujuan dari semua ahli dengan masukan tambahan sebagai berikut .

Tabel 8

Factors	Barriers	Linkert Scale					Mean	Median	IQR	SD
		1	2	3	4	5				
F 1	B 2	0	0	0	3	4	4.57	5	1	0.53
		0%	0%	0%	43%	57%				
	B 3	0	0	0	5	2	4.29	4	1	0.49
		0%	0%	0%	71%	29%				
	B 4	0	0	0	3	4	4.57	5	1	0.53
		0%	0%	0%	43%	57%				
B 5	0	0	0	5	2	4.29	4	1	0.49	
	0%	0%	0%	71%	29%					
B 6	0	0	0	3	4	4.57	5	1	0.53	
	0%	0%	0%	43%	57%					
F 2	B 8	0	0	0	5	2	4.29	4	1	0.49
		0%	0%	0%	71%	29%				
	B 9	0	0	0	3	4	4.57	5	1	0.53
		0%	0%	0%	43%	57%				
B 10	0	0	0	5	2	4.29	4	1	0.49	
	0%	0%	0%	71%	29%					
F 3	B 13	0	0	0	5	2	4.29	4	1	0.49
		0%	0%	0%	71%	29%				
F 5	B 18	0	0	0	5	2	4.29	4	1	0.49
		0%	0%	0%	71%	29%				
F 6	B 20	0	0	0	4	3	4.43	4	1	0.53
		0%	0%	0%	57%	43%				
F 8	B 24	0	0	0	6	1	4.14	4	0	0.38
		0%	0%	0%	86%	14%				

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian Delphi sebanyak tiga kali putaran diketahui bahwa terdapat 15 elemen tantangan implementasi BIM pada konsultan konstruksi Indonesia yang terdiri dari beberapa kriteria pada masing-masing elemen. Elemen manajemen berjumlah 6 kriteria, elemen teknologi berjumlah 4 kriteria, elemen



tenaga ahli berjumlah 3 kriteria, elemen budaya berjumlah 2 kriteria, elemen biaya berjumlah 3 kriteria, elemen hukum berjumlah 3 kriteria, elemen interoperabilitas berjumlah 1 kriteria, elemen proses berjumlah 3 kriteria, elemen kesadaran berjumlah 3 kriteria, elemen permintaan berjumlah 3 kriteria, elemen skala proyek berjumlah 1 kriteria, elemen keterampilan berjumlah 1 kriteria, elemen pelatihan berjumlah 1 kriteria, elemen kontrak berjumlah 2 kriteria, dan elemen standar BIM berjumlah 2 kriteria tantangan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan yang diberikan oleh INKINDO dan PT. Multi Karya Interplan . Universitas Teknologi Malaysia telah membantu menyediakan keahlian dan sumber daya dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bank Indonesia. (2017). Arah Kebijakan Perekonomian. Laporan Perekonomian Indonesia 2017 , BAB 10 , 186–222.2.
- [2] Satya, VE (2018). Pancasila Dalam Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0. Pusat Penelitian Badan Keahlian DPR RI , X (09), 19.
- [3] Bappenas. (2015). Jangka Menengah Nasional (Rpjmn) . 2015–2019.
- [4] Hasanuddin, U. (2018). Menjadikan Indonesia 4 . 0 Babak Baru Industri Kita, (Mei).
- [5] Gunagama, MG, & Lathifa, NF (2017). Otomatisasi penuh dalam arsitektur masa depan. Jurnal Arsitektur NALARs , 16 (1), 43–60.
- [6] Risdianto, E. (2019). Analisis Pendidikan Indonesia Di Era Revolusi Industri 4 . 0 . April , 0–16.
- [7] Soeparto1, H. (2014). Industri konstruksi Indonesia: Masa depan dan tantangannya, (Januari 2005). <https://doi.org/10.13140/2.1.1801.8568> .
- [8] Baldwin, A., & Bordoli, D. (2014). Building Information Modelling (BIM). Buku Pegangan untuk Perencanaan dan Penjadwalan Konstruksi , 192–203. <https://doi.org/10.1002/9781118838167.ch9>.
- [9] Hatem, WA, Abd, AM, & Abbas, NN (2018). Tantangan penerapan Building Information Modeling (BIM) dalam proyek konstruksi di Irak. Engineering Journal , 22 (2), 59–81. <https://doi.org/10.4186/ej.2018.22.2.59> .
- [10] Ruthankoon, R. (2015). Tantangan Implementasi BIM: Pengalaman di Thailand. Konstruksi Berkelanjutan, Rekayasa, dan Manajemen Infrastruktur , 13–14.
- [11] Bouhmoud, H. (2020). Tantangan Building Information Modeling (BIM) di Afrika versus tantangan global. Dalam Kolokium Ilmu dan Teknologi Informasi, CIST (Vol. 2020, hlm. 495–501). <https://doi.org/10.1109/CiSt49399.2021.9357248> .
- [12] Jasiński, A. (2021). Dampak implementasi BIM pada praktik arsitektur. Teknik Arsitektur dan Manajemen Desain , 17 (5), 447–457. <https://doi.org/10.1080/17452007.2020.1854651> .
- [13] Shirowzhan, S., Sepasgozar, SME, Edwards, DJ, Li, H., & Wang, C. (2020). Kompatibilitas BIM dan diferensiasinya dengan tantangan interoperabilitas sebagai faktor inovasi. Otomasi dalam Konstruksi , 112 (Januari), 103086. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103086>.
- [14] Vidalakis, C. (2020). Adopsi dan implementasi BIM: fokus pada UKM. Inovasi Konstruksi , 20 (1), 128–147. <https://doi.org/10.1108/CI-09-2018-0076>.
- [15] Sriyolja, Z., Harwin, N., & Yahya, K. (2021). Tantangan dalam Menerapkan



- Building Information Modeling (BIM) dalam Industri Konstruksi: Tinjauan Kritis. Seri Konferensi IOP: Bumi dan <https://doi.org/10.1088/1755-1315/738/1/012021>.
- [16] <https://www.inkindo.org/profil/selayang-pandang>.
- [17] INKINDO. (2018). Roadmap menuju inkindo emas 2030 “inkindo mandiri demi keunggulan negeri.” (nd).
- [18] Delbecq AL, Van de Ven AH, Gustafson DH. Teknik kelompok untuk perencanaan program. Glenview, IL: Scott, Foresman, and Co; 1975.
- [19] Hatcher, T., & Colton, S. (2007). Menggunakan internet untuk meningkatkan penelitian HRD: Kasus teknik penelitian Delphi berbasis web untuk mencapai validitas konten dari pengukuran yang berorientasi pada HRD. *Jurnal Pelatihan Industri Eropa* , 31 (7), 570–587. <https://doi.org/10.1108/03090590710820060>.
- [20] Norizan AR. Kompetensi komputer guru ESL dalam jabatan di sekolah menengah Malaysia. [disertasi]. Universitas Kebangsaan Malaysia; 2003.