

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DANA INTERNAL**

Program Penelitian Kerjasama Luar Negeri



JUDUL

**SURVEY IMPLEMENTASI BUILDING INFORMATION MODELING PADA
KONSULTAN QUANTITY SURVEYOR DI INDONESIA**

TIM PENGUSUL

Ketua:

Dr. WAHYUDI P. UTAMA, B.QS., MT. (NIDN: 1011097501)

Anggota Dosen:

Dr. DWIFITRA. Y. JUMAS, ST., MSCE. (NIDN: 1004097701)

SESMIWATI, B.QS., MT. (NIDN: 1011098301)

FIELDA ROZA, ST., MT. (NIDN: 1013087605)

TS. DR. SYAMSUL HENDRA MAHMUD (UTM MALAYSIA)

Anggota Mahasiswa :

AZMI NADESTA (NPM. 2310015410008)

Dibiayai oleh:

Dana Anggaran Pengembangan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM)

Mata Anggaran Nomor 11.2.13.03.2022 tanggal 24 Januari 2024

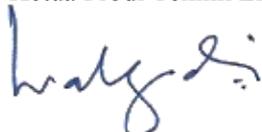
**UNIVERSITAS BUNG HATTA
OKTOBER, 2024**

LEMBAR PENGESAHAN

| | | | | |
|------------------------------|---------------------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 | Judul Proposal Penelitian | SURVEY IMPLEMENTASI BUILDING INFORMATION MODELING PADA KONSULTAN QUANTITY SURVEYOR DI INDONESIA | | |
| | | IDENTITAS PENELITI | | |
| | Ketua Peneliti | | | |
| 3 | Nama Peneliti (Pengusul) | Dr. Wahyudi P. Utama, B.QS., MT. | | |
| | Jabatan/Golongan | Lektor Kepala / IV.a | | |
| | NPP/NIDN | 1011097501 | | |
| | Bidang Keahlian | Manajemen Konstruksi | | |
| | Unit/Fakultas/Jurusan | Fakultas | Jurusan/Program Studi | |
| | | Teknik Sipil Perencanaan | Teknik Ekonomi Konstruksi | |
| | Alamat Rumah | | | |
| No. Telp/Faks/Email Peneliti | wahyudi@bunghatta.ac.id | | | |
| 4 | Anggota Peneliti | Anggota 1 | Anggota 2 | Anggota 3 |
| | Nama Peneliti (Pengusul) | Dr. Dwifitra Y. Jumas, ST., MSCE. | Sesmiwati, B.QS., MT | Fielda Roza, ST., MT |
| | Jabatan/Golongan | Lektor Kepala / IV.a | Lektor / III.c | Asisten Ahli / III.b |
| | NPP/NIDN | 1004097701 | 1011098301 | 1013087605 |
| | Bidang Keahlian | Manajemen Konstruksi | Manajemen Proyek | Manajemen Konstruksi |
| | Unit/Fakultas/Jurusan | FTSP / Teknik Sipil | FTSP / Teknik Ekonomi Konstruksi | FTSP / Teknik Ekonomi Konstruksi |
| 5 | Lokasi Penelitian | Indonesia | | |
| 6 | Waktu Pelaksanaan | 8 bulan | | |
| 7 | Dana yang Diusulkan | Rp. 15.000.000 | | |
| | Terbilang | Lima belas juta rupiah | | |
| 8 | Spesifikasi <i>outcome</i> penelitian | A. Publikasi di jurnal internasional terindeks Scopus Q3 | | |
| | | B. | | |

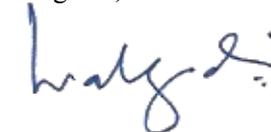
Padang, 19 September 2024

Mengetahui
Ketua Prodi Teknik Ekonomi Konstruksi



(Dr. Wahyudi P. Utama, B.QS., MT.)
NIDN. 1011097501

Pengusul,



(Dr. Wahyudi P. Utama, B.QS., MT.)
NIDN. 1011097501

Menyetujui,
Ketua LPPM

(Dr. Popi Fauziati, SE., M.Si, Akt.)
NIDN. 1005027501

RINGKASAN

Building Information Modeling (BIM) adalah teknologi revolusioner yang melibatkan penggunaan Teknologi Informasi dalam industri konstruksi. BIM telah mentransformasikan pengadaan konstruksi melalui kolaborasi antar pelaku industri yang berbeda. Inovasi ini suka tidak suka harus direspon oleh rekanan, baik konsultan maupun kontraktor jika masih ingin terlibat diproyek yang mensyaratkan penggunaan BIM. Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa perkembangan BIM di Indonesia cukup rendah. Cukup banyak penelitian yang mengangkat topik hambatan dan faktor pendorong implementasi BIM baik di negara maju maupun berkembang. Khusus di Indonesia, sejauh ini belum banyak literatur mengeksplorasi secara spesifik bagaimana implementasi BIM dipihak rekanan, khususnya konsultan Quantity Surveying di Indonesia. Untuk menjembatani kekurangan literatur, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi hambatan dan faktor pendorong implementasi BIM pada Konsultan Quantity Surveying di Indonesia.

Untuk menjawab tujuan penelitian, kajian ini mengadopsi pendekatan penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode Delphi dua putaran. Secara ringkas penelitian ini dibagi dalam empat aktivitas. Pertama melakukan telaah diletarur berkaitan dengan hambatan dan faktor pendorong implementasi BIM di industri konstruksi. Variabel yang teridentifikasi seterusnya disusun menjadi pertanyaan dalam kuisisioner. Tahap kedua merupakan berkaitan dengan aktivitas pengumpulan data. Aktivitas ini dimulai dengan merancang kuisisioner. Responden penelitian adalah level manajemen yang berada di perusahaan konsultan QS. Kuesioner dikirim melalui email ke semua perusahaan QS yang terdapat di Ikatan Quantity Surveyor Indonesia (IQSI). Untuk mendapatkan sebanyak mungkin responden, teknik snowball digunakan, yaitu dengan meminta bantuan responden menyebarkan kuisisioner pada kolega dibidang QS. Tahap ketiga merupakan analisis data. Data yang diterima dalam kuisisioner dianalisis dengan cara statistik deskriptif dan metode Penelitian ini berhasil mengidentifikasi masing-masing 25 faktor penghambat dan faktor pendorong implementasi BIM. Hasil kuisisioner tahap pertama kemudian dikembalikan pada responden untuk dipertimbangkan kembali. Kuisisioner tahap dua ini turut memberikan nilai rata-rata jawaban responden dengan tujuan responden memberikan consensus untuk sebuah jawaban. Hasil kuisisioner tahap dua ini kemudian dilakukan analisis *mean score ranking* untuk melihat rangking kepentingan dari masing-masing faktor.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat lima faktor terpenting yang menghalangi implementasi BIM di perusahaan QS di Indonesia. Kelima faktor tersebut

adalah (1) biaya investasi mahal untuk implementasi BIM (*Expensive investment costs for BIM implementation*), (2) kurangnya proses kerja kolaboratif yang efektif antar parapihak pada proyek (*Lack of effective collaborative work processes between project participants*), (3) tidak ada peraturan atau standar pemerintah (*No government regulations and standards*), (4) kurangnya pendidikan dan pelatihan BIM (*Lack of BIM education and training*), dan (5) kurangnya pemahaman tentang BIM dan manfaatnya (*Lack of understanding about BIM and its benefits*). Sementara itu faktor pendorong utama untuk adopsi BIM di perusahaan QS di Indonesia adalah: (1) keinginan untuk berinovasi agar tetap kompetitif (*Desire for innovation to remain competitive*), (2) meningkatkan kapasitas untuk memberikan nilai kepada klien (*Improving the capacity to provide whole life value to client*), (3) ketersediaan tenaga profesional/terlatih untuk menangani tools BIM (*Availability of trained professionals to handle the tools*), (4) ketersediaan software BIM dan keterjangkauan (*BIM software availability and affordability*), dan (5) dukungan pemerintah melalui peraturan (*Government support through legislation*).

Implikasi dari kajian ini secara empiris mengidentifikasi faktor penghambat dan pendorong penting untuk adopsi BIM yang akan berguna bagi para pemangku kepentingan konstruksi untuk merumuskan strategi guna mengadopsi implementasi penuh BIM di perusahaan QS di Indonesia. Temuan penelitian ini memberikan informasi kepada para pembuat kebijakan dan pemangku kepentingan konstruksi untuk membuat rekomendasi kebijakan yang mampu memengaruhi adopsi BIM secara luas di Industri konstruksi di Indonesia.

Penelitian ini menargetkan publikasi di jurnal internasional terindeks Scopus atau Q2 SJR sebagai luarannya. Sebuah draf artikel tengah disusun sebagai bentuk pemenuhan terhadap luaran penelitian.

PRAKATA

Salah satu inovasi teknologi informasi yang sedang tren dan berkembang sangat pesat di dalam industri konstruksi saat ini adalah *Building Information Modeling* (BIM). Namun implementasi penggunaannya masih terlihat lambat, khususnya di perusahaan jasa Quantity Surveying, tidak hanya di Indonesia tetapi juga di beberapa negara lainnya. Banyak manfaat diberikan jika proyek konstruksi mengimplementasikan BIM. Penelitian ini mengidentifikasi dan mendeskripsikan faktor-faktor penghambat dan pendorong implementasi BIM di perusahaan QS di Indonesia.

Alhamdulillah, kami tim peneliti mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT yang karena atas rahmat dan karunia serta pertolongan-Nya, laporan akhir penelitian yang berjudul “**SURVEY IMPLEMENTASI BUILDING INFORMATION MODELING PADA KONSULTAN QUANTITY SURVEYOR DI INDONESIA**” dapat diselesaikan pada waktunya. Dari penelitian ini, telah ditulis sebuah draf artikel ilmiah dengan judul **The Integration of BIM into Quantity Surveying Firms in Indonesia: Barriers and Driver Factors**. Semoga artikel ini dapat dipublikasikan pada *Journal Engineering and Technology Science – Institute Teknologi Bandung* (Terindeks Scopus, Q2 SJR dan Sinta 1).

Pada kesempatan ini tim peneliti menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah berperan baik langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian penelitian dan laporan akhir ini. Penulis menyadari bahwa Laporan Akhir penelitian ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, peneliti sangat berterimakasih atas segala kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan selanjutnya. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat berguna untuk menambah wawasan dan wacana bagi kita semua. Amin.....

Padang, 30 Oktober 2024

DAFTAR ISI

Halaman Sampul

Halaman Pengesahan

Ringkasan

Prakata

Daftar Isi

Daftar Tabel

Daftar Gambar

| | |
|--|----|
| 1. Pendahuluan | 1 |
| 2. Tinjauan Pustaka | 2 |
| 2.1 Konsep BIM | 2 |
| 2.2 Hambatan Implementasi BIM | 3 |
| 2.3 Faktor Pendorong Implementasi BIM | 6 |
| 2.4 Delphi Study | 8 |
| 3. Tujuan dan Manfaat Penelitian | 9 |
| 4. Metode Penelitian | 9 |
| 4.1 Pengumpulan Data Penelitian | 9 |
| 4.2 Analisis Data | 10 |
| 5. Hasil dan Luaran yang Dicapai | 11 |
| 5.1 Faktor Penghambat Implementasi BIM | 11 |
| 5.2 Faktor Pendorong Implementasi BIM | 17 |
| 5.3 Luaran | 26 |
| 6. Kesimpulan dan Saran | 27 |
| 6.1 Kesimpulan | 27 |
| 6.2 Saran | 28 |

Daftar Pustaka

Lampiran 1: Kuisisioner Delphi 1

Lampiran 2: Kuisisioner Delphi 2

1. PENDAHULUAN

Salah satu inovasi teknologi informasi yang sedang tren dan berkembang sangat pesat di dalam industri konstruksi saat ini adalah Building Information Modeling (BIM). Banyak manfaat diberikan jika proyek konstruksi mengimplementasikan BIM. Salah satunya adalah, aplikasi ini membantu menjaga keseimbangan dan memaksimalkan hasil segitiga elemen manajemen proyek (kualitas, waktu dan biaya) yang menjadi fokus utama semua owner di industri konstruksi [1-2]. Menurut Van Roy and Firdaus [3], BIM mampu mendukung desain melalui siklus hidup proyek yang lengkap di antara stakeholder proyek, serta mampu meminimalkan fragmentasi, meningkatkan efisiensi/efektivitas proses bisnis dan mengurangi hambatan pertukaran data dan informasi.

Keunggulan BIM di atas tidaklah membuat implementasi inovasi teknologi ini menjadi mudah untuk diadopsi industri konstruksi. Penolakan terhadap perubahan proses kerja di antara stakeholder serta persyaratan hardware dan fasilitas network yang mumpuni adalah salah satu alasannya [4]. Menurut Sahil [5], tantangan negara maju dalam mengadopsi BIM tidak jauh berbeda dengan negara berkembang. Persepsi yang menganggap BIM sebagai alat, bukan sebagai proses pengembangan dan besarnya biaya investasi awal [6] serta rendahnya tingkat pengetahuan dan pemahaman manajemen atas [7] merupakan diantara halangan implementasinya di Thailand. Diluar dugaan, negara dengan industri konstruksi yang cukup maju seperti Hong Kong merasakan hambatan budaya yaitu keengganan untuk berubah dan tidak mendukungnya struktur dan strategi organisasi [1]. Ketiadaan pedoman dan standar menjadi hambatan di Malaysia sehingga cukup binggung dari mana dan kapan memulainya [8]. Studi terbaru implementasi BIM di Malaysia mengelompokkan hambatan dalam empat kategori, yaitu hambatan teknis, perilaku, manajemen, dan hambatan implementasi [9].

Cukup banyak penelitian untuk melihat implementasi BIM di industri konstruksi di Indonesia. Survei yang dilakukan Hanifah [10] menemukan bahwa BIM dari sisi pengenalan dikalangan praktisi dan akademisi sudah cukup tinggi namun sebaliknya sangat rendah dari aspek implemementasi. Utomo dan Rohman [11] mendapati bahwa kekurangan pakar atau tenaga ahli BIM, rendahnya pemahaman tentang BIM dan kelebihanannya serta penolakan atas perubahan merupakan tiga hambatan terbesar. Sementara Van Roy dan Firdaus [3] yang melakukan survei pada proyek infrastruktur mengidentifikasi kurangnya pelatihan-pelatihan berkaitan BIM, kekurangan pengalaman dan kemampuan dalam menggunakan BIM dan tidak adanya permintaan klien sebagai faktor utama hambatan. Setelah lebih dari 10 tahun

mengenal BIM, industri konstruksi di Indonesia terlihat masih merasa canggung untuk mengadopsi inovasi ini.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep BIM

Cukup banyak definisi BIM ditemukan diberbagai literatur. Institut BIM Hong Kong [12] mendefinisikan BIM sebagai “proses menghasilkan dan mengelola data bangunan selama siklus hidupnya dengan menggunakan perangkat lunak pemodelan bangunan dinamis tiga dimensi, real-time, untuk meningkatkan produktivitas dalam desain dan konstruksi bangunan.” National BIM Standard-US [13] mendefinisikan BIM sebagai “representasi digital dari karakteristik fisik dan fungsional suatu fasilitas. Dengan demikian, BIM berfungsi sebagai sumber pengetahuan bersama untuk informasi suatu fasilitas, memberi dasar yang valid untuk mengambil keputusan selama pengoperasiannya dan siklus hidup proyek”. Menurut Van Roy dan Firdaus [3], BIM adalah konsep kolaborasi antara masing-masing pihak dalam proyek konstruksi dengan menggunakan model digital, yang memungkinkan distribusi data bangunan untuk mengurangi risiko apapun di seluruh siklus hidup proyek.

Kemunculan BIM tidak terlepas dari gagasan yang dipelopori oleh Charles M. Eastman di tahun 70an yang kemudian berkembang di negara-negara Eropa [14]. Beberapa tahun terakhir, perkembangan BIM sudah sangat meluas dan pesat. Laporan dari National Building Specification (NBS) Inggris pada tahun 2016 [15] menyatakan bahwa adopsi BIM tertinggi ada di Denmark (78%), kemudian Kanada (67%), Inggris (48%), Jepang (46%) dan Republik Ceko (25%). Sementara dari segi disiplin profesional, implementasi BIM lebih banyak diadopsi oleh arsitek dan insinyur dibanding manajer fasilitas dan quantity surveyor [1].

Olugboyega dan Aina (2016) mengklaim bahwa mengingat kapabilitas bawaan BIM, pemerintah negara-negara maju mendorong penerapan BIM dalam proyek konstruksi mereka. Misalnya, hampir setengah dari perusahaan konstruksi di AS sudah menerapkan BIM dalam praktik mereka. Studi yang ada tentang sejauh mana perusahaan Arsitektur, Teknik, dan Konstruksi (AEC) menggunakan BIM di AS menunjukkan bahwa 56 persen perusahaan menggunakan BIM, menerapkannya pada 50 persen pekerjaan mereka, dengan hanya 34 persen perusahaan yang jarang menggunakannya (McGraw-Hill, 2009). Pemerintah Inggris telah berhasil mengintegrasikan BIM ke dalam praktik sektor konstruksi mereka, telah mencatat penghematan substansial melalui penggunaan BIM dan telah

mengidentifikasi BIM sebagai "instrumen" yang relevan dalam membantu pencapaian tujuannya untuk menghemat biaya proyek sebesar 15-20 persen tanpa henti pada tahun 2015 (Laporan Strategi BIM Inggris, 2012). Selain itu, Laporan Strategi BIM Inggris (2012), Wong dkk. (2009) dan buildingSMART Australasia (2012) melaporkan bahwa beberapa pemerintah negara maju, termasuk Inggris, AS, dan Australia, telah menetapkan strategi untuk penerapan BIM dalam pekerjaan konstruksi mereka, yang telah menyebabkan adopsi BIM yang cepat. Misalnya, AS telah diakui sebagai negara terdepan dalam penerapan BIM (McGraw-Hill, 2014). Selain itu, BuildSmart (2011) melaporkan bahwa Kementerian Pekerjaan Umum dan Infrastruktur di Singapura memulai rencana strategis BIM pada tahun 2010 hanya untuk memastikan bahwa 80 persen perusahaan konstruksi melakukan BIM pada tahun 2015. Namun, sebagian besar negara berkembang dilaporkan lambat dalam adopsi dan penerapan BIM (Olawumi dan Chan, 2019).

Berkaitan dengan pernyataan Olawumi dan Chan (2019), sebagian besar negara berkembang, termasuk Indonesia mengalami perkembangan yang sangat lambat dalam mengadopsi BIM di proyek-proyek konstruksi. Baru sekitar lima tahun terakhir, fenomena BIM mulai menjadi perbincangan serius di kalangan stakeholder industri konstruksi termasuk pemerintah.

2.2 Hambatan Implementasi BIM

Berbagai penelitian telah membahas hambatan implementasi BIM baik di negara maju maupun berkembang. Liu dkk. [16] mengidentifikasi 12 faktor yang menjadi penghambat implementasi BIM. Ke-12 faktor tersebut diadopsi dari 18 makalah penelitian yang diterbitkan antara tahun 2004 dan 2014. Berdasarkan faktor-faktor tersebut, tiga faktor utama yang dianggap sebagai hambatan adalah tingginya biaya penerapan, kurangnya standar nasional, dan kurangnya tenaga terampil. Eadie dkk. [17] mengidentifikasi beberapa faktor yang menghambat adopsi BIM termasuk kurangnya keahlian baik dalam organisasi maupun tim proyek, kurangnya permintaan klien, resistensi budaya, biaya investasi, dan lain-lain. Hatem dkk. [18] menunjukkan bahwa lemahnya upaya pemerintah, rendahnya pengetahuan akan manfaat BIM, dan resistensi terhadap perubahan menjadi faktor penghambat utama adopsi BIM. Studi yang dilakukan Chan dkk [1] mengidentifikasi 12 halangan dalam implementasi BIM di Hong Kong. Temuan penelitiannya hampir sama dengan studi sebelumnya dengan penambahan adanya resistensi budaya, buruknya kolaborasi antar pihak di proyek, kesulitan untuk mengukur dampak BIM dan masalah

keamanan. Hampir sama dengan penelitian di atas, Utomo dan Rohman [11] menyusun 20 daftar rintangan dalam mengadopsi BIM di Indonesia.

Secara khusus, investigasi terhadap hambatan implemmentasi BIM pada perusahaan QS juga telah dilakukan di beberapa negara seperti Malaysia [19] dan Australia [20]. Pada perusahaan QS di Malaysia menurut, hambatan terbesarnya adalah biaya awal yang tinggi, kurangnya pelatihan-pelatihan BIM, rendahnya pengetahuan terhadap BIM dan tidak adanya data yang menunjukkan tingkat pengembalian dari investasi untuk BIM tersebut [19]. Sementara di Australia rendahnya adopsi BIM oleh QS adalah kurangnya kepercayaan terhadap integritas BIM dan kurangnya permintaan dari klien dan hambatan lainnya [20]. Dari kajian-kajian di atas, dapat disimpulkan bahwa hambatan penggunaan BIM di industri konstruksi merupakan multi aspek dan bukan bersumber dari satu permasalahan saja. Faktor penghambat implementasi BIM dari kajian-kajian terdahulu dapat dirangkum seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor penghambat implementasi BIM

| No | Barriers factors | Van Roy and Firdaus (2020) | Utomo dan Rohman (2019) | Chan et al. (2019) | Hatem and Abd (2018) | Aibinu and Venkatesh (2014) | Sun et al. (2015) |
|----|--|----------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------|
| 1 | Kurangnya pendidikan dan pelatihan BIM (<i>Lack of BIM education and training</i>) | V | V | V | V | | |
| 2 | Kurangnya pemahaman tentang BIM dan manfaatnya (<i>Lack of understanding about BIM and its benefits</i>) | | V | | | V | |
| 3 | Kurangnya pengembangan skill BIM (<i>Lack of development of skills BIM</i>) | V | V | V | V | V | V |
| 4 | Masalah kontrak atau hukum atas kepemilikan data (<i>Contract or legal issues on ownership of data</i>) | V | V | | V | V | |
| 5 | Kurang sesuainya BIM untuk semua jenis proyek pembangunan (<i>Lack of BIM compliance for all types of development projects</i>) | V | V | | | | V |
| 6 | Kurangnya proses kerja kolaboratif yang efektif antar parapihak pada proyek (<i>Lack of effective collaborative work processes between project participants</i>) | | V | V | | V | |
| 7 | Biaya investasi mahal untuk implementasi BIM (<i>Expensive investment costs for BIM implementation</i>) | V | V | V | V | V | |
| 8 | Keraguan terhadap laba atas investasi (<i>Doubt of return on</i> | V | V | | V | | |

| | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|
| | <i>investment</i>) | | | | | | |
| 9 | Kurangnya informasi mengenai proses perubahan bisnis dan cara mengubah proses tersebut (<i>Lack of information about the process of changing business and how to change the process</i>) | V | V | | | V | V |
| 10 | Biaya pelatihan BIM dan rekrutmen staf spesialis BIM (<i>The cost of BIM training and the recruitment of BIM specialist staff</i>) | V | V | | V | | V |
| 11 | Kurangnya kepercayaan terhadap integritas BIM/teknologi BIM belum matang (<i>Lack of trust in the integrity of BIM/BIM technology is not yet mature</i>) | | V | V | | V | V |
| 12 | Kurangnya tenaga ahli BIM (<i>Lack of BIM expert experts</i>) | | V | V | V | | |
| 13 | Interoperabilitas - kemampuan untuk berinteraksi dengan sistem lain seperti bertukar informasi data dll (<i>Interoperability - ability to interact with other systems such as exchanging information data etc.</i>) | | V | V | | V | |
| 14 | Tidak ada standar dan pedoman yang jelas (<i>There are no clear standards and guidelines</i>) | | V | V | V | V | |
| 15 | Infrastruktur teknologi yang tidak memadai (<i>Inadequate technological infrastructure</i>) | V | V | | | | |
| 16 | Teknologi yang ada saat ini sudah cukup (<i>Current technology is sufficient</i>) | | V | | V | | |
| 17 | Kurangnya dukungan dari <i>senior management</i> (<i>Lack of senior management support</i>) | | V | V | | | V |
| 18 | Resistensi terhadap perubahan (<i>Resistance to change</i>) | | V | V | | | V |
| 19 | Kurangnya permintaan klien atau pemerintah (<i>Lack of client or government demand</i>) | V | V | | | V | |
| 20 | Pasarnya masih sangat terdiversifikasi terkait dengan penggunaan teknik kerja digital (<i>The market is still very diversified with regard to the use of digital work techniques</i>) | | V | | | | |
| 21 | Penanggung jawab atas kegagalan implementasi BIM (<i>Responsibility for BIM implementation failure</i>) | V | | | | | |
| 22 | Kesulitan dalam mengukur dampak BIM (<i>Difficulties in measuring the impacts of BIM</i>) | | | V | | | |
| 23 | Kekurangan data implementasi BIM pada tahap konstruksi (<i>Shortage of BIM implementation</i>) | | | V | | | |

| | | | | | | | |
|----|--|---|--|--|--|--|--|
| | <i>data in the construction phase</i> | | | | | | |
| 24 | Tidak adanya insentif dari pemerintah (<i>No government incentive</i>) | V | | | | | |
| 25 | Tidak ada peraturan atau standar pemerintah (<i>No government regulations and standards</i>) | V | | | | | |

2.3 Faktor Pendorong Implementasi BIM

Faktor penghambat tersebut akan terus menjadi penghalang tanpa adanya faktor pendorong yang kuat agar implementasi BIM menjadi realitas. Ada beberapa pendorong yang dikemukakan oleh peneliti sebelumnya untuk mengatasi adopsi BIM. Babatunde dkk [21] berhasil mengidentifikasi 23 faktor pendorong. Dari investigasi tersebut, praktisi konstruksi di Nigeria berpendapat bahwa tiga faktor pendorong utama adalah keinginan berinovasi untuk menjaga daya saing, menghemat waktu dan meningkatkan komunikasi. Pada penelitian tersebut, praktisi QS memiliki persepsi bahwa faktor pendorong utamanya adalah keinginan untuk berinovasi agar tetap kompetitif, penghematan waktu, penghematan biaya dan pemantauan, tekanan klien/kompetitif, merampingkan kegiatan desain dan meningkatkan kualitas desain.

Kajian yang dilakukan Ahmad Latiffi dkk [22] disitasi dari Ibrahim dkk [23] melihat dua kategori faktor pendorong yaitu pemerintah dan organisasi itu sendiri. Dari pemerintah, pendekatan terpenting yang dapat dilakukan adalah dengan menegaskan penerapan BIM yang akan membantu meningkatkan minat perusahaan-perusahaan konstruksi. Sedangkan dari sisi organisasi, kekuatan pendorong dapat diterapkan dalam hal mengembangkan kepercayaan organisasi terhadap BIM dengan mengedukasi manajemen atas untuk memahami dan menyadari manfaat BIM bagi organisasi dan profitabilitas mereka.

Son dkk [24] menguji faktor-faktor empiris yang berpotensi memfasilitasi adopsi BIM melalui konsep Technology Acceptance Model (TAM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dukungan manajemen puncak, norma subjektif, kompatibilitas, dan kemanjuran komputer merupakan faktor penting yang mempengaruhi niat perilaku arsitek untuk mengadopsi BIM, melalui mediasi faktor asli TAM, yaitu persepsi kegunaan dan persepsi kemudahan penggunaan. Ahuja dkk [25] menggunakan teori Technology-Organization-Environment (TOE) untuk mempelajari faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi BIM oleh perusahaan arsitektur di India. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa keahlian, kemampuan uji coba, dan dukungan manajemen puncak mempunyai pengaruh positif yang kuat terhadap adopsi BIM. Cao dkk [26] menggunakan teori institusional untuk menguji bagaimana tiga jenis tekanan isomorfik (koersif, mimetik, dan normatif) mempengaruhi

adopsi BIM pada proyek konstruksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tekanan koersif dan mimesis berpengaruh signifikan terhadap tingkat adopsi BIM namun tidak pada tekanan normatif. Dukungan klien atau pemilik proyek adalah faktor pendorong terpenting dalam adopsi BIM. Faktor pendorong implementasi BIM dari kajian-kajian terdahulu dapat dirangkum seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Faktor pendorong implementasi BIM

| No | Driver factors | Babatunde et al. (2020) | Utomo dan Rohman (2019) | Ahmed and Kassem (2018) | Rogers et al. (2015) |
|----|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| 1 | Tekanan pemerintah (<i>Government pressure</i>) | V | V | V | V |
| 2 | Tekanan dari klien/kompetitor (<i>Client/competitive pressure</i>) | V | V | V | V |
| 3 | Keinginan untuk berinovasi agar tetap kompetitif (<i>Desire for innovation to remain competitive</i>) | V | V | V | V |
| 4 | Meningkatkan kapasitas untuk memberikan nilai kepada klien (<i>Improving the capacity to provide whole life value to client</i>) | V | V | V | V |
| 5 | Memperlancar aktivitas desain dan meningkatkan kualitas desain (<i>Streamlining design activities and improving design quality</i>) | V | V | V | V |
| 6 | Merancang K3 dalam proses konstruksi (<i>Designing health and safety into the construction process</i>) | V | | | |
| 7 | Meningkatkan komunikasi (<i>Improving communication to operatives</i>) | V | V | V | |
| 8 | Penghematan biaya dan monitoring/pengawasan (<i>Cost savings and monitoring</i>) | V | V | V | V |
| 9 | Penghematan waktu (<i>Time savings</i>) | V | V | V | V |
| 10 | Automasi jadwal (<i>Automation of schedule</i>) | V | | V | V |
| 11 | Akurasi urutan pekerjaan konstruksi dan deteksi bentrokan (<i>Accurate construction sequencing and clash detection</i>) | V | V | | |
| 12 | Memfasilitasi peningkatan prefabrikasi (<i>Facilitating increased prefabrication</i>) | V | | | |
| 13 | Memfasilitasi kegiatan manajemen fasilitas (<i>Facilitating facilities management activities</i>) | V | | | |
| 14 | Meningkatkan kualitas hasil yang dibangun (<i>Improving built output quality</i>) | V | V | | |
| 15 | Ketersediaan tenaga profesional/terlatih untuk menangani tools BIM (<i>Availability of trained professionals to handle the tools</i>) | V | | V | |
| 16 | Ketersediaan software BIM dan keterjangkauan (<i>BIM software availability and affordability</i>) | V | V | V | |
| 17 | Lingkungan yang memungkinkan to use BIM (<i>Enabling environment to use BIM</i>) | V | V | | |
| 18 | Ketertarikan klien dalam menggunakan BIM pada proyek (<i>Clients' interest in the use of BIM in their projects</i>) | V | V | V | |
| 19 | Kesadaran teknologi diantara stakeholder (<i>Awareness of the technology among industry stakeholders</i>) | V | V | V | V |
| 20 | Kerjasama dan komitmen dari badan profesional dalam penerepannya (<i>Cooperation</i>) | V | | | |

| | | | | | |
|----|--|---|---|---|---|
| | <i>and commitment of professional bodies to its Implementation)</i> | | | | |
| 21 | Perubahan budaya diantara <i>stakeholder (Cultural change among industry stakeholders)</i> | V | V | V | |
| 22 | Dukungan pemerintah melalui peraturan (<i>Government support through legislation</i>) | V | | | |
| 23 | Metode pengadaan yang kolaboratif (<i>Collaborative procurement methods</i>) | V | | | |
| 24 | Dukungan <i>top management (Top Management Support)</i> | | V | V | V |
| 25 | Struktur dan ukuran organisasi (<i>Organizational structure and size</i>) | | V | V | |

2.4 Delphi Survey

Metode Delphi merupakan metode yang sering digunakan dalam manajemen konstruksi (Ameyaw et al., 2016). Metode ini merupakan metode penelitian yang sistematis dan interaktif untuk “menyusun proses komunikasi kelompok sehingga proses tersebut efektif dalam memungkinkan sekelompok individu, secara keseluruhan, untuk menangani masalah yang kompleks” (Linstone dan Turoff, 1975). Tujuan dari metode Delphi adalah untuk memperoleh pendapat dari sekelompok pakar yang terpisah tentang topik tertentu (Hallowell dan Gambatese, 2009). Manfaat Delphi meliputi pengurangan bias dengan anonimitas partisipan, peningkatan kesesuaian untuk kelompok dengan jarak geografis, mendorong partisipasi berbagai pakar, dan memastikan keterlibatan partisipan sejak awal (Biggs et al., 2013). Metode Delphi secara tradisional melibatkan tiga atau empat putaran. Setiap putaran memberikan informasi yang sama dan mencakup data kelompok dari putaran sebelumnya. Pakar dapat mengubah jawabannya dengan mempertimbangkan data statistik kelompok (Linstone dan Turoff, 1975). Untuk memastikan keterlibatan peserta selama proses berlangsung, metode Delphi dimodifikasi untuk mempersingkat proses dengan dua atau tiga putaran survei (Biggs et al., 2013). Metode Delphi secara umum mencakup pemilihan pakar yang tepat, pengembangan pertanyaan yang relevan, dan analisis respons pakar (Xia et al., 2009).

Pemilihan responden yang tepat sangat penting bagi keberhasilan dan validitas survei Delphi (Hon et al., 2012; Murphy et al., 2015). Menurut Ameyaw dan Chan (2015), pengalaman dan organisasi responden menjamin keandalan umpan balik mereka. Ukuran sampel yang semakin besar mungkin tidak meningkatkan validitas temuan secara signifikan (Vogel et al., 2019). Jumlah pakar dapat berkisar antara 10 hingga 50, tetapi tujuh masih dapat diterima (Hon et al., 2012). Gao et al. (2018) berpendapat bahwa dalam bidang penelitian Manajemen Konstruksi, survei Delphi memerlukan setidaknya delapan hingga 12 pakar. Meskipun jumlah pakarnya banyak, kualitas dan keragaman representasi pakar dalam

hal disiplin ilmu dan latar belakang organisasi lebih diutamakan untuk merangkum basis pengetahuan yang komprehensif. Skulmoski, Hartman, & Krahn (2007) berpendapat bahwa di antara persyaratan panel Delphi adalah panelis pakar harus memiliki pengetahuan dan pengalaman dengan isu yang sedang dibahas, kemauan dan waktu yang cukup untuk ikut serta dalam Delphi multi-putaran. Dalam studi ini, jumlah dan persyaratan pakar terpenuhi secara ilmiah. Dengan demikian, jumlah pakar dalam studi ini dianggap cukup untuk menghasilkan hasil yang andal.

3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Dari sejumlah literatur berkaitan dengan implementasi BIM di Indonesia, hampir semuanya melihat aspek hambatan dan faktor penggerak dari perspektif dan latar yang sangat luas, yaitu industri. Sementara dalam skop yang lebih spesifik (*stakeholder*) masih sangat jarang. Kebutuhan masing-masing *stakeholder* terhadap BIM pasti berbeda, sehingga hambatan dan faktor penggerak mungkin juga lebih spesifik. Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan **untuk mengidentifikasi hambatan dan faktor pendorong dalam implementasi BIM dipihak konsultan konstruksi, khususnya konsultan Quantity Surveying (QS) di Indonesia.**

Urgensi penelitian ini bukan hanya mempertimbangkan aspek limitasi penelitian sebelumnya, tetapi juga penting untuk melihat kondisi kesiapan stakeholder sebelum menyusun peta jalan implementasi BIM di Indonesia. Selain itu dapat membantu stakeholder konstruksi khususnya konsultan QS memetakan aspek yang perlu diberi perhatian untuk ditingkatkan.

4. METODE PENELITIAN

4.1 Pengumpulan Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan teknik penelitian kuantitatif. Awalnya, tinjauan literatur dilakukan untuk mengidentifikasi faktor penghambat dan faktor penggerak implementasi BIM secara umum di industri konstruksi. Dari aktivitas ini berhasil diidentifikasi 25 faktor untuk masing-masingnya seperti dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3. Pengumpulan data seterusnya dilakukan dengan metode Delphi survey dua tahap (*two rounds*).

Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuisisioner seperti dapat dilihat pada Lampiran 1. Pertanyaan kuisisioner dibagi dalam tiga bagian dimana bagian pertama terdiri dari tiga pertanyaan tentang profil responden. Bagian kedua

diarahkan untuk mendapatkan opini responden terhadap hambatan dalam implementasi BIM di perusahaan konsultan QS, sementara bagian ketiga meminta persepsi responden terhadap faktor pendorong adopsi BIM di perusahaan. Pertanyaan dalam kuesioner diberi skor berdasarkan skala Likert. Responden memberikan pendapatnya untuk setiap pertanyaan dengan skala 5 = sangat penting, 4 = penting, 3 = netral, 2 = tidak penting dan 1 = sangat tidak penting.

Pada putaran pertama survei Delphi, semua responden diminta untuk menilai tingkat kepentingan terhadap hambatan dan faktor pendorong implementasi BIM di perusahaan mereka. Responden penelitian adalah level manajemen yang berada di perusahaan konsultan QS. Kuesioner tahap pertama (*first round Delphi questionnaire*) dikirim secara online kepada responden. Pada kusioner pertama ini 13 respon berhasil diterima, namu 2 orang responden memiliki posisi dibawah level top manajemen (supervisi dan staf). Oleh sebab itu, analisis dilakukan pada 11 data saja. Pada putaran kedua, kuisisioner yang sama dikirim kembali pada responden yang sama dengan menyertakan nilai rata-rata jawaban responden. Pada survei kedua ini, hanya sembilan responden yang memberikan balasan hingga waktu yang ditentukan. Jawaban dari survey pertama dan kedua dapat dilihat pada Lampiran 2 dan 3. Profil responden tahap 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Profil responden

| Profil | Survei ke-1 | | Survei ke-2 | |
|--|-------------|--------|-------------|--------|
| | Jumlah | % | Jumlah | % |
| 1. Jenis perusahaan | | | | |
| a. Swasta nasional | 9 | 81.82 | 7 | 77.78 |
| b. Swasta asing | 2 | 18.18 | 2 | 22.22 |
| 2. Posisi/Jabatan | | | | |
| a. Direktur atau Direktur Cabang | 11 | 100.00 | 9 | 100.00 |
| b. Menejer | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 3. Pengalaman bekerja di konstruksi | | | | |
| a. < 5 tahun | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| b. 5– 10 tahun | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| c. 11 – 15 tahun | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| d. > 15 tahun | 11 | 100.0 | 9 | 100.00 |

4.2 Analisis Data

Analisis statistik dilakukan pada dua putaran survei Delphi. Untuk menilai tingkat kesepakatan di antara para ahli digunakan koefisien konkordansi Kendall (W). Kekuatan relatif kesepakatan dan kecenderungan meningkat dapat ditentukan dengan menggunakan W Kendall (Schmidt, 1997). Nilai W=0 menunjukkan tidak adanya kesepakatan di antara para ahli, sedangkan 1 berarti kesepakatan sempurna. Selain W Kendall, nilai chi-kuadrat

juga dihitung sebagai perkiraan yang mendekati karena jumlah item lebih besar dari 7 (Siegel dan Castellan, 1988).

Penggunaan metode Delphi berhasil meningkatkan konsensus pemeringkatan di antara 9 responden. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4 dan 5, skor W meningkat secara signifikan dari 0,247 pada putaran pertama menjadi 0,318 putaran kedua untuk faktor penghambat. Demikian juga halnya untuk faktor pendorong dari 0,262 meningkat menjadi 0,318 yang berarti kesepakatan yang signifikan di antara panel pakar dapat dibenarkan. Skor chi-square untuk faktor penghambat pada kedua survei masing-masing yaitu 53,540 dan 68,743, sedangkan untuk faktor pendorong masing-masingnya adalah 56,528 dan 68,730 dimana untuk kedua faktor tersebut memiliki nilai signifikan secara statistik. Ini berarti terdapat pengaruh yang signifikan antara survei pertama dan survei kedua baik untuk faktor penghambat maupun faktor pendorong. Dengan demikian, studi Delphi dua siklus berhasil meningkatkan konsensus di antara para responden dan keandalan hasil. Seterusnya analisis data dari pendapat responden pada survei Delphi tahap dua dapat direpresentasikan dalam atribut nilai rata-rata dan standar deviasi (SD). Nilai rata-rata ini kemudian diurutkan dari yang terbesar sampai yang terendah, sementara nilai yang sama ditentukan urutannya berdasarkan nilai SD terendah. Terakhir, uji signifikansi rangking Wilcoxon dilakukan untuk menggambarkan perbedaan yang signifikan antara rangking dalam dua pengulangan survei Delphi (Ameyaw, Hu, Shan, Chan, & Le, 2016).

5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1 Faktor Penghambat Implementasi BIM di Perusahaan QS

Dari analisis rangking skor nilai rata-rata yang dianalisis dari hasil survey Delphi tahap dua sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4, teridentifikasi bahwa faktor penghambat terbesar untuk implementasi BIM di perusahaan QS itu berkaitan dengan biaya investasi, “Biaya investasi mahal untuk implementasi BIM” (nilai rata-rata 4,56). Faktor ini secara berturut-turut diikuti oleh faktor “Kurangnya proses kerja kolaboratif yang efektif antar parapihak di proyek” (rata-rata 4,33), “Tidak adanya peraturan atau standar pemerintah” (rata-rata 4,33), “Kurangnya pendidikan dan pelatihan BIM” (rata-rata 4,22), dan “Kurangnya pemahaman tentang BIM dan manfaatnya” (rata-rata 4,11).

Tabel 4. Rangkaing faktor penghambat implementasi BIM

| No | Fakto penghambat | 1 st Round Delphi | | | 2 nd Round Delphi | | |
|----|--|------------------------------|---------------|---------|------------------------------|---------------|---------|
| | | Mean | Std Deviation | Ranking | Mean | Std Deviation | Ranking |
| 1 | Kurangnya pendidikan dan pelatihan BIM (<i>Lack of BIM education and training</i>) | 4.22 | .667 | 2 | 4.22 | .667 | 4 |
| 2 | Kurangnya pemahaman tentang BIM dan manfaatnya (<i>Lack of understanding about BIM and its benefits</i>) | 4.22 | .667 | 3 | 4.11 | .601 | 5 |
| 3 | Kurangnya pengembangan skill BIM (<i>Lack of development of skills BIM</i>) | 4.11 | .601 | 6 | 4.11 | .601 | 6 |
| 4 | Masalah kontrak atau hukum atas kepemilikan data (<i>Contract or legal issues on ownership of data</i>) | 3.78 | .833 | 15 | 3.67 | .866 | 14 |
| 5 | Kurang sesuainya BIM untuk semua jenis proyek pembangunan (<i>Lack of BIM compliance for all types of development projects</i>) | 3.89 | .782 | 11 | 3.78 | .833 | 12 |
| 6 | Kurangnya proses kerja kolaboratif yang efektif antar parapihak pada proyek (<i>Lack of effective collaborative work processes between project participants</i>) | 4.11 | .601 | 7 | 4.33 | .707 | 2 |
| 7 | Biaya investasi mahal untuk implementasi BIM (<i>Expensive investment costs for BIM implementation</i>) | 4.33 | .866 | 1 | 4.56 | .726 | 1 |
| 8 | Keraguan terhadap laba atas investasi (<i>Doubt of return on investment</i>) | 4.11 | .928 | 8 | 3.78 | .833 | 13 |
| 9 | Kurangnya informasi mengenai proses perubahan bisnis dan cara mengubah proses tersebut (<i>Lack of information about the process of changing business and how to change the process</i>) | 3.33 | .707 | 20 | 3.44 | .882 | 17 |
| 10 | Biaya pelatihan BIM dan rekrutmen staf spesialis BIM (<i>The cost of BIM training and the recruitment of BIM specialist staff</i>) | 3.44 | .882 | 17 | 3.44 | 1.014 | 18 |
| 11 | Kurangnya kepercayaan terhadap integritas BIM/teknologi BIM belum matang (<i>Lack of trust in the integrity of BIM/BIM technology is not yet mature</i>) | 3.33 | .707 | 21 | 3.11 | .928 | 24 |
| 12 | Kurangnya tenaga ahli BIM (<i>Lack of BIM expert experts</i>) | 3.78 | .441 | 13 | 4.00 | .707 | 7 |
| 13 | Interoperabilitas - kemampuan untuk berinteraksi dengan sistem lain seperti bertukar informasi data dll | 4.00 | .707 | 9 | 3.89 | .782 | 10 |

| | | | | | | | |
|----|--|--------|-------|----|--------|-------|----|
| | <i>(Interoperability - ability to interact with other systems such as exchanging information data etc.)</i> | | | | | | |
| 14 | Tidak ada standar dan pedoman yang jelas <i>(There are no clear standards and guidelines)</i> | 3.89 | .601 | 10 | 3.89 | .601 | 9 |
| 15 | Infrastruktur teknologi yang tidak memadai <i>(Inadequate technological infrastructure)</i> | 3.33 | .500 | 19 | 3.11 | .333 | 23 |
| 16 | Teknologi yang ada saat ini sudah cukup <i>(Current technology is sufficient)</i> | 3.22 | 1.202 | 23 | 3.22 | .667 | 22 |
| 17 | Kurangnya dukungan dari senior management <i>(Lack of senior management support)</i> | 3.78 | .667 | 14 | 3.56 | .726 | 15 |
| 18 | Resistensi terhadap perubahan <i>(Resistance to change)</i> | 2.89 | 1.269 | 25 | 2.89 | 1.054 | 25 |
| 19 | Kurangnya permintaan klien atau pemerintah <i>(Lack of client or government demand)</i> | 3.22 | 1.202 | 24 | 3.56 | 1.130 | 16 |
| 20 | Pasarinya masih sangat terdiversifikasi terkait dengan penggunaan teknik kerja digital <i>(The market is still very diversified with regard to the use of digital work techniques)</i> | 3.44 | .527 | 16 | 3.33 | .500 | 19 |
| 21 | Penanggung jawab atas kegagalan implementasi BIM <i>(Responsibility for BIM implementation failure)</i> | 3.44 | 1.130 | 18 | 3.33 | .500 | 20 |
| 22 | Kesulitan dalam mengukur dampak BIM <i>(Difficulties in measuring the impacts of BIM)</i> | 3.22 | 1.093 | 22 | 3.33 | .500 | 21 |
| 23 | Kekurangan data implementasi BIM pada tahap konstruksi <i>(Shortage of BIM implementation data in the construction phase)</i> | 3.89 | .782 | 12 | 3.78 | .667 | 11 |
| 24 | Tidak adanya insentif dari pemerintah <i>(No government incentive)</i> | 4.22 | .972 | 5 | 4.00 | 1.000 | 8 |
| 25 | Tidak ada peraturan atau standar pemerintah <i>(No government regulations and standards)</i> | 4.22 | .833 | 4 | 4.33 | .866 | 3 |
| | N | 9 | | | 9 | | |
| | Cronbach's alpha | 0.852 | | | 0.863 | | |
| | Kendall's coefficient of concordance (W) | .247 | | | .318 | | |
| | χ^2 | 53.540 | | | 68.743 | | |
| | df | 24 | | | 24 | | |
| | Significance level (<i>p</i>) | .001 | | | .000 | | |

Hasil uji signifikansi rangking Wilcoxon seperti yang ditampilkan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa 25 faktor penghambat implementasi BIM di perusahaan QS di

Indonesia tersebut tidak signifikan, hal ini mengindikasikan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara peringkat item yang dibuat oleh para responden pada kedua iterasi.

Tabel 5 Uji Wilcoxon dari Delphi dua putaran untuk faktor penghambat

| No | Fakto penghambat | Wilcoxon Signed Ranks Test | |
|----|---|----------------------------|-------------|
| | | Z | Asymp. Sig. |
| 1 | Kurangnya pendidikan dan pelatihan BIM (<i>Lack of BIM education and training</i>) | .000 | 1 |
| 2 | Kurangnya pemahaman tentang BIM dan manfaatnya (<i>Lack of understanding about BIM and its benefits</i>) | -1.000 | 0.317 |
| 3 | Kurangnya pengembangan skill BIM (<i>Lack of development of skills BIM</i>) | .000 | 1 |
| 4 | Masalah kontrak atau hukum atas kepemilikan data (<i>Contract or legal issues on ownership of data</i>) | -.447 | 0.655 |
| 5 | Kurang sesuainya BIM untuk semua jenis proyek pembangunan (<i>Lack of BIM compliance for all types of development projects</i>) | -1.000 | 0.317 |
| 6 | Kurangnya proses kerja kolaboratif yang efektif antar parapihak pada proyek (<i>Lack of effective collaborative work processes between project participants</i>) | -1.414 | 0.157 |
| 7 | Biaya investasi mahal untuk implementasi BIM (<i>Expensive investment costs for BIM implementation</i>) | -1.414 | 0.157 |
| 8 | Keraguan terhadap laba atas investasi (<i>Doubt of return on investment</i>) | -1.732 | 0.083 |
| 9 | Kurangnya informasi mengenai proses perubahan bisnis dan cara mengubah proses tersebut (<i>Lack of information about the process of changing business and how to change the process</i>) | -1.000 | 0.317 |
| 10 | Biaya pelatihan BIM dan rekrutmen staf spesialis BIM (<i>The cost of BIM training and the recruitment of BIM specialist staff</i>) | .000 | 1 |
| 11 | Kurangnya kepercayaan terhadap integritas BIM/teknologi BIM belum matang (<i>Lack of trust in the integrity of BIM/BIM technology is not yet mature</i>) | -1.000 | 0.317 |
| 12 | Kurangnya tenaga ahli BIM (<i>Lack of BIM expert experts</i>) | -1.414 | 0.157 |
| 13 | Interoperabilitas - kemampuan untuk berinteraksi dengan sistem lain seperti bertukar informasi data dll (<i>Interoperability - ability to interact with other systems such as exchanging information data etc.</i>) | -1.000 | 0.317 |
| 14 | Tidak ada standar dan pedoman yang jelas (<i>There are no clear standards and guidelines</i>) | .000 | 1 |
| 15 | Infrastruktur teknologi yang tidak memadai (<i>Inadequate technological infrastructure</i>) | -1.414 | 0.157 |
| 16 | Teknologi yang ada saat ini sudah cukup (<i>Current technology is sufficient</i>) | .000 | 1 |
| 17 | Kurangnya dukungan dari senior management (<i>Lack of senior management support</i>) | -1.414 | 0.157 |
| 18 | Resistensi terhadap perubahan (<i>Resistance to change</i>) | .000 | 1 |
| 19 | Kurangnya permintaan klien atau pemerintah (<i>Lack of client or government demand</i>) | -1.732 | 0.083 |
| 20 | Pasarnya masih sangat terdiversifikasi terkait dengan penggunaan teknik kerja digital (<i>The market is still very diversified with regard to the use of digital work techniques</i>) | -1.000 | 0.317 |
| 21 | Penanggung jawab atas kegagalan implementasi BIM (<i>Responsibility for BIM implementation failure</i>) | -.378 | 0.705 |
| 22 | Kesulitan dalam mengukur dampak BIM (<i>Difficulties in measuring the impacts of BIM</i>) | -.447 | 0.655 |
| 23 | Kekurangan data implementasi BIM pada tahap konstruksi (<i>Shortage of BIM implementation data in the construction phase</i>) | -.577 | 0.564 |
| 24 | Tidak adanya insentif dari pemerintah (<i>No government incentive</i>) | -1.414 | 0.157 |

| | | | |
|----|--|--------|-------|
| 25 | Tidak ada peraturan atau standar pemerintah (<i>No government regulations and standards</i>) | -1.000 | 0.317 |
|----|--|--------|-------|

1. Biaya investasi mahal untuk implementasi BIM (*Expensive investment costs for BIM implementation*)

Implementasi Building Information Modeling (BIM) di sektor konstruksi, khususnya di perusahaan quantity surveyor (QS) di Indonesia, memang sering terhambat oleh faktor biaya investasi yang tinggi. Alasan klasik ini banyak dijumpai dalam kajian-kajian implementasi BIM di beberapa negara seperti China (Fan Roy dan Firdaus, 2020), Iran (Hosseini et al. 2016) dan Irak (Hatem et al. 2018). Selain dari pada itu, faktor biaya investasi BIM yang sangat tinggi juga dikuatkan oleh beberapa penelitian terdahulu seperti Sun et al. (2015) dan Aibinu and S. Venkatesh (2014). Ada beberapa alasan mengapa biaya investasi dianggap sebagai faktor penghambat utama, yang dapat dijelaskan di bawah ini. Sebaliknya faktor ini bukan menjadi faktor penghambat utama di industri konstruksi Hong Kong (Chan et al. 2019). Faktor ini berada di ranking ke-10 dari 12 faktor yang teridentifikasi. Investigasi yang dilakukan oleh Fan Roy dan Firdaus (2020) dengan responden yang beragam (owner, konsultan dan kontraktor) mendapati faktor ini menjadi hambatan ke-4 tertinggi dari 14 faktor penghambat implementasi BIM di Indonesia.

BIM memerlukan infrastruktur perangkat keras dan perangkat lunak yang cukup mahal untuk diimplementasikan dengan efektif di perusahaan konsultan QS. Hal ini mencakup perangkat keras yang memadai, seperti komputer atau *workstation* dengan spesifikasi tinggi untuk menangani model 3D yang kompleks. Perangkat lunak BIM itu sendiri, seperti CostX atau Cubicost yang sering kali memerlukan biaya lisensi yang cukup besar, baik dalam bentuk biaya langganan tahunan atau pembelian lisensi permanen. Perangkat tambahan, seperti server untuk penyimpanan data yang aman dan cadangan, serta perangkat komunikasi untuk kolaborasi antar tim yang tersebar. Dari perspektif ini, biaya awal yang besar ini merupakan penghalang karena perusahaan konsultan QS harus mengalokasikan dana yang tidak sedikit untuk membeli dan memelihara infrastruktur teknologi tersebut.

2. Kurangnya proses kerja kolaboratif yang efektif antar parapihak di proyek (*Lack of effective collaborative work processes between project participants*)

Aspek ini berada peringkat ke-2 menurut konsultan QS sebagai faktor penghalang implementasi BIM. Meskipun BIM berpotensi meningkatkan kolaborasi interdisipliner, adopsinya berjalan lambat karena faktor-faktor seperti pelatihan yang tidak memadai,

insentif bisnis yang rendah, dan penolakan terhadap perubahan praktik kerja saat ini (London et al., 2008). Studi telah menemukan bahwa organisasi sering gagal memanfaatkan sepenuhnya kemampuan BIM, yang mengakibatkan "otomatisasi terisolasi" alih-alih kolaborasi yang efektif (Merschbrock, 2012). Untuk mengatasi hambatan ini, para peneliti mengusulkan kerangka kerja untuk meningkatkan pola kolaborasi, termasuk pendekatan pemetaan kolaboratif untuk memvisualisasikan pola yang ada dan mengidentifikasi persepsi yang berbeda di antara para pemangku kepentingan (Forgues et al., 2016). Selain itu, pendekatan manajemen proses yang inovatif disarankan untuk mengatasi hambatan bisnis dan hukum, seperti perubahan peran dan tanggung jawab, status hukum informasi bersama, dan distribusi risiko baru (Sebastian, 2010). Jauh berbeda dari hasil penelitian ini, Utomo dan Rohman (2019) menempatkan faktor ini pada peringkat ke-11 dari 20 faktor penghambat.

Faktor ini dapat dilihat dari sisi seperti perubahan budaya organisasi dan perbedaan pemahaman tentang BIM yang melibatkan berbagai pihak dalam proyek konstruksi. Sektor konstruksi, terutama di Indonesia, secara tradisional dikenal dengan pendekatan yang lebih terfragmentasi dan terpisah antar pihak yang terlibat, seperti arsitek, insinyur, kontraktor, dan quantity surveyor. Masing-masing pihak bekerja berdasarkan spesifikasi dan dokumen yang terpisah, dan komunikasi antar pihak sering kali dilakukan melalui pertemuan tatap muka atau dokumen fisik. BIM, sebaliknya, mengedepankan kerja sama yang lebih erat dan kolaboratif dalam satu platform digital yang memungkinkan berbagi informasi secara real-time dan lintas disiplin. Perubahan paradigma ini memerlukan waktu dan usaha untuk mengubah cara kerja yang sudah berlangsung lama, serta kesediaan untuk bekerja secara transparan dan terintegrasi. Seterusnya, perbedaan tingkat pemahaman tentang BIM antara berbagai pihak sering menjadi penghalang besar untuk implementasi yang efektif. QS mungkin fokus pada pemodelan kuantitas dan estimasi biaya, sedangkan Arsitek lebih fokus pada desain visual dan ruang. BIM bukan hanya alat teknis (*tool*), tetapi juga sebuah bahasa bersama untuk komunikasi antar pihak dalam proyek konstruksi. Setiap pihak dalam proyek harus memiliki pemahaman yang sama tentang bagaimana BIM berfungsi, serta tujuan dan manfaatnya.

3. Tidak ada peraturan atau standar pemerintah (*No government regulations and standards*)

Kurangnya regulasi dan standar pemerintah menjadi hambatan signifikan terhadap penerapan BIM secara luas di banyak negara. Studi dari Afrika Selatan, Turki, Indonesia,

dan Hong Kong menyoroiti masalah ini. Di Afrika Selatan, tidak adanya standar khusus negara dan dukungan kelembagaan menghambat adopsi BIM yang optimal (Akintola et al., 2017). Demikian pula di Turki, di mana BIM tidak diamanatkan, organisasi harus mengembangkan rencana implementasi mereka sendiri tanpa arahan pemerintah (Gerçek et al., 2017). Indonesia baru-baru ini memulai inisiatif BIM yang dipimpin pemerintah, termasuk peta jalan dan peraturan menteri untuk gedung milik negara (Sopaheluwakan dan Adi, 2020). Penelitian oleh Van Roy dan Firdaus menempatkan faktor ini pada rangking ke-6 dari 14 faktor yang menghalangi adopsi BIM di Indonesia. Sementara penelitian lain (Utomo dan Rohman, 2019) di lokasi yang sama mendapati aspek ini pada rangking ke-16 dari 20 faktor penghambat.

Tanpa adanya peraturan atau standar yang jelas dari pemerintah, banyak perusahaan, termasuk QS, merasa ragu atau tidak yakin tentang bagaimana BIM harus diimplementasikan secara legal atau sesuai dengan regulasi yang berlaku. Ketidakpastian tersebut dapat berbentuk kewajiban dan tanggung jawab dalam penggunaan data dan informasi yang dihasilkan oleh BIM ataupun perlindungan hukum terhadap hak cipta, kepemilikan data, dan keamanan informasi dalam proyek konstruksi. Tanpa standar yang jelas, berbagai pihak dalam industri konstruksi dapat mengimplementasikan BIM dengan cara yang berbeda-beda, yang pada gilirannya menghambat kolaborasi yang efisien dan penggunaan teknologi ini secara optimal.

4. Kurangnya pendidikan dan pelatihan BIM (*Lack of BIM education and training*)

Lack of BIM education and training is consistently identified as a significant barrier to BIM implementation across multiple studies. Research in Malaysia, Jordan, and Iraq highlights insufficient BIM knowledge, awareness, and expertise as major obstacles (Esraa Hyarat et al., 2022; Khalil Ismail & Wali, 2020). The shortage of skilled BIM professionals and educators is a pressing issue, hindering the adoption of BIM in both industry and academia (Huang, 2018; Suwal et al., 2014). The high cost of training and software acquisition further impedes BIM adoption (Ahmed, 2018; Esraa Hyarat et al., 2022). Inadequate education syllabi and training courses in universities and governmental centers contribute to this problem (Khalil Ismail & Wali, 2020). Overcoming these challenges requires developing strategies to enhance BIM education, establishing standards, and increasing awareness among industry stakeholders (Abdulfattah et al., 2017; Wong & Gray, 2019).

BIM merupakan teknologi yang kompleks, melibatkan penggunaan perangkat lunak khusus, pengelolaan data 3D, serta kolaborasi antar disiplin ilmu. Tanpa pendidikan dan pelatihan yang memadai, para profesional di bidang QS mungkin tidak memiliki keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan. BIM bukan hanya sekadar alat perangkat lunak, tetapi juga metodologi dan filosofi kerja yang membutuhkan pemahaman menyeluruh tentang alur kerja, manajemen informasi, serta integrasi antar disiplin. Tanpa pengetahuan mendalam, penerapan BIM dalam proyek konstruksi menjadi tidak efisien dan tidak optimal. Di Indonesia, program pendidikan formal di bidang QS belum banyak mengintegrasikan kurikulum BIM secara menyeluruh. Tanpa pendidikan formal yang mengajarkan BIM sejak dini, para profesional muda yang baru lulus sering kali kurang siap untuk langsung terlibat dalam proyek-proyek yang membutuhkan penggunaan BIM secara penuh. Sementara itu, di Indonesia, meskipun beberapa pelatihan BIM sudah tersedia, kualitas dan akses ke pelatihan yang efektif dan komprehensif masih terbatas, terutama di daerah yang lebih jauh dari pusat kota besar. Pelatihan berkualitas tinggi sering kali memerlukan biaya yang tidak sedikit, yang mungkin menjadi kendala bagi banyak perusahaan kecil atau profesional yang ingin meningkatkan keterampilan mereka.

5. Kurangnya pemahaman tentang BIM dan manfaatnya (*Lack of understanding about BIM and its benefits*)

Riset menunjukkan bahwa meskipun Building Information Modeling (BIM) memiliki potensi manfaat, penerapannya dalam industri konstruksi masih rendah karena kurangnya pemahaman dan kesadaran (Newton & Chileshe, 2012; Al-Ashmori et al., 2020; Btoush & Haron, 2017). Kesenjangan pengetahuan ini meluas ke manajemen dan karyawan, sehingga menyebabkan kurangnya motivasi dan dukungan untuk adopsi BIM (Hutama & Sekarsari, 2019; Fitriani et al., 2021). Manfaat utama BIM meliputi peningkatan konstruksi, visualisasi, produktivitas, dan berkurangnya konflik (Newton & Chileshe, 2012), serta penghematan biaya, aliran informasi yang lebih baik, dan jangka waktu proyek yang lebih pendek (Halttula et al., 2015).

Tanpa pemahaman yang mendalam tentang BIM dan prinsip dasarnya, para profesional QS akan kesulitan untuk memanfaatkan teknologi ini secara maksimal. BIM memiliki banyak manfaat jangka panjang yang dapat meningkatkan efisiensi proyek secara keseluruhan. Namun, tanpa pemahaman yang jelas, manfaat tersebut mungkin tidak terlihat langsung, terutama pada tahap awal implementasi. Sebagian perusahaan QS yang mungkin menganggap BIM hanya sebagai alat yang "lebih mahal" atau "lebih rumit" dibandingkan

dengan metode tradisional, seperti menggunakan gambar 2D dan spreadsheet. Dalam konteks QS, sebagai contoh, implementasi BIM memerlukan perubahan proses dalam cara pengukuran kuantitas dan estimasi biaya dilakukan. Tanpa pemahaman tentang perubahan ini, QS mungkin kesulitan untuk beradaptasi. Terakhir, perusahaan QS yang sudah terbiasa dengan metode tradisional mungkin merasa skeptis terhadap efektivitas BIM, terutama jika mereka belum pernah melihat atau merasakan langsung manfaatnya. Sikap skeptis ini sering kali disebabkan oleh kurangnya pemahaman mengenai kemampuan teknologi tersebut.

5.2 Faktor Pendorong Implementasi BIM di Perusahaan QS

Dari analisis rangking skor nilai rata-rata yang berasal dari hasil survey Delphi tahap dua sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6, teridentifikasi bahwa faktor pendorong terbesar untuk implementasi BIM di perusahaan QS itu berkaitan dengan daya saing, “Keinginan untuk berinovasi agar tetap kompetitif” (nilai rata-rata 4,44). Faktor kedua tertinggi dengan nilai rata-rata yang sama namun memiliki standar deviasi lebih besar adalah “Meningkatkan kapasitas untuk memberikan nilai kepada klien”. Seterusnya berturut-turut pada posisi ke-3, 4 dan 5 adalah “Ketersediaan tenaga profesional/terlatih untuk menangani tools BIM”, “Ketersediaan software BIM dan keterjangkauan”, dan “Dukungan pemerintah melalui peraturan”. Ketiga faktor ini memiliki nilai rata-rata 4,33 namun diurutkan berdasarkan standar deviasi terkecil.

Tabel 6. Nilai rata-rata dan rangking faktor pendorong implementasi BIM

| No | Fakto penggerak | 1 st Round Delphi | | | 2 nd Round Delphi | | |
|----|--|------------------------------|---------------|---------|------------------------------|---------------|---------|
| | | Mean | Std Deviation | Ranking | Mean | Std Deviation | Ranking |
| 1 | Tekanan pemerintah (<i>Government pressure</i>) | 3.89 | .928 | 14 | 4.11 | 1.054 | 13 |
| 2 | Tekanan dari klien/kompetitor (<i>Client/competitive pressure</i>) | 4.11 | .782 | 9 | 4.33 | .707 | 6 |
| 3 | Keinginan untuk berinovasi agar tetap kompetitif (<i>Desire for innovation to remain competitive</i>) | 4.22 | .667 | 6 | 4.44 | .726 | 1 |
| 4 | Meningkatkan kapasitas untuk memberikan nilai kepada klien (<i>Improving the capacity to provide whole life value to client</i>) | 4.33 | .707 | 3 | 4.44 | .726 | 2 |
| 5 | Memperlancar aktivitas desain dan meningkatkan kualitas desain (<i>Streamlining design activities and improving design quality</i>) | 4.00 | .707 | 11 | 4.11 | .782 | 12 |
| 6 | Merancang K3 dalam proses konstruksi (<i>Designing health and safety into the construction</i>) | 3.44 | .882 | 23 | 3.56 | .882 | 22 |

| | | | | | | | |
|----|--|------|-------|----|------|------|----|
| | <i>process)</i> | | | | | | |
| 7 | Meningkatkan komunikasi (<i>Improving communication to operatives</i>) | 3.67 | 1.000 | 20 | 3.67 | .707 | 17 |
| 8 | Penghematan biaya dan monitoring/pengawasan (<i>Cost savings and monitoring</i>) | 3.78 | 1.093 | 17 | 3.67 | .866 | 19 |
| 9 | Penghematan waktu (<i>Time savings</i>) | 3.89 | 1.269 | 15 | 4.00 | .866 | 15 |
| 10 | Automasi jadwal (<i>Automation of schedule</i>) | 3.44 | 1.130 | 24 | 3.44 | .726 | 23 |
| 11 | Akurasi urutan pekerjaan konstruksi dan deteksi bentrokan (<i>Accurate construction sequencing and clash detection</i>) | 3.78 | .972 | 16 | 4.00 | .707 | 14 |
| 12 | Memfasilitasi peningkatan prefabrikasi (<i>Facilitating increased prefabrication</i>) | 3.56 | .527 | 21 | 3.56 | .527 | 20 |
| 13 | Memfasilitasi kegiatan manajemen fasilitas (<i>Facilitating facilities management activities</i>) | 3.56 | .726 | 22 | 3.33 | .500 | 24 |
| 14 | Meningkatkan kualitas hasil yang dibangun (<i>Improving built output quality</i>) | 4.00 | .707 | 12 | 4.22 | .667 | 10 |
| 15 | Ketersediaan tenaga profesional/terlatih untuk menangani tools BIM (<i>Availability of trained professionals to handle the tools</i>) | 4.33 | .500 | 2 | 4.33 | .500 | 3 |
| 16 | Ketersediaan software BIM dan keterjangkauan (BIM software availability and affordability) | 4.44 | .527 | 1 | 4.33 | .500 | 4 |
| 17 | Lingkungan yang memungkinkan to use BIM (<i>Enabling environment to use BIM</i>) | 4.22 | .667 | 7 | 4.33 | .707 | 7 |
| 18 | Ketertarikan klien dalam menggunakan BIM pada proyek (<i>Clients' interest in the use of BIM in their projects</i>) | 4.11 | .928 | 10 | 4.33 | .866 | 9 |
| 19 | Kesadaran teknologi diantara stakeholder (<i>Awareness of the technology among industry stakeholders</i>) | 4.22 | .667 | 8 | 4.22 | .667 | 11 |
| 20 | Kerjasama dan komitmen dari badan profesional dalam penerepannya (<i>Cooperation and commitment of professional bodies to its Implementation</i>) | 3.67 | .707 | 18 | 3.78 | .833 | 16 |
| 21 | Perubahan budaya diantara stakeholder (<i>Cultural change among industry stakeholders</i>) | 3.67 | .707 | 19 | 3.56 | .527 | 21 |
| 22 | Dukungan pemerintah melalui peraturan (<i>Government support through</i>) | 4.22 | .441 | 5 | 4.33 | .500 | 5 |

| | <i>legislation</i>) | | | | | | |
|----|--|--------|------|----|--------|------|----|
| 23 | Metode pengadaan yang kolaboratif (<i>Collaborative procurement methods</i>) | 3.89 | .782 | 13 | 3.67 | .707 | 18 |
| 24 | Dukungan <i>top management</i> (<i>Top Management Support</i>) | 4.33 | .707 | 4 | 4.33 | .707 | 8 |
| 25 | Struktur dan ukuran organisasi (<i>Organizational structure and size</i>) | 3.22 | .833 | 25 | 3.33 | .866 | 25 |
| | N | 9 | | | 9 | | |
| | Cronbach's alpha | 0.947 | | | .931 | | |
| | Kendall's coefficient of concordance (W) | .262 | | | .318 | | |
| | χ^2 | 56.528 | | | 68.730 | | |
| | df | 24 | | | 24 | | |
| | Significance level (<i>p</i>) | .000 | | | .000 | | |

Hasil uji signifikansi rangking Wilcoxon seperti yang ditampilkan pada Tabel 7 menunjukkan bahwa 25 faktor pendorong implementasi BIM di perusahaan QS di Indonesia tersebut tidak signifikan, hal ini mengindikasikan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara peringkat item yang dibuat oleh para responden pada kedua iterasi.

Tabel 7 Uji Wilcoxon dari Delphi dua putaran untuk faktor pendorong

| No | Fakto pendorong | Wilcoxon Signed Ranks Test | |
|----|---|----------------------------|-------------|
| | | Z | Asymp. Sig. |
| 1 | Tekanan pemerintah (<i>Government pressure</i>) | -1.414 | 0.157 |
| 2 | Tekanan dari klien/kompetitor (<i>Client/competitive pressure</i>) | -1.414 | 0.157 |
| 3 | Keinginan untuk berinovasi agar tetap kompetitif (<i>Desire for innovation to remain competitive</i>) | -1.414 | 0.157 |
| 4 | Meningkatkan kapasitas untuk memberikan nilai kepada klien (<i>Improving the capacity to provide whole life value to client</i>) | -1.000 | 0.317 |
| 5 | Memperlancar aktivitas desain dan meningkatkan kualitas desain (<i>Streamlining design activities and improving design quality</i>) | -1.000 | 0.317 |
| 6 | Merancang K3 dalam proses konstruksi (<i>Designing health and safety into the construction process</i>) | -1.000 | 0.317 |
| 7 | Meningkatkan komunikasi (<i>Improving communication to operatives</i>) | .000 | 1 |
| 8 | Penghematan biaya dan monitoring/pengawasan (<i>Cost savings and monitoring</i>) | -.577 | 0.564 |
| 9 | Penghematan waktu (<i>Time savings</i>) | -.447 | 0.655 |
| 10 | Automasi jadwal (<i>Automation of schedule</i>) | .000 | 1 |
| 11 | Akurasi urutan pekerjaan konstruksi dan deteksi bentrokan (<i>Accurate construction sequencing and clash detection</i>) | -1.000 | 0.317 |
| 12 | Memfasilitasi peningkatan prefabrikasi (<i>Facilitating increased prefabrication</i>) | .000 | 1 |
| 13 | Memfasilitasi kegiatan manajemen fasilitas (<i>Facilitating facilities management activities</i>) | -.816 | 0.414 |
| 14 | Meningkatkan kualitas hasil yang dibangun (<i>Improving built output quality</i>) | -1.000 | 0.317 |
| 15 | Ketersediaan tenaga profesional/terlatih untuk menangani tools BIM (<i>Availability of trained professionals to handle the tools</i>) | .000 | 1 |
| 16 | Ketersediaan software BIM dan keterjangkauan (<i>BIM</i>) | -1.000 | 0.317 |

| | | | |
|----|---|--------|-------|
| | <i>software availability and affordability</i> | | |
| 17 | Lingkungan yang memungkinkan to use BIM (Enabling environment to use BIM) | -1.000 | 0.317 |
| 18 | Ketertarikan klien dalam menggunakan BIM pada proyek (<i>Clients' interest in the use of BIM in their projects</i>) | -1.414 | 0.157 |
| 19 | Kesadaran teknologi diantara <i>stakeholder</i> (<i>Awareness of the technology among industry stakeholders</i>) | .000 | 1 |
| 20 | Kerjasama dan komitmen dari badan profesional dalam penerapannya (<i>Cooperation and commitment of professional bodies to its Implementation</i>) | -.577 | 0.564 |
| 21 | Perubahan budaya diantara <i>stakeholder</i> (<i>Cultural change among industry stakeholders</i>) | -1.000 | 0.317 |
| 22 | Dukungan pemerintah melalui peraturan (<i>Government support through legislation</i>) | -1.000 | 0.317 |
| 23 | Metode pengadaan yang kolaboratif (<i>Collaborative procurement methods</i>) | -1.414 | 0.157 |
| 24 | Dukungan <i>top management</i> (<i>Top Management Support</i>) | .000 | 1 |
| 25 | Tekanan pemerintah (<i>Government pressure</i>) | -.577 | 0.564 |

1. Keinginan untuk berinovasi agar tetap kompetitif (*Desire for innovation to remain competitive*)

Keinginan untuk berinovasi agar tetap kompetitif merupakan pendorong utama implementasi BIM dalam industri konstruksi. Adopsi BIM dimotivasi oleh faktor internal, seperti jaminan kualitas dan efisiensi operasional, dan tekanan eksternal, termasuk permintaan pasar dan inisiatif pemerintah (Papadonikolaki, 2018; Eadie et al., 2013). Keunggulan kompetitif, inovasi, dan citra organisasi merupakan motivator signifikan untuk adopsi BIM dalam manajemen fasilitas (Okoro Chioma et al., 2020). Implementasi BIM dapat meningkatkan berbagai aspek siklus hidup infrastruktur, termasuk fase desain, konstruksi, dan operasi, yang mengarah pada peningkatan hasil proyek dan daya saing bisnis (Villena et al., 2020). Hal yang sama ditemukan pada kajian yang dilakukan Babatunde et al. (2019) terhadap perusahaan Arsitek, Rekayasa dan Konstruksi di Nigeria. Faktor ini menjadi pendorong terpenting baik secara keseluruhan maupun untuk masing-masing organisasi yang berbeda. Utomo dan Rohman (2019) juga mengidentifikasi faktor ini sebagai pendorong utama adopsi BIM di industry konstruksi Indonesia. Peneliti tersebut menyatakan bahwa keinginan atau ketertarikan dalam konteks adopsi teknologi baru merupakan sikap positif yang dapat meningkatkan minat seseorang dalam mempelajari teknologi BIM dan dengan demikian meningkatkan peluang keberhasilan adopsi. Niat mencakup kepentingan bisnis dalam inovasi BIM (Ahmed dan Kassem 2018).

Keinginan untuk berinovasi agar tetap kompetitif dapat menjadi faktor pendorong utama dalam implementasi Building Information Modeling (BIM) di perusahaan QS di Indonesia. Faktor ini terkait dengan kebutuhan untuk beradaptasi dengan kemajuan

teknologi, meningkatkan efisiensi operasional, dan menjaga daya saing di pasar yang semakin kompetitif. Penggunaan teknologi BIM dapat meningkatkan efisiensi, akurasi dan presisi dan penghematan biaya. Perusahaan QS yang terlibat langsung dalam pengelolaan biaya proyek, adopsi BIM bukan hanya soal efisiensi internal tetapi juga terkait dengan peningkatan kualitas layanan yang bisa ditawarkan kepada klien. Seiring dengan meningkatnya penggunaan BIM di berbagai negara dan sektor, baik dari sisi klien maupun kontraktor, perusahaan QS yang tidak mengadopsi BIM bisa tertinggal dari segi kompetensi dan relevansi. Oleh karena itu, keinginan untuk tetap relevan dan memenuhi ekspektasi pasar menjadi pendorong utama untuk berinovasi melalui implementasi BIM

2. Meningkatkan kapasitas untuk memberikan nilai kepada klien (*Improving the capacity to provide whole life value to client*)

Azhar et al. (2011) menekankan bahwa sebagian besar perangkat lunak dan produk BIM saat ini memiliki kemampuan bawaan untuk menganalisis jadwal dan biaya proyek, antara lain. BIM dapat digunakan secara kolektif oleh para pemangku kepentingan konstruksi untuk penyelesaian proyek, yang memberikan nilai seumur hidup yang realistis bagi pemilik bangunan. Ada kebutuhan untuk mengurangi limbah dan meningkatkan produktivitas dan kualitas pekerjaan konstruksi. Hal ini mungkin bertanggung jawab atas peralihan dari biaya modal awal ke pengamanan biaya seumur hidup (Eadie et al., 2013). Barlish dan Sullivan (2012) dan Deutsch (2011) menegaskan bahwa dampak desain pada biaya operasi pekerjaan konstruksi sangat besar dan meningkatkan produktivitas, yang menawarkan penghematan finansial bagi pemilik bangunan. Eadie et al. (2013) berpendapat bahwa pemodelan empat dimensi (4D), yang terdiri dari BIM dan waktu, dapat digunakan untuk manajemen fasilitas, memastikan metode pembongkaran dan penghentian langsung proyek atau proposal inventif yang memiliki penggunaan multiguna.

Menurut responden, aspek ini adalah faktor pendorong yang termasuk sangat kuat dalam implementasi BIM di perusahaan QS di Indonesia. Peningkatan kapasitas untuk memberikan nilai ini berkaitan dengan kemampuan BIM dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, transparansi, serta pengelolaan biaya dan waktu yang lebih baik dalam proyek konstruksi. BIM memungkinkan pengumpulan dan pengelolaan data yang sangat terperinci dari model 3D, yang membuat proses penghitungan kuantitas item pekerjaan, material, biaya bahan, dan estimasi lainnya lebih akurat daripada metode tradisional. Karena data di dalam model BIM terus diperbarui secara *real-time*, QS dapat melacak perubahan desain dan dampaknya terhadap biaya secara langsung. BIM dapat mengidentifikasi kesalahan dalam desain atau perencanaan yang dapat mempengaruhi biaya dan waktu proyek. Deteksi konflik

atau *clash detection* adalah salah satu fitur BIM yang memungkinkan semua elemen dalam desain (struktur, arsitektur, mekanikal, dan lainnya) diperiksa secara visual. Melalui BIM Semua pihak dapat mengakses dan memperbarui model yang sama, sehingga tercipta transparansi dalam pengelolaan proyek. BIM juga membantu dalam manajemen risiko proyek dengan memberikan gambaran lebih jelas tentang berbagai kemungkinan masalah yang bisa timbul selama proses konstruksi. Secara keseluruhan, peningkatan nilai bagi klien adalah tentang memberikan hasil yang lebih baik, lebih cepat, dan lebih terjangkau.

3. Ketersediaan tenaga profesional/terlatih untuk menangani BIM (*Availability of trained professionals to handle BIM*)

Ketersediaan tenaga profesional terlatih untuk menangani BIM merupakan pendorong penting bagi implementasinya, sebagaimana disorot oleh berbagai penelitian. Hamma-adama et al. (2020) dan Hamma-adama & Kouider (2019) mengidentifikasi faktor ini sebagai salah satu pendorong paling berpengaruh bagi adopsi BIM. Kurangnya keahlian juga dicatat sebagai hambatan yang signifikan (Hamma-adama et al., 2020; Hamma-adama & Kouider, 2019; Ademci & Gundes, 2021; Utomo & Rohman, 2019). Kekurangan tenaga profesional terampil ini meluas melampaui organisasi individu hingga ke seluruh rantai pasokan (Ademci & Gundes, 2021). Tidak adanya pakar BIM dan pemahaman yang terbatas tentang manfaat BIM merupakan salah satu hambatan utama yang diidentifikasi di Indonesia (Utomo & Rohman, 2019). Untuk mengatasi tantangan ini, penelitian menyarankan pengembangan strategi yang mempertimbangkan hambatan dan pendorong ini (Hamma-adama et al., 2020), merevisi kebijakan dan insentif (Ademci & Gundes, 2021), dan berfokus pada faktor peningkatan kinerja untuk mendorong adopsi BIM (Ademci & Gundes, 2021). Penelitian ini cukup jauh berbeda dengan kondisi di perusahaan konsultan QS di Nigeria yang meletakkan faktor ini pada ranking ke-19 dari 23 faktor pendorong implementasi BIM (Babatunde et al. 2020).

Menurut responden dari perusahaan QS, tanpa tenaga kerja yang terlatih dan memiliki keahlian dalam menggunakan perangkat lunak BIM, perusahaan tidak akan dapat memanfaatkan potensi penuh dari teknologi ini. Faktor ini berhubungan dengan beberapa aspek yang mendasari adopsi BIM, termasuk peningkatan kemampuan teknis, pengelolaan proyek yang lebih efisien, dan kemampuan beradaptasi dengan kebutuhan industri yang semakin berkembang. Untuk perusahaan QS di Indonesia, ketersediaan tenaga profesional yang terlatih dalam tools BIM sangat penting untuk memastikan bahwa teknologi ini dapat diimplementasikan secara efisien dan memberikan manfaat yang maksimal. Di samping itu, ketersediaan tenaga kerja yang terlatih memungkinkan perusahaan untuk

mengimplementasikan dan memelihara standar BIM yang efektif, yang sangat penting untuk keberhasilan penggunaan BIM dalam proyek konstruksi. Terakhir, tenaga profesional yang terlatih juga memungkinkan perusahaan untuk lebih cepat beradaptasi dengan standar industri, meningkatkan kualitas layanan, dan mempercepat adopsi BIM, yang pada akhirnya memperkuat daya saing perusahaan di pasar yang semakin mengedepankan teknologi

4. Ketersediaan software BIM dan keterjangkauan (*BIM software availability and affordability*)

Ketersediaan dan keterjangkauan perangkat lunak BIM dapat berdampak signifikan pada implementasi BIM di berbagai negara dan tingkat pendapatan. Ekosistem perangkat lunak BIM saat ini terfragmentasi dan sangat eksklusif, dengan banyak solusi khusus yang ditujukan untuk pengguna tingkat lanjut, yang dapat menghambat adopsi secara luas (Papadonikolaki et al., 2018). Pertimbangan biaya-manfaat dan ketersediaan pedoman implementasi BIM merupakan faktor penting yang memengaruhi adopsi di berbagai negara dengan berbagai tingkat pendapatan (Al-Mohammad et al., 2022). Awalnya, implementasi BIM melibatkan biaya tinggi untuk lisensi perangkat lunak dan pelatihan personel, tetapi dapat mengarah pada peningkatan manajemen proyek dan penghematan biaya dari waktu ke waktu (Kocakaya et al., 2018). Untuk mempromosikan adopsi BIM yang efektif, pembuat kebijakan dan vendor perangkat lunak harus mempertimbangkan faktor-faktor ini untuk membuat solusi BIM lebih mudah diakses dan terjangkau di berbagai pasar dan tingkat pendapatan.

Ketersediaan perangkat lunak BIM yang berkualitas dan terjangkau memengaruhi kemudahan adopsi, efektivitas penggunaan, serta peningkatan produktivitas dalam pekerjaan konstruksi, termasuk aktivitas yang berlangsung di perusahaan QS seperti estimasi biaya dan perencanaan. Software BIM yang mudah diakses dan terjangkau mempermudah perusahaan untuk mulai mengimplementasikan BIM dalam alur kerja mereka. Perusahaan tidak perlu mengeluarkan biaya tinggi atau melakukan investasi besar untuk mengadopsi teknologi ini. Ketersediaan software dengan harga yang lebih bersaing memungkinkan lebih banyak perusahaan quantity surveyor, terutama yang memiliki keterbatasan anggaran, untuk memperkenalkan dan menerapkan BIM. Oleh karena itu, ketersediaan software BIM yang mudah diakses dan terjangkau sangat penting dalam mendukung implementasi teknologi ini.

5. Dukungan pemerintah melalui peraturan (*Government support through legislation*)

Dukungan pemerintah melalui perundang-undangan memainkan peran penting dalam meningkatkan implementasi BIM. Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa dukungan pemerintah yang kuat sangat penting untuk keberhasilan penerapan sistem teknologi yang kompleks seperti BIM (Liu et al., 2015). Pemerintah dapat mendorong adopsi BIM dengan menetapkan persyaratan untuk penggunaannya dalam proyek publik, seperti yang ditunjukkan oleh mandat Inggris untuk implementasi BIM Level 2 pada tahun 2016 (Atkinson et al., 2014). Berbagai pendekatan terhadap keterlibatan pemerintah telah diamati, dengan Singapura dan Inggris mengadopsi pendekatan yang digerakkan oleh pemerintah, sementara AS mengikuti model yang digerakkan oleh industri (Jiang et al., 2021). Inisiatif pemerintah di seluruh dunia sangat penting dalam mempromosikan adopsi BIM, karena negara, sebagai klien terbesar di banyak industri konstruksi negara, memiliki kekuatan untuk mengubah praktik kerja (Borrmann et al., 2018). Upaya ini dapat membantu mengatasi hambatan implementasi BIM dan mempercepat adopsinya di seluruh industri konstruksi.

Laporan terkini menunjukkan bahwa beberapa pemerintah negara maju, termasuk Inggris, AS, dan Australia, telah menetapkan strategi untuk implementasi BIM dalam pekerjaan konstruksi mereka, yang telah menyebabkan adopsi BIM yang cepat (Wong et al., 2009; Laporan Strategi BIM Inggris, 2012; buildingSMART Australasia, 2012). Kebijakan terkait BIM yang dibuat oleh pemerintah berbagai negara maju menempatkan industri konstruksi di bawah tekanan untuk menawarkan nilai maksimum untuk uang klien, desain yang layak, dan pekerjaan konstruksi yang tahan lama yang terkait dengan penggunaan BIM; kebijakan ini memaksa industri konstruksi untuk berpartisipasi dalam adopsi dan implementasi BIM dengan tujuan untuk mendapatkan proyek yang dibiayai publik (Arayici et al., 2011). Tidak mengherankan bahwa adopsi BIM meningkat di sebagian besar negara maju. Namun, Alufohai (2012) berpendapat bahwa tingkat adopsi BIM relatif rendah di negara-negara di mana tidak ada kebijakan pemerintah yang berlaku untuk mendorong adopsinya.

5.3 Luaran

Luaran penelitian ini direncanakan adalah sebuah artikel yang akan dipublikasikan di jurnal internasional bereputasi terindeks Scopus dan Q2 SJR.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Salah satu inovasi teknologi informasi yang sedang tren dan berkembang sangat pesat di dalam industri konstruksi saat ini adalah Building Information Modeling (BIM). Namun implementasi penggunaannya masih terlihat lambat, khususnya di perusahaan jasa Quantity Surveying, tidak hanya di Indonesia tetapi juga di beberapa negara lainnya. Banyak manfaat diberikan jika proyek konstruksi mengimplementasikan BIM. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan faktor-faktor penghambat dan pendorong implementasi BIM di perusahaan QS di Indonesia.

Hasil penelitian mendapati bahwa terdapat lima faktor utamayang menghalangi implementasi BIM di perusahaan QS di Indonesia. Kelima faktor tersebut adalah (1) biaya investasi mahal untuk implementasi BIM (Expensive investment costs for BIM implementation), (2) kurangnya proses kerja kolaboratif yang efektif antar parapihak pada proyek (Lack of effective collaborative work processes between project participants), (3) tidak ada peraturan atau standar pemerintah (No government regulations and standards), (4) kurangnya pendidikan dan pelatihan BIM (Lack of BIM education and training), dan (5) kurangnya pemahaman tentang BIM dan manfaatnya (Lack of understanding about BIM and its benefits). Sementara itu faktor pendorong utama untuk adopsi BIM di perusahaan QS di Indonesia adalah: (1) keinginan untuk berinovasi agar tetap kompetitif (Desire for innovation to remain competitive), (2) meningkatkan kapasitas untuk memberikan nilai kepada klien (Improving the capacity to provide whole life value to client), (3) ketersediaan tenaga profesional/terlatih untuk menangani tools BIM (Availability of trained professionals to handle the tools), (4) ketersediaan software BIM dan keterjangkauan (BIM software availability and affordability), dan (5) dukungan pemerintah melalui peraturan (Government support through legislation).

Implikasi dari kajian ini secara empiris mengidentifikasi faktor penghambat dan pendorong penting untuk adopsi BIM yang akan berguna bagi para pemangku kepentingan konstruksi untuk merumuskan strategi guna mengadopsi implementasi penuh BIM di perusahaan QS di Indonesia. Temuan penelitian ini memberikan informasi kepada para pembuat kebijakan dan pemangku kepentingan konstruksi untuk membuat rekomendasi kebijakan yang mampu memengaruhi adopsi BIM secara luas di Industri konstruksi di Indonesia.

6.2 Saran

Dalam penelitian mengenai faktor penghambat dan pendorong implementasi Building Information Modeling (BIM) di perusahaan quantity surveyor (QS) di Indonesia, terdapat beberapa limitasi yang perlu diperhatikan. Limitasi ini bisa berasal dari berbagai aspek metodologi, data yang tersedia, atau konteks lokal yang spesifik. Data mengenai implementasi BIM di perusahaan QS di Indonesia mungkin terbatas, baik dalam hal aspek penggunaan maupun tingkat maturity. Olehsebab itu, disarankan untuk penelitian berikutnya melihat aspek maturity dan aspek-aspek apa saja BIM tersebut digunakan di perusahaan QS di Indonesia.

Penelitian ini mungkin lebih banyak bergantung pada perspektif direktur perusahaan QS dan melupakan perspektif lain seperti dari manajer dan staf teknis. Ini bisa jadi memiliki pandangan yang terbatas atau bias terhadap faktor penghambat dan pendorong implementasi BIM. Penelitian yang lebih komprehensif membutuhkan perspektif lebih luas dari pihak lain di internal perusahaan QS tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Chan, D. W., Olawumi, T. O., & Ho, A. M. (2019). Perceived benefits of and barriers to Building Information Modelling (BIM) implementation in construction: The case of Hong Kong. *Journal of Building Engineering*, 25, 100764.
- [2]. Olawumi, T. O., Chan, D. W., Wong, J. K., & Chan, A. P. (2018). Barriers to the integration of BIM and sustainability practices in construction projects: A Delphi survey of international experts. *Journal of Building Engineering*, 20, 60-71.
- [3]. Van Roy, A. F., & Firdaus, A. (2020). Building information modelling in Indonesia: Knowledge, implementation and barriers. *Journal of Construction in Developing Countries*, 25(2), 199-217.
- [4]. Arayici, Y., Coates, P., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C. and O'Reilly, K. (2011). BIM adoption and implementation for architectural practices. *Structural Survey*, 29(1): 7–25.
- [5]. Sahil, A.Q. (2016). Adoption of Building Information Modeling in developing countries: A phenomenological perspective. MSc diss. Colorado State University.
- [6]. Virulrak, P. (2016). The business of Building Information Modeling: Case study of Thailand. *Proceeding of the 16th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE2016)*. Osaka, Japan: ICCCB2016 Organizing Committee, 895–902.
- [7]. Ngowtanasuwan, G. and Hadikusumo, B.H.W. (2017). System dynamics modelling for BIM adoption in Thai architectural and engineering design industry. *Construction Innovation*, 17(4): 457–474.
- [8]. Bin Zakaria, Z., Mohamed Ali, N., Tarmizi Haron, A., Marshall-Ponting, A.J. and Abd Hamid, Z. (2013). Exploring the adoption of Building Information Modelling (BIM) in the Malaysian construction industry: A qualitative approach. *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology*, 2(8): 384–395.
- [9]. Waqar, A., Qureshi, A. H., & Alaloul, W. S. (2023). Barriers to Building Information Modeling (BIM) deployment in small construction projects: Malaysian construction industry. *Sustainability*, 15(3), 2477.

- [10]. Hanifah, Y. (2016). Awareness dan pemanfaatan BIM: Studi eksplorasi. *Temu Ilmiah IPLBI*, 2016, 49-54.
- [11]. Utomo, F. R., & Rohman, M. A. (2019). The barrier and driver factors of building information modelling (BIM) adoption in indonesia: a preliminary survey. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, (5), 133-139.
- [12]. The Hong Kong Institute of Building Information Modeling. (2009). HKIBIM, Definitions, http://www.hkibim.org/?page_id=31.
- [13]. National BIM Standard-United States. (2015). National BIM Standard-United States: Fact Sheet. Vermont Avenue, NW: National BIM Standard-United States.
- [14]. Wong, A. K., Wong, F. K., & Nadeem, A. (2011). Government roles in implementing building information modelling systems: Comparison between Hong Kong and the United States. *Construction innovation*, 11(1), 61-76.
- [15]. NBS. (2016). International BIM Report 2016. Available at <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-international-bim-report-2016>.
- [16]. Liu, S., Xie, B., Tivendal, L. and Liu, C. (2015). Critical barriers to BIM in the AEC industry. *International Journal of Marketing Studies*, 7(6): 162–171.
- [17]. Eadie, R., Odeyinka, H., Browne, M., McKeown, C., & Yohanis, M. (2013). An analysis of the drivers for adopting building information modelling. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 18(17), 338-352.
- [18]. Hatem, W. A., Abd, A. M., & Abbas, N. N. (2018). Barriers of adoption building information modeling (BIM) in construction projects of Iraq. *Engineering Journal*, 22(2), 59-81.
- [19]. Wong, S. Y., & Gray, J. (2019, April). Barriers to implementing Building Information Modelling (BIM) in the Malaysian construction industry. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 495, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.
- [20]. Aibinu, A., & Venkatesh, S. (2014). Status of BIM adoption and the BIM experience of cost consultants in Australia. *Journal of professional issues in engineering education and practice*, 140(3), 04013021.
- [21]. Babatunde, S. O., Ekundayo, D., Adekunle, A. O., & Bello, W. (2020). Comparative analysis of drivers to BIM adoption among AEC firms in developing countries: a case of Nigeria. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 18(6), 1425-1447.

- [22]. Latiffi, A. A., Brahim, J., & Fathi, M. S. (2016). Transformation of Malaysian construction industry with building information modelling (BIM). In MATEC Web of Conferences (Vol. 66, p. 00022). EDP Sciences.
- [23]. Ibrahim, F. S., Shariff, N. D., Esa, M., & Rahman, R. A. (2019). The barriers factors and driving forces for bim implementation in malaysian aec companies. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control System*, 11(08/2019), 275-284.
- [24]. Son, H., Lee, S., & Kim, C. (2015). What drives the adoption of building information modeling in design organizations? An empirical investigation of the antecedents affecting architects' behavioral intentions. *Automation in construction*, 49, 92-99.
- [25]. Ahuja, R., Jain, M., Sawhney, A., & Arif, M. (2016). Adoption of BIM by architectural firms in India: technology–organization–environment perspective. *Architectural engineering and design management*, 12(4), 311-330.
- [26]. Cao, D., Li, H., & Wang, G. (2014). Impacts of isomorphic pressures on BIM adoption in construction projects. *Journal of construction engineering and management*, 140(12), 04014056.
- [27]. Olatunji, S. O., Olawumi, T. O., & Aje, I. O. (2017). Rethinking partnering among quantity-surveying firms in Nigeria. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(11), 05017018.
- [28]. Akinade, O. O., Oyedele, L. O., Ajayi, S. O., Bilal, M., Alaka, H. A., Owolabi, H. A., ... & Kadiri, K. O. (2017). Design for Deconstruction (DfD): Critical success factors for diverting end-of-life waste from landfills. *Waste management*, 60, 3-13.
- [29]. Olawumi, T. O., & Chan, D. W. (2018). Identifying and prioritizing the benefits of integrating BIM and sustainability practices in construction projects: A Delphi survey of international experts. *Sustainable Cities and Society*, 40, 16-27.
- A. L. Ahmed and M. Kassem, “A unified BIM adoption taxonomy: Conceptual development, empirical validation and application,” *Autom. Constr.*, vol. 96, pp. 103–127, Dec. 2018.

Lampiran 1: Kuisisioner penelitian (Delphi round 1)

SURVEY IMPLEMENTASI BUILDING INFORMATION MODELING PADA KONSULTAN QUANTITY SURVEYOR DI INDONESIA

Yth Bapak/Ibu Responden (Dear Respondents)

BIM telah mentransformasikan pengadaan konstruksi melalui kolaborasi antar pelaku industri yang berbeda. Inovasi ini suka tidak suka harus direpson oleh rekanan, baik konsultan maupun kontraktor jika masih ingin terlibat diproyek yang mensyaratkan penggunaan BIM. Sejauh ini belum banyak literatur mengeksplorasi secara spesifik bagaimana implementasi BIM dipihak rekanan, khususnya konsultan Quantity Surveying di Indonesia. Untuk menjembatani kekurangan literatur, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi hambatan dan faktor pendorong implementasi BIM pada Konsultan Quantity Surveying di Indonesia.

(BIM has transformed construction procurement through collaboration between different industry players. Like or dislike, this innovation must be responded by partners, both consultants and contractors, if they still want to be involved in projects that require the use of BIM. So far there are limited literature exploring BIM implementation, especially by Quantity Surveying consultants in Indonesia. To bridge the gap, this research aims to identify the barriers and driving factors for BIM implementation among Quantity Surveying Consultants in Indonesia).

Pengisian survey kuisisioner memerlukan waktu lebih kurang 7-10 menit. Jawaban Bapak/Ibu bersifat rahasia dan tidak ada hasil individu disajikan dalam bentuk apapun. Pengumpulan data ini dilakukan dengan metode TWO ROUND DELPHI SURVEY. Terima kasih atas kerjasama yang diberikan.

(Filling out the questionnaire survey takes approximately 7-10 minutes. Your answers are confidential and no individual results are presented in any form. The data collection will be carried out using the TWO ROUND DELPHI SURVEY method. Thank you for the cooperation).

Apabila Bapak/Ibu memiliki pertanyaan atau memerlukan keterangan lebih lanjut, silahkan hubungi kami *(if you have any inquiries, please contact us at)*:

- a. Dr. Wahyudi P. Utama, Hp. 08111313100, E-mail: wahyudi@bunghatta.ac.id
- b. Sesmiwati, BQS, MT, Hp. 081266327929, E-mail: sesmiwati@bunghatta.ac.id

1975wpu@gmail.com [Switch account](#)

Not shared

* Indicates required question

A. Profil responden (Profile of respondents)

Pilihlah salah satu jawaban yang sesuai dengan data responden *(Please select the most appropriate options)*

1. E-mail responden *(Respondent's e-mail)* *

Your answer _____

2. Bentuk perusahaan *(Type of enterprise)* *

- Perusahaan swasta nasional (National private)
- Perusahaan swasta asing (Foreign company)

3. Posisi atau jabatan di perusahaan *(Position or responsibility in company)* *

- Direktur atau Direktur Cabang (Director)
- Menejer / Kepala Unit atau Divisi (Manager / Head of Unit or Division)
- Supervisor
- Other: _____

4. Pengalaman kerja di industri *(Industrial experience)*: *

- Kurang dari 5 tahun (Less than 5 years)
- 5-10 tahun (5 - 10 years)
- 11- 15 tahun (11 - 15 years)
- Lebih dari 15 tahun (More than 15 years)

Kuisiонер Tahap 1 (Delphi round 1)

| No | Fakto penghambat | Jawaban anda tahap 1 | | | | |
|----|---|----------------------|--------|------|-------|--------|
| | | STP (1) | TP (2) | N(3) | P (4) | SP (5) |
| 1 | Kurangnya pendidikan dan pelatihan BIM (<i>Lack of BIM education and training</i>) | | | | | |
| 2 | Kurangnya pemahaman tentang BIM dan manfaatnya (<i>Lack of understanding about BIM and its benefits</i>) | | | | | |
| 3 | Kurangnya pengembangan skill BIM (<i>Lack of development of skills BIM</i>) | | | | | |
| 4 | Masalah kontrak atau hukum atas kepemilikan data (<i>Contract or legal issues on ownership of data</i>) | | | | | |
| 5 | Kurang sesuai nya BIM untuk semua jenis proyek pembangunan (<i>Lack of BIM compliance for all types of development projects</i>) | | | | | |
| 6 | Kurangnya proses kerja kolaboratif yang efektif antar parapihak pada proyek (<i>Lack of effective collaborative work processes between project participants</i>) | | | | | |
| 7 | Biaya investasi mahal untuk implementasi BIM (<i>Expensive investment costs for BIM implementation</i>) | | | | | |
| 8 | Keraguan terhadap laba atas investasi (<i>Doubt of return on investment</i>) | | | | | |
| 9 | Kurangnya informasi mengenai proses perubahan bisnis dan cara mengubah proses tersebut (<i>Lack of information about the process of changing business and how to change the process</i>) | | | | | |
| 10 | Biaya pelatihan BIM dan rekrutmen staf spesialis BIM (<i>The cost of BIM training and the recruitment of BIM specialist staff</i>) | | | | | |
| 11 | Kurangnya kepercayaan terhadap integritas BIM/teknologi BIM belum matang (<i>Lack of trust in the integrity of BIM/BIM technology is not yet mature</i>) | | | | | |
| 12 | Kurangnya tenaga ahli BIM (<i>Lack of BIM expert experts</i>) | | | | | |
| 13 | Interoperabilitas - kemampuan untuk berinteraksi dengan sistem lain seperti bertukar informasi data dll (<i>Interoperability - ability to interact with other systems such as exchanging information data etc.</i>) | | | | | |
| 14 | Tidak ada standar dan pedoman yang jelas (<i>There are no clear standards and guidelines</i>) | | | | | |
| 15 | Infrastruktur teknologi yang tidak memadai (<i>Inadequate technological infrastructure</i>) | | | | | |
| 16 | Teknologi yang ada saat ini sudah cukup (<i>Current technology is sufficient</i>) | | | | | |
| 17 | Kurangnya dukungan dari senior | | | | | |

| | | | | | | |
|----|--|--|--|--|--|--|
| | <i>management (Lack of senior management support)</i> | | | | | |
| 18 | Resistensi terhadap perubahan (<i>Resistance to change</i>) | | | | | |
| 19 | Kurangnya permintaan klien atau pemerintah (<i>Lack of client or government demand</i>) | | | | | |
| 20 | Pasarinya masih sangat terdiversifikasi terkait dengan penggunaan teknik kerja digital (<i>The market is still very diversified with regard to the use of digital work techniques</i>) | | | | | |
| 21 | Penanggung jawab atas kegagalan implementasi BIM (<i>Responsibility for BIM implementation failure</i>) | | | | | |
| 22 | Kesulitan dalam mengukur dampak BIM (<i>Difficulties in measuring the impacts of BIM</i>) | | | | | |
| 23 | Kekurangan data implementasi BIM pada tahap konstruksi (<i>Shortage of BIM implementation data in the construction phase</i>) | | | | | |
| 24 | Tidak adanya insentif dari pemerintah (<i>No government incentive</i>) | | | | | |
| 25 | Tidak ada peraturan atau standar pemerintah (<i>No government regulations and standards</i>) | | | | | |

| No | Fakto penggerak | Jawaban anda tahap 2 | | | | |
|----|---|----------------------|--------|------|-------|--------|
| | | STP (1) | TP (2) | N(3) | P (4) | SP (5) |
| 1 | Tekanan pemerintah (<i>Government pressure</i>) | | | | | |
| 2 | Tekanan dari klien/kompetitor (<i>Client/competitive pressure</i>) | | | | | |
| 3 | Keinginan untuk berinovasi agar tetap kompetitif (<i>Desire for innovation to remain competitive</i>) | | | | | |
| 4 | Meningkatkan kapasitas untuk memberikan nilai kepada klien (<i>Improving the capacity to provide whole life value to client</i>) | | | | | |
| 5 | Memperlancar aktivitas desain dan meningkatkan kualitas desain (<i>Streamlining design activities and improving design quality</i>) | | | | | |
| 6 | Merancang K3 dalam proses konstruksi (<i>Designing health and safety into the construction process</i>) | | | | | |
| 7 | Meningkatkan komunikasi (<i>Improving communication to operatives</i>) | | | | | |
| 8 | Penghematan biaya dan monitoring/pengawasan (<i>Cost savings and monitoring</i>) | | | | | |
| 9 | Penghematan waktu (<i>Time savings</i>) | | | | | |
| 10 | Automasi jadwal (<i>Automation of</i> | | | | | |

| | | | | | | |
|----|---|--|--|--|--|--|
| | <i>schedule)</i> | | | | | |
| 11 | Akurasi urutan pekerjaan konstruksi dan deteksi bentrokan (<i>Accurate construction sequencing and clash detection</i>) | | | | | |
| 12 | Memfasilitasi peningkatan prefabrikasi (<i>Facilitating increased prefabrication</i>) | | | | | |
| 13 | Memfasilitasi kegiatan manajemen fasilitas (<i>Facilitating facilities management activities</i>) | | | | | |
| 14 | Meningkatkan kualitas hasil yang dibangun (<i>Improving built output quality</i>) | | | | | |
| 15 | Ketersediaan tenaga professional/terlatih untuk menangani tools BIM (<i>Availability of trained professionals to handle the tools</i>) | | | | | |
| 16 | Ketersediaan software BIM dan keterjangkauan (<i>BIM software availability and affordability</i>) | | | | | |
| 17 | Lingkungan yang memungkinkan to use BIM (<i>Enabling environment to use BIM</i>) | | | | | |
| 18 | Ketertarikan klien dalam menggunakan BIM pada proyek (<i>Clients' interest in the use of BIM in their projects</i>) | | | | | |
| 19 | Kesadaran teknologi diantara <i>stakeholder</i> (<i>Awareness of the technology among industry stakeholders</i>) | | | | | |
| 20 | Kerjasama dan komitmen dari badan profesional dalam penerepannya (<i>Cooperation and commitment of professional bodies to its Implementation</i>) | | | | | |
| 21 | Perubahan budaya diantara <i>stakeholder</i> (<i>Cultural change among industry stakeholders</i>) | | | | | |
| 22 | Dukungan pemerintah melalui peraturan (<i>Government support through legislation</i>) | | | | | |
| 23 | Metode pengadaan yang kolaboratif (<i>Collaborative procurement methods</i>) | | | | | |
| 24 | Dukungan <i>top management</i> (<i>Top Management Support</i>) | | | | | |
| 25 | Struktur dan ukuran organisasi (<i>Organizational structure and size</i>) | | | | | |

Lampiran 2. Kuisisioner Tahap 2 (Delphi round 2)

| No | Fakto penghambat | Jawaban anda pd tahap 1 | Rata-rata jawaban responden tahap 1 | Jawaban anda tahap 2 | | | | |
|----|---|-------------------------|-------------------------------------|----------------------|--------|------|-------|--------|
| | | | | STP (1) | TP (2) | N(3) | P (4) | SP (5) |
| 1 | Kurangnya pendidikan dan pelatihan BIM (<i>Lack of BIM education and training</i>) | | 4.27 | | | | | |
| 2 | Kurangnya pemahaman tentang BIM dan manfaatnya (<i>Lack of understanding about BIM and its benefits</i>) | | 4.27 | | | | | |
| 3 | Kurangnya pengembangan skill BIM (<i>Lack of development of skills BIM</i>) | | 4.18 | | | | | |
| 4 | Masalah kontrak atau hukum atas kepemilikan data (<i>Contract or legal issues on ownership of data</i>) | | 3.73 | | | | | |
| 5 | Kurang sesuainya BIM untuk semua jenis proyek pembangunan (<i>Lack of BIM compliance for all types of development projects</i>) | | 3.91 | | | | | |
| 6 | Kurangnya proses kerja kolaboratif yang efektif antar parapihak pada proyek (<i>Lack of effective collaborative work processes between project participants</i>) | | 4.27 | | | | | |
| 7 | Biaya investasi mahal untuk implementasi BIM (<i>Expensive investment costs for BIM implementation</i>) | | 4.45 | | | | | |
| 8 | Keraguan terhadap laba atas investasi (<i>Doubt of return on investment</i>) | | 4.00 | | | | | |
| 9 | Kurangnya informasi mengenai proses perubahan bisnis dan cara mengubah proses tersebut (<i>Lack of information about the process of changing business and how to change the process</i>) | | 3.45 | | | | | |
| 10 | Biaya pelatihan BIM dan rekrutmen staf spesialis BIM (<i>The cost of BIM training and the recruitment of BIM specialist staff</i>) | | 3.55 | | | | | |
| 11 | Kurangnya kepercayaan terhadap integritas BIM/teknologi BIM belum matang (<i>Lack of trust in the integrity of BIM/BIM technology is not yet mature</i>) | | 3.27 | | | | | |
| 12 | Kurangnya tenaga ahli BIM (<i>Lack of BIM expert experts</i>) | | 3.82 | | | | | |
| 13 | Interoperabilitas - kemampuan untuk berinteraksi dengan sistem lain seperti bertukar informasi data dll (<i>Interoperability - ability to interact with other systems such as exchanging information data etc.</i>) | | 4.00 | | | | | |
| 14 | Tidak ada standar dan pedoman yang jelas (<i>There are no clear standards and guidelines</i>) | | 3.73 | | | | | |
| 15 | Infrastruktur teknologi yang tidak memadai (<i>Inadequate technological infrastructure</i>) | | 3.45 | | | | | |
| 16 | Teknologi yang ada saat ini sudah cukup (<i>Current technology is sufficient</i>) | | 3.27 | | | | | |
| 17 | Kurangnya dukungan dari senior | | 3.82 | | | | | |

| | | | | | | | | |
|----|---|--|------|--|--|--|--|--|
| | <i>management (Lack of senior management support)</i> | | | | | | | |
| 18 | Resistensi terhadap perubahan (<i>Resistance to change</i>) | | 3.09 | | | | | |
| 19 | Kurangnya permintaan klien atau pemerintah (<i>Lack of client or government demand</i>) | | 3.36 | | | | | |
| 20 | Pasarnya masih sangat terdiversifikasi terkait dengan penggunaan teknik kerja digital (<i>The market is still very diversified with regard to the use of digital work techniques</i>) | | 3.36 | | | | | |
| 21 | Penanggung jawab atas kegagalan implementasi BIM (<i>Responsibility for BIM implementation failure</i>) | | 3.55 | | | | | |
| 22 | Kesulitan dalam mengukur dampak BIM (<i>Difficulties in measuring the impacts of BIM</i>) | | 3.36 | | | | | |
| 23 | Kekurangan data implementasi BIM pada tahap konstruksi (<i>Shortage of BIM implementation data in the construction phase</i>) | | 3.91 | | | | | |
| 24 | Tidak adanya insentif dari pemerintah (<i>No government incentive</i>) | | 4.09 | | | | | |
| 25 | Tidak ada peraturan atau standar pemerintah (<i>No government regulations and standards</i>) | | 4.18 | | | | | |

| No | Fakto penggerak | Jawaban anda pd tahap 1 | Rata-rata jawaban responden tahap 1 | Jawaban anda tahap 2 | | | | |
|----|---|-------------------------|-------------------------------------|----------------------|--------|------|-------|--------|
| | | | | STP (1) | TP (2) | N(3) | P (4) | SP (5) |
| 1 | Tekanan pemerintah (<i>Government pressure</i>) | | 3.45 | | | | | |
| 2 | Tekanan dari klien/kompetitor (<i>Client/competitive pressure</i>) | | 3.73 | | | | | |
| 3 | Keinginan untuk berinovasi agar tetap kompetitif (<i>Desire for innovation to remain competitive</i>) | | 3.82 | | | | | |
| 4 | Meningkatkan kapasitas untuk memberikan nilai kepada klien (<i>Improving the capacity to provide whole life value to client</i>) | | 3.91 | | | | | |
| 5 | Memperlancar aktivitas desain dan meningkatkan kualitas desain (<i>Streamlining design activities and improving design quality</i>) | | 3.73 | | | | | |
| 6 | Merancang K3 dalam proses konstruksi (<i>Designing health and safety into the construction process</i>) | | 3.45 | | | | | |
| 7 | Meningkatkan komunikasi (<i>Improving communication to operatives</i>) | | 3.64 | | | | | |
| 8 | Penghematan biaya dan monitoring/pengawasan (<i>Cost savings and monitoring</i>) | | 3.55 | | | | | |
| 9 | Penghematan waktu (<i>Time savings</i>) | | 3.73 | | | | | |
| 10 | Automasi jadwal (<i>Automation of schedule</i>) | | 3.27 | | | | | |

| | | | | | | | | |
|----|---|--|------|--|--|--|--|--|
| 11 | Akurasi urutan pekerjaan konstruksi dan deteksi bentrokan (<i>Accurate construction sequencing and clash detection</i>) | | 3.64 | | | | | |
| 12 | Memfasilitasi peningkatan prefabrikasi (<i>Facilitating increased prefabrication</i>) | | 3.55 | | | | | |
| 13 | Memfasilitasi kegiatan manajemen fasilitas (<i>Facilitating facilities management activities</i>) | | 3.55 | | | | | |
| 14 | Meningkatkan kualitas hasil yang dibangun (<i>Improving built output quality</i>) | | 3.82 | | | | | |
| 15 | Ketersediaan tenaga profesional/terlatih untuk menangani tools BIM (<i>Availability of trained professionals to handle the tools</i>) | | 4.09 | | | | | |
| 16 | Ketersediaan software BIM dan keterjangkauan (<i>BIM software availability and affordability</i>) | | 4.18 | | | | | |
| 17 | Lingkungan yang memungkinkan to use BIM (<i>Enabling environment to use BIM</i>) | | 4.00 | | | | | |
| 18 | Ketertarikan klien dalam menggunakan BIM pada proyek (<i>Clients' interest in the use of BIM in their projects</i>) | | 3.73 | | | | | |
| 19 | Kesadaran teknologi diantara <i>stakeholder</i> (<i>Awareness of the technology among industry stakeholders</i>) | | 4.00 | | | | | |
| 20 | Kerjasama dan komitmen dari badan profesional dalam penerepannya (<i>Cooperation and commitment of professional bodies to its Implementation</i>) | | 3.55 | | | | | |
| 21 | Perubahan budaya diantara <i>stakeholder</i> (<i>Cultural change among industry stakeholders</i>) | | 3.55 | | | | | |
| 22 | Dukungan pemerintah melalui peraturan (<i>Government support through legislation</i>) | | 3.82 | | | | | |
| 23 | Metode pengadaan yang kolaboratif (<i>Collaborative procurement methods</i>) | | 3.73 | | | | | |
| 24 | Dukungan <i>top management</i> (<i>Top Management Support</i>) | | 3.91 | | | | | |
| 25 | Struktur dan ukuran organisasi (<i>Organizational structure and size</i>) | | 3.09 | | | | | |