

## Bab IV Pengumpulan dan Pengolahan Data

### IV.1 Kuesioner

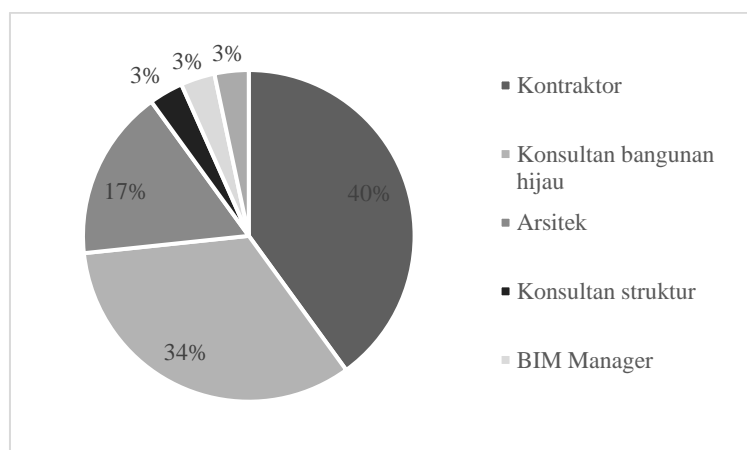
#### IV.1.1 Pelaksanaan Penyebaran Kuesioner

Pelaksanaan penyebaran kuesioner dilakukan selama kurang lebih dua bulan, yaitu dari Desember 2020 hingga Februari 2021. Tahap awal penyebaran kuesioner adalah melakukan penyebaran kuesioner *pilot* yang diisi oleh tiga orang pakar. Setelah mendapatkan masukan dari para pakar, terdapat beberapa bagian kuesioner yang disesuaikan mengikuti saran yang diberikan. Kuesioner kemudian disebar ke berbagai praktisi bangunan berkelanjutan maupun BIM.

#### IV.1.2 Hasil Kuesioner

Terdapat 36 responden yang telah mengisi kuesioner. Namun, dikarenakan terdapat 6 responden dengan latar belakang pekerjaan yang tidak sesuai dengan subjek penelitian, maka hanya hasil kuesioner dari 30 responden yang diolah. Responden berasal dari berbagai jenis pekerjaan dan dapat dilihat pada Gambar IV.1 dengan rincian sebagai berikut:

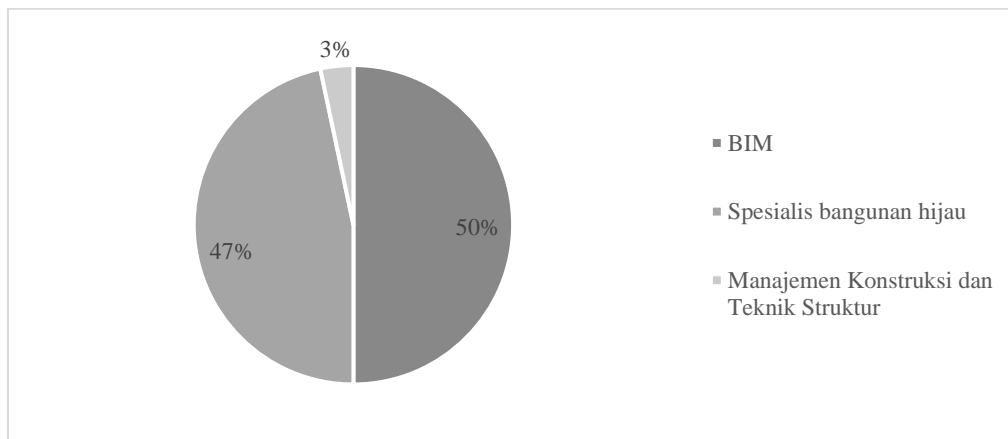
- Kontraktor : 12 orang
- Konsultan bangunan hijau : 10 orang
- Arsitek : 5 orang
- Konsultan struktur : 1 orang
- BIM *manager* : 1 orang
- *Building management consultant* : 1 orang



Gambar IV.1 Jenis Pekerjaan Responden

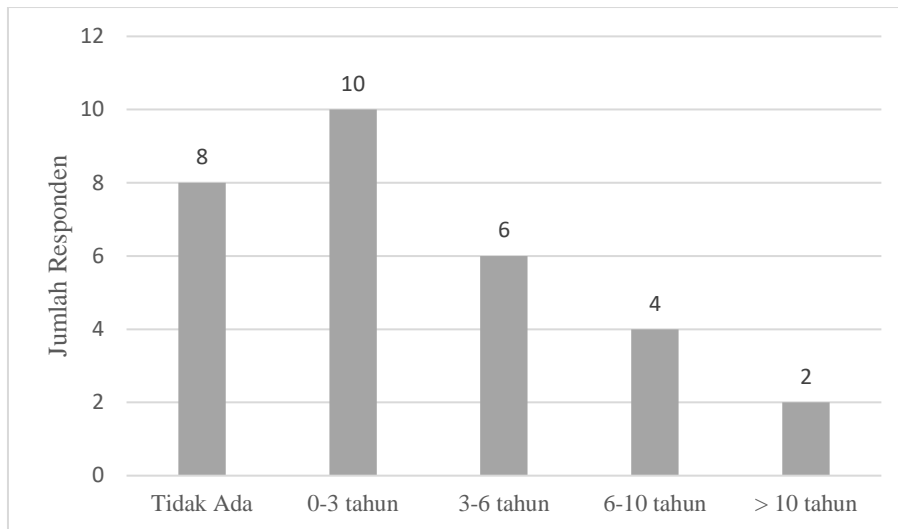
(Sumber: Olahan Pribadi)

Dari enam jenis pekerjaan, terdapat tiga jenis spesialisasi yaitu *Building Information Modelling* (BIM) *Engineer* atau praktisi BIM, spesialis bangunan berkelanjutan atau *green building*, dan manajemen konstruksi dan teknik struktur. Terdapat 15 responden yang memiliki spesialisasi di bidang BIM, 14 responden yang memiliki spesialisasi di bidang bangunan berkelanjutan, dan 1 responden yang memiliki spesialisasi di bidang manajemen konstruksi dan teknik struktur. Gambar IV.2 di bawah ini merupakan gambaran persentase dari spesialisasi responden.



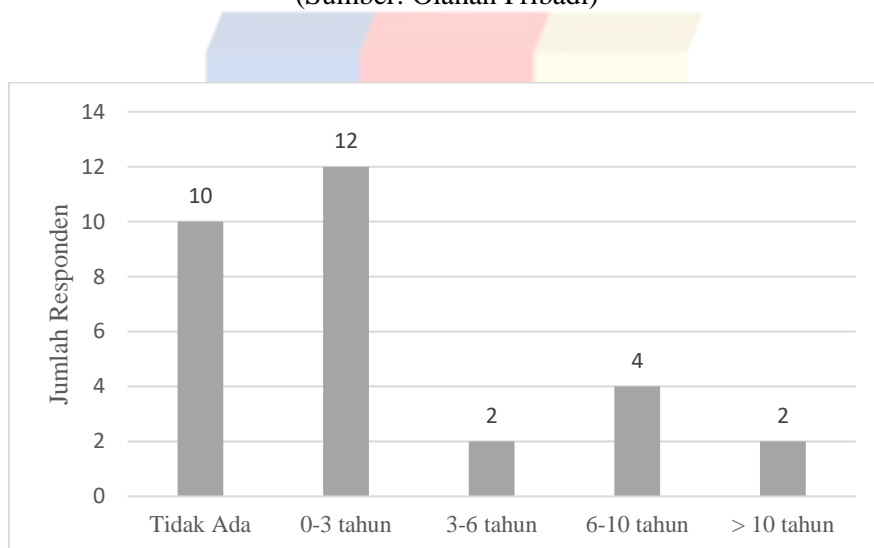
Gambar IV.2 Jenis Spesialisasi Pekerjaan Responden  
(Sumber: Olahan Pribadi)

Pengalaman responden dalam menggunakan BIM untuk mengerjakan proyek konstruksi bervariasi dari tidak memiliki pengalaman hingga lebih dari 10 tahun. Selain pengalaman responden dalam menggunakan BIM, kuesioner ini juga memperoleh data pengalaman responden dalam menangani proyek bangunan berkelanjutan. Sama seperti pengalaman responden dalam menggunakan BIM, pengalaman menangani proyek bangunan berkelanjutan juga bervariasi dari tidak memiliki pengalaman hingga lebih dari 10 tahun. Pengalaman responden dalam menggunakan BIM untuk mengerjakan proyek konstruksi dan menangani proyek bangunan berkelanjutan dapat dilihat pada Gambar IV.3 dan Gambar IV.4 di bawah ini.



Gambar IV.3 Pengalaman Responden Menggunakan BIM

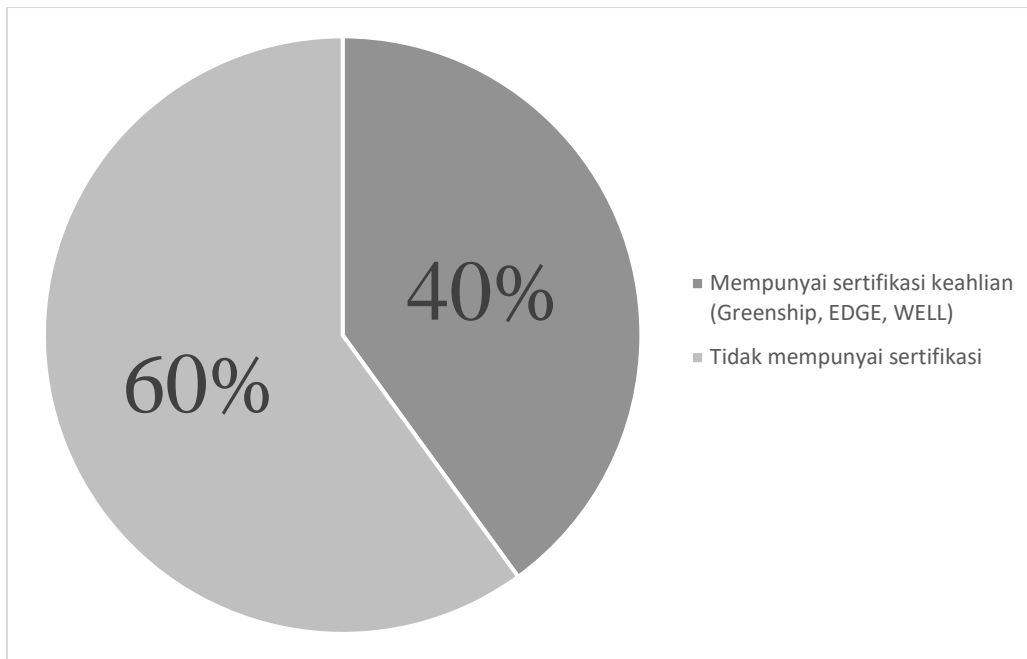
(Sumber: Olahan Pribadi)



Gambar IV.4 Pengalaman Responden Menangani Proyek Bangunan Berkelanjutan

(Sumber: Olahan Pribadi)

Responden kemudian terbagi menjadi dua kelompok, yaitu responden yang memiliki sertifikasi bangunan berkelanjutan seperti *GreenShip*, *EDGE*, *WELL*, atau sertifikasi bangunan berkelanjutan lainnya dan responden yang tidak memiliki sertifikasi bangunan berkelanjutan. Hasil yang didapatkan adalah sebanyak 12 responden memiliki sertifikasi bangunan berkelanjutan dan 18 responden tidak memiliki sertifikasi bangunan berkelanjutan. Dari 14 spesialis bangunan berkelanjutan atau *green building*, hanya 12 orang yang memiliki sertifikasi bangunan berkelanjutan. Persentase perbandingan antara responden yang memiliki dan tidak memiliki sertifikasi bangunan berkelanjutan dapat dilihat pada Gambar IV.5 di bawah.



Gambar IV.5 Kepemilikan Sertifikasi Responden  
(Sumber: Olahan Pribadi)

Terdapat pertanyaan pendahuluan dalam kuesioner ini yang mengukur pemahaman responden terhadap BIM, *Greenship*, EDGE, dan WELL. Pengukuran pemahaman ini dilakukan dengan menggunakan skala *likert* dengan skala 1 sampai 5 dengan 1 berarti sangat tidak paham dan 5 berarti sangat paham. Data kemudian diolah dengan menjadi nilai rata-rata yang dapat dilihat pada Tabel IV.1 di bawah ini.

Tabel IV.1 Tingkat Pemahaman Responden

	Sangat Tidak Paham	Tidak Paham	Cukup Paham	Paham	Sangat Paham
	1	2	3	4	5
<b>No.</b>	<b>Variabel</b>				<b>Nilai Modus</b>
<b>1</b>	Tingkat pemahaman terhadap BIM				4
<b>2</b>	Tingkat pemahaman terhadap <i>Greenship</i>				4
<b>3</b>	Tingkat pemahaman terhadap EDGE				3
<b>4</b>	Tingkat pemahaman terhadap WELL				3

(Sumber: Olahan Pribadi)

### IV.1.3 Uji Validitas, Uji Reliabilitas, dan Nilai Varians

Uji validitas dilakukan dengan metode Pearson's Correlation dimana terdapat tabel perhitungan dengan nilai  $df = n - 2$  dengan  $n$  merupakan jumlah data yang dikumpulkan. Kuesioner ini berhasil mengumpulkan 30 responden yang berarti nilai  $df$  yang diperoleh adalah 28. Setelah itu, nilai  $df$  dicocokkan dengan nilai  $= 0,05$  yang didapatkan dari *confidence level* sebesar 95%. Berdasarkan Gambar III.5 yang merupakan Tabel Nilai Pearson, nilai  $r$  acuan yang digunakan dalam kuesioner ini adalah 0,361007 yang berarti nilai  $r$  setiap variabel harus lebih besar dari 0,361007 agar dapat dinyatakan valid sehingga didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel IV.2 di bawah.

Tabel IV.2 Nilai *Pearson's Correlation Coefficient* Setiap Variabel

Variabel	Nilai r	Keterangan
Perusahaan tempat Anda bekerja memakai BIM	0,6262	Valid
Penerapan BIM saat ini efektif dalam tahap pra-konstruksi	0,6253	Valid
Penerapan BIM saat ini efektif dalam tahap konstruksi	0,6561	Valid
BIM dapat mempermudah komunikasi dan pertukaran informasi antar <i>stakeholder</i> eksternal.	0,6804	Valid
BIM dapat mempermudah komunikasi internal tim proyek.	0,7407	Valid
BIM dapat membantu penilaian <i>Greenship</i>	0,6316	Valid
BIM dapat mengurangi biaya dalam proses sertifikasi <i>Greenship</i>	0,7898	Valid
Pengintegrasian BIM dapat memperbesar peluang untuk memperoleh sertifikasi <i>Greenship</i>	0,8515	Valid
BIM dapat membantu penilaian EDGE	0,8616	Valid
BIM dapat mengurangi biaya dalam proses sertifikasi EDGE	0,8329	Valid
Pengintegrasian BIM dapat meningkatkan kesempatan untuk memperoleh sertifikasi EDGE	0,7917	Valid
BIM dapat membantu penilaian WELL	0,7996	Valid
BIM dapat mengurangi biaya dalam proses sertifikasi WELL	0,7910	Valid
Pengintegrasian BIM dapat meningkatkan kesempatan untuk memperoleh sertifikasi WELL	0,7769	Valid

BIM dapat digunakan untuk mengintegrasikan penilaian <i>Greenship</i> , EDGE, dan WELL dalam 1 aplikasi	0,7317	Valid
---	--------	-------

(Sumber: Olahan Pribadi)

Berdasarkan Tabel IV.2 di atas, dapat disimpulkan bahwa seluruh variabel dalam kuesioner ini dapat dinyatakan valid.

Uji reliabilitas yang digunakan dalam kuesioner ini adalah dengan menggunakan metode Cronbach's Alpha. Agar dikatakan *reliable*, nilai Cronbach's Alpha yang harus didapatkan adalah  $\geq 0,7$ . Setelah melakukan perhitungan menggunakan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel, nilai Cronbach's Alpha yang didapatkan dari 15 variabel dalam kuesioner ini adalah 0.9386 yang berarti data yang didapatkan dapat dinyatakan *reliable* atau cukup lengkap, akurat, dan memenuhi tujuan yang dimaksud.

Nilai varians yang diperoleh dalam setiap variabel cukup beragam. Nilai varians paling besar dapat ditemukan pada Variabel 1 dengan nilai varians sebesar 3,2222 yang berarti data dalam Variabel 1 cukup beragam. Nilai varians paling kecil dapat ditemukan pada Variabel 5 dengan nilai varians sebesar 1,0056 yang berarti data dalam Variabel 5 tidak begitu beragam. Nilai varians dan mean setiap variabel penelitian dapat dilihat pada Tabel IV.3 di bawah ini.

Tabel IV.3 Nilai Varians dan Mean Setiap Variabel

No.	Variabel	Nilai Mean	Varians
X1	Pemakaian BIM secara umum		
X1.1	Perusahaan tempat Anda bekerja memakai BIM	5.67	3.22
X1.2	Penerapan BIM saat ini efektif dalam tahap pra-konstruksi	5.83	2.14
X1.3	Penerapan BIM saat ini efektif dalam tahap konstruksi	5.93	1.46
X1.4	BIM dapat mempermudah komunikasi dan pertukaran informasi antar stakeholder eksternal.	6.13	1.05
X1.5	BIM dapat mempermudah komunikasi internal tim proyek.	6.17	1.01
X2	Aplikasi BIM dalam memperoleh sertifikasi <i>Greenship</i>		
X2.1	BIM dapat membantu penilaian <i>Greenship</i>	5.4	1.51
X2.2	BIM dapat mengurangi biaya dalam proses sertifikasi <i>Greenship</i>	4.37	2.23
X2.3	Pengintegrasian BIM dapat memperbesar peluang untuk memperoleh sertifikasi <i>Greenship</i>	5	2.00

No.	Variabel	Nilai Mean	Varians
X3	Aplikasi BIM dalam memperoleh sertifikasi EDGE		
X3.1	BIM dapat membantu penilaian EDGE	4.63	1.17
X3.2	BIM dapat mengurangi biaya dalam proses sertifikasi EDGE	4.1	2.02
X3.3	Pengintegrasian BIM dapat meningkatkan kesempatan untuk memperoleh sertifikasi EDGE	4.5	1.05
X4	Aplikasi BIM dalam memperoleh sertifikasi WELL		
X4.1	BIM dapat membantu penilaian WELL	4.53	1.52
X4.2	BIM dapat mengurangi biaya dalam proses sertifikasi WELL	4.033	2.30
X4.3	Pengintegrasian BIM dapat meningkatkan kesempatan untuk memperoleh sertifikasi WELL	4.27	1.73
X5	BIM dapat digunakan untuk mengintegrasikan penilaian <i>Greenship</i> , EDGE, dan WELL dalam 1 aplikasi	4.57	1.38

Keterangan: 1-Sangat Tidak Setuju; 2-Tidak Setuju; 3-Agak Tidak Setuju; 4-Netral; 5-Agak Setuju; 6-Setuju; 7-Sangat Setuju  
(sumber: Olahan Pribadi)

## IV.2 Wawancara

### IV.2.1 Pelaksanaan Wawancara

Pelaksanaan wawancara dilakukan selama kurang lebih satu bulan, yaitu dari Desember 2020 hingga Januari 2021. Tahap awal wawancara adalah melakukan *pilot interview* untuk memastikan pertanyaan wawancara yang sudah disusun sebelumnya dapat menjawab tujuan penelitian, yakni mendefinisikan kriteria dalam *Greenship*, EDGE, dan WELL yang dapat dicapai dengan bantuan BIM. Selain itu, *pilot interview* juga digunakan sebagai acuan waktu yang diperlukan dalam satu sesi wawancara dan perkiraan alur wawancara. Narasumber yang digunakan dalam *pilot interview* merupakan seorang dosen sekaligus arsitek yang berfokus pada bangunan hijau.

Setelah melakukan *pilot interview*, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah pencarian narasumber wawancara. Kriteria narasumber yang diwawancara adalah mengerti aplikasi BIM dan pernah menggunakan aplikasi BIM untuk bangunan, berasal dari industri konstruksi, bekerja sebagai kontraktor, arsitek, pemodel BIM, konsultan struktur, atau konsultan bangunan hijau tanpa minimum pengalaman kerja. Kriteria tersebut dipilih agar tujuan penelitian dapat ditinjau dari berbagai sudut pandang. Dengan kriteria tersebut, terdapat tujuh orang narasumber yang terdiri dari dua orang konsultan bangunan hijau, dua orang arsitek, satu orang kontraktor,

dan dua orang pemodel BIM. Adapun rincian lebih lanjut mengenai narasumber dapat dilihat pada Tabel IV.4 di bawah ini.

Tabel IV.4 Daftar Narasumber Wawancara

Nomor Narasumber	Jenis Instansi	Pendidikan Akhir	Spesialisasi	Pengalaman Kerja
N1	Konsultan Bangunan Hijau	S2	Bangunan hijau	11 tahun
N2	Firma Arsitektur	S1	Bangunan hijau	3 tahun
N3	Kontraktor Swasta	S1	BIM	3 tahun
N4	Konsultan Struktur	S3	BIM	11 tahun
N5	Firma Arsitektur	S2	Bangunan hijau dan BIM	12 tahun
N6	Kontraktor BUMN	S1	BIM	3 tahun
N7	Konsultan Bangunan Hijau	S1	Bangunan hijau	5 tahun

(Sumber: Olahan Pribadi)

Setelah menentukan dan menghubungi narasumber, wawancara dilakukan secara daring menggunakan *Zoom Meeting*. Sebelum wawancara dilakukan, setiap narasumber diberikan daftar pertanyaan agar dapat mengetahui alur wawancara yang dilakukan. Wawancara dilakukan terpisah terhadap setiap narasumber dan tiap wawancara berlangsung selama 20-30 menit. Setiap sesi wawancara direkam dan seluruh percakapan dituangkan dalam bentuk tulisan berupa transkrip wawancara.

#### IV.2.2 Hasil Wawancara

Dalam daftar pertanyaan wawancara terdapat 75 kriteria penilaian yang ingin diuji menggunakan bantuan BIM. Namun pada saat wawancara, 75 kriteria tersebut dapat dikategorikan menjadi sembilan kategori sebagai berikut:

##### 1. Desain

Kategori desain meliputi kriteria penilaian:

- Area lanskap
- Vegetasi lokal



- Akses pejalan kaki selain ke jalan utama di luar tapak yang menghubungkannya dengan jalan sekunder dan/atau lahan milik orang lain
- Fasilitas/akses yang aman, nyaman, dan bebas dari perpotongan dengan akses kendaraan bermotor
- Menyediakan fasilitas jalur pedestrian di dalam area gedung untuk menuju ke stasiun transportasi umum terdekat yang aman dan nyaman
- Adanya tempat parkir sepeda yang aman
- Adanya pancuran
- Luas bangunan komersial menghadap langsung ke pemandangan luar yang dibatasi bukaan transparan bila ditarik suatu garis lurus
- Pintu masuk yang dapat menangkap partikulat dari luar ruangan
- Penyediaan sarana olahraga dalam ruang dan luar ruang
- Desain yang aksesibel
- Pembuatan ruangan yang dapat beradaptasi
- Desain lanskap berupa vegetasi pada sirkulasi utama pejalan kaki menunjukkan adanya pelindung dari terpaan angin kencang
- Desain ruangan yang menunjukkan adanya potensi introduksi udara luar

Seluruh narasumber sepakat bahwa seluruh kriteria penilaian dalam kategori desain dapat dibantu dengan menggunakan BIM. Hal ini dikarenakan pemodelan bangunan merupakan fungsi BIM yang paling sering digunakan dalam industri konstruksi terutama pada proses perencanaan. Aplikasi BIM yang dapat digunakan adalah *Autodesk Revit* dan *Autocad Civil 3D*. Kedua aplikasi tersebut dapat menghasilkan desain secara dua dimensi maupun tiga dimensi sekaligus menghitung luas setiap area. Selain itu, *Autodesk Revit* dapat mengelompokkan dan menghitung jumlah tanaman yang digunakan dalam desain lanskap, maupun menghitung jumlah parkir sepeda dan pancuran. Namun, N7 mengatakan bahwa pada praktik di lapangan, penggunaan BIM masih jarang diterapkan. BIM saat ini hanya digunakan untuk mencocokkan keadaan di lapangan dengan desain. Sedangkan untuk penggunaan aplikasi BPA dianggap tidak diperlukan pada tahap desain dan pemodelan.

## 2. Fasilitas Umum

Kriteria penilaian yang termasuk dalam fasilitas umum adalah sebagai berikut:

- Prasarana sarana kota

- Daerah pembangunan dengan ketentuan  $KLB > 3$
- Revitalisasi dan pembangunan di atas lahan yang bernilai negatif
- Terdapat fasilitas umum dalam jarak tempuh dengan berjalan
- Adanya halte atau stasiun transportasi umum dalam jarak tempuh dengan berjalan
- Menyediakan *shuttle bus* untuk pengguna tetap gedung

N1 mengatakan bahwa seluruh kriteria penilaian dalam kategori fasilitas umum tidak dapat menggunakan BIM. Untuk kriteria penilaian prasarana sarana kota dan adanya halte atau stasiun transportasi umum dalam jarak tempuh dengan berjalan tidak dapat menggunakan BIM karena harus melihat secara langsung ke lapangan untuk memastikan bahwa fasilitas yang dimaksud memang ada. Selain itu, pengukuran jarak dapat menggunakan *Google Maps*. Sedangkan untuk kriteria penilaian daerah pembangunan dengan ketentuan  $KLB > 3$  serta revitalisasi dan pembangunan di atas lahan yang bernilai negatif tidak dapat menggunakan BIM karena memerlukan dokumen langsung dan diperiksa secara manual. Kriteria penilaian menyediakan *shuttle bus* untuk pengguna tetap gedung tidak dapat dinilai menggunakan BIM karena memerlukan pengawasan langsung pada saat operasional bangunan.

N2 mengatakan bahwa BIM hanya berfokus pada bangunan itu sendiri, bukan lingkungan sekitar bangunan sehingga pemodelan lingkungan sekitar bangunan dianggap tidak diperlukan. Terlebih lagi terdapat *Google Maps* yang sudah memiliki data dan dapat mengukur jarak dari bangunan ke fasilitas umum. Sedangkan kriteria penilaian revitalisasi bangunan dapat dinilai dengan menggunakan *Autodesk Revit* dengan cara mengidentifikasi bagian bangunan yang digunakan kembali dan yang akan dihancurkan namun *Autodesk Revit* tidak dapat mengidentifikasi nilai lahan dan daerah pembangunan karena diperlukan dokumen langsung. Kriteria penilaian menyediakan *shuttle bus* untuk pengguna tetap gedung hanya dapat dibantu menggunakan BIM pada tahap perencanaan dan desain. Kriteria tersebut masih harus dinilai pada saat operasional sehingga tidak dapat dibantu menggunakan BIM.

N3 menjelaskan bahwa BIM belum dapat membantu seluruh kriteria penilaian dalam kategori fasilitas umum. Namun, terdapat teknologi yang dapat dikolaborasikan dengan BIM, yaitu *Geographic Information System (GIS)*. GIS dapat memetakan lingkungan sekitar bangunan yang ingin ditinjau, mengidentifikasi nilai lahan, dan menghitung jarak dari bangunan ke fasilitas umum. Aplikasi GIS yang dapat digunakan adalah *Aegis Pro*. Namun, GIS tidak dapat

mengidentifikasi revitalisasi bangunan dan penyediaan *shuttle bus* dikarenakan memerlukan dokumen pendukung.

N4 menjelaskan bahwa saat ini BIM maupun GIS belum bisa membantu proses penilaian kriteria penilaian dalam kategori fasilitas umum. Hal ini dikarenakan BIM hanya berfokus pada pemodelan bangunan, bukan lingkungan sekitar bangunan. Sedangkan GIS belum dapat digunakan di Indonesia, terutama di Jakarta, karena tata kota yang dianggap semerawut dan memerlukan waktu yang cukup lama untuk memasukkan data di lapangan ke dalam aplikasi GIS. Terlebih lagi *Google Maps* dapat memenuhi kriteria penilaian yang memerlukan pengukuran jarak sehingga penggunaan BIM dan GIS dianggap belum diperlukan. Kriteria penyediaan *shuttle bus* dan pembukaan akses pejalan kaki hanya dapat dibantu hingga tahap desain sehingga masih diperlukan pengamatan langsung pada saat operasional untuk memastikan bahwa perencanaan *shuttle bus* dan akses pejalan kaki memang dilakukan. Sedangkan kriteria penilaian lainnya tidak dapat dinilai menggunakan BIM karena memerlukan dokumen dan diperiksa secara langsung.

N5 menjelaskan bahwa *Infraworks* dapat membantu pengukuran jarak dari bangunan ke fasilitas umum yang dituju. Hal ini dikarenakan *Infraworks* mempunyai jangkauan area lebih luas dibandingkan aplikasi BIM, di mana jangkauan aplikasi BIM hanya berfokus pada bangunan sedangkan *Infraworks* dapat menjangkau area seluruh kota. Namun penggunaan *Infraworks* dianggap tidak diperlukan karena terdapat *Google Maps* yang lebih mudah dioperasikan. Sedangkan kriteria penilaian daerah pembangunan dengan ketentuan KLB>3 dan revitalisasi dan pembangunan di atas lahan yang bernilai negatif tidak dapat dinilai menggunakan BIM karena memerlukan dokumen yang menyatakan hal tersebut. Untuk kriteria penilaian penyediaan *shuttle bus*, BIM hanya dapat mendesain letak halte *shuttle bus* tersebut namun untuk pengoperasiannya diperlukan pengamatan secara langsung pada tahap operasional.

N6 menjelaskan bahwa pengukuran jarak dari bangunan ke fasilitas umum dapat dibantu menggunakan aplikasi BIM bernama *Bentley* karena sudah terintegrasi dengan *Google Earth*. Cara penggunaannya pun sama dengan pada saat menggunakan *Google Maps*, yaitu dengan menentukan dua titik yang ingin diukur jaraknya. Namun *Bentley* tidak bisa mengidentifikasi revitalisasi bangunan, nilai lahan, maupun daerah pembangunan karena memerlukan dokumen

dari pemerintah setempat. Untuk kriteria penilaian penyediaan *shuttle bus*, N6 juga mengatakan bahwa BIM hanya dapat membantu hingga tahap perencanaan dan desain.

N7 menjelaskan bahwa penggunaan BIM belum digunakan dalam penilaian kriteria dalam kategori fasilitas umum. Hal ini dikarenakan diperlukan dokumen yang harus dicek secara manual maupun pengecekan pada tahap operasional bangunan. Dalam pengukuran jarak dari bangunan ke fasilitas umum masih menggunakan *Google Maps* karena dianggap paling mudah digunakan.

### 3. Material

Kriteria penilaian dalam kategori material terdiri dari:

- Menggunakan berbagai material untuk menghindari efek *heat island* pada area atap gedung
- Menggunakan *green roof*
- Menggunakan berbagai material untuk menghindari efek *heat island* pada area perkerasan non-atap
- Tidak menggunakan *chloro fluoro-carbon* (CFC) sebagai refrigeran dan halon sebagai bahan pemadam kebakaran
- Menggunakan kembali material bekas
- Menggunakan material yang memiliki sertifikat sistem manajemen lingkungan pada proses produksinya
- Menggunakan material yang merupakan hasil proses daur ulang
- Menggunakan material yang bahan baku utamanya berasal dari sumber daya terbarukan dengan masa panen jangka pendek
- Tidak menggunakan bahan perusak ozon pada seluruh sistem pendingin gedung
- Menggunakan bahan material kayu yang bersertifikat legal
- Desain yang menggunakan material modular atau prafabrikasi (tidak termasuk peralatan)
- Menggunakan material lokal
- Menggunakan cat dan *coating* yang mengandung kadar *volatile organic compounds* (VOCs) rendah
- Menggunakan produk kayu komposit dan laminating perekat dengan syarat memiliki kadar emisi formaldehida rendah
- Menggunakan material lampu yang kandungan merkurnya pada toleransi tertentu dan tidak menggunakan material yang mengandung asbestos

- Pengadaan permukaan yang dapat mengurangi kebisingan dalam ruang

N1 menjelaskan bahwa material dapat dideteksi dan dimodelkan menggunakan *Autodesk Revit*. Namun, kriteria penilaian “menggunakan cat dan *coating* yang mengandung kadar *volatile organic compounds* (VOCs) rendah” dan “tidak menggunakan bahan perusak ozon pada seluruh sistem pendingin gedung” tidak dapat dinilai menggunakan aplikasi BIM maupun BPA karena tidak ada data spesifikasi kandungan kimia secara detail di dalam aplikasi BIM dan BPA. Kedua kriteria penilaian tersebut juga biasanya dinilai pada tahap operasional sehingga tidak menggunakan BIM.

N2 mengatakan bahwa BIM dapat mendeteksi material, mulai dari material bangunan hingga material pendukung bangunan seperti lampu dan pendingin ruangan. Pendeteksian material dapat menggunakan *ArchiCad*, *Autodesk Revit*, maupun *Sketch Up*. Selain mendeteksi jenis material, *ArchiCad* dan *Autodesk Revit* juga dapat menghitung luasan material yang digunakan dan dapat menghitung perpindahan panas dari material. Namun kedua aplikasi tersebut hanya dapat mengelompokkan jenis material, menghitung luas, dan menghitung koefisien perpindahan panas sehingga jika diperlukan laporan, maka harus di-*export* ke dalam *Microsoft Excel* untuk pengolahan data lebih lanjut.

N3 dan N5 menjelaskan bahwa BIM dapat memodelkan, mendeteksi, dan menghitung penggunaan material bangunan. Pengelompokan jenis material juga dapat dilakukan hingga detail material seperti merek material yang digunakan. Hal ini dapat dilakukan dengan memasukkan spesifikasi setiap material ke dalam aplikasi *Autodesk Revit* yang kemudian akan langsung dimodelkan di dalam aplikasi.

N4 menjelaskan bahwa BIM dapat mendeteksi dan memodelkan material yang digunakan selama *modeler* mengetahui spesifikasi yang ingin digunakan dan memasukkan setiap spesifikasi material dengan benar. Namun pemasukan spesifikasi memakan banyak waktu sehingga terkadang pada praktiknya, *modeler* tidak memasukkan setiap spesifikasi yang diinginkan. Aplikasi yang paling sering digunakan adalah *Autodesk Revit* karena memiliki spesifikasi bawaan yang cukup lengkap sehingga dapat memudahkan proses pemasukan spesifikasi.

N6 menjelaskan bahwa BIM dapat mengelompokkan material yang digunakan dalam sebuah bangunan namun hanya hingga tahap perencanaan. Pendeteksian material dapat dilakukan menggunakan *Autodesk Revit*, *Allplan*, maupun *Tekla*. Seluruh spesifikasi material harus dimasukkan ke dalam aplikasi sehingga dapat dihasilkan jumlah jenis material beserta dengan luasan atau jumlah benda yang digunakan.

N7 mengatakan bahwa *Autodesk Revit* dan *Sketch Up* dapat memodelkan material yang digunakan dalam bangunan. Namun pada praktiknya, diperlukan dokumen pendukung seperti sertifikat kayu. Dalam hal material bekas, cat, refrigeran, dan lain sebagainya diperlukan dokumen pendukung berupa *manufacture sheet* dan spesifikasi detail. Jika sudah dalam tahap operasional, dokumen yang diperlukan adalah brosur dari setiap material yang digunakan. BIM digunakan untuk memeriksa ulang kesesuaian antara desain dan operasional.

#### 4. Air

Kriteria penilaian dalam kategori air meliputi:

- Pengurangan beban volume limpasan air hujan ke jaringan drainase kota dari lokasi bangunan
- Menunjukkan adanya upaya penanganan pengurangan beban banjir lingkungan dari luar lokasi bangunan
- Pemasangan alat meteran air (*volume meter*) yang ditempatkan di lokasi-lokasi tertentu pada sistem distribusi air
- Menghitung penggunaan air
- Penghematan penggunaan air
- Penggunaan fitur air yang sesuai dengan kapasitas buangan di bawah standar maksimum kemampuan alat keluaran air
- Penggunaan seluruh air bekas pakai yang telah di daur ulang
- Menyediakan instalasi tangki penampungan air hujan
- Seluruh air yang digunakan untuk irigasi gedung tidak berasal dari sumber air tanah dan/atau PDAM

N1 menjelaskan bahwa kriteria penilaian dalam kategori air dapat dibantu oleh BIM dalam hal desain, seperti tangka air, pipa air, maupun alat meteran air. Aplikasi BIM yang dimaksud

adalah *Autodesk Revit*. Sedangkan untuk perhitungan volume air, dapat menggunakan aplikasi BPA berupa *EDGE Calculator*. BIM sendiri belum dapat menghitung volume air.

N2 menjelaskan bahwa kriteria penilaian perhitungan volume limpasan hujan dapat menggunakan BIM dalam hal perhitungan luas permukaan atap. Luas permukaan atap tersebut kemudian digunakan untuk perhitungan volume air di *Microsoft Excel*. Saat ini tidak diketahui apakah terdapat *plug-in* atau aplikasi BIM yang dapat menghitung volume limpasan air hujan. Jika terdapat aplikasi BIM pun, N2 menjelaskan bahwa data yang didapatkan tidak akurat karena hanya memperkirakan debit air hujan. Kriteria penilaian ini masih memerlukan pemantauan secara langsung. Sedangkan untuk pengadaan teknologi pengurangan volume limpasan air hujan, BIM hanya dapat membantu dalam hal mendesain model pipa air, tangka air, dan alat meteran air beserta dengan penempatannya.

N3 menjelaskan bahwa BIM dapat membantu perhitungan debit limpasan air hujan menggunakan Aegis namun memerlukan data curah hujan di daerah lokasi proyek. Sedangkan untuk desain pipa, instalasi tangki air, dan penggunaan fitur air, *Autodesk Revit* dapat digunakan. Penggunaan berbagai jenis air dapat dideteksi dengan jenis atau spesifikasi pipa yang berbeda dan dimodelkan di dalam *Autodesk Revit*. Namun *Autodesk Revit* tidak dapat digunakan untuk menghitung volume penggunaan air dalam bangunan, begitu pula aplikasi BIM lainnya dan BPA.

N4 menjelaskan bahwa BIM dapat membantu perhitungan debit limpasan hujan namun dengan akurasi yang sangat rendah dan sulit dimodelkan. Hal ini dikarenakan berbagai macam faktor yang mempengaruhi debit limpasan air hujan, seperti jenis atap, jenis dinding, data curah hujan, dan lain sebagainya. Untuk perhitungan volume air dan desain berbagai komponen dalam kategori air sendiri dapat menggunakan *Autodesk Revit*. Perhitungan volume air dilakukan dengan menggunakan fitur “Room” sehingga dapat mengetahui volume setiap fitur air. Namun perhitungan volume air masih membutuhkan aplikasi lain, yaitu *Microsoft Excel* sehingga belum bisa sepenuhnya dihitung di dalam *Autodesk Revit*.

N5 menjelaskan bahwa debit limpasan air hujan dapat dihitung menggunakan *Infraworks* atau *Civil 3D*. Sedangkan untuk pemilahan jenis air yang digunakan, dapat disimbolkan dengan berbagai macam pipa yang kemudian dimodelkan dengan menggunakan *Autodesk Revit*. Selain memodelkan pipa, *Autodesk Revit* juga digunakan untuk memodelkan komponen lain seperti

tangki air dan alat meteran air serta menghitung volume penggunaan setiap fitur air beserta jumlah komponen fitur air. Namun untuk volume penggunaan air secara total memerlukan aplikasi pihak ketiga, yaitu *Microsoft Excel*.

N6 menjelaskan bahwa perhitungan debit limpasan air hujan dan penggunaan air dapat dihitung menggunakan *Civil 3D* dengan fitur “*Piping*” namun untuk dapat menghitung limpasan air hujan memerlukan data curah air hujan dan data kondisi bangunan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Sedangkan untuk jenis air, dapat disiasati dengan penggunaan berbagai macam pipa air dan dimodelkan di dalam *Autodesk Revit*.

N7 menjelaskan bahwa perhitungan debit limpasan air hujan dan volume penggunaan air tidak memerlukan BIM karena *GreenShip* sudah menyediakan kalkulator air yang dapat menghitung volume air. Dalam menghitung debit limpasan air hujan, diperlukan juga gambar denah bangunan. Sedangkan untuk jenis air, penggunaan setiap jenis air dapat dilihat berdasarkan spesifikasi pipa yang kemudian dimodelkan dan diberikan penjelasannya.

## 5. Energi

Kriteria penilaian dalam kategori energi terdiri dari:

- Memasang kWh meter untuk mengukur konsumsi listrik pada setiap kelompok beban dan sistem peralatan
- Menghitung OTTV
- Menghitung konsumsi energi di gedung awal dan gedung yang dirancang
- Penggunaan cahaya alami secara optimal
- Menyerahkan perhitungan pengurangan emisi CO<sub>2</sub>

N1 menjelaskan bahwa kriteria penilaian “memasang kWh meter untuk mengukur konsumsi listrik pada setiap kelompok beban dan sistem peralatan” dapat dinilai menggunakan *Autodesk Revit* atau *Sketch Up* namun hanya sebatas gambar. Sedangkan untuk perhitungan OTTV dan konsumsi energi, dapat menggunakan aplikasi IES VE dan *EDGE calculator*. Selain menghitung energi, IES VE, *EDGE calculator*, dan *Autodesk Revit* juga bisa menghitung emisi CO<sub>2</sub>. Sedangkan untuk kriteria penilaian “penggunaan cahaya alami secara optimal” dapat dibantu menggunakan *DIALux* yang merupakan aplikasi BPA.



N2 dan N3 menjelaskan bahwa perhitungan OTTV dapat menggunakan *Energy+* yang merupakan *plug-in* dari aplikasi *Sketch Up*. Sedangkan untuk perhitungan konsumsi energi listrik, *Autodesk Revit* dapat menghitung penghematan energi listrik dalam bangunan dan juga memodelkan posisi kWh meter. N2 dan N3 juga menjelaskan *DIALux* dapat digunakan untuk memodelkan bangunan agar menggunakan cahaya alami secara optimal, terutama dalam pemodelan jendela dan perhitungan *window-to-wall ratio*. Selain itu, *DIALux* juga dapat menghitung Lux pencahayaan alami dalam sebuah ruangan. Namun N2 menjelaskan bahwa aplikasi BIM dan BPA tidak dapat menghitung emisi CO<sub>2</sub> karena memerlukan pengamatan pada tahap operasional. Di sisi lain, N3 menjelaskan bahwa emisi CO<sub>2</sub> dapat dihitung menggunakan aplikasi BIM khusus HVAC bernama *Afnor*.

N4 menjelaskan bahwa perhitungan energi dapat dilakukan di aplikasi IES VE yang dihubungkan dengan *Autodesk Revit*. Namun, integrasi antara kedua aplikasi tersebut masih harus dilakukan secara manual sehingga memerlukan ketelitian yang tinggi agar dapat menghasilkan geometri model yang sama. Dalam hal perhitungan konsumsi energi sendiri dapat menggunakan *Autodesk Revit* menggunakan fitur "*Space*". Selain konsumsi energi, fitur ini juga memungkinkan perhitungan emisi CO<sub>2</sub> namun masih memerlukan pemasukan data secara manual. Untuk perhitungan OTTV dan penggunaan cahaya alami secara optimal sendiri dapat menggunakan aplikasi *DIALux*.

N5 menjelaskan bahwa perhitungan konsumsi energi dapat dilakukan dengan aplikasi *Autodesk Revit* dan *Insight 360*. Selain menghasilkan data jumlah konsumsi energi, *Autodesk Revit* juga dapat menghasilkan data beban termal yang kemudian digunakan untuk menghitung OTTV secara manual. Sedangkan untuk menghitung emisi CO<sub>2</sub> dan penggunaan cahaya alami dapat menggunakan aplikasi *Green Building Studio*.

N6 menjelaskan bahwa terdapat aplikasi yang diproduksi oleh *Bentley* yang dapat menghitung energi, panas, konsumsi energi, emisi CO<sub>2</sub>, dan penggunaan cahaya alami secara optimal. Cara kerja dari aplikasi tersebut adalah menghitung energi dari pemodelan bangunan yang dimasukkan ke dalam aplikasi tersebut dan dilakukan pemodelan bangunan pada siang dan malam hari. Namun N6 tidak mengetahui nama aplikasi tersebut secara spesifik karena biasanya digunakan oleh bagian mekanikal dan elektrikal.

N7 menjelaskan bahwa perhitungan OTTV dapat dihitung menggunakan *Sefaira* yang merupakan aplikasi BPA. Sedangkan untuk perhitungan konsumsi energi dapat menggunakan kalkulator energi yang telah disediakan oleh *GreenShip*. Meskipun EDGE juga memiliki kalkulator energi yang dapat digunakan, N7 menjelaskan bahwa komponen di dalam EDGE lebih universal dan kurang cocok dengan kondisi di Indonesia. Sedangkan untuk perhitungan emisi CO<sub>2</sub>, N7 menjelaskan bahwa beliau kurang tahu apakah BIM dapat membantu perhitungan emisi CO<sub>2</sub> namun jika bisa membantu pun, data yang dihasilkan harus diolah kembali secara manual. N7 menjelaskan bahwa kriteria penilaian “penggunaan cahaya alami secara optimal” memerlukan penilaian secara langsung, yaitu dengan datang ke lokasi dan mengukur tingkat pencahayaan menggunakan Lux sensor. Biasanya penilaian dilakukan pukul 12 siang. N7 menambahkan bahwa perhitungan tingkat pencahayaan alami ini dapat menggunakan *DIALux* namun dengan tingkat keakuratan yang rendah.

## 6. Teknologi

Kriteria penilaian dalam kategori teknologi adalah sebagai berikut:

- Menggunakan teknologi-teknologi yang dapat mengurangi debit limpasan air hujan
- Menggunakan sumber energi baru dan terbarukan
- Menerapkan teknologi yang inovatif untuk irigasi yang dapat mengontrol kebutuhan air untuk lanskap yang tepat, sesuai dengan kebutuhan tanaman
- Menggunakan teknologi yang memanfaatkan air laut atau air danau atau air sungai untuk keperluan air

Seluruh narasumber menjelaskan bahwa penggunaan teknologi hanya dapat dibantu menggunakan aplikasi BIM hingga tahap pemodelan atau desain. Aplikasi yang dimaksud adalah *Autodesk Revit* atau *Autocad*. Namun, dalam penerapannya diperlukan pengamatan secara langsung pada tahap operasional bangunan.

## 7. Kenyamanan

Kriteria penilaian dalam kategori kenyamanan terdiri dari:

- Kenyamanan termal
- Kenyamanan visual
- Tingkat kebisingan

N1 menjelaskan bahwa kenyamanan termal dapat disimulasikan dan diukur menggunakan penggabungan aplikasi *Autodesk Revit* dan IES VE. Lalu untuk kenyamanan visual, dapat disimulasikan menggunakan *DIALux*. Sedangkan untuk tingkat kebisingan, N1 mengatakan bahwa beliau tidak mengetahui nama aplikasi secara spesifik namun terdapat aplikasi yang dapat menghitung tingkat kebisingan.

N2 menjelaskan bahwa tingkat kenyamanan termal dan visual dapat disimulasikan menggunakan *Autodesk Revit* jika telah direncanakan pada tahap perencanaan bangunan. Peran *Autodesk Revit* adalah untuk memodelkan spesifikasi komponen yang telah memenuhi tingkat kenyamanan termal dan visual. Sedangkan untuk mengukur tingkat kebisingan, N2 menjelaskan bahwa tingkat kebisingan sebaiknya diukur secara langsung menggunakan alat pengukur kebisingan sehingga lebih akurat dibandingkan menggunakan BIM.

N3 menjelaskan bahwa seluruh kriteria penilaian dalam kategori kenyamanan belum bisa dibantu menggunakan aplikasi BIM maupun BPA karena memerlukan pengamatan dan pengecekan secara langsung di dalam bangunan. Pengecekan dilakukan menggunakan alat pengukur dari masing-masing tingkat kenyamanan.

N4 menjelaskan bahwa kriteria penilaian dalam kategori kenyamanan dapat disimulasikan menggunakan BIM namun dengan tingkat akurasi yang sangat rendah. Oleh karena itu, Narasumber 4 menyarankan untuk melakukan pengukuran secara langsung pada tahap operasional.

N5 menjelaskan bahwa BIM hanya bisa mengukur beban pendinginan dari komponen pendingin ruangan sehingga untuk mengukur tingkat kenyamanan termal, dibutuhkan perhitungan secara manual. Beban pendinginan sendiri didapatkan dengan menggunakan aplikasi *Autodesk Revit*. Sedangkan untuk kenyamanan visual dan tingkat kebisingan, BIM belum dapat mengukur tingkat kenyamanan dan hanya dapat mengidentifikasi material yang digunakan untuk memenuhi kedua kriteria penilaian tersebut.

N6 menjelaskan bahwa kenyamanan termal dan kenyamanan visual dapat disimulasikan dan diukur menggunakan aplikasi produksi *Bentley* yang sebelumnya dijelaskan pada kategori energi. Namun untuk pengukuran tingkat kebisingan, N6 menyampaikan bahwa beliau kurang tahu akan hal tersebut.

N7 menjelaskan bahwa pada praktiknya, pengukuran kenyamanan termal, kenyamanan visual, dan tingkat kebisingan dilakukan secara langsung di lokasi. Data yang didapatkan kemudian disesuaikan dengan standar yang berlaku.

## 8. Pengolahan Limbah

Kriteria penilaian dalam kategori pengolahan limbah terdiri dari:

- Adanya instalasi atau fasilitas untuk memilah dan mengumpulkan sampah sejenis sampah rumah tangga
- Memiliki rencana manajemen sampah konstruksi
- Mengolah limbah organik gedung
- Mengolah limbah anorganik gedung

Seluruh narasumber menjelaskan bahwa BIM hanya dapat membantu kategori pengolahan limbah pada tahap perencanaan dan desain letak instalasi atau fasilitas untuk memilah dan mengumpulkan sampah sejenis sampah rumah tangga. Aplikasi yang dimaksud adalah *Autodesk Revit* dan *Civil 3D*. Kriteria penilaian lain tidak dapat dibantu oleh aplikasi BIM maupun BPA karena memerlukan pengamatan secara langsung pada tahap operasional. N7 menambahkan bahwa untuk menilai kriteria penilaian “memiliki rencana manajemen sampah konstruksi”, “mengolah limbah organik gedung”, dan “mengolah limbah anorganik gedung” diperlukan dokumen pendukung berupa surat kerja sama antara pengelola gedung dan pihak ketiga pengolah limbah yang membuktikan bahwa bangunan tersebut mengolah limbah secara terpisah, sesuai dengan jenisnya.

## 9. Operasional

Kriteria penilaian dalam kategori operasional terdiri dari:

- Membuka lantai dasar gedung sehingga dapat menjadi akses pejalan kaki yang aman dan nyaman
- Tidak mengondisikan (tidak memberi AC) ruang WC, tangga, koridor, dan lobi lift, serta melengkapi ruangan tersebut dengan ventilasi alami ataupun mekanik
- Memantau konsentrasi karbon dioksida
- Memasang tanda “Dilarang Merokok di Seluruh Area Gedung” dan tidak menyediakan bangunan/area khusus untuk merokok di dalam gedung

- Melakukan prosedur *testing- commissioning*
- Memastikan seluruh *measuring adjusting instrument* telah terpasang pada saat konstruksi dan memperhatikan kesesuaian antara desain dan spesifikasi teknis terkait komponen *proper commissioning*
- Mengukur kenyamanan pengguna gedung melalui survei yang baku terhadap pengaruh desain dan sistem pengoperasian gedung
- Filtrasi udara
- Pengontrolan mikroba dan hama
- Manajemen polusi akibat konstruksi
- Protokol kebersihan
- Manajemen pestisida
- Meningkatkan keamanan material
- Pengontrolan kontaminan organik dan anorganik

Seluruh narasumber menjelaskan bahwa kategori operasional tidak dapat diukur menggunakan BIM karena BIM hanya berfokus pada bangunan tersebut. Beberapa kriteria penilaian yang terdapat komponen desain dapat dibantu oleh BIM namun masih harus dipantau secara langsung pada tahap operasional. Selain itu, kategori operasional bergantung pada manajemen bangunan itu sendiri. Pemakaian BIM mungkin dapat diterapkan namun dengan akurasi yang sangat rendah dan sangat sulit untuk diterapkan sehingga sangat tidak dianjurkan oleh para narasumber.

Meskipun demikian, N6 menjelaskan BIM juga dapat membantu memberikan jadwal dan pengingat agar manajemen bangunan dapat melakukan pengontrolan mikroba dan hama, pestisida, penerapan protokol kesehatan, dan kriteria penilaian lain yang dapat dibantu dengan adanya pengingat.