

Adaptasi Konsep *Buiding Information Modelling* pada Pekerjaan Perencanaan: Studi Kasus Bangunan Gedung Unit Pengadaan Barang dan Jasa Konstruksi Pemerintah Kabupaten Tapin

Evan Elianto Supar¹ Candra Yuliana²

¹ Program Studi Arsitektur, Universitas Muhammadiyah Banjarmasin

² Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Universitas Lambung Mangkurat

✉ evansupar@umbjm.ac.id

Bidang konstruksi merupakan salah satu yang terdampak dari adanya Revolusi Industri 4.0. Melalui beragam regulasi, bidang konstruksi mencoba merespon dampak tersebut. Salah satunya melalui metode *Building Information Modelling* (BIM). Secara regulasi, penerapan metode BIM masih dilaksanakan secara terbatas, namun seiring waktu pada akhirnya seluruh kegiatan konstruksi mengadopsi metode tersebut. Dalam upaya menjawab tantangan masa depan, pekerjaan perencanaan bangunan gedung Unit Pengadaan Barang dan Jasa Konstruksi (UPBJK) Pemerintah Kabupaten Tapin beradaptasi dengan metode BIM dalam tahapan desainnya. Penerapan metode BIM pada pekerjaan ini menggunakan Graphisoft Archicad 24. Penerapannya merupakan penerapan sederhana dalam tingkatan BIM 3D. Adaptasi metode BIM dalam pekerjaan ini berfokus pada percepatan penyediaan dokumen gambar teknis yang terintegrasi antara visualisasi 3 dimensi dan 2 dimensi, serta identifikasi volume pekerjaan. Melalui penerapan metode BIM dalam kegiatan, proses penyelesaian proyek menjadi lebih mudah melalui koordinasi serta berkas tunggal terintegrasi

Kata kunci: BIM, Visualisasi 3D, perencanaan gedung, gambar teknis.

Diajukan: 10 Juni 2022

Direvisi: 22 Oktober 2022

Diterima: 21 November 2022

Dipublikasikan online: 24 November 2022

Pendahuluan

Teknologi saat ini tidak dipungkiri telah menjadi aspek penting dalam semua kegiatan, termasuk di bidang konstruksi. Perkembangan ini tidak lepas dari pengaruh revolusi industri yang saat ini sedang gencar terjadi. Bermula dari abad ke-18, Revolusi Industri 1.0 ditandai dengan penemuan mesin uap, kemudian ditemukan energi listrik pada awal abad ke-19 yang menandai fase Revolusi Industri 2.0. Revolusi Industri 3.0 dengan ditemukannya komputer pada awal abad ke-20 menjadi tahapan selanjutnya. Saat ini dengan pesatnya perkembangan teknologi digital, Revolusi Industri 4.0 tengah berlangsung. Keseluruhan tahapan revolusi industri menitik beratkan pada aspek produksi barang dan jasa menjadi lebih cepat, lebih banyak dan lebih tepat (Fonna, 2019).

Industri 4.0 merupakan transformasi komprehensif dalam seluruh aspek produksi melalui integrasi teknologi digital, internet dan industri konvensional (Angela Merkel dalam Fonna, 2019). Dalam hal lain menurut Löffler dan Tschienner prinsip dasar industri 4.0 adalah penggabungan terhadap mesin, alur kerja, dan sistem/prosedur, melalui integrasi terhadap jaringan komunikasi cerdas dalam keseluruhan proses produksi yang saling memengaruhi satu sama lain secara mandiri. (Löffler & Tschiesner, 2013)

Melalui perkembangan industri banyak tantangan serta peluang yang terjadi utamanya yang berkaitan dengan bidang konstruksi. Industri 4.0 memerlukan tenaga terampil tidak hanya pada hal teknis, namun terhadap literasi digital, literasi teknologi, dan literasi manusia, sehingga dapat menekan biaya produksi, mempersingkat proses pekerjaan dan meningkatkan kesejahteraan pekerja (Alfa, 2018). Tantangan lain menurut Alaloul et al (2018) yaitu mengadopsi metode digital seperti *Building Information Modelling* (BIM), dalam proses produksi pada bidang konstruksi (Alaloul et al., 2018). Selain hal di atas, metode BIM juga dimanfaatkan sebagai media komunikasi efektif oleh stakeholder dalam kegiatan konstruksi (Rafliis et al., 2019). Ini menandakan bahwa kegiatan konstruksi selain menuntut ketepatan waktu, biaya dan mutu tentu menuntut adanya koordinasi dan komunikasi yang efektif antar disiplin ilmu dalam sebuah kegiatan.

Ditinjau melalui aspek regulasi, telah ditetapkan kewajiban penggunaan metode BIM pada bangunan gedung negara kategori tidak sederhana dengan luas lebih dari 2000 m² dengan jumlah lantai lebih dari dua lantai (PERMEN PUPR, 2018). Peraturan ini diperkuat dengan adanya Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2021, dengan ketentuan penggunaan metode BIM dimensi kelima pada pekerjaan konstruksi dengan karakteristik padat teknologi dan penerapan metode

Cara mensitasi artikel ini:

Supar, E.E., Yuliana, C. (2022) Adaptasi Konsep *Buiding Information Modelling* pada Pekerjaan Perencanaan: Studi Kasus Bangunan Gedung Unit Pengadaan Barang dan Jasa Konstruksi Pemerintah Kabupaten Tapin. *Buletin Profesi Insinyur* 5(2) 076-082



BIM dimensi kedelapan pada pekerjaan konstruksi padat modal (PP RI, 2021).

Penulisan artikel ini bermaksud untuk menyampaikan dampak penggunaan metode BIM dalam penyelesaian sebuah proyek perencanaan serta keuntungan penggunaan metode tersebut. Tujuan penulisannya, untuk memberikan gambaran adaptasi metode BIM dalam proyek dengan skala kompleksitas sederhana, sehingga melalui artikel ini diharapkan akan semakin banyak praktisi dan akademisi yang menerapkan metode BIM dalam penyelesaian proyek dengan beragam efisiensi dan kemudahan yang ditawarkan.

Dalam proses pekerjaan perencanaan gedung UKPBJ Kabupaten Tapin, dicoba mengadaptasi kemajuan dalam teknologi konstruksi utamanya pada tahapan awal perencanaan. Metode BIM dipilih sebagai metode yang diterapkan pada kegiatan ini dalam produksi dokumen gambar teknis. Melalui penerapan ini diharapkan penerapan metode BIM dapat lebih ditingkatkan dalam kegiatan-kegiatan berikutnya.

Metode

Metode *Building Information Modelling* (BIM) merupakan metode penggabungan multi disiplin yang memuat informasi dan manajemen pada keseluruhan bangunan, yang meliputi tahap perencanaan, perancangan, pelaksanaan, penggunaan, perawatan hingga penghancuran (Eastman et al., 2011). Metode BIM dapat dimanfaatkan dalam semua tahapan pembangunan, melalui pengumpulan informasi yang diperlukan pada setiap tahapan.

Objek yang digunakan sebagai studi kasus adalah Pekerjaan Perencanaan Gedung Unit Pengadaan Barang dan Jasa Konstruksi (UPBJK) Kabupaten Tapin, berlokasi di Kota Rantau, Kabupaten Tapin Provinsi Kalimantan Selatan. Luas bangunan yang direncanakan adalah 1.000 m² berwujud bangunan tunggal dua lantai dengan material konstruksi utama berupa beton bertulang.

Menurut Mesároš et al (2019), terdapat lima tingkatan kedalaman dalam penerapan metode BIM dengan satuan dimensi (D) seperti terlihat pada Tabel 1. Kedalaman ini dikelompokkan berdasarkan muatan informasi dan tujuan penggunaan.

Tabel 1. Dimensi dalam BIM Berdasarkan Kedalaman Informasi

Dimensi	Kedalaman Informasi
3D	Menampilkan data berupa geometri, mengenai bentuk dan wujud sebuah objek.
4D	Penambahan aspek waktu dalam informasi bangunan sebagai fungsi kontrol proses produksi, overhead dan penyediaan material berbasis visual.
5D	Aspek kontrol dan analisa terhadap biaya, termasuk didalamnya keuntungan terintegrasi terhadap model visual
6D	Evaluasi terhadap kinerja bangunan, meliputi penggunaan energi, pemanfaatan sumber daya baik selama tahapan pembangunan hingga tahapan operasional
7D	Dimensi ini digunakan dalam tahapan operasional dan pemeliharaan, didalamnya terdapat data dan administrasi mengenai prosedur perawatan dan penggunaan bangunan

Penerapan metode BIM dalam konstruksi menggunakan beragam pilihan perangkat lunak, ada pun dalam pekerjaan ini menggunakan *Graphisoft Archicad 24*. Secara sederhana, aplikasi ini merupakan salah satu sarana ilustrasi dari perencanaan yang dibuat dengan menggunakan *tool* yang tersedia sebagai komponen bangunan, kemudian pengguna memasukkan beragam informasi pada objek/model yang dibuat seperti dimensi, bahan, harga satuan, lapisan, dsb. Adaptasi metode BIM dalam pekerjaan ini berfokus pada percepatan penyediaan dokumen gambar teknis yang terintegrasi antara visualisasi 3 dimensi dan 2 dimensi, serta identifikasi volume pekerjaan.

Pada proses modeling menggunakan metode BIM, terdapat beberapa tingkatan terhadap pengembangan. Terdapat beberapa paradigma dalam memahami definisi *Level of Development* (LOD), antara lain LOD sebagai bagian dari proses BIM, terdiri dari 1) LOD 100 pada tahapan konseptual desain; 2) LOD 200 pada tahapan skematik design; 3) LOD 300 pada tahapan dokumen konstruksi; 4) LOD 400 pada tahapan petunjuk teknis produksi; dan 5) LOD 500 pada proses penyelesaian pekerjaan dalam hal ini *as-built drawing*. (Latiffi et al., 2015). Paradigma lainnya ditunjukkan melalui Gambar 1, menyetarakan LOD dengan tahapan dimensi dalam metode BIM, dengan menambahkan proses operasional pada LOD 600 dan proses pembongkaran/penghancuran pada LOD 700. (Bertin et al., 2020). Namun kedua paradigma LOD ini tetap mengacu pada pemahaman LOD sebagai bagian dari proses BIM. Ditinjau dari paparan diatas, pekerjaan ini menerapkan hingga LOD 400, sesuai bidang pekerjaan sebagai perencanaan bangunan gedung.

Hasil Kerja

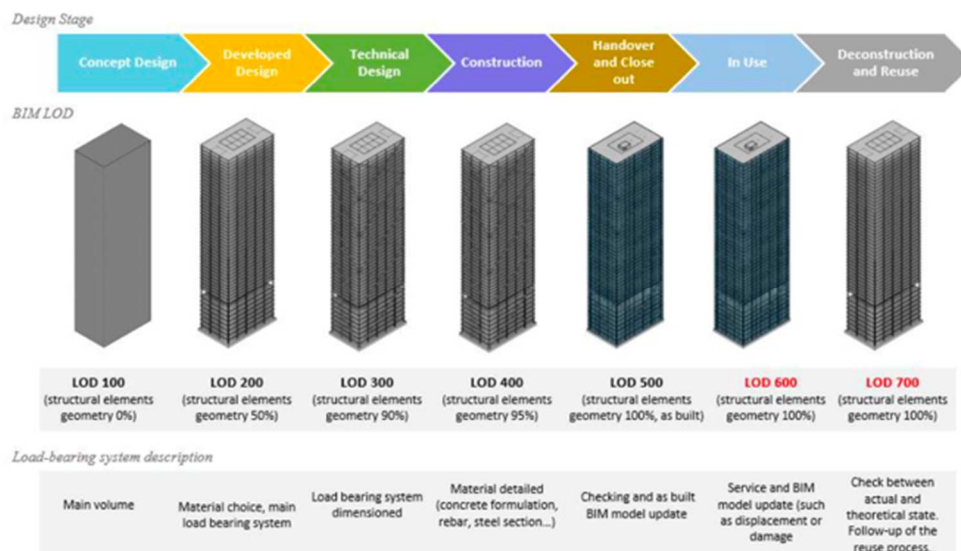
Sumber Daya

Pekerjaan ini berlangsung selama 75 hari kalender dengan melibatkan beberapa sumber daya manusia sesuai dengan kebutuhan di tiap bidang pekerjaannya. Adapun sumber daya dalam pekerjaan ini terdiri dari 3 orang tenaga ahli dan 3 orang tenaga pendukung (lihat Tabel 2).

Tabel 2. Komposisi Tim Perencana

Personil (Kualifikasi)	Jumlah (Orang)
1. Team Leader : Ahli Madya Arsitekur	1
2. Ahli Struktur : Ahli Madya Bangunan Gedung	1
3. Estimator : Ahli Madya Bangunan Gedung	1
4. Surveyor : S1 Teknik Sipil	2
5. Drafter : S1 Arsitektur	1

Menurut Tulke dan Schumann (2018), sebuah pekerjaan yang menggunakan metode BIM memerlukan seorang BIM Manager. BIM Manager bertugas untuk merencanakan, melaksanakan dan memastikan proses BIM dilaksanakan sesuai dengan tujuan. BIM Manager berperan layaknya konduktor



Gambar 1. Gambaran Paradigma Baru tentang BIM LOD (Bertin et al., 2020)

dalam sebuah orkestra, sehingga keberadaannya menjadi penting.

Mengingat pada pekerjaan ini masih melakukan penerapan pada tingkatan awal sehingga peran tersebut dapat dilaksanakan oleh *team leader*.

Metode Kerja

Berdasarkan kerangka acuan kerja dan komposisi personil di atas disusun penjadwalan pelaksanaan pekerjaan mengacu pada metode kerja kegiatan perencanaan bangunan gedung mengadaptasi *RIBA Plan of Work* seperti terlihat pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2, terdapat delapan tahapan dalam pekerjaan konstruksi (RIBA, 2020). Terdapat dua kelompok besar tahapan tersebut jika ditarik pada konteks kegiatan konstruksi di Indonesia, yaitu kegiatan perencanaan dan pelaksanaan. Tahapan 0 sampai dengan 4 merupakan tahapan yang masuk dalam kelompok perencanaan, sedangkan tahapan 5 sampai 6 merupakan tahapan pekerjaan pelaksanaan. Sedangkan tahapan 7 merupakan tahapan penggunaan fasilitas bangunan dan gedung yang dilakukan oleh klien. Berdasarkan hal tersebut kegiatan ini hanya mengadaptasi tahapan diatas hingga kelompok perencanaan.

Mengacu pada Gambar 2, uraian tahapan adalah sebagai berikut:

0 – Strategic Design

Tahapan ini bertujuan untuk menemukan dan merincikan keinginan dan kebutuhan klien/pengguna jasa dalam konteks konstruksi.

1 – Preparation and Briefing

Dalam tahap ini dilakukan perincian terhadap arahan keinginan dan kebutuhan klien, termasuk

kajian awal mengenai kepastian setiap komponen dapat diakomodir dalam tapak. Jika diperlukan pada tahapan ini juga dapat dilaksanakan studi kelayakan.

2 – Concept Design

Perumusan konsep desain merupakan hasil analisis terhadap kondisi nyata, keinginan/kebutuhan klien. Perumusan konsep desain juga mempertimbangkan visi pengguna jasa dan ketersediaan dana.

3 – Spatial Coordination

Pada tahapan ini konsep desain dicoba uraikan terhadap komponen-komponen pekerjaan yang akan diaplikasikan secara detail. Dalam tahapan ini disusun rencana skematik tiap komponen, seperti komponen arsitektur, komponen struktur, komponen mekanikal-elektrikal, komponen perpipaan, dsb.

4 – Technical Design

Tahapan ini merupakan tahapan akhir dari kelompok perencanaan. Pada tahap ini, informasi pada tahapan sebelumnya diuraikan kedalam bentuk yang lebih rinci, berupa detail-detail pekerjaan. Luaran dari tahapan ini menjadi panduan pada tahap produksi dan pemasangan.

5 – Manufacturing and Construction

Tahapan ini merupakan kegiatan yang kemungkinan melibatkan pihak luar, seperti produsen dan sub-kontraktor. Seluruh daftar keperluan dan pekerjaan dilaksanakan sesuai spesifikasi yang ditentukan pada tahapan Technical Design.

6 – Handover

Tahapan ini dilakukan ketika seluruh pemasangan dan evaluasi teknis awal selesai dilakukan. Setelah tahapan ini, pengelolaan terhadap produk konstruksi tersebut merupakan tanggung jawab dari pemilik,



Gambar 2. Metode Kerja Konstruksi Berdasarkan RIBA Plan of Work 2020 (RIBA, 2020)

kecuali terdapat pernyataan berbeda dalam dokumen serar terima.

7 – Use

Tahapan ini merupakan tahapan akhir dari proses kontruksi. Produk konstruksi digunakan oleh pemilik/pengelola hingga mencapai batasan usia penggunaan atau terjadi perubahan lainnya.

Berdasarkan uraian, pekerjaan ini dibatasi hingga tahapan *Technical Design*. Luaran tahapan ini berupa gambar teknik pekerjaan, estimasi biaya, dan spesifikasi teknis yang akan menjadi panduan dalam pelaksanaan konstruksi bangunan gedung.

Penjadwalan Kegiatan

Penjadwalan mengacu terhadap metode kerja yang dilakukan, meliputi langkah-langkah: 1) Persiapan Pekerjaan; 2) Rumusan Konsep Desain; 3) Koordinasi Antar Bidang; dan 4) Gambar Teknis. Tabel 3 merupakan rincian jadwal pelaksanaan Pekerjaan Perencanaan pada pembangunan bangunan gedung Unit Pengadaan Barang dan Jasa Konstruksi (UPBJK) Pemerintah Kabupaten Tapin

Tabel 3. Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan

Urian Pekerjaan	Minggu Ke-						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Persiapan Pekerjaan	x	x					
Rumusan Konsep		x	x				
Koordinasi Antar Bidang		x	x	x	x		
Gambar Teknis			x	x	x	x	x

(ABYUDAYA Cipta Mandiri, 2021)

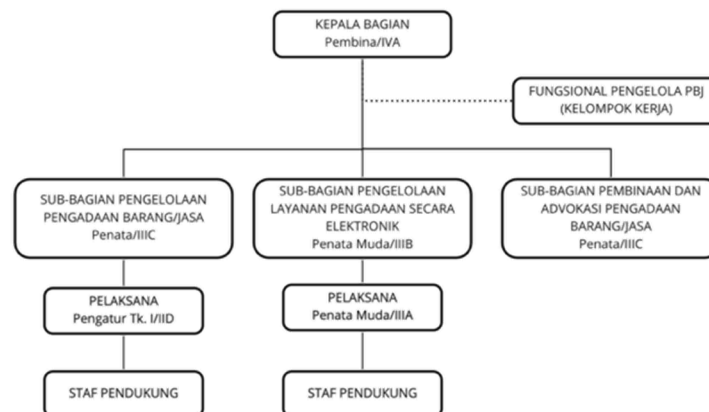
Penerapan BIM lebih banyak berperan dalam 1) Media Koordinasi; dan 2) Produksi Gambar Teknis. Hal ini mengingat metode BIM dimanfaatkan sebagai media komunikasi dalam proyek.

Karakter Bangunan Rancangan

Berdasarkan ketinggiannya gedung negara dikelompokkan menjadi 5 (lima) tipe, dan bangunan gedung kantor UKPBJ Kabupaten Tapin termasuk dalam Tipe E2. (PERMEN KEMENKEU, 2011). Bangunan dengan tipe ini memiliki massa paling banyak 1 (satu) bangunan.

Secara hirarki Unit Pengadaan Barang dan Jasa Konstruksi (UPBJK) Pemerintah Kabupaten Tapin berada dibawah koordinasi Kantor Sekretaris Daerah Kabupaten Tapin, dengan bentuk kelembagaan berupa unit pengelola. Berikut merupakan uraian tugas dari Unit Pengadaan Barang dan Jasa Konstruksi (UPBJK) Pemerintah Kabupaten Tapin (PEMKAB TAPIN, 2017), yaitu:

- mengkaji ulang Rencana Umum PBJ bersama PPK;
- menyusun rencana pemilihan penyedia barang/jasa;
- mengumumkan pelaksanaan PBJ di Website SOPD dan papan pengumuman resmi untuk masyarakat serta menyampaikan ke LPSE untuk diumumkan dalam Portal Pengadaan Nasional;
- menilai kualifikasi penyedia barang/jasa melalui prakualifikasi atau pascakualifikasi;
- melakukan evaluasi administrasi, teknis dan harga terhadap penawaran yang masuk;
- menjawab sanggahan;
- menyampaikan hasil pemilihan dan menyerahkan salinan dokumen pemilihan penyedia barang/jasa kepada PPK;
- menyimpan dokumen asli pemilihan penyedia barang/jasa;
- mengusulkan perubahan harga perkiraan sendiri, kerangka acuan kerja/spesifikasi teknis pekerjaan dan rancangan kontrak kepada PPK;
- memberikan pertanggungjawaban atas pelaksanaan kegiatan PBJ kepada PA/KPA;
- menyusun dan melaksanakan strategi pengadaan barang/jasa di lingkungan ULP;
- melaksanakan PBJ dengan menggunakan sistem pengadaan secara elertronik di LPSE;
- melaksanakan evaluasi terhadap proses PBJ yang telah dilaksanakan; dan
- mengelola sistem informasi manajemen pengadaan yang mencakup dokumen pengadaan, data survey harga, daftar kebutuhan barang/jasa, dan daftar hitam penyedia.



Gambar 3. Struktur Organisasi UKPBJ Kabupaten Tapin

Kantor UKPBJ dipimpin oleh kepala unit dibantu sekretaris unit beserta jajaran anggotanya sesuai dengan Gambar 3.

Aplikasi Metode BIM pada Pekerjaan Perancangan

Secara konvensional produk dua dimensi dan tiga dimensi umumnya terpisah sehingga memperbesar kemungkinan hasil yang tidak terintegrasi pada pekerjaan mengingat gambar produk tersebut merupakan acuan dalam proses konstruksi selanjutnya. Dalam kegiatan ini komponen dua dimensi dan tiga dimensi diintegrasikan berdasarkan katalog gambar yang dibuat terlihat pada Gambar 4.

Pada bagian kiri Gambar 4, diperlihatkan komponen pekerjaan yang terdiri dari gambar tiga dimensi bangunan dan struktur, siteplan, denah, tampak dan potongan yang memiliki dimensi berbeda. Pada bagian kanan Gambar 4, terlihat daftar gambar yang diorganisir dalam sebuah aplikasi BIM. Kedua komponen ini terintegrasi dalam satu aplikasi sehingga memudahkan dalam pengerjaan dan kontrol kualitas.

Melalui integrasi komponen dalam satu berkas memberikan dampak signifikan terhadap alur kerja proyek. Berkas dapat diperiksa secara terpisah oleh seluruh peran yang terlibat, selain itu dapat langsung di berikan masukan maupun dimodifikasi berdasarkan kewenangan masing-masing pengguna.

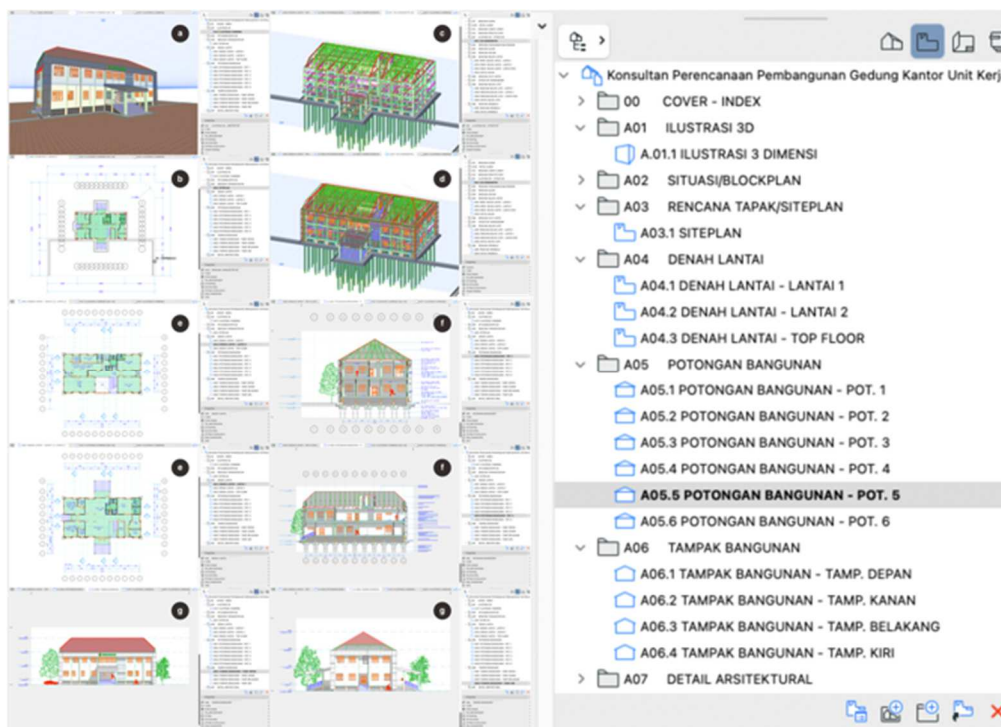
Gambar 5 menjelaskan alur kerja perencanaan bangunan gedung UKPBJ Kabupaten Tapin. Dalam alur kerja ini hanya menggunakan satu berkas yang sama dan dibagikan secara bersamaan kepada setiap penanggung jawab, sehingga dapat meminimalisir hasil yang tidak terintegrasi. Adapun rincian alur kerja pada Gambar 5 yaitu:

- 1) Perumusan rancangan skematik yang kemudian diterjemahkan ke dalam bentuk rencana;

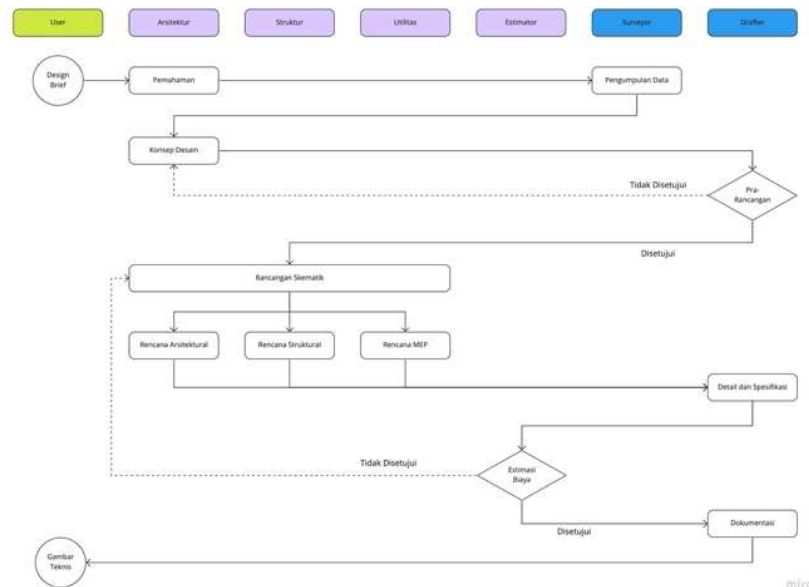
- 2) Penyusunan detail gambar dilengkapi dengan spesifikasi bahan dan material yang berkaitan

Pelibatan berbagai pihak menempatkan proses koordinasi sebagai aspek yang penting dalam mencapai tujuan perancangan. Pada sisi perencana, proses koordinasi belangsung dalam menyusun sistem rancangan bangunan, bermula dari pradesain kemudian dilanjutkan pada desain skematik berdasarkan bidang masing-masing. Pada tahapan desain ini, banyak terjadi komunikasi lintas bidang sebagai upaya memperkecil kesalahan. Metode BIM, melalui visualisasi tiga dimensional dari setiap bidang menjadi media komunikasi dalam mendeteksi kesalahan tersebut sejak dini.

Gambar 6 menjelaskan mengenai sistem kordinasi kerja dalam pekerjaan perencanaan bangunan Gedung UPBJK Pemerintah Kabupaten Tapin, sebagai berikut: 1) Konsep Pra-Rancangan merupakan simpul pengikat pada tahapan desain berikutnya, serta menjadi arahan untuk merumuskan rancangan skematik pada aspek arsitektural, struktural, dan utilitas pada bangunan. Dalam tahapan ini lebih banyak dilakukan oleh *Team Leader* sebagai koordinator, merupakan hasil kajian yang mempertimbangkan kondisi ideal, kondisi nyata di lapangan serta penggalan informasi dari pengguna maupun klien. 2) Hasil dari konsep pra-rancangan kemudian didistribusikan kepada setiap bidang sesuai kepakaran tenaga ahli, yaitu struktural, arsitektural dan MEP (mekanikal-elektrikal-perpipaan). Setiap bagian bertugas melakukan analisis kesesuaian standar terhadap hasil konsep. Bidang struktur, misalnya, bertanggung jawab untuk dapat menyusun spesifikasi yang dinyatakan aman dalam pembangunan. Bidang



Gambar 4. Integrasi Komponen Pekerjaan pada Aplikasi *Building Information Modelling*



Gambar 5. Alur kerja Alur Kerja Perencanaan Bangunan Gedung UKPBJ Kabupaten Tapin

arsitekturnal bertanggung jawab untuk spesifikasi mengenai bahan, dimensi serta kualitas yang sesuai terhadap fungsi dan kegiatan pada setiap ruang. Sedangkan, bidang MEP bertanggung jawab merumuskan rangkaian instalasi sistem utilitas bangunan meliputi sistem motor dan pergerakan, sistem kelistrikan serta sistem perpipaan air bersih dan air kotor. 3) Setiap aspek menghasilkan rumusan dan spesifikasi yang disajikan dalam bentuk dua dimensi dan tiga dimensi dalam berkas tunggal terintegrasi. Pada bagian akhir produk yang dihasilkan terdiri dari 1) Gambar Kerja; 2) Model 3D; dan 3) Dokumen Elektronik.

Kesimpulan

Penerapan metode BIM dalam pekerjaan perencanaan bangunan gedung unit pengadaan barang dan jasa konstruksi (UPBJK) Pemerintah Kabupaten Tapin memberikan kemudahan dalam proses penyelesaian proyek melalui koordinasi serta berkas tunggal terintegrasi. Kedepannya penerapan metode BIM dapat dikembangkan kearah yang lebih kompleks, seperti integrasi terhadap rencana pekerjaan (*time schedule*), estimasi biaya, dan analisis performa bangunan.

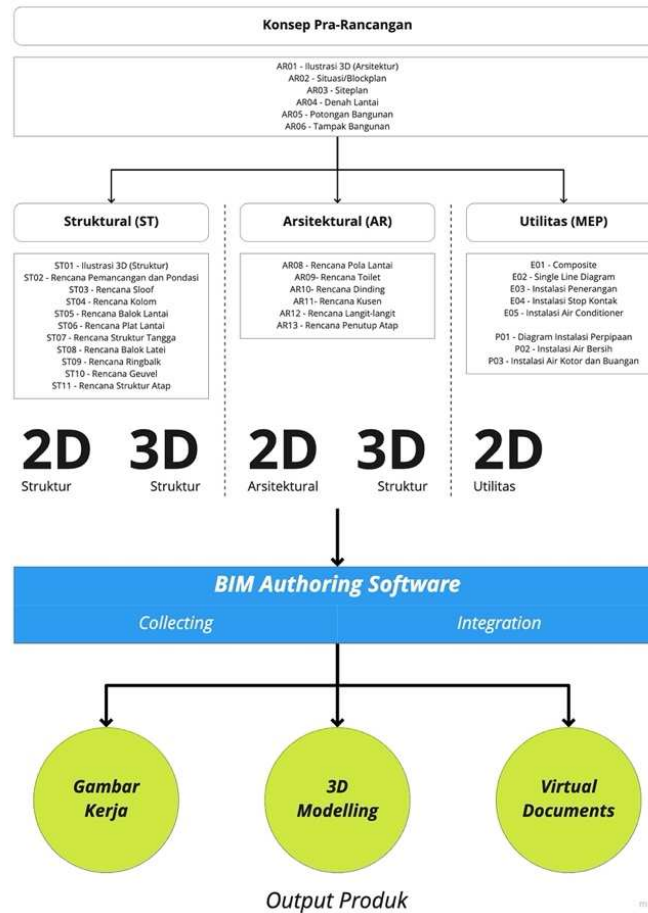
Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Banjarmasin, Program Studi S1 Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Banjarmasin, Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang, Pemerintah Kabupaten Tapin, Unit Kerja Pengadaan Barang dan Jasa (UKPBJ), Pemerintah Kabupaten Tapin, dan Pimpinan CV. Abyudaya Cipta Mandiri.

Referensi

ABYUDAYA Cipta Mandiri. (2021). Laporan Pendahuluan Pekerjaan Konsultasn Perencanaan Pembangunan Gedung Kantor Unit Kerja Pengadaan Barang/Jasa

(UKPBJ) Pemerintah Kabupaten Tapin Tahun 2021.
 Alaloul, W. S., Liew, M. S., Zawawi, N. A. W. A., & Mohammed, B. S. (2018). Industry Revolution IR 4.0: Future Opportunities and Challenges in Construction Industry. *MATEC Web of Conferences*, 203, 1–7. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201820302010>
 Alfa, A. (2018). Industri Konstruksi Di Era Industri 4.0. *Selodang Mayang*, 4(3), 166–173. <https://ojs.selodangmayang.com/index.php/bappeda/article/view/107>
 Bertin, I., Mesnil, R., Jaeger, J. M., Feraille, A., & Le Roy, R. (2020). A BIM-Based Framework and Databank for Reusing Load-Bearing Structural Elements. *Sustainability (Switzerland)*, 12(8), 24. <https://doi.org/10.3390/SU12083147>
 Eastman, C., Teicholz, P., Sack, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook : A Guide to Building Information Modelling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. In L. Khemlani (Ed.), (2nd Editio). John Wiley & Sons, Inc.
 Fonna, N. (2019). Pengembangan Revolusi Industri 4.0 dalam Berbagai Bidang. In Guepedia Publisher. Guepedia.
 Latiffi, A. A., Brahim, J., Mohd, S., & Fathi, M. S. (2015). Building Information Modeling (BIM): Exploring Level of Development (LOD) in Construction Projects. *Applied Mechanics and Materials*, 773–774, . <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.773-774.933>
 Löffler, M., & Tschiesner, A. (2013). The Internet of Things and the future of manufacturing. *McKinsey on Business Technology*, 30(2), 8–13. http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/the_internet_of_things_and_the_future_of_manufacturing
 Mesároš, P., Smetanková, J., & Mandičák, T. (2019). The Fifth Dimension of BIM - Implementation Survey. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 222(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/222/1/012003>
 PEMKAB TAPIN. (2017). Peraturan Bupati Tapin Nomor 01



Gambar 6. Sistem kordinasi kerja dalam perencanaan bangunan Gedung UPBJK Pemerintah Kabupaten Tapin

Tahun 2017 Tentang Unit Layanan Pengadaan Barang dan Jasa Pemerintah Kabupaten Tapin (p. 16). Pemerintah Kabupaten Tapin.

PERMEN KEMENKEU. (2011). Peraturan Menteri Keuangan Republik Indonesia Nomor 248/PMK.06/2011 Tentang Standar Barang dan Standar Kebutuhan Barang Milik Negara Berupa Tanah dan/atau Bangunan (p. 18). Kementerian Keuangan Republik Indonesia.

PERMEN PUPR. (2018). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 22/PRT/M/2018 tentang Pedoman Pembangunan Bangunan Gedung Negara. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

PP RI. (2021). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-undang Nomor

28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung (Issue 16). Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia.

Raffis, R., Yuwono, B. E., & Rayshanda, R. (2019). Manfaat Penggunaan Building Information Modelling (Bim) Pada Proyek Konstruksi Sebagai Media Komunikasi Stakeholders. *Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development (Cesd)*, 1(2), 62–66. <https://doi.org/10.25105/cesd.v1i2.4197>

RIBA. (2020). The RIBA Plan of Work 2020 Overview. In RIBA. <https://doi.org/10.4324/9780429347177-2>

Tulke, J., & Schumann, R. (2018). BIM Manager. In *Building Information Modeling: Technology Foundations and Industry Practice* (pp. 293–302). https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3_16