

Building Information Modelling (BIM) dalam Tahapan Desain dan Konstruksi di Indonesia, Peluang Dan Tantangan : Studi Kasus Perluasan T1 Bandara Juanda Surabaya

*Fibria Conytin Nugrahini¹, Teddy Aria Permana²

¹Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya,

² Ikatan Arsitek Indonesia, Tenaga Ahli *Architect Engineer* di Proyek Perluasan T1 Bandara Juanda

*Email: fibrisan@gmail.com

Abstract

BIM changes the methods from conventional inefficient to integrated and collaborative processes. Various benefits and advantages of using Building Information Modeling (BIM) are integration between design and construction. In Indonesia, the use of BIM is part of government regulations for state buildings with an area above 2000 m² and above two floors so that the use of BIM is increasingly widespread. However, the challenges of using BIM in Indonesia have to look for solutions so that the implementation can be improved. This article presents a review of the literature on the opportunities for using BIM and a review of case studies in developed countries as well as the challenges of case studies in Indonesia, namely the expansion of T1 at Juanda Airport Surabaya. Data is taken from secondary data in the form of literature review and secondary data of Juanda airport project documents and primary data from personal experience by the second author as the project coordinator of the T1 expansion planning for Juanda Airport Surabaya in the use of BIM in the project.

Keywords: building information modelling, BIM, building design, construction, BIM challenge.

Abstrak

BIM mengubah metode dari konvensional yang tidak efisien menjadi proses yang terpadu dan kolaboratif. Berbagai manfaat dan keuntungan dari penggunaan Building Information Modelling (BIM) antara lain seperti terpadunya antara desain dan konstruksi. Di Indonesia penggunaan BIM menjadi bagian dari peraturan pemerintah untuk bangunan negara dengan luas diatas 2000 m² dan diatas 2 lantai sehingga penggunaan BIM menjadi semakin luas. Namun beberapa tantangan dalam penggunaan BIM di Indonesia perlu dicarikan solusinya agar dapat ditingkatkan lagi pelaksanaannya. Artikel ini menengahkan review dari literatur tentang peluang penggunaan BIM dan review studi kasus di negara maju serta tantangan studi kasus yang ada di Indonesia yaitu pada perluasan T1 bandar udara Juanda Surabaya. Data diambil dari data sekunder berupa review literatur dan data sekunder dokumen proyek bandar udara Juanda serta data primer berupa pengalaman pribadi oleh penulis kedua sebagai koordinator proyek perencanaan perluasan T1 bandar udara Juanda Surabaya dalam penggunaan BIM pada proyek.

Kata Kunci: building information modelling, BIM, desain bangunan, konstruksi, tantangan BIM.

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun sejak digunakannya BIM (Building Information Modelling) menjadi salah satu perkembangan yang paling menjanjikan dalam bidang AEC (*Architecture, Engineering and Construction*) (Prabhakaran et al., 2020). Dalam proses tradisional, semua stake holder/ pemangku kepentingan berkoordinasi satu dan yang lain adalah hal yang sangat penting. Namun BIM mengubah paradigma itu. Semua stakeholder mulai dari owner, arsitek, engineer, pelaksana dan perawatan maupun operasi fasilitas, melakukan proses koordinasi melalui satu sistem informasi yang terpadu. BIM mengubah metode dari konvensional yang tidak efisien menjadi proses yang terpadu dan kolaboratif.

Dalam tahapan desain, BIM menjadi sangat penting karena hampir semua keputusan dibuat di proses desain. Dalam fase ini BIM akan memberikan dukungan bagi program bangunan, analisa lokasi, orientasi dari bangunan, gubahan masa bangunan, konstruksi, dukungan untuk analisa biaya serta membantu dalam mewujudkan bangunan yang berkelanjutan dan menghemat energi pada desain bangunan. Pengambilan keputusan akan dapat dicapai dengan mengakomodir semua pemangku kepentingan sehingga prosesnya akan mudah, efisien dan mengurangi biaya yang harus dikeluarkan.

Dalam konstruksi, penyebaran BIM dalam industri AEC telah meningkat secara substansial dalam beberapa tahun terakhir, terutama di antara kontraktor

yang semakin bertanggung jawab untuk mengkoordinasikan desain karena perkembangan pengadaan. BIM memiliki kemampuan untuk memanfaatkan model 3D cerdas untuk desain, konstruksi, pengiriman, operasi dan manajemen fasilitas. (Hardin, 2009). Pendekatan secara konvensional pada konstruksi didasarkan pada gambar 2D dan dengan adanya dokumentasi yang menggunakan kertas menyebabkan dapat terjadi kesalahan dokumentasi karena adanya dokumen yang terpisah (hal ini tidak dapat dihindarkan) sehingga dapat menyebabkan keterlambatan, kerugian dan konflik antar pihak. Penggunaan BIM membantu pemangku kepentingan dalam konstruksi dengan meningkatkan jadwal proyek, memvisualisasikannya. Juga menemukan isu-isu seperti bentrokan dalam desain sebelum menuju ke fase konstruksi. Waktu, efektivitas biaya, dan kualitas proyek yang lebih tinggi adalah keuntungan menggunakan BIM. (Kermanshahi et al., 2020).

Meskipun keuntungan BIM sangat menjanjikan/ membawa banyak manfaat untuk desain tetapi para desainer masih berjuang untuk menerapkan BIM pada tahap paling awal dari proses desain. (Afsari, 2012). Di beberapa negara penggunaan BIM belum dapat dimaksimalkan. Aplikasi BIM saat ini membutuhkan tingkat pemahaman elemen arsitektural yang relatif tinggi. (Park, 2008).

Penggunaan BIM di Vietnam misalnya tidak tersedianya obyek BIM sehingga pemodel harus membuatnya sendiri sehingga akan memperpanjang

waktu proses, meskipun meminta bantuan di jaringannya dalam menemukan perpustakaan BIM. Koordinator BIM juga harus bersama-sama tim untuk melakukan koordinasi lintas disiplin dan proses tersebut juga memakan waktu, terutama aturan untuk *positioning*. (Nguyen et al., 2020). Selain itu di industri konstruksi di Malaysia Identifikasi kriteria kesiapan yang didasarkan pada kebutuhan organisasi untuk pelaksanaan BIM telah menjadi hal yang sangat penting dalam pelaksanaan BIM. Selain itu penting untuk mengubah kontrak agar aliran proses BIM dan pengiriman dapat dilakukan di sebuah proyek. Kesiapan dalam hal ini berupa kebijakan, manajemen implementasi serta strategi perubahan proses. (Haron et al., 2014).

Di Indonesia perlu dikembangkan penggunaan BIM agar dapat maksimal. Artikel ini akan membahas peluang dan tantangan penggunaan BIM di Indonesia dengan studi kasus perluasan T1 bandar udara Juanda Surabaya. Artikel ini juga mengulas penggunaan BIM yang cukup efektif di negara-negara maju untuk mendapatkan gambaran keuntungan dan peluang dari penggunaan BIM pada proses desain dan konstruksi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan melakukan studi terhadap literatur/ review dari literatur yang ada. Juga dilakukan review terhadap literatur terhadap studi kasus yang ada di luar negeri yang menjadi rujukan BIM pada proses desain dan konstruksi. Kemudian ditampilkan studi kasus yang ada di Indonesia yaitu pada perluasan dan renovasi T1 bandar udara Juanda Surabaya. Data yang didapatkan berupa data sekunder serta data primer yang didapat melalui pengalaman pribadi sebagai koordinator proyek untuk perencanaan perluasan bandar udara Juanda Surabaya penulis kedua dengan pendekatan BIM.

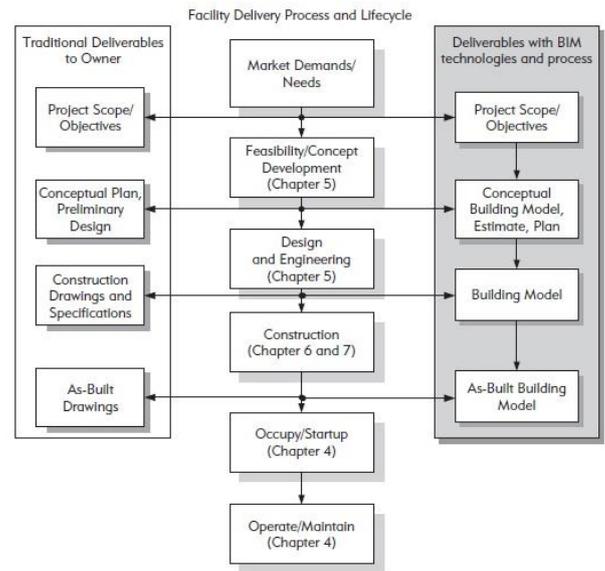
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Perbandingan Penggunaan BIM vs Tradisional dalam Siklus Hidup Proyek Konstruksi

Proses penyampaian informasi dan teknologi yang dapat mempersingkat fase dalam siklus hidup proyek dapat dilihat pada gambar 1. Dalam digram dapat dilihat bahwa tahapan dalam siklus hidup proyek dapat dipersingkat waktunya. Sebelah kiri menunjukkan proyek tradisional sedang sebelah kanan dengan menggunakan BIM. Terlihat di sebelah kanan model bangunan sudah dapat dihasilkan pada proses studi kelayakan dan sudah menghasilkan estimasi dalam hal ini estimasi dalam waktu, biaya dan proses konstruksi serta dihasilkan rencana 2D nya.

Proses permodelan bangunan tersebut dapat dilanjutkan pada tahapan selanjutnya yaitu tahapan *Design Engineering* sehingga akan lebih menghasilkan proses pengambilan keputusan yang terus menerus dan berkesinambungan selain akan lebih mempersingkat waktu (efisien). Koordinasi desain saat dilakukan, harus memastikan untuk memiliki desain terintegrasi yang bebas kesalahan dan berkualitas tinggi. Setelah tahapan konstruksi pun tidak hanya didapatkan gambar *as built*

drawing saja namun akan didapat model bangunan sebagai *as built drawing* juga.



Gambar 1. BIM vs Tradisional dalam Siklus Hidup Proyek

Sumber : (Sacks Eastman, Charles M., Lee, Ghang, Teicholz, Paul M., 2018)

Keuntungan Penggunaan BIM dalam Proses Desain

Pada tahapan konsep dan desain, membuat sketsa merupakan aktivitas kritis dalam mencapai solusi kreatif dan pemodelan 3D adalah ekspresi ide yang umum. Arsitek sering kali meninjau opsi estetika secara khusus pada tahap ini. Selain itu, beberapa metode desain digital seperti pendekatan generatif telah memperkenalkan cara-cara desain baru untuk menciptakan bentuk yang lebih eksotis dan inovatif. Ketika konsep selesai, arsitek dan insinyur mulai melakukan analisis untuk melihat kemungkinan desain untuk mengoptimalkan desain. Namun pada metode konvensional, analisis tahap awal tidak dilakukan dengan baik karena tidak cepat dan terintegrasi dengan desain. (Afsari, 2012). Proses pemodelan memungkinkan untuk membangun sebuah BIM, yang menggantikan informasi bangunan dua dimensi (2D) menjadi tiga dimensi (3D).

Ada keuntungan dalam tiga hal : dokumen konstruksi, layanan teknik dan desain konseptual dengan memberikan visualisasi akurat sebelumnya, perubahan yang saling terkait, gambar yang akurat dan perkiraan biaya dari model 3D, meningkatkan kolaborasi dan desain berkelanjutan. (Afsari, 2012)

Beberapa keuntungan dari penggunaan BIM pada proses desain adalah sebagai berikut :

1. BIM akan mendukung aliran informasi yang terkait dengan teknik bangunan dan memadukannya dengan menciptakan simulasi pada bangunan eksisting dan menganalisa nya.
2. Dapat melaksanakan desain yang inovatif dengan melakukan proses eksperimen. Hal ini dapat dicapai dengan mengikuti tingkatan

pengembangan informasi yang diharapkan dapat merealisasikan bangunan yang biasa sampai dengan arsitektur yang inovatif dengan melalui proses eksperimen. Seperti meningkatkan efisiensi energi dan keberlanjutan.

3. Perpaduan antara desain dan konstruksi. Mencakup inovasi yang dapat meningkatkan kolaborasi dalam proses desain dan konstruksi seperti model pengadaan rancang-bangun. Dapat mencocokkan maksud desain dengan persyaratan baik kualitatif maupun kuantitatif
4. Lebih awal dan lebih akurat dalam visualisasi desain dan dapat mengoreksi secara otomatis kesalahan sekecilnya ketika perubahan desain dilakukan dengan adanya aturan parametrik.
5. Kolaborasi dapat terjadi lebih awal antara multidisiplin yang terlibat dalam desain.
6. Dapat memperkirakan biaya selama proses desain

Keuntungan Penggunaan BIM dalam Proses Konstruksi

Beberapa keuntungan dari penggunaan BIM pada proses konstruksi adalah sebagai berikut :

1. Mensinkronkan antara desain dan perencanaan konstruksi seperti apabila dibutuhkan ketersediaan material dan peralatan yang dapat dihubungkan dengan jadwal.
2. Dapat ditemukan kesalahan dan kelalaian desain sebelum proses konstruksi (deteksi bentrokan), hal ini akan mempercepat proses konstruksi, mengurangi biaya, meminimalkan kemungkinan sengketa hukum, dan memberikan proses yang lebih lancar untuk keseluruhan tim proyek.
3. Dapat menemukan reaksi secepatnya apabila terjadi masalah desain dan site. Selain itu perubahan desain bisa lebih teratasi cepat dalam sistem BIM karena modifikasi dapat dibagikan, divisualisasikan, diperkirakan, dan diselesaikan.
4. Penggunaan model sebagai dasar bagi fabrikasi komponen. Hal ini memungkinkan vendor di seluruh dunia untuk menguraikan model, mengembangkan detail yang diperlukan untuk fabrikasi
5. Lebih baik dalam pelaksanaan dan dapat mudah menerapkan teknik *Lean Construction*. Hal ini akan meminimalkan usaha yang tidak penting dan mengurangi kebutuhan untuk inventaris material di tempat. Karena BIM memberikan informasi yang akurat model desain dan sumber daya material yang dibutuhkan untuk setiap segmen pekerjaan.
6. Mensinkronkan pengadaan dengan desain dan konstruksi. Kuantitas material, spesifikasi, dan detail dari model dapat digunakan untuk mendapatkan bahan dari vendor produk dan subkontraktor.

Studi Kasus BIM di Luar Negeri

Beijing National Aquatics Center Penggunaan BIM dalam Proses Desain dan Struktur serta Dokumentasi Tender

Merupakan bangunan unik dengan penggunaan BIM untuk konsep desain dan teknik strukturnya ini dikenal juga dengan sebutan Water Cube. Desain didapatkan dari proses seleksi pada kompetisi internasional. Pemenangnya adalah China State Construction and Engineering Corporation (CSCEC) bersama dengan Arup Consulting Engineers dan PTW Architects.

Konsep dari bangunan didasarkan pada filosofi air, dengan menggabungkan ilmu molekuler, arsitektur dan fenomenologi dengan dasar air sebagai rekreasi dan olahraga serta menghadirkan suasana air dengan banyak udara masuk (berbuih). Penampilan acak pada tampak tersebut sebenarnya adalah geometri yang ditemukan dalam sistem alami seperti kristal, sel, dan struktur molekul lainnya. Air merupakan sumber yang berharga dan harta karun bagi masyarakat Beijing.

Mempunyai luas area lantai kotor seluas 90000 m² (lebar 177.177 meter dan tinggi 30 m). Berisi lima kolam, mesin ombak dan wahana dengan ukuran 6 kali lipat ukuran kolam olimpiade. Adanya restoran yang menggunakan struktur gelembung air sebagai ukirannya. Sebagai stadion untuk olimpiade, mempunyai tempat duduk untuk 17000 penonton (6000 merupakan permanen dan 11000 sementara). Pada saat olimpiade yang akan ditampilkan adalah acara berenang, menyelam, polo air dan renang. Setelah olimpiade rencananya bangunan ini akan dimanfaatkan sebagai rekreasi utama kota Beijing,

Dengan konsep tampilan yang ceria, strukturnya ditutup dengan menggunakan bahan ETFE yang merupakan bahan keras yang dapat didaur ulang dengan berat hanya 1% dari panel kaca besar sehingga menampilkan bangunan transparan yang terisolasi. Energi matahari yang menembus kaca menjadi terjebak dalam area strukturalnya dan energinya untuk memanaskan interior dan kolamnya.

Penggunaan alat SPeAR mengusulkan penggunaan 80% air yang ditangkap pada atap, system backwash kolam, serta dalam penggabungan aliran air menjadi prinsip bagi desain perkotaan. Bangunan ini menghadirkan bangunan berkelanjutan dengan konservasi air dan desain sistem saluran air yang baik. Strukturnya berupa 3000 bantalan pneumatik ETFE dalam ekstrusi aluminium yang ditopang oleh struktur baja ringan. Bantalan secara pneumatik dipompa dengan udara bertekanan rendah untuk memberikan insulasi dan menahan beban angin.

Dindingnya berupa rongga dengan ketebalan 3,6 m dan atap membentuk rongga juga dengan ketebalan 7,2 m. Penggunaan baja ringan menggunakan sebanyak 22 ribu balok baja dan mempunyai sebanyak 12 rb node dengan berat sebesar 6500 ton baja. Optimasi dilakukan agar tiap baloknya mempunyai ukuran sekecil mungkin dan ringan. Karena atap akan menahan bebannya sendiri

maka optimalisasi bobotnya sangat penting untuk bentang lebar.

Keuntungan BIM pada proyek ini yaitu :

Konsep Desain

- Lebih awal serta akurat dalam visualisasi.

Perpaduan Desain/ Konstruksi

- Otomatis dalam perawatan untuk desain yang konsisten.
- Meningkatkan kualitas dan kinerja bangunan.
- Menghasilkan gambar yang akurat dan konsisten.

Pelaksanaan Konstruksi/Koordinasi

- Lebih awal dalam kolaborasi dari berbagai multidisiplin.
- Mendorong fabrikasi dan penggunaan yang luas dalam komponen prefabrikasi.
- Pengadaan yang sinkron dan terkoordinasi.

Penggunaan Software yang dipakai :

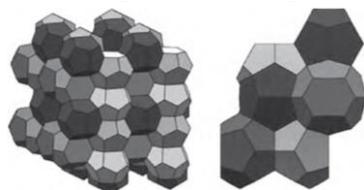
- Struktur :
 - ✓ Bentley Structural
- 3D
 - ✓ 3DS Max
 - ✓ Rhino
- Analisa Struktur :
 - ✓ Strand

Partisipan dalam penggunaan BIM ;

- Arsitek
- Insinyur
- Kontraktor

Pada tahap desain untuk kompetisi penggunaan Microstation VBA yang menghasilkan wire-frame model solid 3D yang terdiri dari anggota batang dan nodenya (ukuran sama). Untuk keperluan kompetisi yang membutuhkan waktu yang cepat dibutuhkan ekspor dari 3D tersebut ke alat permodelan lainnya (agar didapatkan prototipenya).

Penggunaan arup realtime (teknologi game) dapat mengijinkan model 3D dan 2D, sketsa, foto untuk impor dari script tersebut ke dunia maya/ virtual. Perangkat tersebut terdapat navigasi (keyboard), mouse atau joystick adanya interaksi agar didapatkan penyesuaian yang didapatkan pada akhirnya. Prosesnya memakan waktu dengan menggunakan ekspor dari IGES menjadi Rhino kemudian 3DS Max untuk dapat menghasilkan AVI dengan ukuran 1,2 gb.

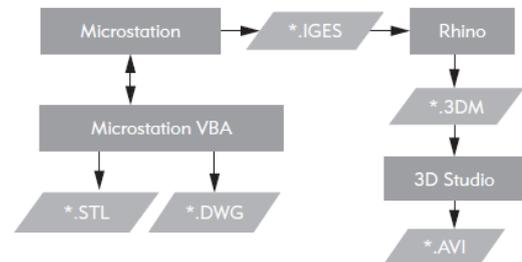


Gambar 2. Modul dari dodecahedra dan kumpulan 14 sel (ide desain)

Sumber : (Sacks Eastman, Charles M., Lee, Ghang, Teicholz, Paul M., 2018)

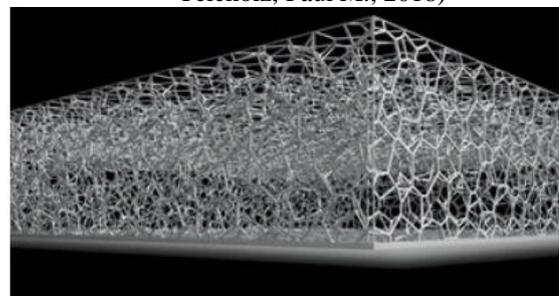
Kemudian pembuatan prototipe untuk didapatkan visualisasi fisik serta agar Arup dapat memahami konsep dan elemen bagiannya. File STL* didapatkan dari model microstation 3D kemudian proses stereo litografi (SLA) akan menempatkan epoksi cair dipadatkan sinar laser ultraviolet yang dikendalikan oleh

petunjuk dalam file STL. Kemudian geometri Arup diekspor sebagai model wire-frame dengan DXF ke dalam analisa strand 7.0 setelah CSEC mengkonfirmasi geometri bekerja secara matematik yaitu dengan skrip menggunakan solusi weaire dan phelan.



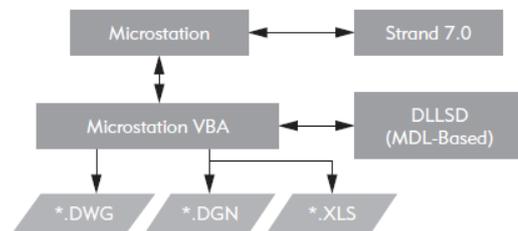
Gambar 3. Proses Transfer Data

Sumber : (Sacks Eastman, Charles M., Lee, Ghang, Teicholz, Paul M., 2018)



Gambar 4. Rangka baja dari desain bangunan

Sumber : (Sacks Eastman, Charles M., Lee, Ghang, Teicholz, Paul M., 2018)



Gambar 5. Analisa Data untuk diekspor ke Microstation

Sumber : (Sacks Eastman, Charles M., Lee, Ghang, Teicholz, Paul M., 2018)

Tahapan pengembangan desain menggunakan elemen finite strand 7.0 (FEA) dalam menganalisa dan optimalisasi struktur dari model microstation. Scrip VBA dikembangkan agar diekspor hasil analisis dan model untuk gambar AutoCAD (format dwg), microstation gambar triforma (dgn) dan Microsoft Excel (xls) sebagai ekstrasi data.

Pada proses dokumentasi tender ekstraksi data membuat bagian ini tersedia dalam laporan daftar material, menyediakan panjang total, berat, nilai, dan jumlah untuk setiap bagian. Dengan Bentley structure lebih menghasilkan metode yang akurat dan cepat yang mengarahkan 3D model yang baru dengan model menggunakan analisa struktur. Dan model tersebut dapat di ekstrak menjadi denah, potongan, serta detail yang dengan mudah dapat di atur dan di update. Model Tekla Structures dalam Steel Detailing Neutral Format (SDNF), untuk memangkas waktu fabrikasi dan

memungkinkan penggunaan mesin CNC. Jumlah bagian gambar yang dihasilkan Arup melebihi 15.000 tampilan gambar. Desain fast track disampaikan dari tahap kompetisi hingga paket desain skema lengkap dalam 10 minggu. Seluruh proses, dari model untuk dokumentasi, diperlukan desain dan dokumentasi selama tujuh bulan, yang dibagi menjadi tiga blok pemodelan: kompetisi, penyisihan desain, dan dokumentasi tender.



Gambar 6. Desain Bantalan Pneumatik
Sumber : Copyrights PTW Architects

Flint Global V6 Engine Plant Expansion

Keuntungan penggunaan BIM pada studi kasus :

Tahap Desain

- Perawatan otomatis serta konsistensi desain
- Konsisten dan akurat dalam gambar

Tahap Konstruksi:

- Kolaborasi lebih awal untuk multiple disiplin dalam desain.
- Sinkronisasi antara desain dan konstruksi.
- Menemukan kesalahan sebelum konstruksi (clash detection).
- Menggerakkan fabrikasi dan penggunaannya untuk komponen prefabrikasi.
- Mendukung teknik *lean-construction*.
- Mensinkronkan pengadaan.

Software yang digunakan

- Arsitektur : Bentley architecture
- Struktural : SDS/2
- MEP : Design Series dan IntelliCAD
- 2D : AutoCAD
- Analisa struktur : RAM
- Mendeteksi kesalahan : Navisworks

Pemilik ; General Motor (GM)

AE : Ghafari Associates, LLC

Contract Type Design-Build

General Contractor The Ideal Group, Inc. (Construction)

Tujuan dari penggunaan BIM pada proyek ini yaitu untuk mempersingkat waktu konstruksi dan proyek konstruksi serta menggunakan metode *lean construction*. GM secara agresif mengimplementasi sistem yang baru yang mengharuskan semua orang paham dengan

teknologi BIM. Proyek mempunyai waktu yang sangat ketat untuk penyelesaian dalam waktu yang terbatas . Tim proyek mengadopsi pendekatan Design-Build (DB) yang terbukti efektif mengurangi waktu proyek.

Proyek Flint Engine South Plant dengan luas lahan sebesar 760000 square feet. Dibangun pada th 2005 sangat ketat menerapkan anggaran dan menjaga kualitas. Proses fabrikasi didesain dengan jadwal yang *fast track* dalam waktu 40 minggu. Design-bId-Build (DBB) yang konvensional tidak digunakan karena dapat mencapai waktu 60 pekan. Keseluruhan tim tidak menggunakan 2D *paper based* dalam prosesnya. Hal ini akan memotong *timeline* dari lintasan kritis. Hal ini dilakukan dengan *running design, engineering* dan aktifitas konstruksi secara paralel.

Sebagai leader, GM mengaplikasikan prinsip *lean* dalam desain dan proses konstruksi dari keseluruhan proyek. Menggunakan *lean construction* akan meningkatkan proses yang bernilai serta mengurangi aktivitas yang tidak bernilai. Hal ini akan menyebabkan pertemuan semua bidang dan akan terlibat proses dan meningkatkan aliran sumber daya dan informasi. Menggunakan 3d secara langsung dalam aliran pekerjaan menyebabkan secara instan pengambilan keputusan yang terkolaborasi dengan semua hal. Tim desain bertanggungjawab mereview model untuk tahap instalasi oleh subkonstruksi. Dalam tujuan untuk memadukan semua partner perusahaan dalam proses BIM, Ghafari menempatkan timnya dalam satu lokasi sebagai tim pendetailan dan memberikan training dan konsultasi pada semua anggota tim yang tidak familiar dengan teknologi BIM dan proses yang berhubungan dengannya. Hal ini juga termasuk mengadakan training khusus untuk software yang akan digunakan vendor.

Proses Desain

Ghafari sebagai AE menciptakan Grup Advanced Technology dalam perusahaan yang bertanggung jawab mengadakan penelitian dan menghasilkan praktik terbaik dalam proses BIM. Dalam batasan waktu, kebutuhan akan waktu dalam pendahuluan konstruksi yang dimulai dalam 4 minggu untuk mengorder baja. Jika deadline ini tidak terpenuhi akan menyebabkan keterlambatan sampai 6 minggu untuk pengirimannya atau meningkatkan biaya pembelian produk tersebut agar sesuai waktunya. Penyelesaiannya yaitu dengan mengurangi paper-based dengan menggunakan model BIM secara langsung kepada pabrik. Mengurangi 2D CAD yang tradisional akan mengurangi tahapan yang harus dilalui, hal ini juga akan memangkas *overhead* waktu dalam layout gambar, mengeprint dan mengirimkan.

Penggunaan model BIM juga akan berpeluang memangkas waktu lainnya seperti deteksi bentrokan dan prefabrikasi yang menggunakan model yang dapat langsung digunakan. Rapat mingguan diadakan untuk mengecek model kombinasi untuk *interference* dan hubungannya dengan semua partner bidangnya masing-masing. Hal ini menjadi faktor penting dalam kesuksesan proyek.

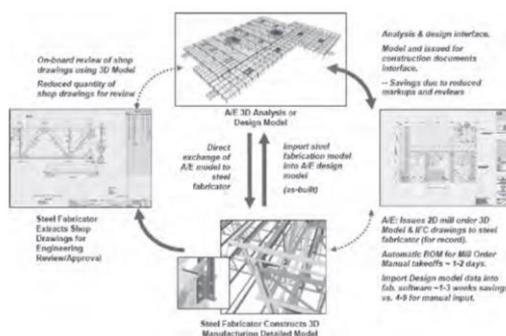
Proses Konstruksi

Setelah desain stuktur selesai, proses antara AE dan pabrik baja dimulai. Proses ini didasarkan kombinasi 3D modelnya yang diedit oleh semua bidang. Pabrik akan menerima model, mengekstrasi menjadi kuantitas baja dan memodelkan detail konstruksi. AE akan melakukan proses kembali memadukan model baja dari pabrik untuk model desain dan dicek untuk *interferences*nya. Dengan cara ini desain struktur akan selesai dalam 3 minggu. MEP(mechanical-electrical-plumbing) juga paralel dalam aktivitasnya yang didasarkan *as built* model sebelum konstruksi dimulai. Dalam tahap ini, desain dan fase model di pabrik akan dipadukan.

Review internal menggunakan data digital akan mengurangi *overhead* (bertolak belakang dengan *paper based*), meskipun gambar untuk pabrik diperlukan untuk tujuan persetujuan. Tidak hanya tim proyek yang dapat mengakses model as-built dari struktur baja pada pelaksanaan konstruksi, tapi pembuatan dokumentasi pada akhir proyek yang biasanya terjadi dieliminasi. Perpaduan antara pabrik dan bagian desain secara efektif mengurangi biaya yang disebabkan perubahan desain.

Aliran pertukaran model

- Struktur baja : RAM advance→SDNF→custom code→ TriForma→SDS/2
SDS/2→ CIS/2→TriForma
TriForma→AutoCAD
Model AutoCAD tersedia di TriForma-Tidak ada pergantian
- Perpipaan : Seri desain dari awal skematik kepada isometric untuk fabrikasi
- HVAC : TriForma kemudian ditrace dengan IntelliCAD untuk *interface* CNC
Model IntelliCAD dikembalikan lagi kepada TriForma
- Perlindungan Kebakaran : Design Series untuk koordinasi
- Arsitektur : Bentley Architecture untuk TriForma melalui CDs
- Deteksi Collision (bentrok) :Navisworks untuk semua koordinasi dan cek *interference*, namun beberapa model juga dishare ke format CAD untuk 3D untuk semua partisipan.



Gambar 7. Permodelan untuk Sistem HVAC

Sumber : (Sacks Eastman, Charles M., Lee, Ghang, Teicholz, Paul M., 2018)

Ghafari telah memperoleh keahlian substansi dalam mengelola pertukaran data, dan tim proyek diuntungkan dari pengetahuan akan hal tersebut. Tim proyek biasanya mengandalkan solusi yang tidak biasanya untuk menghemat pengembangan dan solusi

pemeliharaan perangkat lunak. Ghafari menemukan adaptasi dalam persyaratan proyek yang dibutuhkan dan hal ini dicapai dengan API(Application Programming Interfaces(API). Selain itu alur kerja diatur dan otomatisasi diuji diterapkan untuk menghilangkan tugas berulang dan kesalahan yang rawan. Ghafari bertanggung jawab memastikan perubahan berjalan baik.

Elemen penting untuk komunikasi dalam perubahan desain dan untuk mengimplementasi model terbaru merupakan ketentuan dalam perubahan file dan kolaborasi server khusus untuk konten CAD. Keuntungan utama menguankan server yaitu menghapus redundansi dan sumber kesalahan yang potensial. Hal ini mengijinkan semua tim mengakses proyek secara up to date.

Kolaborasi multidisiplin ditingkatkan dengan merelokasi anggota tim dari semua perusahaan ke lingkungan kantor bersama. Elemen struktural, HVAC, serta perpipaan dikoordinasikan dalam model, bukan di lokasi. Diperkirakan 3.000 hingga 4.000 gangguan telah diidentifikasi dan terselesaikan, hal ini terkait komponen arsitektur, baja struktural, HVAC, peralatan mekanik, penerangan, cable trays, saluran dak, dan limbah industri.

Pengambil keputusan dari semua tim yang relevan bertemu dalam mendeteksi tabrakan dan mengandalkan model virtual. Dalam manajemen proyek pertemuan dilakukan yang dikenal dengan kaizen antara pemilik, desainer dan peserta proyek lainnya. Ghafari dan dihadiri juga oleh pakar BIM eksternal melakukan pemberdayaan tim, brainstorming dan pemecahan masalah selama 4 jam. Untuk mencapai identifikasi kekurangan, peningkatan alur kerja dan menghilangkan potensi pemborosan. Acara kaizen ini memberikan hasil nyata dan juga memupuk motivasi untuk perbaikan berkelanjutan dalam proses desain dan konstruksi. Hasil dari kaizen memudahkan pengiriman gambar untuk fabrikasi dan pengiriman baja serta untuk kepentingan MEP. Dalam proyek ini, bagaimanapun, tidak semua peserta memiliki pengalaman sebelum fabrikasi dan pra-perakitan. Para peserta seperti subkontraktor perpipaan mempelajari proses ini selama proyek berlangsung. Karena proses yang terencana dengan baik ini, maka ereksi struktur baja selesai 35 hari lebih awal dan tanpa perubahan apa pun selama konstruksi.

Selama proses konstruksi, hampir tidak ada perubahan yang diperlukan. Bahan disimpan selama pembuatan karena daftar kuantitas yang tepat. 3 - 5% dari keseluruhan biaya telah dihemat dan alur kerja digital 3D memberikan kontribusi tambahan 2 - 4% dalam penghematan biaya dan waktu. Meski jadwal waktu yang sulit, pekerjaan diselesaikan dengan 5 minggu (12,5%) tersisa, tanpa kompromi kualitas yang diharapkan. Klien, desainer dan kontraktor secara jelas melaporkan laba atas investasi yang tinggi. BIM membantu para desainer untuk mengevaluasi berbagai strategi dalam optimalisasi desain.

Studi Kasus BIM di Indonesia

Perluasan T1 Bandar Udara Juanda Surabaya
Perencana T1: PT. Alien Bangun Nusantara

Manajemen Konstruksi: PT. Artefak Arkindo.

Pelaksana Konstruksi: PT. Waskita Karya

Penggunaan Software :

Architecture :

✓ Revit

Struktur :

✓ Tekla (sebagian)

Software yang berhubungan dengan BIM :

✓ Sketchup

✓ SAP (struktur)

Keuntungan penggunaan BIM pada studi kasus :

Tahap Desain :

- Mendukung perencanaan awal
- Meningkatkan kualitas dan performa dari bangunan
- Dapat menunjukkan hubungan antar ruang dan konstruksi yang terintegrasi di dalamnya, sehingga semua disiplin ilmu yang terkait dengan perencanaan bandara ini memiliki kepentingan atas akses BIM sebagai bagian dari proses *engineering* sebelum jalannya proses konstruksi.

Perpaduan Desain dan Konstruksi :

- Dapat mensinkronkan antara desain dan perencanaan konstruksi
- Memudahkan untuk koordinasi antar disiplin ilmu pada saat proses *engineering* berjalan, untuk meminimalkan kesalahan pada perencanaan dan konstruksi. Serta memudahkan dalam proses *commissioning* dan *maintenance*.
- Mendapatkan penyelesaian dalam hal teknis. Sangat bisa untuk mengadakan koreksi jika ada kesalahan / perubahan terhadap rancangan bangunan sebagian / keseluruhan.

Tahap Konstruksi :

- Kolaborasi yang lebih awal untuk berbagai multidisiplin pada proses konstruksi.

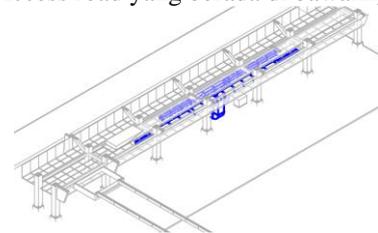
Perluasan T1 bandar udara Juanda sendiri dimulai pada pertengahan tahun 2019 dimana Angkasa Pura ingin memperluas bandar udara Juanda dari hanya sebesar 62700 m² menjadi sebesar 86500 m² karena adanya *overload*. Dari luasan yang hanya direncanakan memiliki daya tampung sebanyak 16 juta penumpang per tahunnya menjadi ±26 juta penumpang per tahun dan ±23.5 juta penumpang berasal dari penumpang domestik. Mengingat kondisi Terminal Domestik (T1) pada saat ini sudah cukup padat, terutama pada saat jam sibuk, maka terminal domestik perlu dilakukan perluasan sampai dengan luas ±29.000 m² sesuai dengan draft Rencana Induk Bandara Juanda – Surabaya pada tahun 2019.

Hasil Design Development yang telah rampung kemudian akan didetailkan dalam bentuk Detail Engineering Design (DED+BIM) dengan fokus pekerjaan pada perencanaan area Drop Off (mencakup area curbside, perluasan check-in hall, perbaikan shopping arcade, boarding dan area kedatangan), Gedung Terminal Eksisting (check-in, baggage claim, commercial, office), dan Airside Corridor baru (kedatangan, boarding, transit). Perluasan pekerjaan ini dengan metoda Rancang Bangun (Design & Build) untuk mendapatkan produk yang sesuai dengan mutu, waktu dan biaya yang direncanakan.

Mengingat ketentuan baru dari lampiran Peraturan Menteri PUPR nomor 22 Tahun 2018 terkait dengan proses perencanaan dan perancangan bangunan gedung milik pemerintah, maka proses perencanaan di T1 bandara Juanda ini adalah termasuk perencanaan multidisiplin dengan melibatkan banyak tenaga ahli dengan keahlian khusus. Penggunaan BIM sebagai bagian dari integrasi penyusunan dokumen dan koordinasi proses perencanaan, melibatkan tenaga ahli khusus BIM Engineer yang disediakan oleh Tim Konsultan Perencana PT. Alien Bangun Nusantara. Untuk proses modelling pada rancangan arsitektur, digunakan software Autodesk Revit.

Karena persyaratan penggunaan BIM adalah untuk bangunan baru, maka yang digunakan software BIM adalah bagian Airside Corridor sepanjang 670 meter, yang merupakan penambahan bangunan baru dengan dilatasi ke bangunan eksisting. Dengan massa bangunan tersebut, beberapa kendala yang telah diperkirakan muncul dan diselesaikan dengan metode BIM di antaranya :

- Sistem struktur dilatasi bangunan eksisting
- Modifikasi pada fixed bridge eksisting
- Sistem HVAC (heating, ventilating, air-conditioning) sepanjang lebih dari 600 meter, dengan posisi chiller berada di salah satu ujung.
- Penempatan alat transportasi buatan (travellator) dan kaitannya dengan system mekanikal – elektrik
- Access road yang berada di bawahnya.



Dengan dibuat permodelan dengan Revit, akan ditemukan irisan permasalahan yang timbul antar disiplin ilmu, dan diselesaikan dengan metode seefisien mungkin untuk menekan kesalahan yang berpotensi terjadi saat pelaksanaan.

Konsep pengukuran pada keadaan yang sebenarnya juga disandingkan kepada konsep perencanaan itu sendiri. Kondisi eksisting di area perencanaan harus diperhatikan secara seksama terkait perencanaan dimensi maupun metode pelaksanaan yang akan di usulkan. Struktur akan didesain *full* dilatasi terhadap stuktur eksisting, untuk itu perlu dicermati setiap kondisi eksisting dari portal airside corridor yang ada pada setiap titik rencana kolom portal baru.

Kesulitan dan kendala yang muncul terkait pada penyelesaian detail Arsitektur di area boarding lounge. Maka kendala-kendala yang ditemukan sebelum proses perencanaan dimulai keseluruhan, permasalahan struktur dan detail arsitektur ini dipecahkan dengan penggunaan software/ perangkat lunak BIM (Building Information Modelling). Sesuai tujuannya, BIM menjadi acuan untuk metoda pelaksanaan yang terukur yang menjamin hasil yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan dari sisi waktu dan anggaran biaya yang tersedia oleh Pelaksana

- Afsari, K. (2012). Building Information Modeling in Concept Design Stage. *ResearchGate*.
- HARDIN, B. (2009). BIM and Construction Management - Proven tools, methods, and workflows. In *Igarss 2014*.
- Haron, A. T., Marshall-Ponting, A., Mohd Nawi, M. N., & Ismail, M. H. (2014). Building information modelling: A case study approach to identify readiness criteria for process requirement. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*.
- Kermanshahi, E. K., Tahir, M. B. M., Shukor Lim, N. H. A., Balasbaneh, A. T., & Roshanghalb, S. (2020). Implementation of Building Information Modeling for Construction Clash Detection Process in the Design Stage: A Case Study of Malaysian Police Headquarter Building. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/476/1/012009>
- Nguyen, Q. T., Luu, P. Q., & Ngo, Y. V. (2020). Application of BIM in design conflict detection: A case study of Vietnam. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/869/2/022038>
- Park, H. J. (2008). Evolution + BIM: The utilization of building information modelling at an early design stage. *CAADRIA 2008 - The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia: Beyond Computer-Aided Design*.
- Permana, T. A. (2020). *Arsitek di Bandara : Perencana atau Master Builder*. Webinar Arsitektur Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- Prabhakaran, A., Mahamadu, A.-M., Mahdjoubi, L., & Manu, P. (2020). An Approach for Integrating Mixed Reality into BIM for Early Stage Design Coordination. *MATEC Web of Conferences*. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202031204001>
- Sacks Eastman, Charles M., Lee, Ghang, Teicholz, Paul M., R. (2018). BIM Handbook A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. In *Wiley*.