

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Permodelan dengan BIM (*Building Information Modelling*)

BIM (*Building Information Modelling*) merupakan metode dengan menggunakan teknologi untuk memodelkan suatu bangunan dimana aspek design, konstruksi, dan operasional dirangkum menjadi satu dalam informasi digital yang terintegrasi dan bekerja secara kolaboratif. Penelitian mengenai BIM di Amerika dan Eropa telah dimulai pada tahun 1970-1980-an akan tetapi mulai diaplikasikan pada proyek mulai pertengahan tahun 2000-an (Azhar dkk, 2009). Aplikasi permodelan berbasis dua dimensi (2D) seperti CAD memang telah ada sejak beberapa puluh tahun yang lalu, namun seiring perkembangan zaman maka banyak praktisi yang melakukan penelitian tentang permodelan n-dimensi. Dikatakan n-dimensi karena teknologi dari BIM ini sendiri memiliki *range* permodelan dari 3D sampai 7D. Permodelan dapat dibuat menjadi 4D bila menambahkan aspek waktu, dan menjadi 5D bila ditambahkan aspek biaya. Dan dimensi lainnya dapat ditambahkan sesuai kebutuhan pengguna.

Penggunaan BIM dalam dunia proyek konstruksi ini sangat membantu karena informasi-informasi yang semula sangat susah untuk didapatkan dan sering sekali lalai dapat dengan mudah dikoordinasikan. Beberapa keuntungan dari BIM adalah (Rayendra & Soemardi, 2014) :

- a. Meminimalkan design *lifecycle* dengan meningkatkan koordinasi antara *owner*, konsultan, dan kontraktor. Setiap elemen (arsitek, struktur, dan *mechanical electrical*) dalam proyek konstruksi memiliki fungsi dan kepentingan sama besarnya, dan hal ini yang sering membuat ketidak sinkronan antar elemen pada saat proses design sehingga menyebabkan *clash* (tabrakan) saat dikerjakan di lapangan yang nantinya menimbulkan *dispute*.
- b. Akurasi dokumentasi dari proses konstruksi sehingga tidak terjadi kesalahpahaman saat proses konstruksi berjalan. Seperti kelengkapan *scope* dan volume pekerjaan.

- c. Dapat digunakan untuk mengendalikan *life cycle* bangunan, termasuk saat operasional dan pemeliharaan.
- d. Memperkecil kemungkinan terjadinya konflik.
- e. Pemotongan biaya proyek dan meminimalisir limbah bahan konstruksi.
- f. Meningkatkan manajemen konstruksi.

2.1.1. Autodesk Revit

Dalam sebuah proyek konstruksi sering sekali terjadi disinkronisasi antar beberapa disiplin ilmu yang seharusnya saling berkaitan, seperti arsitektur, sipil atau struktur, dan mekanikal elektrik. Terkadang apa yang seharusnya dilakukan bersama-sama oleh para engineer dilakukan secara terpisah dikarenakan tidak ada bidang yang menyatukannya. Namun pada masa sekarang ini penggunaan aplikasi yang bisa menyatukan ketiga disiplin ilmu tersebut dalam perencanaan proyek konstruksi sudah mulai banyak bermunculan dan diterapkan agar sinkronisasi tercipta dengan baik dan memudahkan pekerjaan di lapangan, tentu saja dapat juga mempersingkat waktu pelaksanaan. Salah satu program yang digunakan oleh para engineer adalah Autodesk Revit.

Autodesk Revit merupakan salah satu aplikasi program atau *tools* berbasis BIM yang membantu dalam pendokumentasian proyek secara lebih nyata karena dimodelkan dalam bentuk 3D.

Autodesk merupakan perusahaan yang mengembangkan berbagai *software* di banyak bidang seperti industri lintas manufaktur, arsitektur, bangunan, konstruksi, dan media, serta hiburan. Perusahaan ini didirikan pada tahun 1982 oleh John Walker dan Dan Drake, dan bermarkas di Mill Valley, California (*Sejarah Autodesk*, 2011).

Dalam beberapa tahun terakhir ini dunia konstruksi di Indonesia banyak menggunakan *software* dari perusahaan Autodesk salah satunya seperti Autocad, 3ds Max, sampai muncul *software* baru yang berbasis BIM yaitu Revit. *Software* ini digunakan karena produk-produk *software* dari Autodesk telah familiar dan banyak digunakan di Indonesia sehingga dapat membantu seperti *import file* dari Autocad. Sebenarnya ada lagi perusahaan yang mengembangkan *software* di bidang konstruksi yaitu Bentley. Perusahaan Bentley ini juga mengembangkan

software seperti Cad dan juga yang berbasis BIM yang bernama Microstation. Produk *software* dari perusahaan Bentley ini lebih banyak digunakan di Amerika sedangkan di Indonesia mungkin jarang atau bahkan tidak pernah digunakan.

Berikut ini merupakan fitur-fitur dari Autodesk Revit, antara lain (Rayendra & Soemardi, 2014) :

1. *Modelling*

Hal yang paling penting pertama kali dalam pembuatan project adalah sebuah permodelannya. Teknologi permodelan didalam Revit yang dikenal dengan nama *object oriented* dapat membuat permodelan menjadi lebih mudah dan efisien. Karena elemen-elemen bangunan seperti kolom, balok, besi tulangan, jendela, pintu sudah terdapat didalam opsi tersebut, tinggal memasukkan spesifikasi yang dibutuhkan.

2. *Massing*

Massing merupakan objek yang digunakan untuk menggambarkan bentuk dan geometri bangunan dengan menggunakan bentuk-bentuk yang sederhana. Tujuan dari *massing* ini adalah untuk mengetahui luasan, volume, ataupun dapat diintegrasikan dengan aplikasi lain sehingga dapat menganalisis konsumsi energi, pencahayaan, dan lain sebagainya.

3. *Phasing*

BIM sering dikenal juga dengan aplikasi empat dimensi dengan dimensi keempat adalah waktu. Revit mampu melakukan perubahan terhadap model, sesuai dengan yang diinginkan untuk tahapan-tahapan proyek. Untuk setiap tahapan pelaksanaan konstruksi dapat ditentukan komponen bangunan yang akan hilang atau muncul.

4. *Grouping*

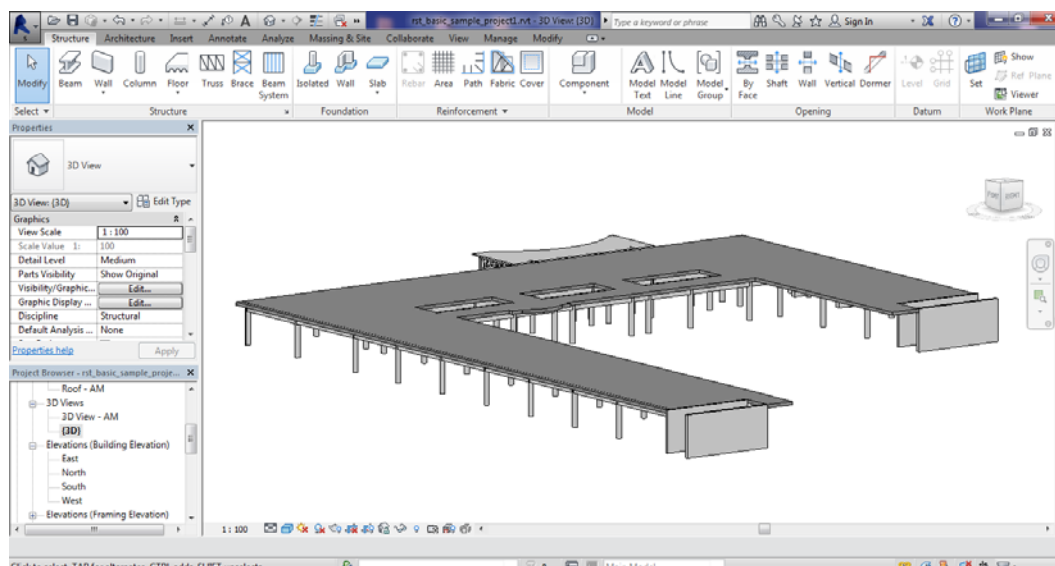
Revit juga dapat berfungsi sebagai aplikasi yang dapat menyajikan data dalam berbagai bentuk. Model yang dibuat dengan Autodesk Revit dapat menyusun objek-objek tersebut dalam satu susunan *list*. *List* tersebut akan langsung terintegrasikan dengan model yang dibuat, sehingga ketika ada perubahan pada objek tersebut akan menyebabkan perubahan pula pada *list*-nya.

Dengan fitur-fitur tersebut, maka dalam penelitian ini Revit akan digunakan untuk melakukan *quantity take-off* atau melakukan perhitungan volume terhadap permodelan yang akan dibuat nantinya. Karena kelebihan Autodesk Revit dari segi permodelannya adalah dengan adanya teknologi *object oriented*, maka *user* yang akan memodelkan elemen-elemen seperti balok, kolom, plat opsi tersebut sudah ada jadi tinggal mengisi spesifikasinya seperti dimensi (Parvan, 2012).

Untuk memodelkan bangunan dari segi struktur, Revit dapat memodelkan beberapa elemen struktur tersebut, seperti balok, plat, dan kolom beton, kemudian penulangannya, serta struktur baja.

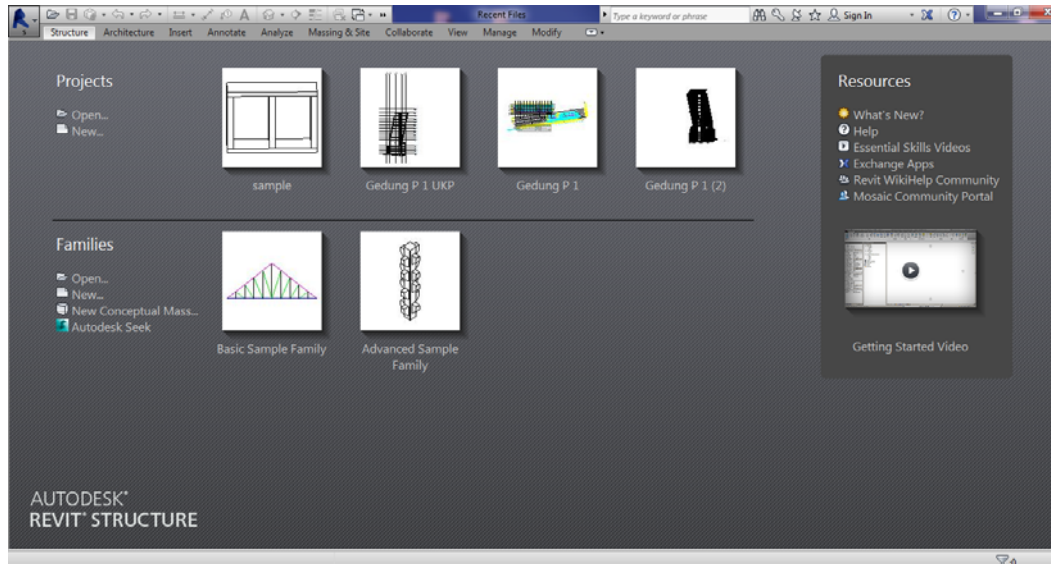
Berikut ini akan dijelaskan beberapa kemampuan Autodesk Revit yang memiliki fitur *modelling* dalam memodelkan beberapa elemen bangunan :

1. Revit dapat memodelkan elemen struktur seperti plat, balok, dan kolom kemudian karena memiliki fitur *massing* maka dari permodelan tersebut dapat dihitung volume betonnya. Oleh karena itu Revit seringkali digunakan untuk melakukan *quantity take-off*. Gambar 2.1 adalah contoh permodelan yang dibuat dan akan dihitung volume betonnya dan akan dibandingkan dengan perhitungan sendiri menggunakan Autocad dan Microsoft Excel.



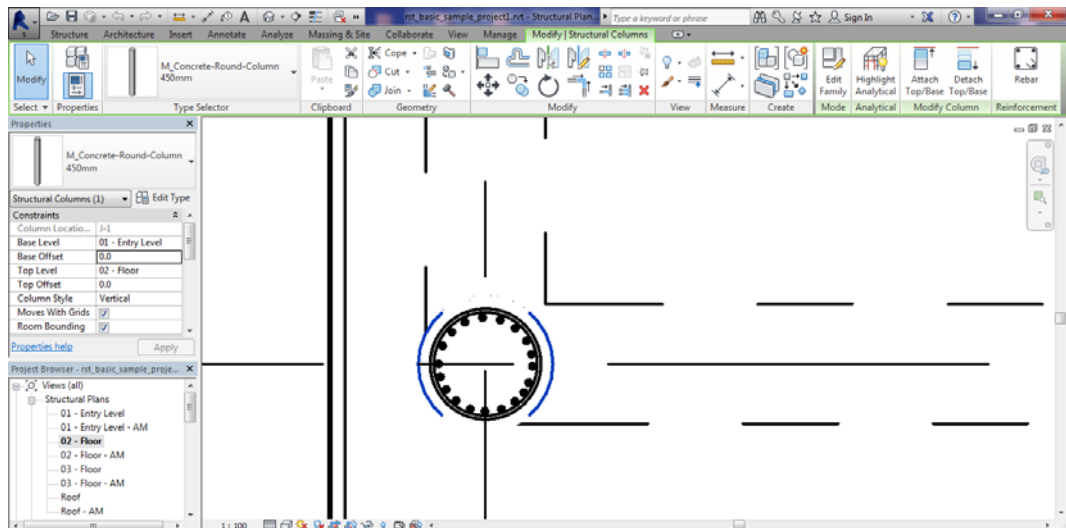
Gambar 2.1. Permodelan struktur beton

Gambar 2.2 merupakan tampilan awal pada Autodesk Revit, apabila ingin membuat *file* baru maka diharuskan memilih *new project*, sedangkan apabila ingin membuka dan meng-*edit file* yang telah dibuat sebelumnya maka dapat memilih *open project*.

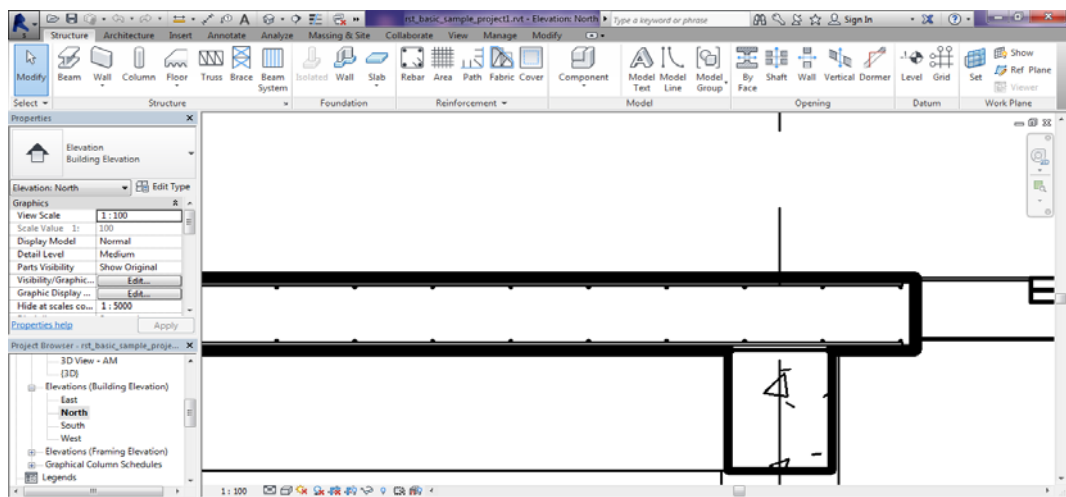


Gambar 2.2. Tampilan awal Autodesk Revit

2. Kemudian selanjutnya Revit dalam melakukan permodelan dalam pekerjaan pembesian. Akan tetapi perlu waktu yang cukup lama untuk membuat model pembesian tersebut hingga sama seperti keadaan aktual dilapangan. Apalagi adalah sambungan atau *overlap* apabila dibutuhkan dan terdapat kait yang bentuknya berbeda-beda sesuai dengan elemen strukturnya, misal kait pada sengkang, kait pada balok dan kolom.

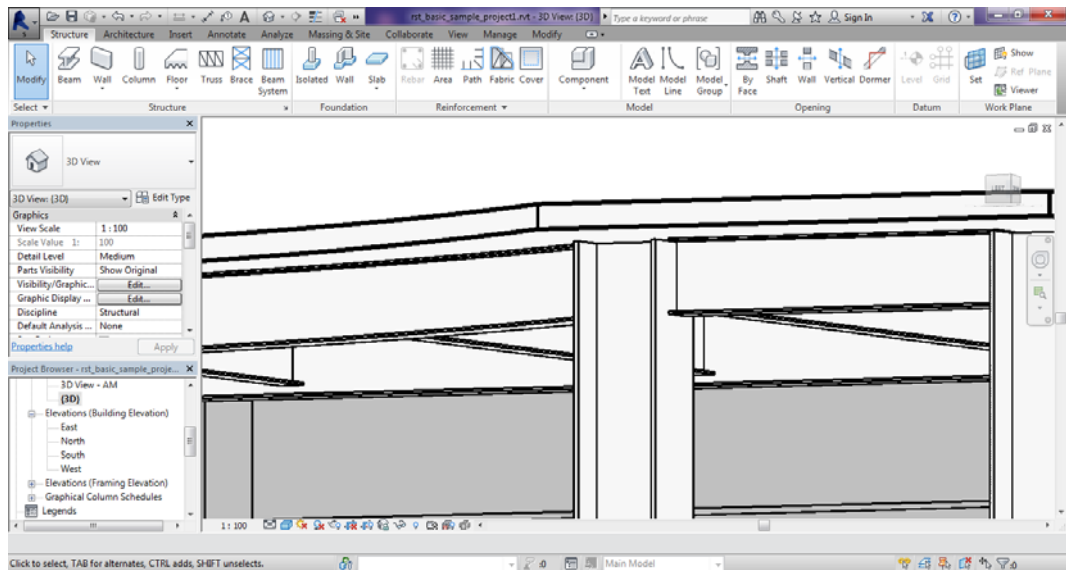


Gambar 2.3. Penulangan kolom tampak atas



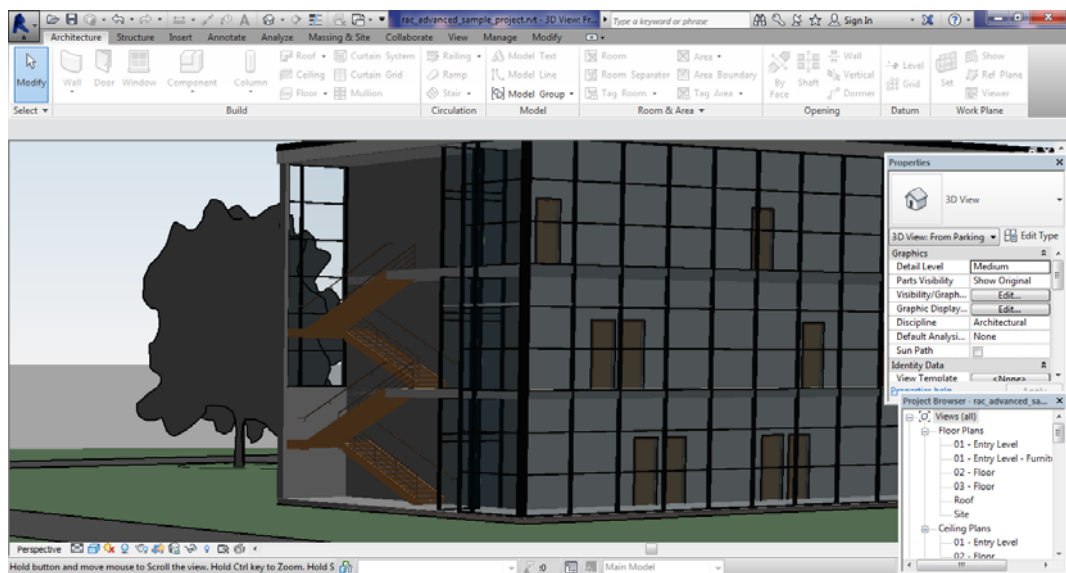
Gambar 2.4. Penulangan plat tampak samping

3. Revit juga dapat membuat permodelan struktur baja, akan tetapi perlu permodelan khusus dalam sambungan-nya. Karena permodelan untuk setiap sambungan baik sambungan las maupun baut tidak dapat didefinisikan hanya dengan menggunakan permodelan biasa, tetapi perlu menambahkan elemen sendiri atau yang dikenal dalam Revit yaitu *family* untuk dapat memunculkan sambungannya.



Gambar 2.5. Sambungan baja tanpa *family* baut atau las

4. Selanjutnya Revit dapat membuat elemen dari arsitektur seperti pintu, jendela, dan railing tangga. Seperti yang terlihat pada gambar 2.6. Kemudian dari elemen yang dimodelkan tersebut dapat dimunculkan berupa list yang berisikan jumlah, dimensinya. Seperti pada gambar 2.7.



Gambar 2.6. Elemen arsitektural tangga dan pintu yang dimodelkan dengan Revit

2.2. *Quantity Take-Off*

Proses tender merupakan langkah awal dari kontraktor untuk mendapatkan proyek, karena tanpa mengikuti tahapan ini kontraktor tidak dapat melakukan proses produksi. Proyek-proyek di bidang konstruksi menjadi salah satu bidang usaha yang menjadi ajang kompetisi banyak kontraktor, hal ini sangat mempengaruhi kinerja dari kontraktor tersebut. Untuk dapat bertahan, kontraktor dituntut secara aktif mampu mendapatkan pekerjaan dengan berperilaku profesional, antara lain dengan mengutamakan kualitas, ketepatan waktu, serta efisiensi biaya.

Ada beberapa tahapan di dalam proses tender dimulai dari pembentukan tim tender, selanjutnya menunjuk konsultan perencanaan. Setelah gambar perencanaan sudah ada dan disetujui maka selanjutnya akan ada perhitungan volume atau *quantity take-off* dari gambar tersebut. Gambar dan volume yang telah dihitung akan diikat dengan kontrak atau RKS yang kemudian akan ditenderkan. Gambar tersebut dinamakan gambar *for tender* sedangkan volume yang telah dihitung dan ditenderkan akan disusun menjadi Bill of Quantity (BQ) yang akan dipergunakan pada waktu pelelangan pekerjaan.

Quantity take-off memiliki peranan yang sangat penting untuk dilakukan dengan teliti oleh kontraktor, karena kegiatan ini diperlukan untuk melakukan perhitungan dan pengecekan volume pekerjaan yang nantinya akan disusun kedalam lingkup pekerjaan didalam BQ, yang nantinya akan diajukan sebagai dokumen penawaran. Perhitungan volume ini harus dilakukan secara cermat dan akurat serta terstruktur sesuai dengan gambar perencanaan yang telah disetujui agar tidak terjadi kesalahan yang nantinya akan mengakibatkan *dispute* atau perselisihan pendapat atau bahkan menyebabkan kontraktor tersebut mengalami kerugian.

BQ merupakan kumpulan daftar yang memberikan gambaran dan kuantitas/volume yang diestimasi untuk pekerjaan yang dilaksanakan. BQ merupakan bagian dari dokumen kontrak dan menjadi dasar pembayaran kepada kontraktor (Utama, 2009). Dengan alasan tersebut maka proses penyusunan BQ yang akan diajukan sebagai dokumen penawaran oleh kontraktor menjadi hal yang sangat penting dan tidak dapat diabaikan.

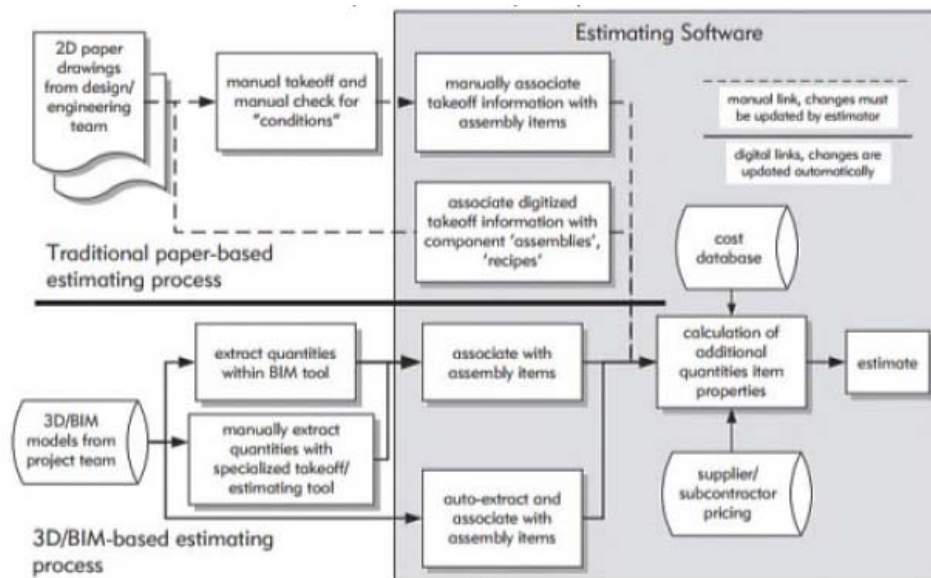
Di sisi lain seorang kontraktor harus juga dapat melakukan *quantity take-off* dengan akurat, agar dapat memberikan penawaran dengan tepat sesuai dengan lingkup pekerjaannya dan tidak menyebabkan banyak *waste* saat proses konstruksi.

Secara kasar, apapun metode dapat digunakan dalam proses *quantity take-off* ini, namun ini dapat melahirkan kekeliruan bagi pihak-pihak yang akan menggunakannya seperti kontraktor, owner, ataupun konsultan sendiri. Penafsiran yang berbeda dapat lahir dari masing-masing pihak karena tidak adanya kesamaan metode. Disamping itu kesalahan penafsiran dapat menyebabkan kontraktor memasukkan harga penawaran yang tidak tepat dan seterusnya menghasilkan harga tender yang tidak kompetitif dan layak. Hasilnya, perdebatan antara kontraktor dan konsultan mengenai volume pekerjaan pada waktu *aanwijzing*, dan bukan lagi proses penjelasan mengenai lingkup pekerjaan. Jika sistem ini masih dipertahankan, maka diperlukan suatu kesepakatan terhadap proses pengukuran kuantitas (*quantities take-off*) item-item pekerjaan, penetapan satuan (*measurement unit*) dan deskripsi item pekerjaan (*item description*). Kesepakatan tersebut sebaiknya dinyatakan dalam bentuk suatu standardisasi yang mengikat semua pelaku dalam industri konstruksi, sehingga menghasilkan cara yang seragam dalam proses tersebut (Utama, 2009).

Menurut Sunartyas (2015), salah satu anggota IQSI (Ikatan *Quantity Surveyor* Indonesia) proses *quantity take-off* di Indonesia sekarang ini belum menggunakan standar yang jelas, sehingga setiap *quantity surveyor* yang hendak melakukan *quantity take-off* akan melakukan perhitungan volume sesuai dengan yang disepakati bersama dan akan melakukan klarifikasi pada saat *aanwijzing*. Oleh karena itu untuk menghindari perbedaan asumsi atau penafsiran berbagai pihak maka diperlukan sebuah standar agar perhitungan volume yang dihasilkan dapat memiliki penafsiran yang sama, standar tersebut dinamakan SMM (*Standard Method of Measurement*). SMM merupakan pedoman atau aturan yang berisikan hal-hal dan penjelasan mengenai cara mengambil volume, menuliskan uraian dan menyusun pekerjaan bangunan. SMM merupakan pedoman bagi *quantity surveyor* dalam menyusun BQ. Standardisasi ini telah dimiliki oleh beberapa negara seperti Inggris, Australia, Selandia Baru, India, Hongkong, Singapura, Malaysia, dan beberapa negara persemakmuran lainnya (Utama,

2009). Menurut salah satu anggota IQSI tersebut, saat ini untuk proses penghitungan volume untuk menyusun menjadi BQ menggunakan *hardcopy* atau gambar yang telah dibuat oleh perencana dan ditanda tangani oleh tim lelang. Untuk menghitung volume tersebut menggunakan alat bantu *tools* Autocad untuk memudahkan.

Menurut Kuncoro (2015), salah satu *quantity surveyor* di Jakarta, saat ini mereka menghitung volume dengan menggunakan gambar *hardcopy* dan gambar dari Autocad, serta dibantu dengan Microsoft Excel. Volume tersebut yang nantinya akan digunakan ketika tender.



Gambar 2.8. *Conceptual diagram of 2D and 3D BIM-based QTO and estimating process* (Eastman et al., 2011)

Pada Gambar 2.8 dapat dilihat bahwa cara menghitung volume yang tradisional atau *manual take-off* dengan menggunakan gambar 2D akan banyak memerlukan proses yang manual. Untuk proses perhitungannya diperlukan ketelitian agar mendapatkan bentang bersih dari setiap elemen sehingga volume yang sama tidak terhitung dua kali. Sedangkan dengan menggunakan *tools* dari BIM, salah satunya adalah Revit maka proses menghitung volume yang semula dilakukan dengan manual akan langsung dapat keluar dari permodelan yang telah

dibuat. Hal ini dapat mengurangi dampak *human error* akibat peran dari proses manual tersebut.

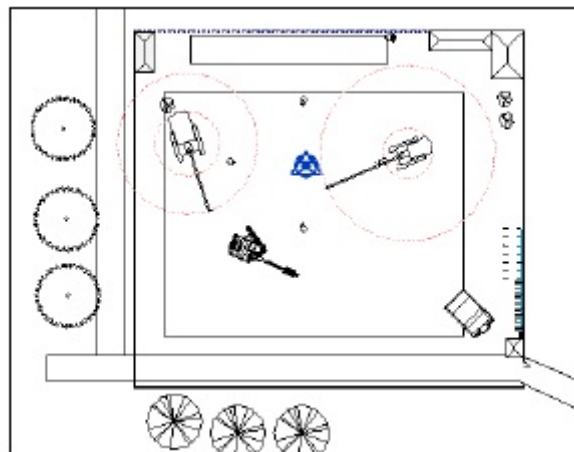
Dalam penelitian yang dilakukan oleh Akintoye dan Fitzgerald (2000), *quantity surveyor* yang telah mengenal Revit akan menggabungkan kemampuan teknik dan skill mereka dalam membuat permodelan yang kemudian hasil perhitungan volumenya akan dihasilkan oleh Revit. Hal ini dilakukan untuk menghindari kesalahan karena apabila terlalu tergantung kepada *software* atau menghindari terjadinya istilah “*garbage in garbage out*”.

2.3. Penelitian yang Pernah Dilakukan dengan Menggunakan Revit

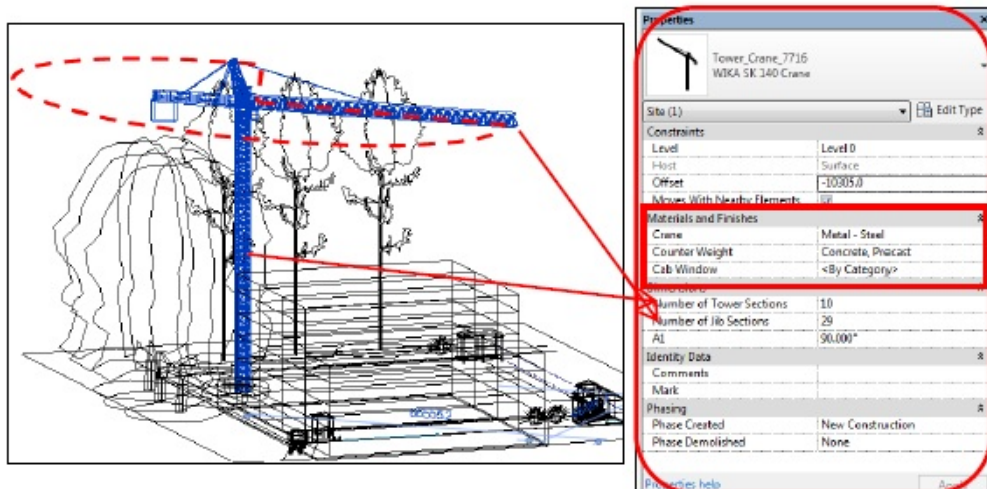
Beberapa penelitian yang pernah dilakukan dengan menggunakan Autodesk Revit :

1. BIM Digunakan untuk *Modelling* Tahap Pra-Konstruksi (Rayendra & Soemardi, 2014)

Pada penelitian kali ini BIM digunakan untuk memodelkan tahap pra-konstruksi, yaitu pada tahap perencanaan *site layout*. Dapat dilihat pada Gambar 2.9 pertama-tama *site layout* dimodelkan dengan menggunakan Autocad dengan model gambar 2D. Kemudian dari gambar yang ada tersebut di-*import* kedalam Revit yang nantinya akan digambar kembali dengan model 3D. Pada Gambar 2.10 dapat dilihat bahwa peneliti sedang melakukan penggambaran *tower crane*. Salah satu keuntungan dari Autodek Revit adalah memiliki kemudahan dalam memodelkan atau menggambar, karena tiap-tiap elemen struktur memiliki komponen tersendiri. Seperti apabila ingin menggambar kolom, balok, ataupun plat akan muncul masing-masing pilihan tersebut juga disertai dengan pemilihan materialnya, apakah dari beton atau baja. Sebagai contoh yang terlihat pada Gambar 2.8 peneliti sedang menggambar *tower crane*. Maka elemen *tower crane* itu sendiri sudah tersimpan atau terdapat didalam Revit, tinggal mengisi spesifikasinya.



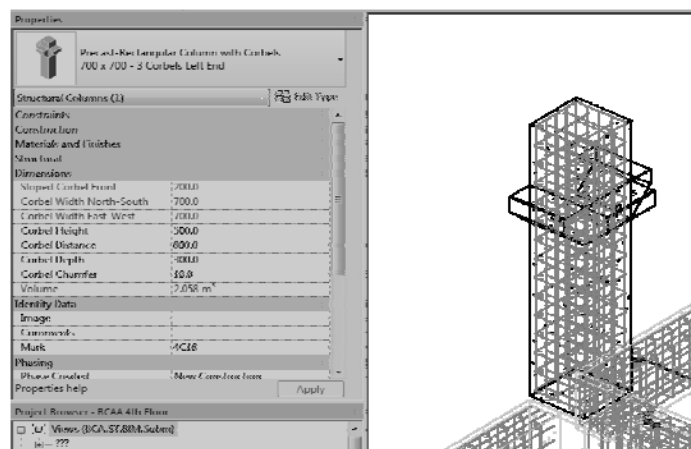
Gambar 2.9. Site layout yang dimodelkan dengan Autodesk Autocad
(Rayendra & Soemardi, 2014)



Gambar 2.10. Penggambaran *tower crane* dengan menggunakan Autodesk Revit (Rayendra & Soemardi, 2014)

2. BIM Digunakan sebagai *Quantity Take-Off* (Sutanto, 2015)

Peneletian ini dilakukan pada Singapura dengan melakukan analisa terhadap *software* Autodesk Revit untuk melakukan *quantity take-off* atau perhitungan volume dari model yang telah dibuat, model dalam penelitian ini menggunakan BCA Academy Building. Perhitungan volume dari penelitian ini digunakan untuk mendapatkan volume dari gambar perencanaan yang ada, kemudian akan ditenderkan. Dari penelitian ini didapatkan selisih perhitungan volume dari Revit dan menghitung manual kurang dari 5% dan disimpulkan bahwa Revit dapat digunakan sebagai *tools* untuk melakukan *quantity take-off*.



Gambar 2.11. Perhitungan volume beton pada kolom (Sutanto, 2015)