

PEMANFAATAN OBYEK 4D PADA PERENCANAAN/ PELAKSANAAN PROYEK PENGADILAN NEGERI CIANJUR JAWA BARAT

Maksum Tanubrata

*Dosen Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha, Jl Prof Drg Suria Soemantri 65, Bandung
Email: maksum.tanubrata150@gmail.com*

ABSTRAK

Salah satu komponen dari perencanaan suatu proyek adalah penjadwalan setiap aktivitas yang akan dilaksanakan pada proyek tersebut. Penelitian yang berkembang pada saat ini berhasil mengembangkan suatu sistem yang dikenal dengan sistem perencanaan 4D yang mampu menggambarkan urutan-urutan proyek konstruksi. Sistem perencanaan 4D pada dasarnya adalah penggabungan antara gambar 3D dengan waktu sebagai dimensi keempat. Tujuan dari penulisan ini adalah melakukan simulasi urutan pelaksanaan proyek konstruksi sebelum Proyek tersebut dilaksanakan di lapangan. Jadi sebelum kontraktor melaksanakan pekerjaan tersebut, kontraktor dapat mengetahui hal-hal apa yang akan terjadi pada waktu proyek tersebut dilaksanakan yaitu dengan menggunakan simulasi dengan mempergunakan alat bantu berupa program dari vico software. Adapun proyek yang ditinjau adalah proyek Pengadilan Negeri Cianjur Jawa Barat. Adapun metode yang digunakan adalah merupakan penggabungan antara jadwal dan 3D model menggunakan program *Microsoft Project* dan program dari *Vico Software* seperti *Constructor, Control, Estimator*, dan *5D Presenter* sebagai media untuk menampilkan simulasi. Adapun simulasi ini mempunyai kelemahan yaitu jika nanti proyek tersebut akan dilaksanakan pengadaan barang-barang yang dibutuhkan pada proyek ini tidak boleh terlambat. Dari penelitian ini dapat dilihat proses pelaksanaan urutan pekerjaan berdasarkan rencana kerja yang dibuat. Simulasi 4D memberikan gambaran terhadap metode pengerjaan yang akan digunakan, dan juga dapat dilakukan evaluasi terhadap jadwal proyek apabila terjadi konflik antar jenis pekerjaan.

Kata kunci : 3D model, 4D model, penjadwalan, simulasi, *microsoft project*.

1. PENDAHULUAN

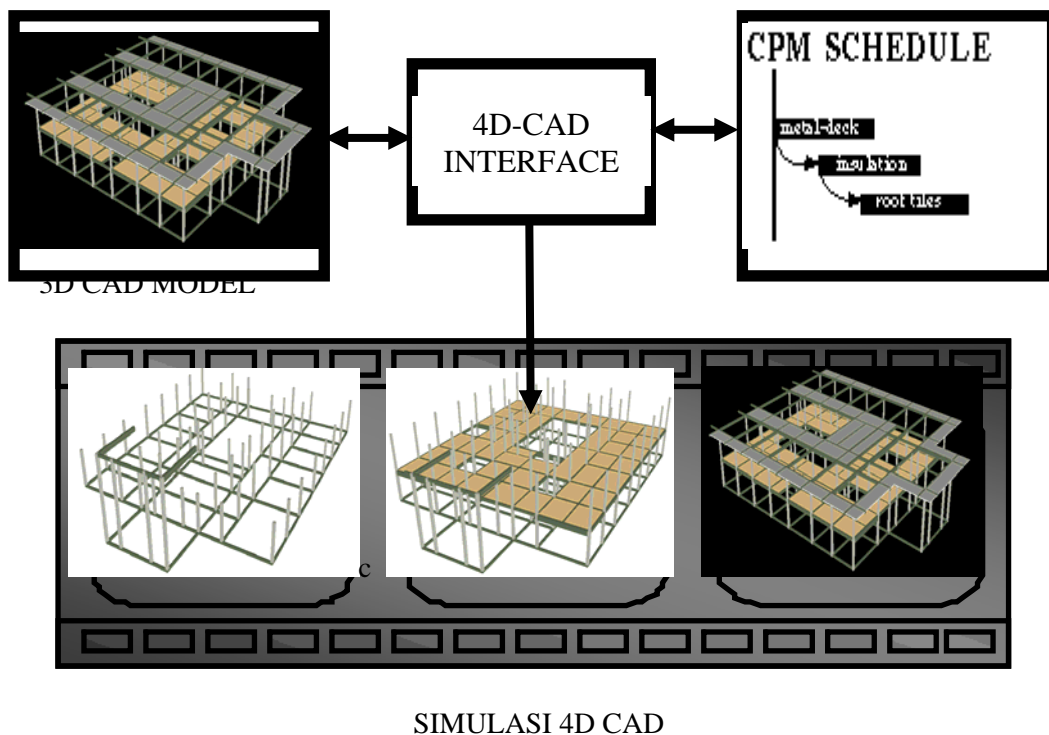
Teknik yang digunakan untuk mengelola suatu desain konstruksi, perencanaan dan proses-proses konstruksi dari suatu fasilitas pada perangkat lunak merupakan abstrak dari proses-proses konstruksi dan mengurangi permasalahan yang sangat kompleks pada saat proses pelaksanaan konstruksi kedalam sebuah *Gantt chart* atau *CPM schedule*. Permasalahan yang terkadang timbul adalah mentransformasikan gambar dua dimensi secara nyata, baik ukuran dari bangunan dan urutan-urutan detail penggambaran. Dengan semakin bertambahnya permasalahan yang dihadapi oleh dunia konstruksi pada saat ini, maka dibutuhkan suatu sistem perencanaan proyek yang lebih baik. Terutama dengan semakin kompleksnya proyek konstruksi serta semakin terbatasnya sumber daya yang tersedia, memaksa perencana proyek untuk merencanakan pelaksanaan konstruksi seefisien mungkin. Semakin terperinci perencanaan yang dilakukan, maka semakin kecil kesalahan yang mungkin terjadi di lapangan. Tulisan ini menunjukkan upaya terbaik

dalam mengkomunikasikan kemajuan pekerjaan di lapangan berdasarkan waktu yang telah direncanakan dengan gambar proyek yang akan dilaksanakan.

Para perencana/ kontraktor proyek umumnya menggunakan metode penjadwalan jaringan untuk memvisualisasikan bagaimana jadwal konstruksi dilaksanakan. Sistem penjadwalan tersebut saat ini telah banyak membantu para perencana proyek untuk mengkoordinasikan pelaksanaan kegiatan konstruksi tersebut kepada pihak-pihak yang terlibat. Namun, sistem penjadwalan tersebut masih belum memberikan gambaran secara menyeluruh mengenai bentuk komponen proyek serta tingkat kerumitan komponen proyek yang akan dibuat. Dengan demikian untuk mengidentifikasi bentuk komponen proyek yang berhubungan dengan suatu kegiatan konstruksi, maka perencana proyek harus melihat pada gambar dua dimensi dan mengasosiasikan komponen proyek tersebut dengan representasinya pada sistem penjadwalan proyek. Karena sistem penjadwalan tersebut masih merupakan representasi abstrak dari suatu kegiatan dengan jadwalnya pada suatu proyek, para perencana masih harus menginterpretasikan aktivitas yang bersangkutan untuk memahami urutan-urutan kegiatan konstruksi. Sangat dibutuhkan suatu alat yang lebih komprehensif untuk memungkinkan arsitek, *engineers*, dan kontraktor mensimulasikan dan memvisualisasikan urutan konstruksi sebagai bagian interaksi dengan proyek tersebut sebelum dilaksanakan. Salah satu komponen dari perencanaan suatu proyek adalah penjadwalan setiap aktivitas yang akan dilaksanakan pada proyek tersebut. Perencanaan proyek pada umumnya menggunakan metoda penjadwalan diagram batang untuk menjelaskan bagaimana jadwal konstruksi dilaksanakan.

Akan tetapi, metoda penjadwalan tersebut belum memberikan gambaran secara menyeluruh terhadap bentuk komponen proyek (aspek ruang) serta tingkat kerumitan komponen proyek yang akan dibuat. Dengan demikian untuk memberikan gambaran kegiatan proses konstruksi, perencana proyek harus melihat pada gambar dua dimensi dan mengasosiasikan komponen proyek tersebut dengan representasinya pada sistem penjadwalan proyek. Namun, sistem penjadwalan seperti ini belum memberikan gambaran yang jelas untuk memahami urutan-urutan kegiatan konstruksi.

Penelitian yang berkembang pada saat ini berhasil mengembangkan suatu sistem yang dikenal dengan sistem perencanaan 4D yang mampu menggambarkan urutan-urutan proyek konstruksi. Sistem perencanaan 4D pada dasarnya adalah penggabungan antara gambar 3D dengan waktu sebagai dimensi keempat, sehingga aspek ruang dan aspek waktu digabungkan menjadi satu sebagaimana yang terjadi pada proyek konstruksi.



Gambar 1. Komponen Simulasi 4D CAD

Simulasi 4D CAD mendukung proses *capturing* dan mengatur secara dinamis interaksi antara komponen-komponen proyek dan sumber daya dari waktu ke waktu dan mendukung interaksi pengguna setiap waktu dengan 4D CAD *model*. Simulasi ini pun membantu dalam komunikasi mengenai proyek yang akan dilaksanakan, persetujuan dan perbaikan dari jadwal konstruksi oleh berbagai pihak, seperti para manajer konstruksi, klien-klien, para perancang, subkontraktor dan pihak-pihak yang berkepentingan.

2. TUJUAN PENELITIAN

Berangkat dari permasalahan diatas, tujuan penulisan ini adalah melakukan simulasi pelaksanaan menggunakan sistem 4D CAD sebelum pelaksanaan proyek konstruksi tersebut dilaksanakan.

3. KONTRIBUSI SIMULASI 4D CAD

Menggambarkan hubungan antara waktu dan ruang merupakan suatu mekanisme yang sangat kuat untuk memvisualisasikan dan mengkomunikasikan tujuan desain. Dengan melakukan simulasi 4D CAD ini, pihak-pihak yang berkepentingan dalam proyek dapat mengidentifikasi permasalahan yang timbul dalam proses desain konstruksi, seperti:

1. Mengidentifikasi permasalahan yang mungkin timbul sebelum proyek tersebut diimplementasikan dengan memperlihatkan konflik antara waktu dan ruang serta masalah aksesibilitas.
2. Memberikan informasi dalam perencanaan konstruksi, bentuk gambar 2 dimensi tidak menyediakan informasi secara spesifik mengenai urutan dari aktivitas dan jadwal pengerjaan untuk tiap elemen desain.
3. Memerlihatkan metoda konstruksi yang akan dipakai dilapangan dengan memvisualisasikan secara lebih mendetail tiap tahap proses konstruksi yang akan digunakan.
4. Memerlihatkan alternatif proses konstruksi yang dapat dilaksanakan sehingga para perencana proyek dapat memperkirakan konsekuensi.

4. RUANG LINGKUP PEMBAHASAN

Materi yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah mengenai simulasi penjadwalan pengerjaan struktur beton yang meliputi sloof, balok, kolom, pelat, ring balok, dan dak beton pada Pengadilan Negeri Kabupaten Cianjur menggunakan sistem 4D. Dalam simulasi ini waktu kedatangan material diasumsikan tidak terjadi keterlambatan dengan kata lain material yang digunakan selalu tersedia di lapangan. Simulasi dalam penelitian ini menghubungkan teknologi virtual dengan suatu sistem penjadwalan dengan menggunakan *software* komersial yang telah ada.

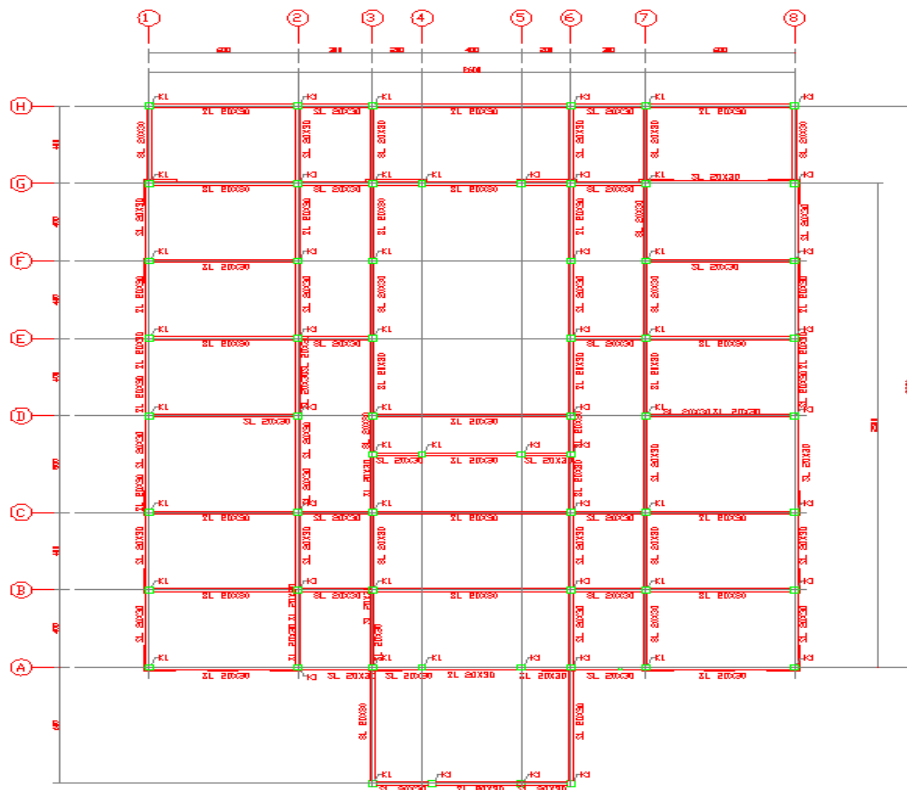
5. PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan simulasi sebelum pelaksanaan pekerjaan di lapangan di mulai. Pemodelan struktur yang diteliti adalah Pengadilan Negeri Cianjur. Penelitian ini mencoba melakukan simulasi pelaksanaan menggunakan sistem 4D yang dapat memvisualisasikan suatu alur gerakan obyek 3D sesuai dengan urutan penjadwalan yang telah direncanakan sebelumnya. Dimana simulasi pelaksanaan ini terdiri dari sloof, balok, kolom, lantai, dak beton, dan ring balok. Simulasi ini dilakukan dengan data-data yang telah diketahui:

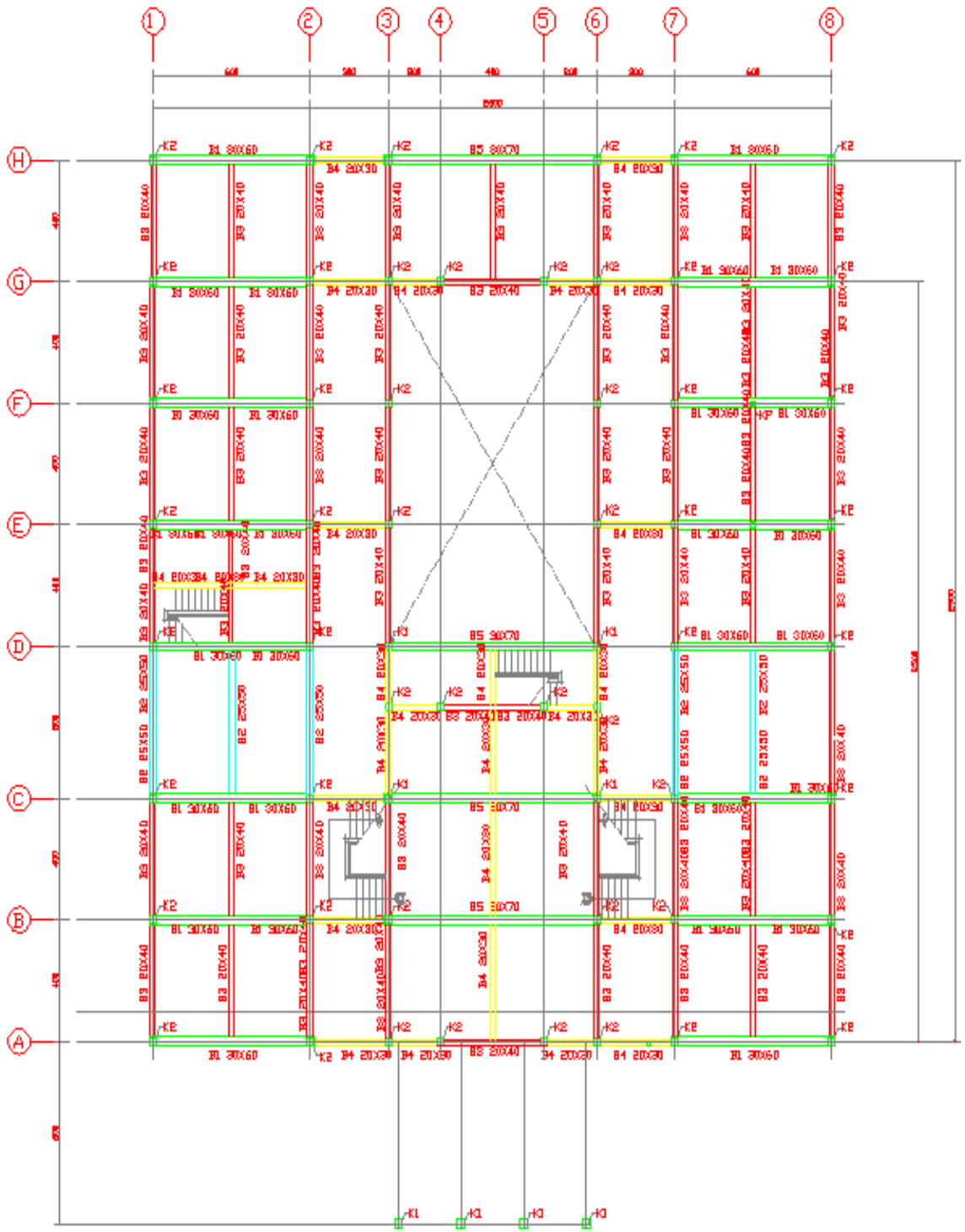
1. Denah rencana sloof dan kolom lantai
2. Denah rencana kolom dan pembalokan lantai
3. Denah rencana balok atap
4. Luas bangunan = 1508 m²
5. Lokasi = Jalan Raya Bandung – Cianjur KM 5, Cianjur

Pengerjaan proyek Pengadilan Negeri Cianjur ini dapat dibagi dalam beberapa bagian:

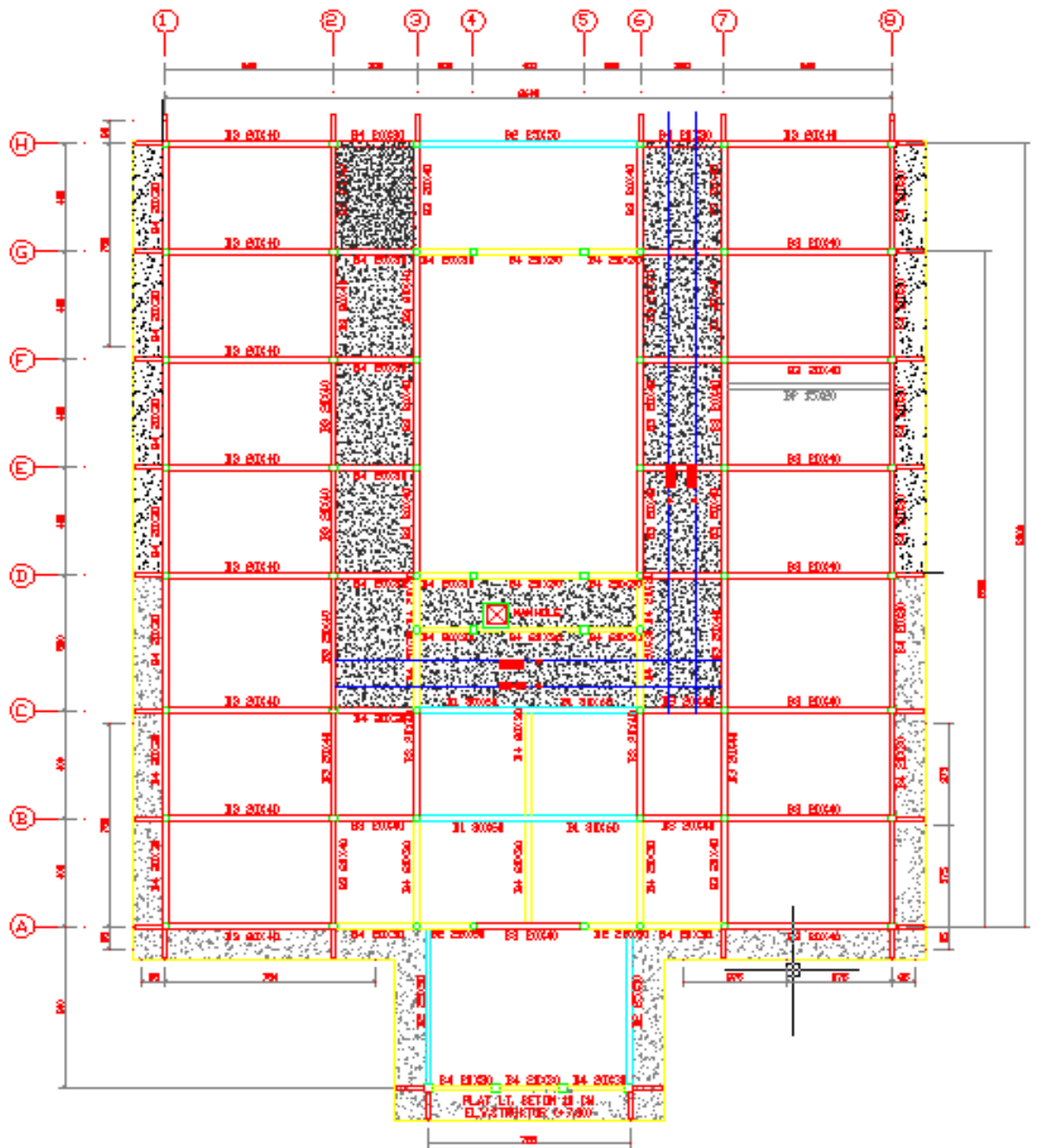
1. Pekerjaan sloof
2. Pekerjaan kolom lantai dasar
3. Pekerjaan balok lantai dasar
4. Pekerjaan pelat lantai satu
5. Pekerjaan kolom lantai satu
6. Pekerjaan ring balok
7. Pekerjaan dak beton



Gambar 2. Renc. Sloof & kolom LT.1 Skala 1:200



Gambar 3. Renc. Kolom & pembalok LT.2 Skala 1:200



RENC. RING BALOK ATAP

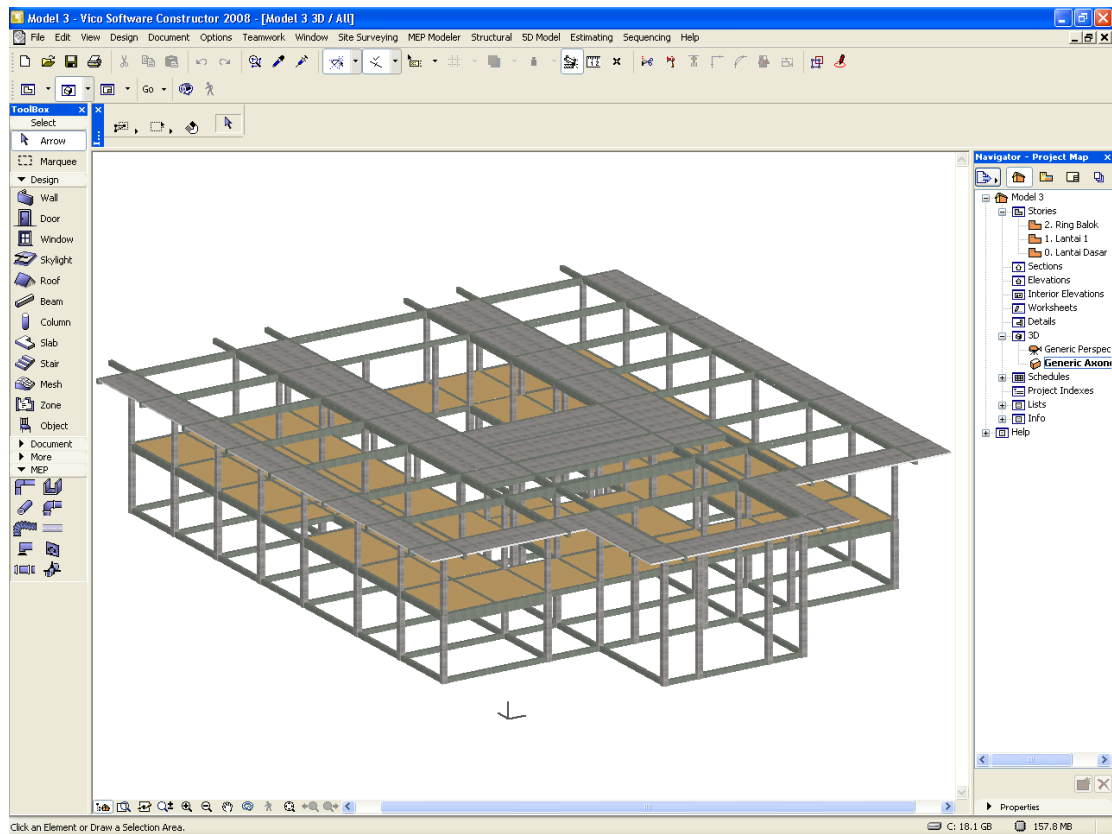
SKALA 1:200



Gambar 4. Renc. Ring Balok Atap Skala 1:200

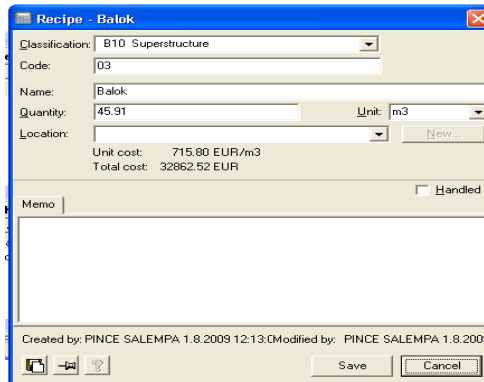
Proses simulasi 4D dimulai dengan pembuatan tiga dimensi dari elemen struktur bangunan tersebut pada program Constructor 2008 yang mengadopsi teknologi yang dimiliki oleh program ArchiCAD 11. Setiap obyek dalam proyek tersebut dimodelkan

dalam bentuk tiga dimensi serta di beri tekstur pada permukaannya sehingga elemen nampak layaknya elemen struktur beton yang ada dilapangan. Seluruh obyek tersebut disimpan dalam format Constructor 2008 Solo Project (*.pln).



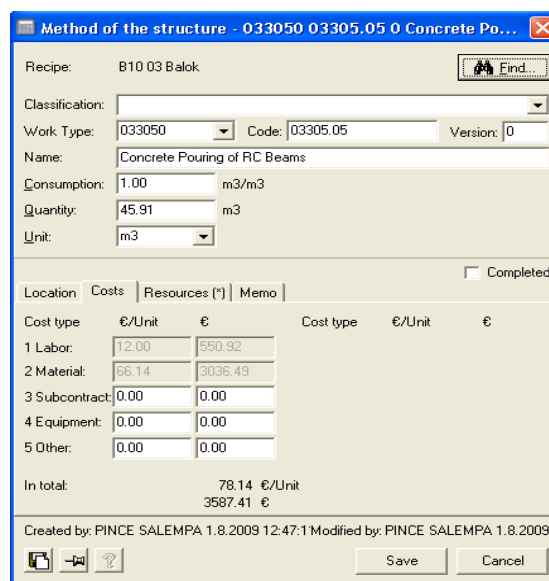
Gambar 4. Pembuatan 3D Model Pada Constructor 2008

Pembuatan 3D model dilakukan menggunakan Constructor 2008 solo Project (*.pln) agar seluruh elemen-elemen proyek yang meliputi sloof, kolom, balok, dan pelat dapat di deteksi oleh program Estimator 2008 yang nantinya disimpan dalam suatu *database* yang isi memuat seluruh elemen-elemen proyek tersebut.



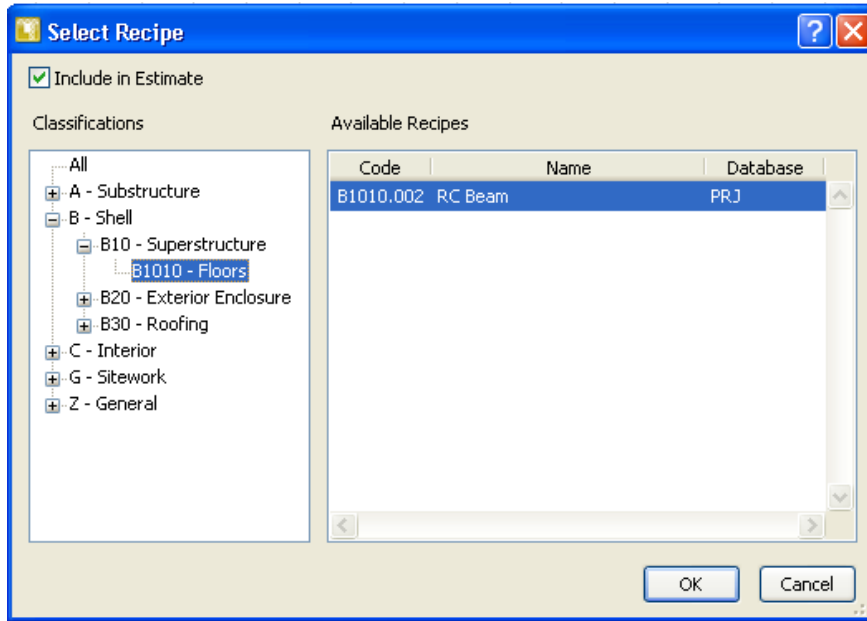
Gambar 5. Contoh Pembuatan Database Pada Elemen Balok

Setelah mendefinisikan seluruh elemen proyek yang ada, langkah selanjutnya adalah dengan memasukkan metoda pengerjaan pada elemen tersebut. Sebagai contoh diambil metoda pengerjaan pengecoran pada balok.

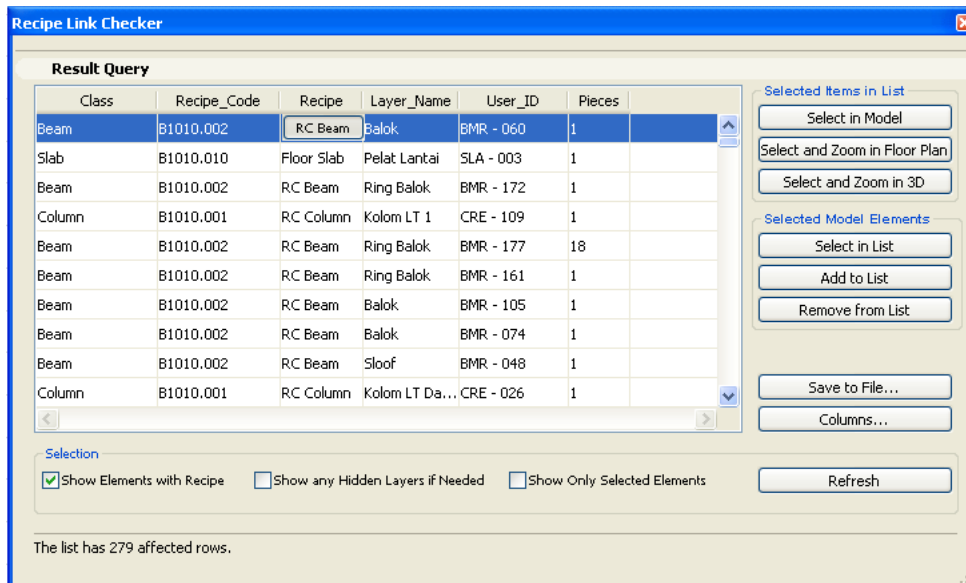


Gambar 6. Contoh Pembuatan Metoda Pengecoran Pada Elemen Balok

Obyek tiga dimensi yang telah dibuat menggunakan Constructor 2008 meng-*import database* yang telah dibuat menggunakan Estimator 2008, agar seluruh obyek 3D model tersebut dapat mendeteksi segala jenis pekerjaan pada seluruh elemen-elemen proyek yang ada pada gambar 3D tersebut.

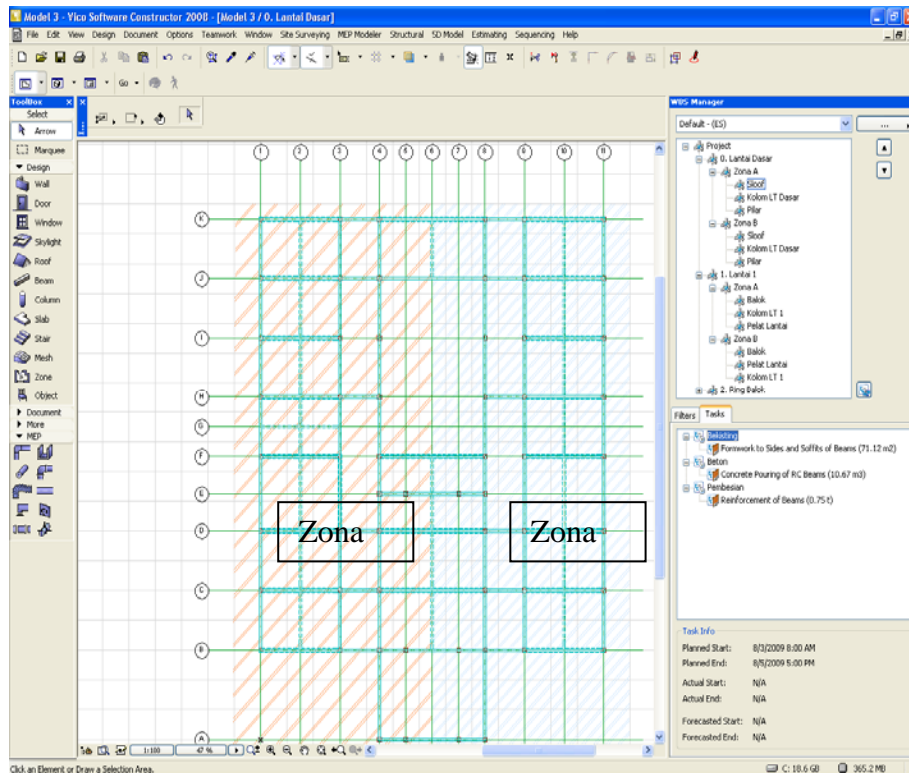


Gambar 7. Proses *Import Database* Dari Estimator 2008 Menggunakan Constructor 2008



Gambar 8. Hasil *Import Seluruh Database* Untuk seluruh Elemen Proyek

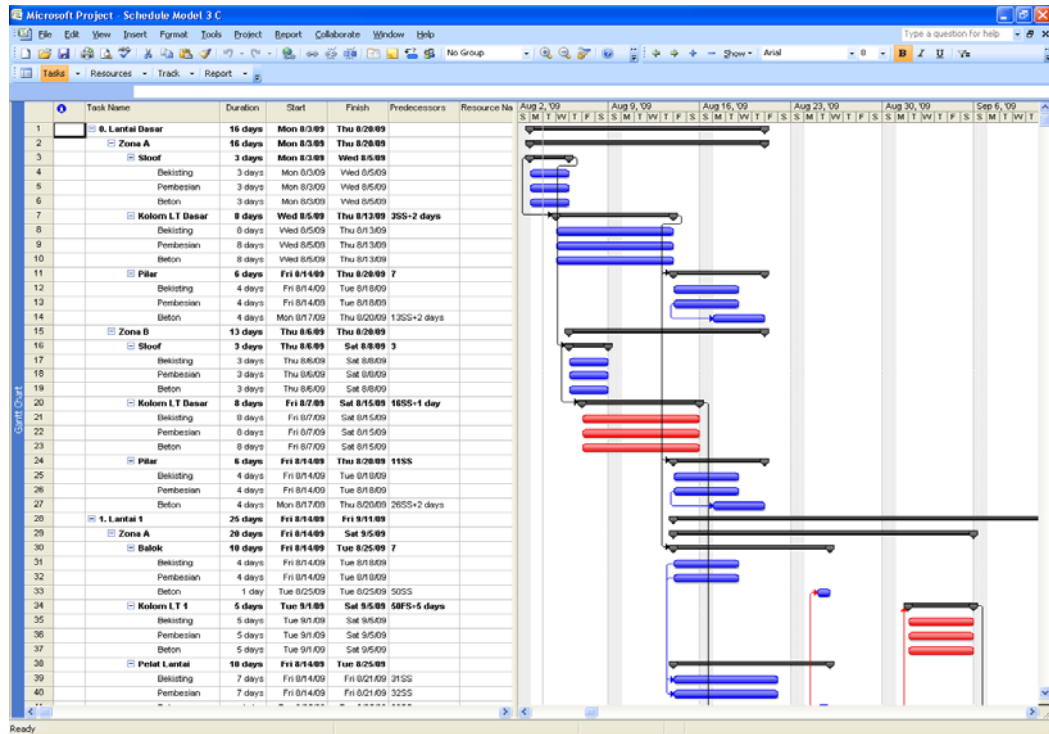
Kemudian tahap selanjutnya adalah melakukan perencanaan penjadwalan dari setiap kegiatan proyek tersebut dibuat terlebih dahulu menggunakan fasilitas *work break down structure manager (WBS Manager)*. Dan dilanjutkan ke tahap pembuatan alur gerakan simulasi ini, gambar 3D model dibagi menjadi dua bagian yaitu zona a dan zona b. Seperti yang nampak pada gambar di bawah ini.



Gambar 9. Pembuatan Alur Pergerakan Simulasi 4D

Setelah menyusun *item-item* pekerjaan dengan menggunakan fitur WBS Manager, kemudian *item-item* pekerjaan tersebut dapat di-ekspor ke Microsoft Project untuk dilakukan proses penjadwalan pada setiap *item-item* pekerjaan yang telah di buat pada WBS Manager.

Kemudian tahap selanjutnya adalah melakukan perencanaan penjadwalan dari setiap kegiatan proyek tersebut dibuat pada program Microsoft Project. Microsoft Project merupakan salah satu program penjadwalan yang paling sering digunakan. Program Microsoft Project melakukan analisa penjadwalan dengan menggunakan penjadwalan jaringan dengan kemampuan untuk merepresentasikan berbagai hubungan kegiatan seperti hubungan *start to start*, *start to finish*, *finish to start*, dan *finish to finish*.



Gambar 10. Perencanaan Penjadwalan Pada Program Microsoft Project

Ketepatan atau akurasi perkiraan kurun waktu banyak tergantung dari siapa yang membuat perkiraan tersebut. Yang dimaksud dengan kurun waktu kegiatan dalam metode jaringan kerja adalah lama waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan dari awal hingga akhir. Kurun waktu ini lazimnya dinyatakan dalam jam, hari, atau minggu. Faktor-faktor di bawah ini perlu diperhatikan dalam memperkirakan kurun waktu kegiatan.

- a. Angka perkiraan hendaknya bebas dari pertimbangan pengaruh kurun waktu kegiatan yang mendahului atau yang terjadi sesudahnya. Misalnya, kegiatan memasang sloof harus tergantung dari tersedianya semen, tetapi dalam memperkirakan kurun waktu memasang sloof jangan dimasukkan faktor kemungkinan terlambatnya penyediaan semen.
- b. Angka perkiraan kurun waktu kegiatan dihasilkan dari asumsi bahwa sumber daya tersedia dalam jumlah yang normal.
- c. Pada tahap awal analisis, angka perkiraan ini dianggap tidak ada keterbatasan jumlah sumber daya, sehingga memungkinkan kegiatan dilaksanakan dalam waktu yang bersamaan atau paralel. Sehingga penyelesaian proyek lebih cepat dibanding bila dilaksanakan secara berurutan atau berseri.

- d. Gunakan hari kerja normal, jangan dipakai asumsi kerja lembur, kecuali kalau hal tersebut telah direncanakan khusus untuk proyek yang bersangkutan, sehingga diklasifikasi sebagai hal yang normal.
- e. Bebas dari pertimbangan mencapai target jadwal penyelesaian proyek, karena dikhawatirkan mendorong untuk menentukan angka yang disesuaikan dengan target tersebut. Tidak memasukkan angka kontijensi untuk hal-hal seperti adanya bencana alam (gempa bumi, banjir, badai, dan lain-lain), pemogokan, dan kebakaran.

Pengaruh volume dari tiap-tiap elemen proyek konstruksi juga merupakan pertimbangan yang penting untuk menentukan total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek. Proses Penghitungan volume dan luas permukaan elemen proyek yang harus dipasang bekisting dapat dengan cepat diketahui dengan menggunakan fitur *show quantities of selected element*. Dari perhitungan program Constructor 2008 didapatkan volume tiap-tiap elemen yaitu.

- a. Sloof, Volume = 21,43 M³, Bekisting = 284,48 M²
- b. Kolom LT Dasar, Volume = 22,36 M³, Bekisting = 298,18 M²
- c. Balok, Volume = 45,91 M³, Bekisting = 476,17 M²
- d. Pelat Lantai, Volume = 54,6 M³, Bekisting = 54,60 M²
- e. Kolom LT 1, Volume = 11,44 M³, Bekisting = 227,20 M²
- f. Ring Balok, Volume = 34,67 M³, Bekisting = 430,46 M²
- g. Dak Beton, Volume = 40,63 M³, Bekisting = 406,27 M²

Names	Values	Unit	Descriptions
Bottom_Area	74.77	m2	Bottom area.
Count	26		Number of elements.
Formwork_Surface_Area	304.70	m2	Sum of gross surface areas that affect formwork.
Height	8.20	m	Height of the element.
Hole_Count	0		Number of holes in the element.
Hole_Edge_Net_Surface_Area	0.00	m2	Net surface area at the edges of the holes in the element.
Hole_Net_Surface_Area	0.00	m2	Net surface area of the holes in the element.
Length	395.15	m	Length of the element.
Net_Hole_Volume	0.00	m3	Net volume of the holes in the element.
Net_Volume	23.05	m3	Net volume of the element. Value excludes element volume.
Opp_Ref_Side_Length	395.75	m	Length of the element on the opposite side of the reference side.
Opp_Ref_Side_Net_Surface_Area	114.68	m2	Net surface area of the element on the opposite side of the reference side.
Perimeter	26.90	m	Perimeter of element.
Ref_Side_Length	394.55	m	Length of the element on the reference side of the element.
Ref_Side_Net_Surface_Area	114.68	m2	Net surface area of the element on the reference side.
Section_Area	1.67	m2	Area of the section of the element.
Sum_Ends_Net_Surface_Area	0.57	m2	Sum of the net surface areas on both ends of the element.
Top_Net_Surface_Area	74.77	m2	Net surface area of the top of the element. Subtotal.
Total_Net_Surface_Area	378.89	m2	Sum of all surface areas of the element: top, bottom, and side.
Weight	0.00	kg	Weight of the element. Calculated by multiplying volume by density.
Width	5.25	m	Width of the element.

Gambar 11. Fitur Perhitungan Volume Pada Constructor 2008

Dengan memasukkan unsur kurun waktu ke analisis jaringan kerja, berarti perencanaan telah memasuki taraf yang lebih khusus/spesifik, yaitu membuat jadwal kegiatan proyek. Visualisasi yang dapat dilakukan tidak hanya terbatas pada penjadwalan, durasi serta hubungan antar kegiatan dapat diubah-ubah sesuai keinginan pengguna. Sedangkan hari dimulainya kegiatan maupun hari selesainya kegiatan akan dikalkulasi secara otomatis oleh program Microsoft Project. Durasi yang digunakan pada simulasi ini, menggunakan tujuh hari kerja tanpa adanya hari libur, pekerjaan dalam satu hari dimulai dari pukul 08.00–12.00 istirahat pukul 12.00-13.00 dan kembali lagi bekerja pada pukul 13.00-17.00. Pada studi kasus ini, penjadwalan dari setiap elemen struktur bangunan tersebut dilakukan berdasarkan Tabel 3.1 berikut ini.

Setelah perencanaan penjadwalan dari proyek konstruksi tersebut dilakukan, data-data penjadwalan di-import dengan menggunakan fitur Pada Constructor 2008. Untuk melihat visualisasi dari penjadwalan tersebut, pengguna harus menyimpan file ini terlebih dahulu gambar 3D model yang telah digabungkan dengan penjadwalan yang telah dibuat ke dalam format 5D Presenter. Secara garis besar simulasi proses konstruksi pada 5D Presenter melakukan proses visualisasi urutan proses kegiatan konstruksi seperti yang telah dijadwalkan sebelumnya.

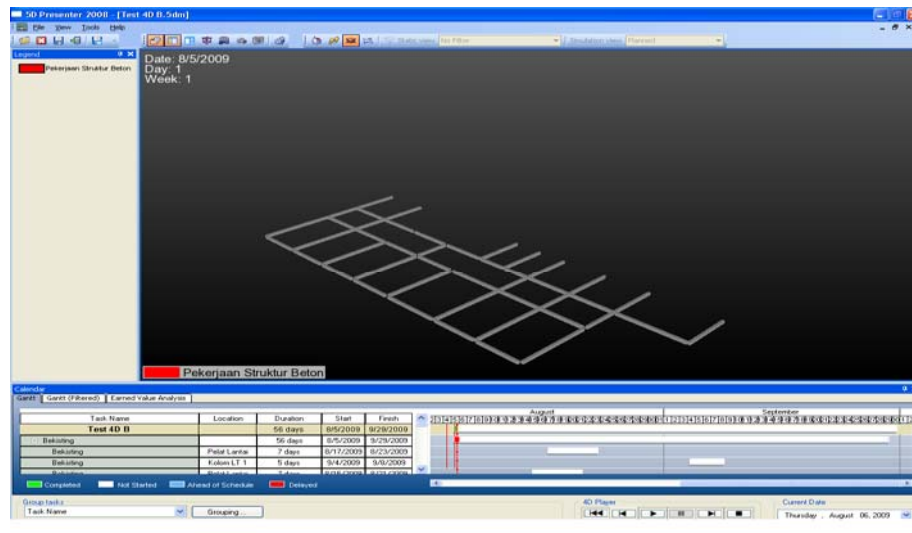
Pada saat program simulasi dijalankan. Pengguna dapat melihat urutan proses konstruksi mulai dari hari pertama hingga hari terakhir sesuai dengan penjadwalan yang telah dilakukan. Pengguna dapat melihat langsung visualisasi alur dari setiap elemen bangunan secara tiga dimensi serta urutan alur kegiatan tersebut yang mencerminkan hubungan antar kegiatan. Secara tidak langsung hubungan antar kegiatan yang bersifat *start to start* (suatu pekerjaan harus dimulai bersamaan waktunya dengan pekerjaan lain), *finish to start* (suatu pekerjaan baru boleh dimulai jika pekerjaan pendahulunya telah selesai), *start to finish* (suatu pekerjaan baru boleh diakhiri jika pekerjaan lain dimulai), *finish to finish* (suatu pekerjaan harus selesai bersamaan dengan selesainya pekerjaan yang lainnya).

Pengguna dapat memberhentikan simulasi tersebut pada setiap saat untuk melihat keadaan yang terjadi pada hari tersebut. Pengguna dapat melihat obyek tiga dimensi tersebut dari berbagai arah sesuai keinginan pengguna dan pengguna dapat melihat secara langsung perkembangan proyek dengan cara memilih tanggal sepanjang durasi proyek berlangsung sesuai keinginan pengguna. Dengan kemampuan ini, pengguna memiliki

kebebasan untuk bergerak kemana saja dan melihat dalam berbagai arah, yang sangat dibutuhkan untuk melihat secara lebih rinci setiap proses konstruksi dari setiap elemen bangunan. Dengan demikian pengguna dapat menganalisa proses konstruksi yang digunakan serta memprediksi kekurangan maupun kesalahan yang mungkin terjadi.

6.IMPLEMENTASI 4D CAD

Melalui sistem perencanaan 4D CAD, perencana dapat dengan jelas melihat apa yang terjadi, dimana dan kapan pekerjaan itu di lakukan. Sehingga perencana dimungkinkan untuk menganalisa setiap kegiatan sebelum pelaksanaan kegiatan konstruksi di mulai, dan bahkan dapat juga menganalisa resiko-resiko yang akan terjadi apabila proyek sedang berlangsung.

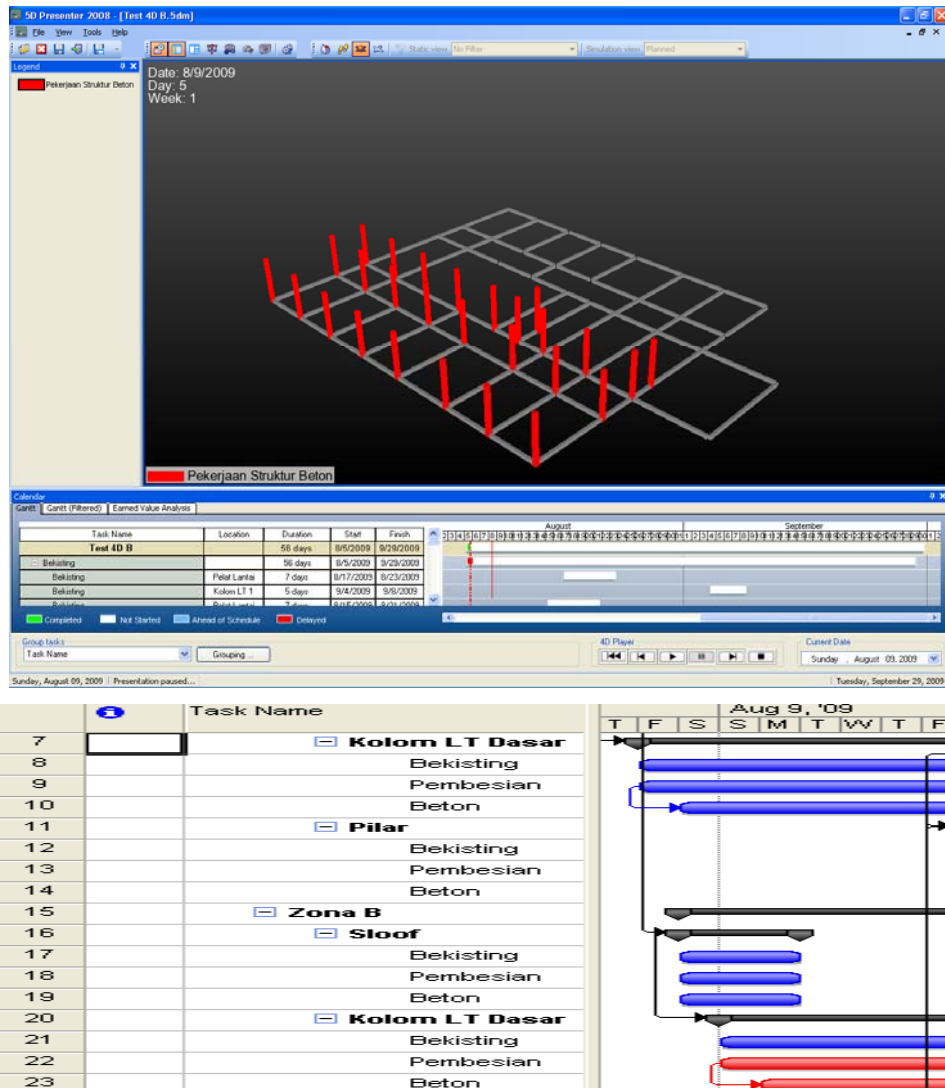


	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resource Names
1	0. Lantai Dasar	16 days	Wed 8/5/09	Thu 8/20/09		
2	Zona A	16 days	Wed 8/5/09	Thu 8/20/09		
3	Sloof	3 days	Wed 8/5/09	Fri 8/7/09		
4	Bekisting	3 days	Wed 8/5/09	Fri 8/7/09		
5	Pembesian	3 days	Wed 8/5/09	Fri 8/7/09		
6	Beton	3 days	Wed 8/5/09	Fri 8/7/09		
7	Kolom LT Dasa	8 days	Fri 8/7/09	Fri 8/14/09	3SS+2 days	

Gambar 12 . Hasil Simulasi Pada Tanggal 5 Agustus 2009

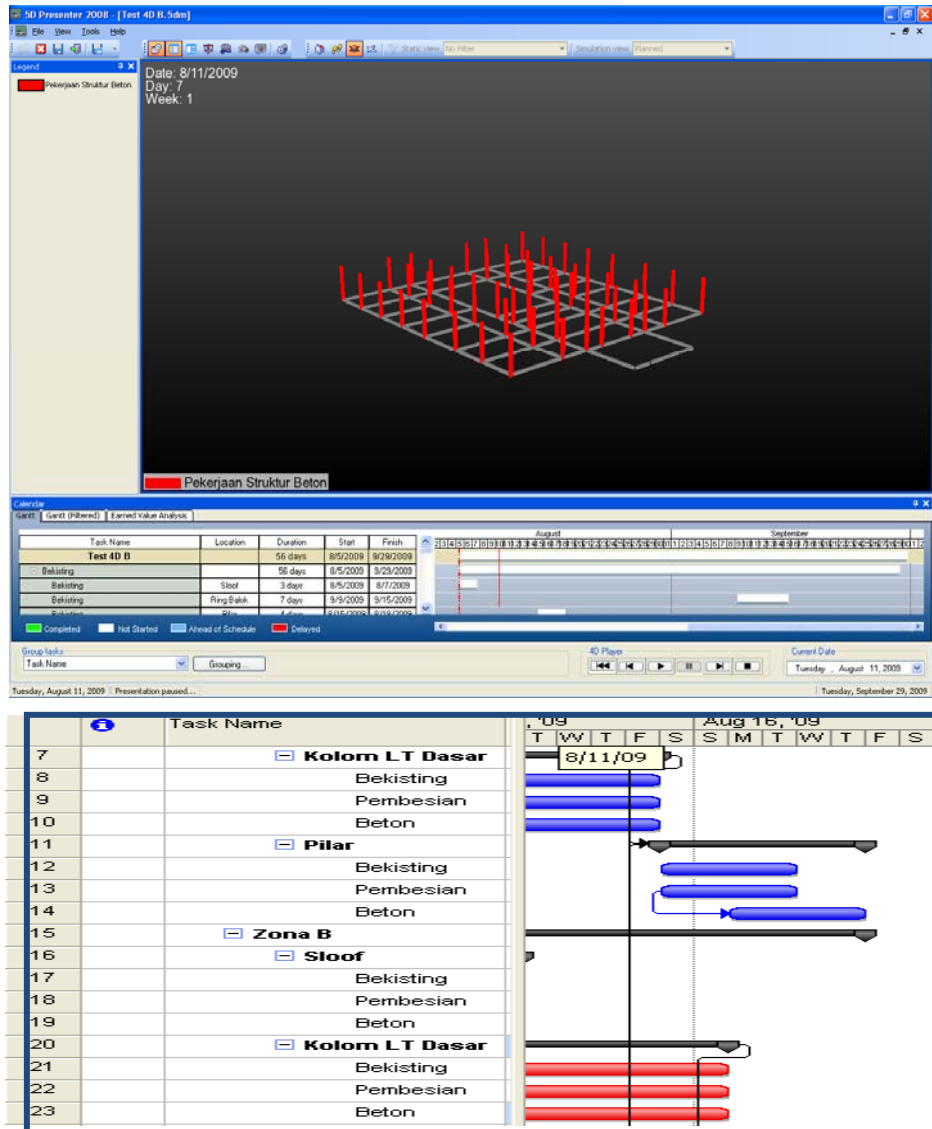
Dari hasil simulasi pada Gambar 12, dapat dilihat bahwa aktivitas pekerjaan pada tanggal 5 Agustus 2009 pada proyek adalah pekerjaan pembuatan sloof pada zona A. Pada Gambar 12 diperlihatkan juga hasil penjadwalan yang dilakukan menggunakan Microsoft Project agar memberikan gambaran yang lebih jelas lagi keterkaitan antara alur

pergerakan gambar dengan penjadwalan yang dilakukan sebelumnya menggunakan Microsoft Project.



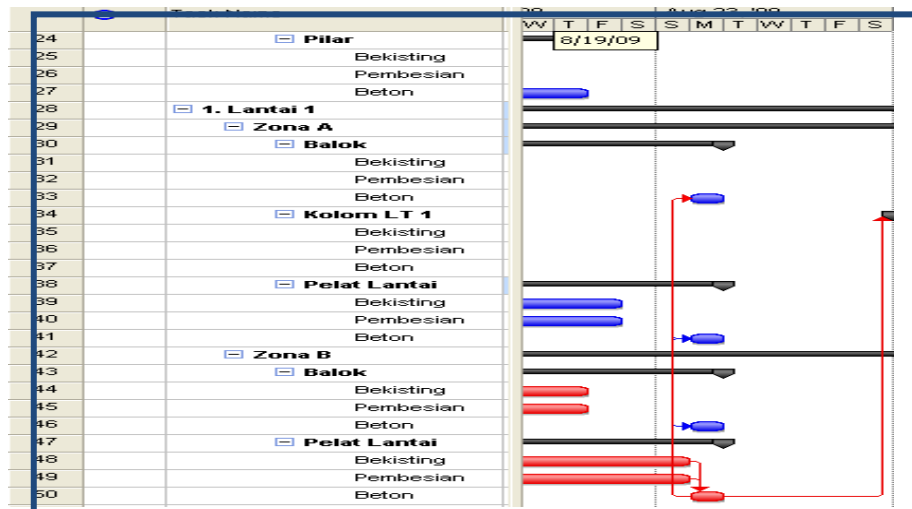
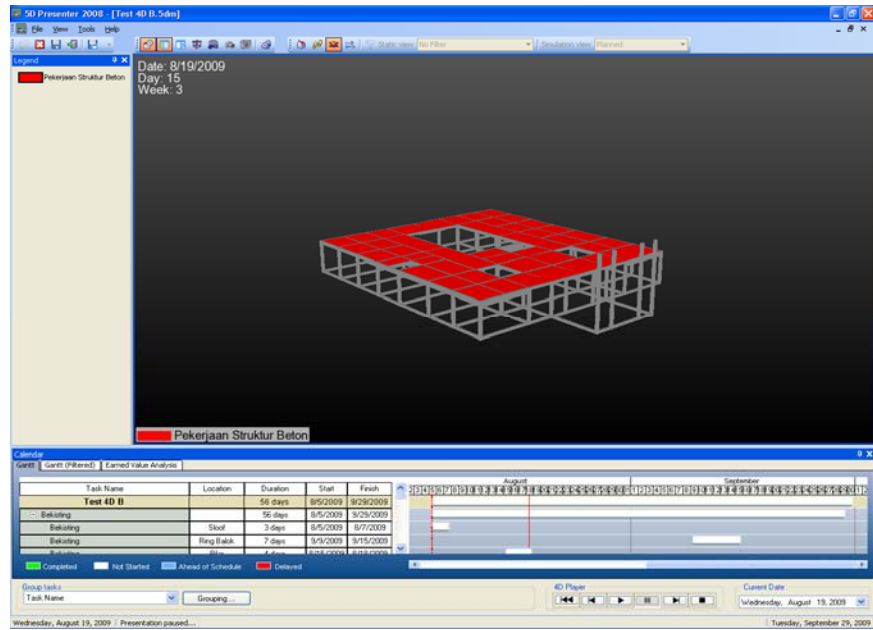
Gambar 13. Hasil Simulasi Pada Tanggal 9 Agustus 2009

Pada Gambar 13 pengguna dapat melihat bahwa pekerjaan kolom di zona A pada lantai dasar sedang dilaksanakan bersamaan dengan pengerjaan sloof pada zona B dan pengerjaan kolom lantai dasar pada zona B dalam masa pembuatan bekisting serta pengerjaan pembesian untuk kolom tersebut, namun pengerjaan pengecoran belum kolom pada zona B belum dimulai. Pekerjaan pembesian dan pengecoran pada elemen kolom lantai dasar di zona B termasuk kegiatan kritis, sehingga diusahakan tidak terjadi keterlambatan penyelesaian pekerjaannya.



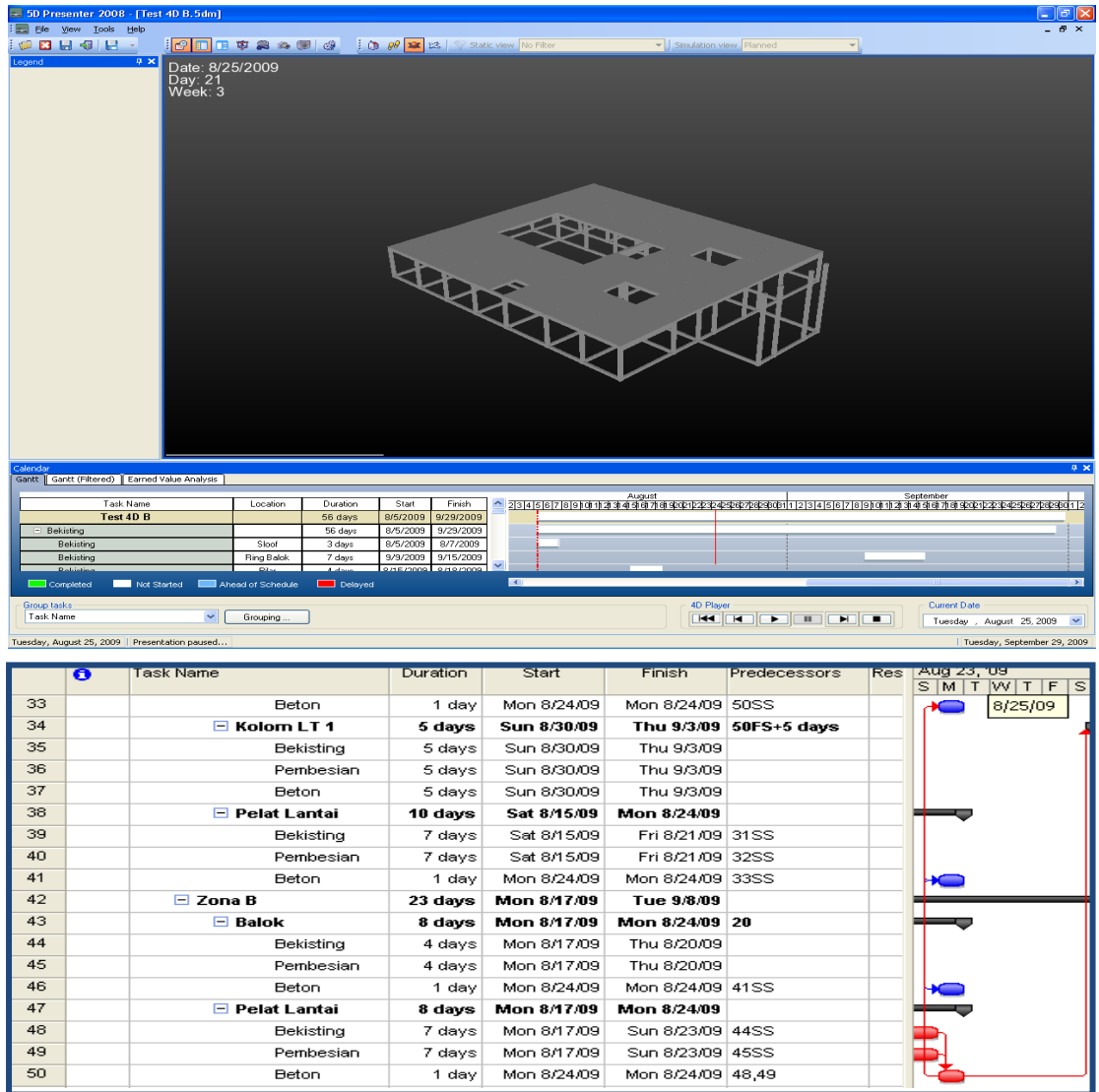
Gambar 14. Hasil Simulasi Pada Tanggal 11 Agustus 2009

Pada Gambar 14 pengguna dapat melihat pekerjaan proyek pada tanggal 11 Agustus 2009 pekerjaan kolom pada lantai dasar di zona A dan zona B dilakukan secara paralel. Pekerjaan yang dilakukan secara paralel dapat lebih cepat terselesaikan dibanding dengan pekerjaan yang dilakukan secara berurutan. Perkerjaan kolom lantai dasar pada zona A dan zona B dilakukan secara paralel dikarenakan juga bahwa kolom lantai dasar pada zona B termasuk kegiatan kritis yang tidak boleh mengalami keterlambatan.



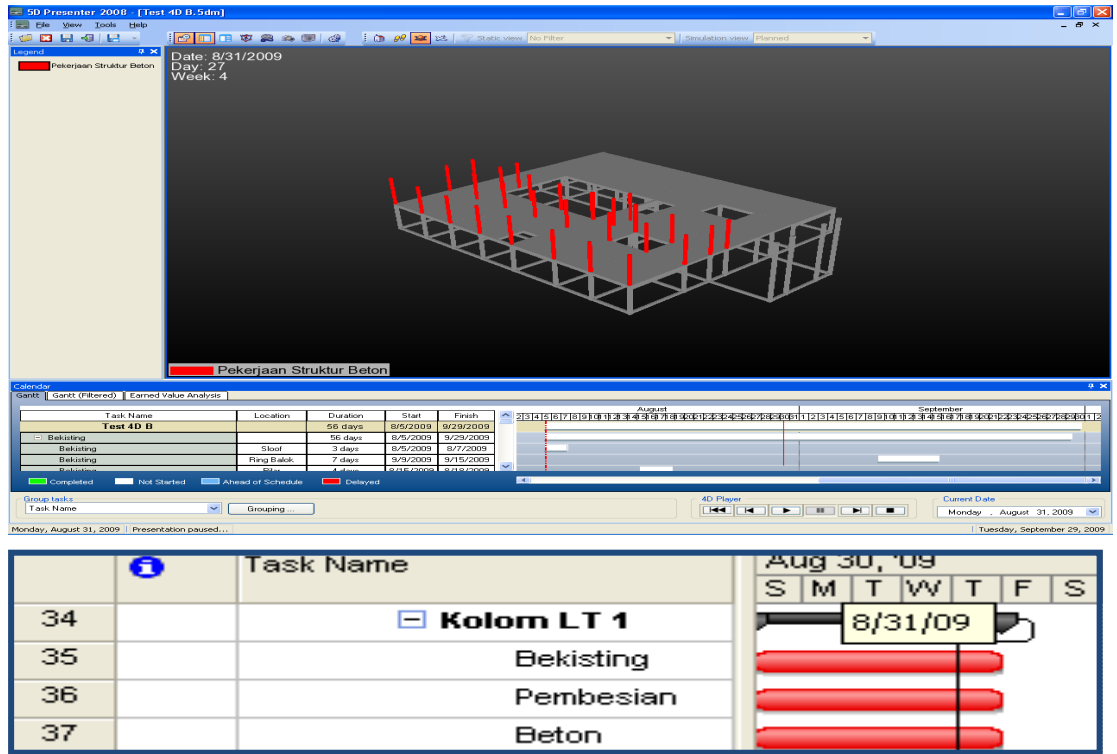
Gambar 15. Hasil Simulasi Pada Tanggal 19 Agustus 2009

Pada Gambar 15 pengguna dapat melihat pekerjaan pada tanggal 19 Agustus 2009 telah mencapai pada pengerjaan pilar yang berada di bagian depan bangunan telah mencapai tahap pengecoran. Pekerjaan bekisting dan pembesian balok pada zona B sedang dalam tahap pengerjaan termasuk juga pengerjaan bekisting dan pembesian pada pelat pada kedua zona juga dalam tahap pengerjaan. Perlu diperhatikan juga pekerjaan bekisting dan pembesian pada pelat di zona B termasuk kegiatan kritis yang apabila mengalami keterlambatan dalam penyelesaiannya akan mengganggu penyelesaian *item* pekerjaan yang lainnya.



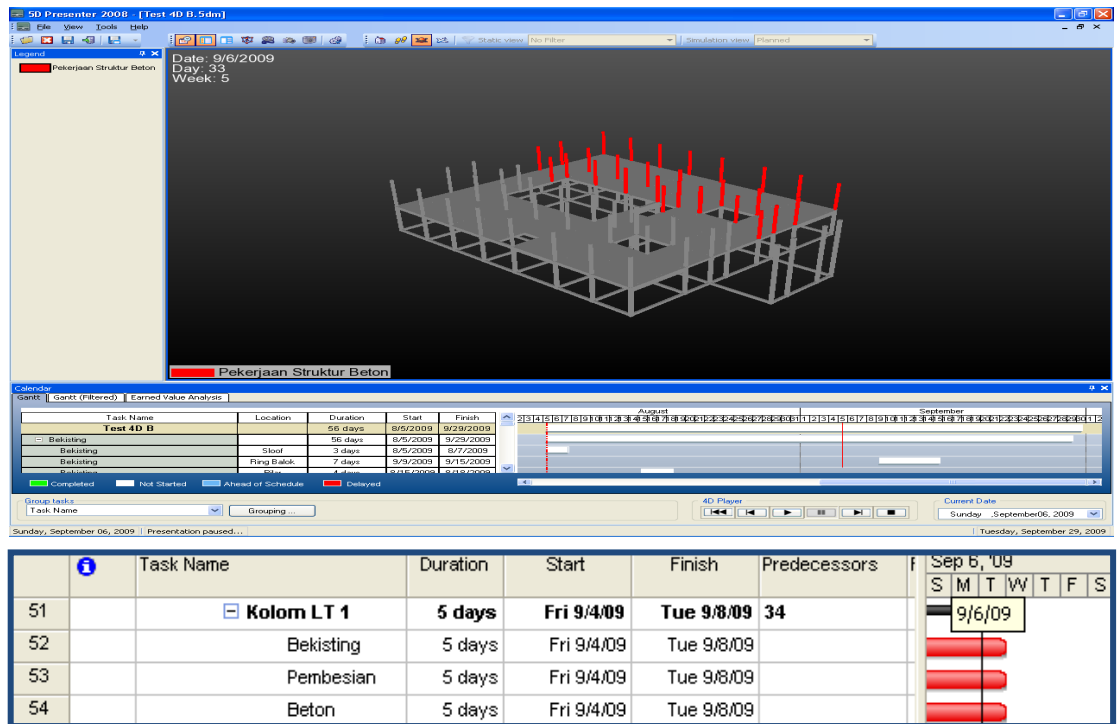
Gambar 16 Hasil Simulasi Pada Tanggal 25 Agustus 2009

Pada Gambar 16 dapat dilihat pada tanggal 25 Agustus 2009 pekerjaan bekisting, pembesian, dan pengecoran untuk balok dan pelat telah selesai dilakukan. Setelah seluruh *item* pekerjaan pada balok dan pelat selesai, perencana menentukan masa tenggang selama lima hari untuk melanjutkan pekerjaan pada item pengerjaan kolom di lantai satu.



Gambar 17 Hasil Simulasi Tanggal 31 Agustus 2009

Pada Gambar 17 pengguna dapat melihat dengan jelas pada tanggal 31 Agustus 2009 pengerjaan kolom di lantai satu. Dalam alur simulasi ini, pengguna dapat dengan jelas melihat tenggang waktu selama lima hari sebelum pekerjaan kolom di lantai satu dilakukan. Pengerjaan kolom tersebut termasuk dalam rangkaian kegiatan kritis.



Gambar 18 Hasil Simulasi Pada Tanggal 6 September 2009

Pada Gambar 18 pengguna dapat melihat pengerjaan kolom di lantai satu pada zona B. Pengerjaan kolom di lantai satu dilakukan secara berurutan, mulai dari pengerjaan kolom pada zona A kemudian berlanjut ke zona B. Pengerjaan kolom di lantai satu keseluruhannya termasuk dalam kegiatan kritis. Pengerjaan kolom di lantai satu dilakukan secara berurutan dikarenakan aksesibilitas material ke lantai satu membutuhkan pekerja untuk menyuplai material ke lantai satu. Material yang disuplai dapat berupa campuran beton apabila proses pengadukan beton dilakukan di lantai dasar dan juga materialnya dapat berupa besi tulangan untuk keperluan memasang tulangan beton.

6. KESIMPULAN

1. Simulasi sistem perencanaan 4D dapat dilakukan dengan mengintegrasikan gambar 3D model dengan jadwal.
2. Dalam pembuatan simulasi 4D, informasi data-data dari gambar 3D model harus dihubungkan ke sebuah database untuk mendefinisikan metode pengerjaan elemen bangunan.
3. Simulasi 4D memberikan gambaran terhadap metode pengerjaan yang akan digunakan, dan juga dapat dilakukan evaluasi terhadap jadwal proyek apabila terjadi konflik antar jenis pekerjaan.

4. Simulasi 4D merupakan alat komunikasi yang baik untuk menjelaskan kepada pihak lain/on teknis mengenai proses pelaksanaan proyek.

7. DAFTAR PUSTAKA

1. Christiono, Joko.2005, Investigasi Potensi Pengembangan Perencanaan 4D dengan Teknologi Virtual Reality, Master Theses From JBPTITBSI,Bandung.
2. McKinneyK, Kim J, Fische M, Howard C, Interactive 4D-CAD (2006).
3. Srisomboon Wittaya , M Suphawut (2007), Four Dimensional Object Oriented Construction Project Planning.
4. Tanubrata, M (2008), Diktat Kuliah Manajemen Rekayasa Konstruksi, UKM,Bandung.
5. Zhang Jianping, Zhang Yang, Hu Zhenzhong, Lu Ming (2008) , Construction Management Utilizing 4D CAD and Operation Simulation Methodologies.