

PENGAPLIKASIAN *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) DALAM DESAIN BANGUNAN HOTEL 6 LANTAI UNTUK KOTA CIANJUR

Yudi Sekaryadi^{*1}, Fachmi Alkhadar²

1, Fakultas Pendidikan dan Teknologi Kejuruan,
Universitas Pendidikan Indonesia

2, Fakultas Teknik, Universitas Suryakancana,
Indonesia

Informasi Artikel

Kata Kunci:

Konsep *Building Information Modelin*
Struktur beton bertulang, Rencana
anggaran biaya RAB

* Penulis Korespondensi. Yudi
Sekaryadi

Alamat E-mail:
yudisekaryadi65@upi.edu

Abstrak

Pengaplikasian BIM (Building Information Modeling) dalam industri konstruksi telah membawa perubahan yang signifikan dalam pengelolaan proyek pembangunan. Dalam konteks penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaplikasian BIM dalam pengembangan hotel di Cianjur. Hotel ini memiliki luas bangunan 920 m² yang memiliki jumlah lantai 6 lantai dengan tinggi total 18 M, diasumsikan bangunan ini memiliki tanah keras (kelas situs SC), Perencanaan ini mengacu pada SNI 1727-2020 beban minimum gedung, SNI 1726-2019 tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung dan SNI 1847-2019 Persyaratan beton structural untuk gedung. Perencanaan ini menggunakan beton dengan mutu f_c 30. Untuk mengetahui volume beton dan tulangan menggunakan software revit lalu di kolaborasi dengan software Augin dan Enscape yang dapat diakses menggunakan ponsel, untuk menghitung RAB mengacu pada SBK 2020 kabupaten Cianjur dan AHSP bidang cipta karya tahun 2013 dan setelah dianalisis mendapatkan ukuran kolom 60x60 cm balok induk 60x60 cm balok anak 40x20 cm pelat lantai ketebalan 15 cm.

1. Pendahuluan

Industri konstruksi di Indonesia Memasuki revolusi industri 4.0 diperlukan adanya penerapan transformasi digital di bidang konstruksi salah satunya dengan menggunakan teknologi *Building Information Modelling* (BIM). Implementasi teknologi *Building Information Modeling* (BIM) pada pembangunan infrastruktur hingga saat ini terus dilakukan oleh Kementerian PUPR untuk mendorong perkembangan bidang konstruksi yang lebih terintegrasi.

Building Information Modelling (BIM) dapat mensimulasikan pelaksanaan proyek secara virtual sehingga memudahkan komunikasi antar stakeholder. Proyek. BIM memiliki ruang lingkup 3D, 4D, 5D, 6D, 7D dan 8D. Saat ini, terutama di Indonesia yang paling umum digunakan pada proyek konstruksi adalah BIM 5D. Pemodelan BIM 5D dapat mengintegrasikan biaya, jadwal, dan desain ke dalam model 3D.

Kabupaten Cianjur dilewati oleh ruas jalan nasional Bandung – Cianjur yang menyebabkan terjadinya kemacetan pada beberapa kota Kecamatan di sepanjang jalan dari Bandung menuju kota Cianjur[1]. Untuk wilayah Selatan dan Barat kota Cianjur, dilewati oleh ruas jalan Nasional Cianjur menuju Puncak dan Cianjur menuju Kota Sukabumi[2]. Ruas jalan tersebut menyebabkan kemacetan di dalam kota Cianjur dan menjadi penghambat dalam pengelolaan Pembangunan Gedung. Untuk itu penggunaan BIM sangat diperlukan.

Penerapan BIM di kota Cianjur dalam proyek konstruksi belum meluas, untuk itu dukungan pengaplikasian pemodelan Gedung Hotel 6 lantai di kota Cianjur menggunakan metode *Building Information Modeling* (BIM) sampai dengan lingkup 5D agar visualisasi menjadi terarah dan terukur, dapat mendeteksi kesalahan dan meminimalisir kesalahan dalam proses konstruksi serta untuk penghematan waktu dan biaya.

2. Metode Penelitian

2.1 Kategori Studi

Studi ini melibatkan berbagai kategori penelitian dan analisis untuk memahami dan meningkatkan praktik berkelanjutan dalam desain, konstruksi, dan operasi bangunan. Studi ini mengacu pada Peraturan/Pedoman Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung[3], Peraturan yang berkaitan dengan Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain[4], Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 11/PRT/M/2013 Tahun 2013 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan

Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum dan Standar biaya khusus dalam standar tertinggi pembakuan biaya kegiatan belanja daerah tahun 2020 Kabupaten cianjur [5]. Studi hanya simulasi perencanaan gedung hotel 6 lantai di kota cianjur.

2.2 Objek Studi

Objek studi pada Tugas Akhir ini adalah Perencanaan Bangunan Hotel 6 lantai di Cianjur

2.3 Variabel Studi

Variabel pada studi ini terdapat 3 kategori.

Kategori tersebut yaitu:

1. Variabel Struktural (kekuatan dan kekakuan struktural)

Variabel ini berhubungan dengan besarnya kekuatan dan kekakuan struktural dalam menerima beban-beban yang bekerja, baik beban vertikal maupun beban horizontal. Dengan bantuan menggunakan program ETABS dan Excel

2. Variabel Arsitektural dan Ruang

Variabel ini berkaitan dengan denah, gambar 3D dan bentuk gedung yang diharapkan memiliki nilai estetika dan fungsi ruang yang optimal yang nantinya berkaitan juga dengan dimensi dari elemen struktural. Dengan bantuan program Revit, Augin dan Enscape

3. Variabel Pelaksanaan dan Biaya

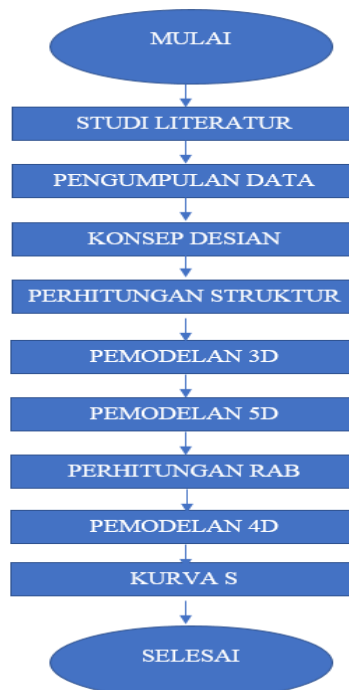
Variabel ini meliputi perhitungan pembiayaan yang diperlukan RAB dan waktu proses pelaksanaan agar perencanaan gedung apartemen ini dapat terrealisasi. Dengan bantuan program Revit, Enscape, MS Projek dan Excel

2.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan hanya pengumpulan data secara sekunder saja dikarenakan studi ini hanya merupakan perencanaan yang hanya berdasarkan sebatas simulasi perencanaan saja, oleh karena itu data data yang ada berasal dari hasil data yang telah dikumpulkan oleh pihak lain atau di tempat lain untuk tujuan penelitian atau analisis baru[6].

2.5 Metode Penyelesaian Masalah

Diagram Alir



3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Lokasi Studi

Studi simulai pembangunan Hotel ini berlokasi di Jl. HOS Cokro Aminoto, Muka, Kecamatan Cianjur, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat, 43215

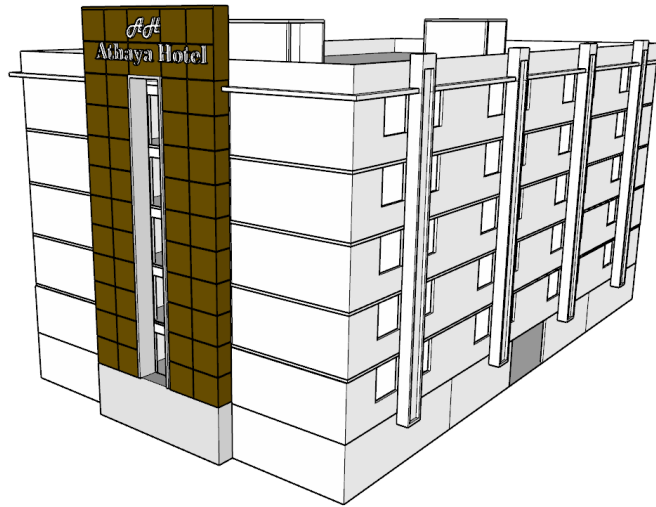
Lokasi objek penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Studi

3.2 Konsep Desain

Pembuatan konsep desain pada perencanaan awal hotel ini menggunakan bantuan *software* Sketcup 2021, dengan jumlah 6 lantai dan 1 lobby berikut konsep model 3D Hotel.



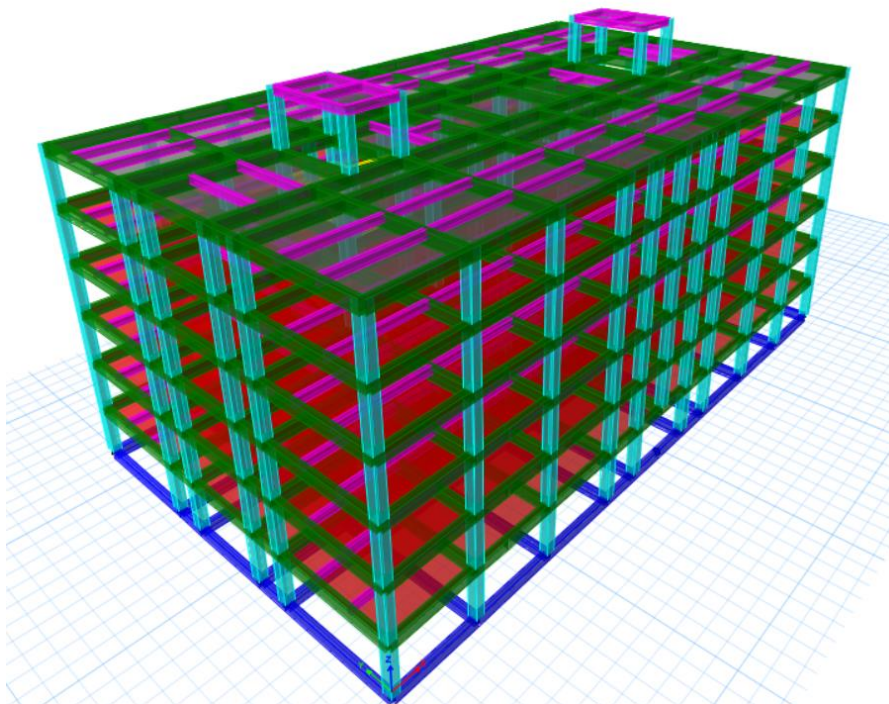
Gambar 3.2 Konsep Desain Model 3D

3.3 Perhitungan Struktur

Pada perencanaan perhitungan Struktur bangunan hotel ini dengan asumsi Gedung tahan gempa[7] dan menggunakan bantuan *software* ETABS dan Excel. Dalam perencanaan perhitungan ini terdapat beberapa tahapan diantaranya sebagai berikut;

1. Pemodelan Struktur

Pemodelan Struktur hotel ini menggunakan *software* ETABS 18



Gambar 3.3 Pemodelan ETABS 18

2. Pembebanan Struktur

Pembebanan Struktur Hotel ini berdasarkan SNI 1727 : 2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait bangunan gedung dan struktur lain dan Kategori risiko untuk bangunan Hotel menurut SNI 1726: 2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung

Kombinasi pembebanan

Beban yang diperhitungkan dalam perencanaan gedung ini beban mati, beban hidup dan beban gempa

- 1,4 D
- 1,2 D + 1,6 L
- $(1,2 + 1,2Sds)D \pm pE_x \pm (0,3p)E_y + L$
- $(1,2 + 1,2Sds)D \pm pE_y \pm (0,3p)E_x + L$
- $(0,9 - 0,2Sds)D \pm pE_x \pm (0,3p)E_y$
- $(0,9 - 0,2Sds)D \pm pE_y \pm (0,3p)E_x$

Dengan memasukkan data lokasi perencanaan pada halaman yang di buat PU <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> dengan menentukan kordinat lintang dan bujur yang di dapat dari google MAP pada lokasi tersebut. (lintang : -6.8122737 dan bujur : 107.1440518) maka didapatkan

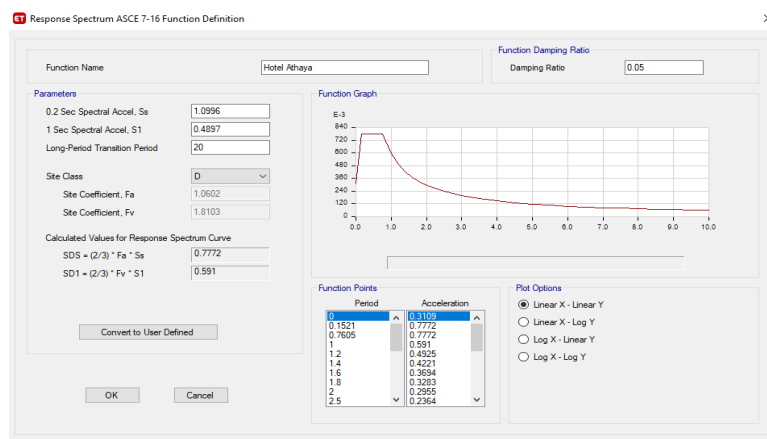


Gambar 3.4 . Respon spektrum

maka diperoleh nilai :

Sds	= 0.88
Sd1	= 0.49
Ss	= 1.0996
S1	= 0.4897
TI	= 20 detik

Permodelan respons spectrum dibantu *software* Etabs dengan memasukkan nilai SS, dan S1 dan didapatkan grafik seperti pada gambar 5 berikut:



Gambar 3.5 . Respon spektrum ETABS

Partisipasi Massa

Partisipasi massa ragam (sum ux/uy) minimal sebesar 100 persen pada masing-masing arah horizontal ortogonal (ux dan uy), jika tidak maka harus ada perubahan bentuk struktur atau memperbesar dimensi strukturnya, nilai partisipasi massa dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal 1	1	1.379	1.92E-06	0.7803	0	1.9E-06	0.7803	0	0.2725	0	7.6E-07	0.2725	0	7.64E-07
Modal 2	2	1.325	0.6481	2.778E-06	0	0.6481	0.7803	0	0	0.2163	0.1389	0.2725	0.2163	0.1389
Modal 3	3	1.274	0.1404	0	0	0.7886	0.7803	0	0	0.046	0.646	0.2725	0.2623	0.7849
Modal 4	4	0.401	5.61E-06	0.1223	0	0.7886	0.9026	0	0.4919	1E-05	0	0.7644	0.2623	0.7849
Modal 5	5	0.389	0.1046	5.976E-06	0	0.8932	0.9026	0	1E-05	0.4578	0.0117	0.7644	0.7201	0.7966
Modal 6	6	0.374	0.011	0	0	0.9041	0.9026	0	0	0.0495	0.1079	0.7644	0.7696	0.9045
Modal 7	7	0.202	4.09E-05	0.0481	0	0.9042	0.9507	0	0.0868	0.0001	8.9E-07	0.8512	0.7697	0.9045
Modal 8	8	0.199	0.0461	4.346E-05	0	0.9503	0.9507	0	0.0001	0.0799	0.0015	0.8513	0.8496	0.906
Modal 9	9	0.19	0.0014	0	0	0.9517	0.9507	0	0	0.0024	0.0463	0.8513	0.8519	0.9522
Modal 10	10	0.129	3.32E-05	0.022	0	0.9517	0.9727	0	0.0697	0.0001	0	0.921	0.852	0.9522
Modal 11	11	0.126	0.0224	3.303E-05	0	0.9741	0.9727	0	0.0001	0.0736	0.0003	0.9211	0.9256	0.9525
Modal 12	12	0.122	0.0003	0	0	0.9744	0.9727	0	0	0.001	0.0202	0.9211	0.9266	0.9727
Modal 13	13	0.101	0	0.011	0	0.9744	0.9837	0	0.0328	6.6E-07	0	0.9539	0.9266	0.9727
Modal 14	14	0.099	0.0005	0	0	0.9749	0.9837	0	8E-07	0.0014	0.0097	0.9539	0.928	0.9825
Modal 15	15	0.099	0.0093	0	0	0.9842	0.9837	0	0	0.0272	0.0005	0.9539	0.9552	0.983
Modal 16	16	0.079	1.81E-05	0.0114	0	0.9842	0.9952	0	0.0308	4.8E-05	0	0.9847	0.9553	0.983
Modal 17	17	0.079	0.011	1.664E-05	0	0.9952	0.9952	0	4E-05	0.0293	3.6E-05	0.9847	0.9846	0.983
Modal 18	18	0.077	2.62E-05	0	0	0.9952	0.9952	0	0	0.0001	0.0122	0.9847	0.9847	0.9952
Modal 19	19	0.064	1.42E-06	0.0043	0	0.9952	0.9995	0	0.0135	4.6E-06	0	0.9982	0.9847	0.9952
Modal 20	20	0.063	0.0043	1.096E-06	0	0.9995	0.9995	0	4E-06	0.0135	0	0.9982	0.9982	0.9952

Pada perhitungan balok dan pelat menggunakan bantuan software excel untuk perhitungan dan sumber data yang didapat diperoleh dari hasil analisis software Etabs dan untuk perhitungan kolom menggunakan bantuan software Spcolumn didapatkan sebagai berikut :

Balok Induk

- Dimensi 600 x 300 mm
- Tulangan Tumpuan 4 D 19
- Tulangan Lapangan 4 D 19
- Sengkang 2 D 13 - 150

Balok Anak

- Dimensi 400 x 200 mm
- Tulangan Tumpuan 4 D 13
- Tulangan Lapangan 3 D 16
- Sengkang 2 D 12 - 150

Kolom

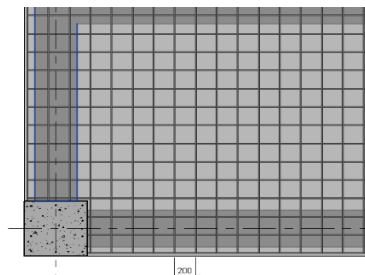
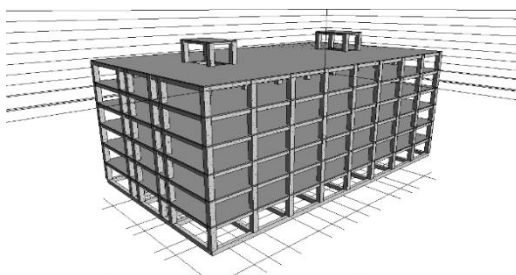
- Dimensi 600 x 600 mm
- Tulangan Longitudinal 16 D 25
- Sengkang Tumpuan 4 D 19 - 100
- Sengkang Lapangan 2 D 13 - 150

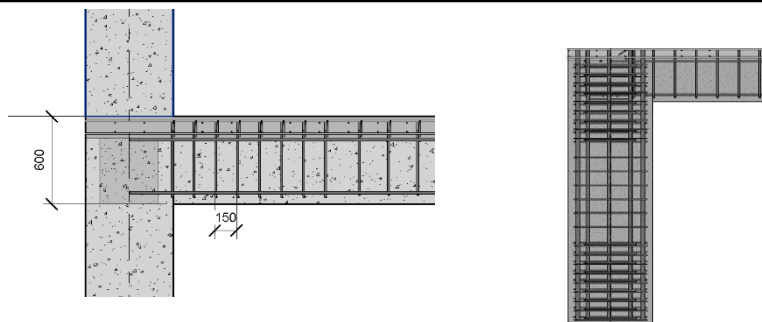
Pelat

- Tebal Pelat 15 cm
- Tebal Pelat atap 12 cm
- Tulangan arah X D 13 - 200
- Tulangan arah Y D 13 - 200

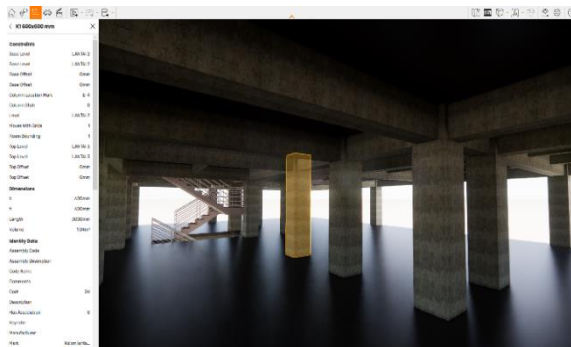
3.4 Pemodelan 3D

Pada pemodelan 3D menggunakan bantuan software Revit, enscape untuk VR dan Augin untuk AR pada tahap ini hanya memodelkan bangunan struktur hotel saja seperti Tulangan beton, Kolom, Pelat, dan Balok. Tidak memodelkan struktur bagian bawah, data data yang di peroleh didapatkan dari hasil perhitungan sebelumnya lalu sumber data yang didapat dimodelkan dalam 3D untuk membuat volume beton, volume tulangan. Berikut pemodelan struktur hotel menggunakan Revit.





Gambar 3.6 Revit 3D



Gambar 3.7 VR dan AR

3.5 Pemodelan 5D

Dalam pembuatan RAB konstruksi, menggunakan bantuan software excel dari hasil volume yang telah di dapatkan dari software revit

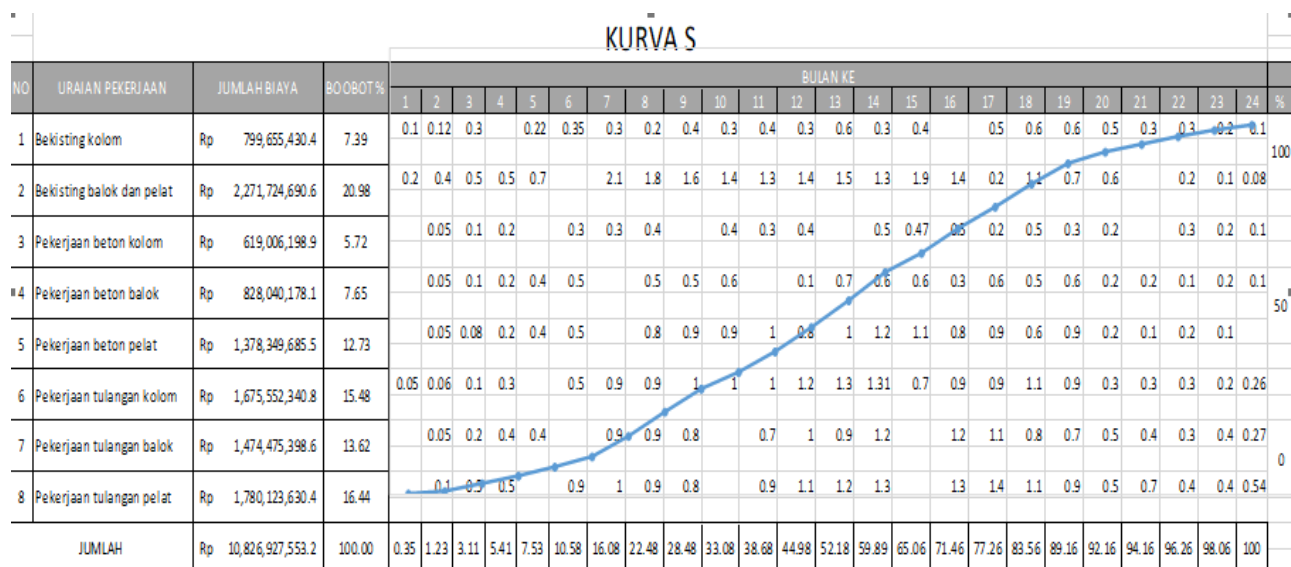
PEKERJAAN STRUKTUR BETON						
Pekerjaan 1m2 bekisting kolom dan balok						
No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga satuan	Jumlah harga
A	TENAGA					
	Pekerja	L.01	OH	0,66	Rp 70.000	Rp 46.200
	Tukang kayu	L.02	OH	0,33	Rp 90.000	Rp 29.700
	Kepala tukang	L.03	OH	0,033	Rp 136.300	Rp 4.498
	Mandor	L.04	OH	0,033	Rp 149.000	Rp 4.917
	JUMLAH TENAGA KERJA					Rp 85.315
B	BAHAN					
	Kayu kelas III		m3	0,04	Rp 1.500.000	Rp 60.000
	Paku 5 - 10 cm		kg	0,4	Rp 17.000	Rp 6.800
	Minyak bekisting		Liter	0,2	Rp 40.000	Rp 8.000
	Balok kayu kelas 2		m3	0,015	Rp 2.500.000	Rp 37.500
	playwood tebal 9mm		lbr	0,35	Rp 120.000	Rp 42.000
	dolken kayu 8-10'		btg	2	Rp 10.000	Rp 20.000
	JUMLAH HARGA BAHAN					Rp 174.300
C	PERALATAN					
	JUMLAH HARGA BAHAN					
D	JUMLAH				Rp	259.615
E	Overhead & profit 15%					Rp 38.942
F	Harga Satuan Pekerjaan					Rp 298.557
Pekerjaan 1m3 beton mutu K350 Fc=31.2 mpa						
No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga satuan	Jumlah harga
A	TENAGA					
	Pekerja	L.01	OH	2,1	Rp 70.000	Rp 147.000
	Tukang batu	L.02	OH	0,35	Rp 105.000	Rp 36.750
	Kepala tukang	L.03	OH	0,035	Rp 136.300	Rp 4.771
	Mandor	L.04	OH	0,105	Rp 149.000	Rp 15.645
	JUMLAH TENAGA KERJA					Rp 204.166
B	BAHAN					
	Semen portlan		kg	488	Rp 1.760	Rp 858.880
	pasir beton		kg	667	Rp 234	Rp 156.078
	air		liter	215	Rp 25	Rp 5.375
	kerikil (maks 30)		kg	1000	Rp 230	Rp 230.000
	JUMLAH HARGA BAHAN					Rp 1.250.333
C	PERALATAN					
	JUMLAH HARGA BAHAN					
D	JUMLAH				Rp	1.454.499
E	Overhead & profit 15%					Rp 218.175
F	Harga Satuan Pekerjaan					Rp 1.672.673

Pekerjaan pembesian 10 kg dengan besi polos/ ulir						
No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga satuan	Jumlah harga
A	TENAGA					
	Pekerja	L.01	OH	0,07	Rp 70.000	Rp 4.900
	Tukang besi	L.02	OH	0,07	Rp 90.000	Rp 6.300
	Kepala tukang	L.03	OH	0,007	Rp 136.300	Rp 954
	Mandor	L.04	OH	0,004	Rp 149.000	Rp 596
	JUMLAH TENAGA KERJA					Rp 12.750
B	BAHAN					
	besi beton		kg	10,5	Rp 11.000	Rp 115.500
	kawat beton		kg	0,15	Rp 15.000	Rp 2.250
	JUMLAH HARGA BAHAN					Rp 117.750
C	PERALATAN					
	JUMLAH HARGA BAHAN					
D	JUMLAH				Rp	130.500
E	Overhead & profit 15%					Rp 19.575
F	Harga Satuan Pekerjaan					Rp 150.075
Pekerjaan 1m2 bekisting lantai						
No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga satuan	Jumlah harga
A	TENAGA					
	Pekerja	L.01	OH	0,66	Rp 8.000	Rp 5.280
	Tukang kayu	L.02	OH	0,33	Rp 50.000	Rp 16.500
	Kepala tukang	L.03	OH	0,033	Rp 56.000	Rp 1.848
	Mandor	L.04	OH	0,033	Rp 24.000	Rp 792
	JUMLAH TENAGA KERJA					Rp 24.420
B	BAHAN					
	Kayu kelas III		m3	0,04	Rp 1.500.000	Rp 60.000
	Paku 8 - 12 cm		kg	0,4	Rp 17.000	Rp 6.800
	Minyak bekisting		Liter	0,2	Rp 40.000	Rp 8.000
	Balok kayu kelas 2		m3	0,015	Rp 2.500.000	Rp 37.500
	plywood tebal 9mm		lbr	0,35	Rp 120.000	Rp 42.000
	dolken kayu 8-10'		btg	6	Rp 10.000	Rp 60.000
	JUMLAH HARGA BAHAN					Rp 214.300
C	PERALATAN					
	JUMLAH HARGA BAHAN					
D	JUMLAH				Rp	238.720
E	Overhead & profit 15%					Rp 35.808
F	Harga Satuan Pekerjaan					Rp 274.528

REKAPITULASI RENCANA ANGGARAN DAN BIAYA		
Proyek Pembangunan hotel 6 lantai		
NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH BIAYA
1	PEKERJAAN BEKISTING KOLOM	Rp 799.655.430
2	PEKERJAAN BEKISTING BALOK DAN PELAT	Rp 2.271.724.691
3	PEKERJAAN BETON KOLOM	Rp 619.006.199
4	PEKERJAAN BETON BALOK	Rp 828.040.178
5	PEKERJAAN BETON PELAT	Rp 1.378.349.686
6	PEKERJAAN TULANGAN KOLOM	Rp 1.675.552.341
7	PEKERJAAN TULANGAN BALOK	Rp 1.474.475.399
8	PEKERJAAN TULANGAN PELAT	Rp 1.780.123.630
JUMLAH		Rp 10.826.927.553
PPN 11%		Rp 1.190.962.031
JUMLAH TOTAL		Rp 12.017.889.584
DIBULATKAN		Rp 12.018.900.000
TERBILANG :DUA BELAS MILIYAR DELAPAN BELAS JUTA SEMBILAN RATUS RIBU RUPIAH		

3.6 Pemodelan 4D

Perencana hotel ini membutuhkan waktu 720 hari berikut kurva S dalam perencanaan hotel



4. Kesimpulan

1. Stuktur yang digunakan untuk pemodelan hotel 6 lantai ini diperoleh:

Balok induk

- Dimensi 600x300 mm
- Tulangan tumpuan 4D 19
- Tulangan lapangan 4D 19
- Senggang 2 D13 – 150

Balok anak

- Dimensi 400x200 mm
- Tulangan tumpuan 4D 13 100
- Tulangan lapangan 3D 16
- Senggang 2 D12 – 150

Kolom

- Dimensi 600x600 mm
- Tulangan longitudinal 16 D 25
- Senggang tumpuan 4D 19 - 100
- Senggang lapangan 2D 13 – 150

Pelat

- tebal pelat 15cm
- tebal pelat atap 12cm
- tulangan arah X D13 – 200
- tulangan arah Y D13 – 200

2. Kesimpulan dengan menggunakan BIM 4D, kita dapat mengintegrasikan jadwal proyek secara visual ke dalam model bangunan 3D yang kita buat. hal ini untuk memahami dan mengelola urutan pekerjaan, sumber daya yang diperlukan, dan hubungan antara berbagai tahapan konstruksi. Dengan menggabungkan dimensi waktu ke dalam model, BIM 4D dapat membantu dalam perencanaan yang lebih baik dan koordinasi yang lebih efisien
3. Kesimpulan dengan menggunakan BIM 5D, kita dapat memvisualisasikan dan mengelola perkiraan biaya proyek secara lebih akurat. Informasi tentang harga bahan, upah tenaga kerja dan volume perpekerjaan seperti balok, pelat dan kolom semua terintegrasi.
4. Dari perhitungan diatas maka dapat disimpulkan untuk pembangunan struktur hotel bintang 6 di cianjur ini memerlukan biaya Rp.12.018.900.000 (dua belas miliar delapan belas juta Sembilan ratus ribu rupiah)

Referensi

-
- [1] Y. Sekaryadi, D. Setiawan, en M. S. Majid, "Perencanaan Geometrik Jalan Alternatif Kawasan Kepadatan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Nasional Cianjur - Bandung", *J. Momen Tek. Sipil*, vol 02, no 2, bl 80–88, 2019, [Online]. Available at: <https://jurnal.unsur.ac.id/momen/article/view/864>
- [2] Y. Sekaryadi, D. Setiawan, en I. Nurhalim, "Kajian Korelasi Kecelakaan Dengan Kepadatan Lalu Lintas di Ruas Jalan Cianjur - Sukabumi", *J. Momen Tek. Sipil*, vol 02, no 2, bl 93–99, 2019, [Online]. Available at: <https://jurnal.unsur.ac.id/momen/article/view/866>
- [3] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, "SNI 1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung", *Kementeri. Pekerj. Umum*, 2019.
- [4] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, "SNI 1727-2020 Beban Minimum Gedung dan Non Gedung", *Kementeri. Pekerj. Umum*, 2020.
- [5] Pemerintah Kabupaten Cianjur, "Standard Biaya Khusus", 2020.
- [6] S. Sangadji, S. A. Kristiawan, Saputra., en I. Kurniawan, "Pengaplikasian Building Information Modeling (BIM) Dalam Desain Bangunan Gedung", *J. Matrik Tek. Sipil*, bl 381–386, 2019, [Online]. Available at: <https://jurnal.uns.ac.id/matriks/article/view/38475/25492>
- [7] A. Santoso en E. Prahasta, "Penerapan Building Information Modeling (BIM) di Indonesia", *Tek. Sipil*, 2016.