

ANALISA PERBANDINGAN METODE *BOTTOM-UP* DAN METODE *TOP-DOWN* PEKERJAAN *BASEMENT* PADA GEDUNG PARKIR APARTEMEN SKYLAND CITY EDUCATION PARK BANDUNG DARI SEGI BIAYA DAN WAKTU

Fitri Prawidiawati, Cahyono Bintang Nurcahyo, ST., MT
 Jurusan S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
 Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
 E-mail: cbintangn@yahoo.com

Abstrak—Pembangunan *basement* yang dilakukan secara berurutan dari bawah ke atas yang dikenal dengan metode *bottom-up* sudah banyak diterapkan dalam pelaksanaan konstruksi *basement*. Pada metode ini pekerjaan dimulai dari pekerjaan pondasi, pekerjaan galian kemudian diteruskan dengan pembuatan kolom, balok, dan pelat yang menerus sampai ke atap. Seiring berkembangnya teknologi dan inovasi dibidang konstruksi terdapat alternatif metode konstruksi lain yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas kerja. Metode yang dapat diterapkan yaitu metode *top-down*. Pada metode ini pekerjaan *basement* dimulai dari *basement* yang teratas dan dilanjutkan lapis demi lapis sampai kedalaman *basement* yang diinginkan yang bersamaan dengan pekerjaan galian *basement*. Pekerjaan *basement* dapat simultan dengan pekerjaan struktur atas, sehingga waktu pelaksanaan dapat lebih singkat. Kedua metode konstruksi tersebut mempunyai perbedaan pada saat pengerjaan dan selama proses konstruksi yang berpengaruh terhadap biaya dan waktu.

Tugas akhir ini adalah membandingkan metode konstruksi *bottom-up* dan *top-down* dari segi biaya dan waktu. Proyek yang dijadikan objek penelitian adalah Pembangunan Gedung Parkir Apartemen Skyland City Education Park Bandung. Untuk kedua metode tersebut dilakukan studi pustaka dan pengumpulan data, analisa metode pelaksanaan, perhitungan kebutuhan material dan alat, analisa produktivitas dan durasi pekerjaan serta analisa perhitungan biaya.

Dengan analisa perbandingan metode *bottom-up* dan *top-down* didapatkan hasil, metode *bottom-up* membutuhkan waktu pelaksanaan selama 313 hari dengan biaya sebesar Rp 20.146.074.654,00 dan metode *top-down* membutuhkan waktu pelaksanaan selama hari 260 dengan biaya sebesar Rp. 21.342.390.563,00

Kata kunci : *Basement*, biaya, *bottom-up*, *top-down*, waktu.

I. PENDAHULUAN

Pembangunan *basement* pada gedung bertingkat menjadi semakin populer saat ini seiring dengan ketersediaan lahan yang terbatas tetapi kebutuhan akan lahan parkir terus meningkat akibat dari jumlah kendaraan yang terus bertambah. *Basement*(struktur bawah tanah)merupakan suatu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Konstruksi *basement* memerlukan kriteria tersendiri dalam desain maupun dalam tahapan pelaksanaan konstruksi. Untuk tahapan pelaksanaan, metode konstruksi yang digunakan memiliki pengaruh yang cukup besar dalam metode pekerjaan struktur secara keseluruhan. Metode pekerjaan *basement*takan menentukan ketepatan jadwal pelaksanaan proyek dikarenakan *basement* merupakan proses pertama dari pembangunan gedung

bertingkat serta tingkat kesulitan yang cukup tinggi dalam pelaksanaannya.

Metode pelaksanaan yang sering digunakan proyek di lapangan yaitu metode *bottom-up* yang dimulai dari pembuatan pondasi atau penggalian tanah (dengan kedalaman yang direncanakan) untuk kebutuhan pembuatan lantai *basement* gedung bertingkat. Tahapan dilanjutkan dengan pekerjaan pondasi, seperti pemancangan pondasi tiang (bisa memakai tiang pancang atau *bored pile*) yang diteruskan dengan pembuatan kolom, balok, dan pelat yang menerus sampai atap.

Selain itu seiring dengan perkembangan teknologi dibidang konstruksi metode yang dapat digunakan yaitu dengan metode *top-down*. Metode *top-down* tidak dimulai dari lantai *basement* paling bawah (dasar galian). Tepatnya, titik awal pekerjaan dimulai dari pelat lantai satu (*ground level* atau muka tanah). Pelaksanaan struktur bawah dilakukan dari *basement* yang teratas dan dilanjutkan lapis demi lapis sampai kedalaman *basement* yang diinginkan yang bersamaan dengan pekerjaan galian *basement*. Pekerjaan struktur bawah ini bisa simultan dengan pekerjaan struktur atas. Hal ini menyebabkan waktu pelaksanaan menjadi lebih singkat.

Dalam tugas akhir ini peninjauan dilakukan pada pelaksanaan proyek pembangunan Gedung Parkir Apartemen Skyland City Education Park yang terletak di Jatinangor (Bandung) yang direncanakan konstruksi gedung 6 lantai ke atas dan 2 lantai *basement* sampai kedalaman 6 m di bawah muka tanah yang digunakan sebagai lahan parkir. Pihak pengembang menginginkan waktu pelaksanaan dapat diselesaikan secepat mungkin. Selain itu lokasi proyek berdekatan dengan pemukiman, sehingga pelaksanaan tidak boleh mengganggu lingkungan sekitar.

Melihat berbagai kendala di atas, maka diperlukan metode konstruksi yang dapat mengatasi permasalahan tersebut. Di dalam pembangunan Gedung Parkir Skyland City Education Park ini digunakan metode konstruksi *bottom up*, metode lain yang bisa diterapkan yaitu metode *top down*.

Kedua metode konstruksi tersebut mempunyai perbedaan pada saat pengerjaan dan selama proses konstruksi. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kedua metode konstruksi dari segi biaya dan waktu pelaksanaan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Metode Bottom-Up

Pada metode ini, struktur dilaksanakan setelah seluruh pekerjaan galian selesai mencapai elevasi rencana. Pelat *basement* paling bawah dicor terlebih dahulu, kemudian *basement* diselesaikan dari bawah ke atas, dengan menggunakan *scaffolding*. Kolom, balok dan pelat dicor di tempat (*cast in place*).

Galian tanah dapat berupa *open cut* atau dengan sistem dinding penahan tanah yang bisa sementara dan permanen.

Sistem dinding penahan tanah dapat dengan perkuatan *strutting*, *ground anchor* atau *free cantilever*. Untuk pekerjaan *dewatering* biasanya menggunakan sistem *predrainage*. [1]

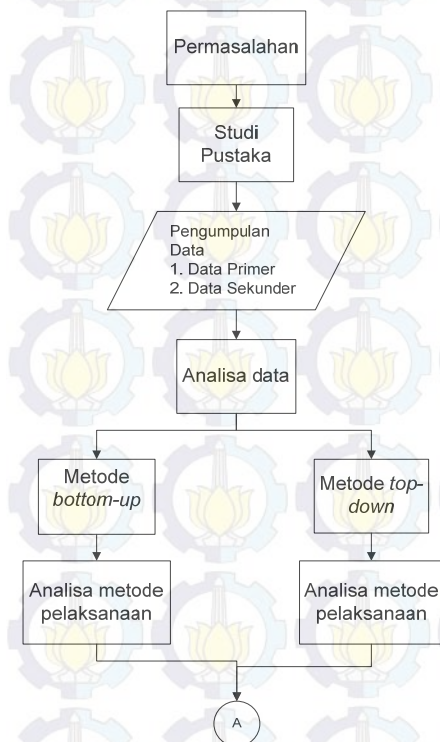
B. Metode Top-Down

Pada metode *top-down*, pelaksanaan struktur *basement* dilakukan dari *basement* yang teratas dan dilanjutkan lapis demi lapis sampai kedalaman *basement* yang diinginkan yang bersamaan dengan pekerjaan galian *basement*. Urutan penyelesaian balok dan pelat lantai dimulai dari atas ke bawah dan selama proses pelaksanaan, struktur pelat dan balok tersebut didukung oleh tiang baja yang disebut *king post*. *King post* adalah bagian dari tiang pondasi pada posisi kolom *basement*, yang biasanya terbuat dari profil baja atau dapat juga menggunakan pipa baja. *King post* ini berfungsi untuk mendukung pelat lantai, balok dan kolom sementara, yang nantinya diperkuat agar berfungsi sebagai kolom permanen.

Pada metode ini dibuat dinding penahan tanah yang dikerjakan sebelum ada pekerjaan galian tanah. Dinding penahan tanah yang biasa digunakan berupa dinding diafragma (*diaphragm wall*) yang berfungsi sebagai *cut off dewatering* juga sebagai dinding *basement*. Untuk penggalian *basement* digunakan alat khusus, seperti *excavator* ukuran kecil. Bila struktur *basement* telah selesai, maka tiang *king post* dicor beton dijadikan sebagai kolom permanen. [1]

III. METODELOGI PENELITIAN

Sistematika metodologi penelitian apabila dibuat dalam diagram alir, dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.

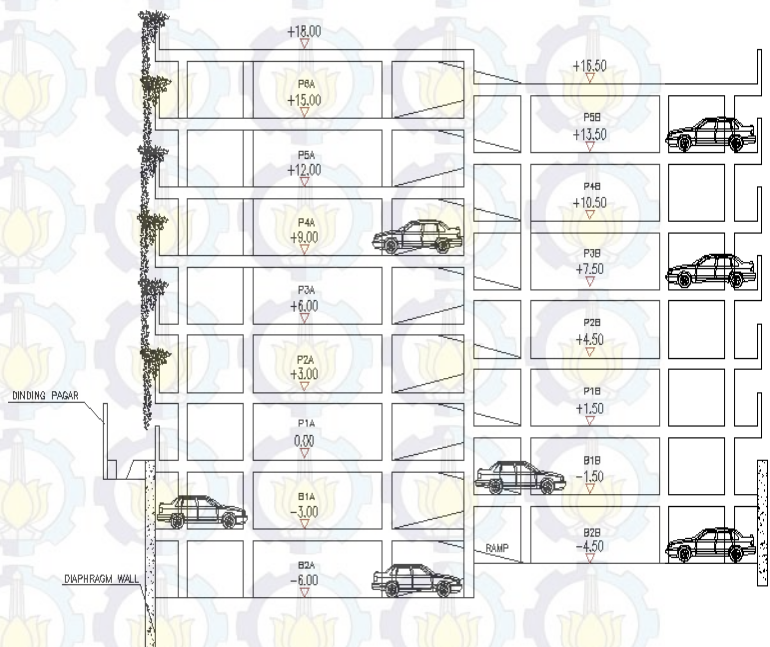


Gambar 1 Diagram Alir Metode Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Bangunan

Gedung parkir Apartemen *Skyland City Education Park* terdiri dari 2 lantai *basement* dan 6 lantai ke atas dengan tinggi 3 m untuk masing-masing lantai. Potongan gambar rencana gedung parkir dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Potongan A-A Gedung Parkir (Sumber: Data proyek)

B. Metode Konstruksi Bottom-Up

Tahapan pelaksanaan dengan metode *bottom-up* pada proyek Gedung Parkir Apartemen Skyland City Education Park adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan dinding penahan tanah

Dinding penahan tanah yang digunakan adalah *diaphragm wall*. Data teknis *diaphragm wall* adalah sebagai berikut :

- Tebal (t) : 50 cm
- Kedalaman : 16 m dan 12 m
- Tebal Panel : 4 m

2. Pekerjaan pondasi bored pile

Pondasi *Bored Pile* direncanakan menggunakan Ø 1500 mm.

3. Pekerjaan Galian

Kedalaman galian adalah 6 m dan 4,5 m. Pekerjaan galian menggunakan metode *open cut*. Pada metode ini, dilakukan penggalian dari permukaan tanah hingga ke dasar galian dengan sudut lereng galian tertentu.

4. Pekerjaan Struktur Lantai B2A s/d B1A dan Lantai B1B s/d B2B

Pekerjaan struktur basement terdiri dari pekerjaan *pile cap* dan *sloof*, pekerjaan pelat dasar *basement*, pekerjaan kolom, dan pekerjaan balok dan pelat lantai.

5. Pekerjaan Struktur Lantai P1A s/d P6A dan Lantai P1B s/d P5B

Pekerjaan struktur atas terdiri dari pekerjaan kolom, balok dan pelat.

C. Metode Konstruksi Top-Down

Pada metode *top-down* terdapat perubahan dimensi untuk kolom dan pelat dasar *basement* sesuai dengan Tugas Akhir [3] perencanaan struktur dengan metode *top-down*.

Tabel 1 Perubahan Dimensi

Metode	Kolom	Pelat Dasar Basement
Top-down	70 x 70 cm	50 cm
Bottom-up	50 x 40 cm	150 cm
	60 x 40 cm	
	70 x 40 cm	
	80 x 40 cm	

Tahapan pelaksanaan dengan metode *top-down* pada proyek Gedung Parkir Apartemen Skyland City Education Park adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah yang digunakan pada metode *top-down* sama dengan metode *bottom-up* yaitu *diaphragm wall*.

2. Pekerjaan Pondasi Bored Pile dan King Post

Pondasi yang digunakan yaitu pondasi *bore pile* Ø 1500 mm. Satu buah pondasi bored pile digunakan untuk menumpu satu buah *king post* (H-Beam 400.400.21.21). *King Post* ini berfungsi untuk menunjang balok dan pelat lantai.

3. Pekerjaan Balok dan Pelat P1A dan Pekerjaan Galian B1B.

- Tahapan Pekerjaan Balok dan Pelat P1A
 - a. Galian untuk balok dan kolom sesuai dengan ukuran balok yaitu 70 cm.
 - b. Pemasangan Bekisting
 - c. Pemasangan Tulangan.
 - d. Pengecoran.
- Pekerjaan Galian B1B dilaksanakan bersamaan dengan pekerjaan balok dan pelat lantai P1A. Digunakan excavator PC-40 untuk memudahkan manuver.

4. Pekerjaan Balok dan Pelat Lantai B1B, Pekerjaan Galian B1A, Pekerjaan Struktur Lantai P2A dan P1B.

Tahapan pelaksanaan untuk pekerjaan balok dan pelat lantai B1B dan Galian B1A sama seperti tahapan pekerjaan pada no.3. Pada saat galian B1A dilaksanakan secara bersamaan dikerjakan juga pekerjaan struktur lantai P2A dan P1B. Pekerjaan galian B1A dilaksanakan setelah 7 hari dari pengecoran pelat P1A sedangkan pekerjaan P1B dilaksanakan bersamaan dengan pekerjaan struktur B1B.

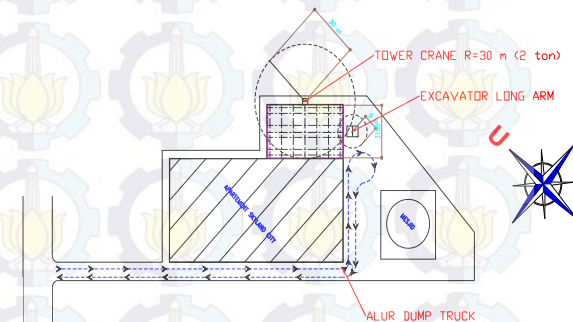
5. Pekerjaan Balok dan Pelat B1A, Galian B2B dan Pekerjaan Pelat Lantai B2B, Pile Cap dan Sloof.

Pada saat pekerjaan galian B2B secara bersamaan pekerjaan P3A dan P2B

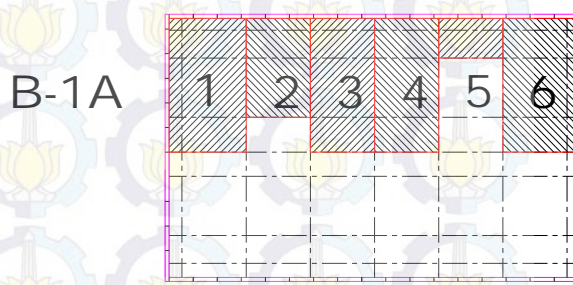
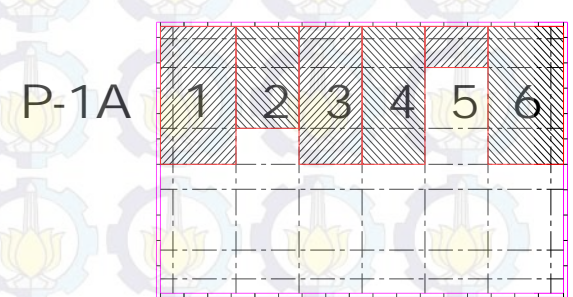
6. Pekerjaan Galian B2A, Pekerjaan Lantai B2A, Pile Cap dan Sloof

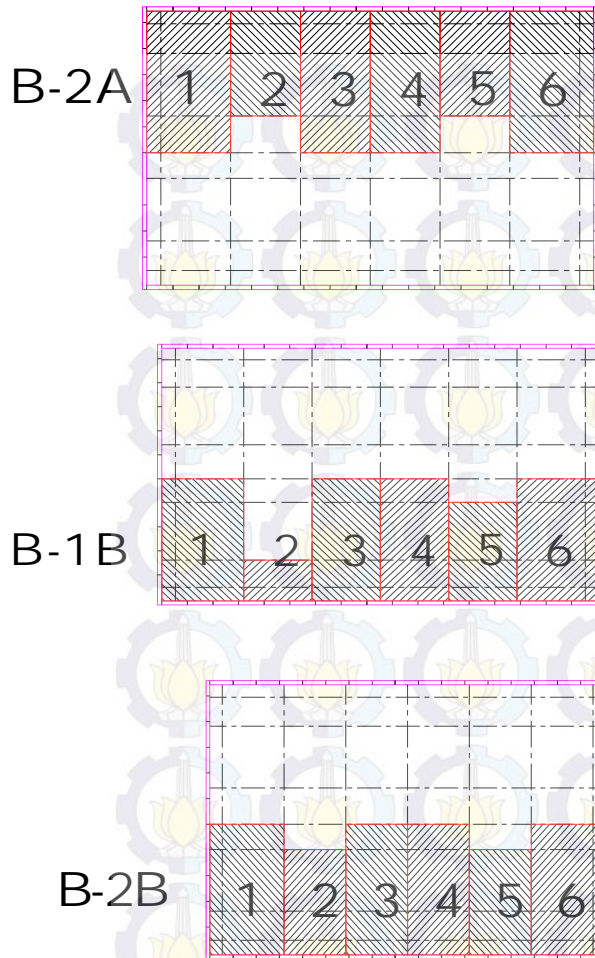
Setelah pekerjaan galian, pelat dasar *basement*, *pile cap* dan *sloof* selesai, *king post* di cor sebagai kolom permanen.

Untuk tahapan penggalian pada metode *top-down* diperlukan ketelitian khusus karena penggalian dilaksanakan dibawah pelat lantai dengan keterbatasan ruang sehingga diperlukan alur penggalian dan akses yang dapat memudahkan dalam pelaksanaan. Alur pembuangan tanah seperti pada Gambar 3. Untuk pembagian zona penggalian dapat dilihat Gambar 4.



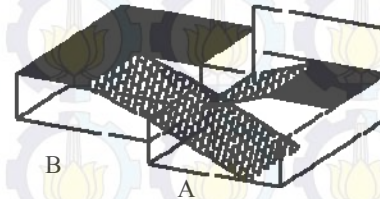
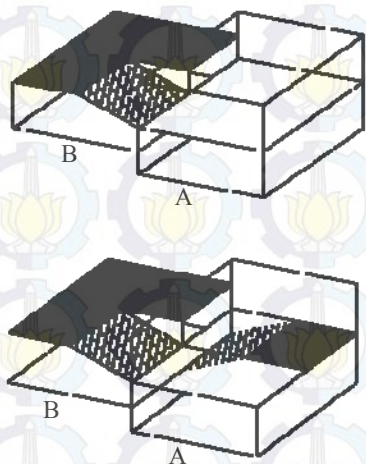
Gambar 3 Alur Pembuangan Tanah





Gambar 4 Zona Penggalian

Akses jalan untuk alat berat masuk ke bawah pelat lantai dapat dilihat pada Gambar 5. Akses jalan pertama dibuat pada lantai B1B menggunakan bulldozer kurang lebih 2 m yaitu setinggi excavator PC-40 untuk masuk ke bawah pelat lantai. Setelah penggalian selesai untuk B1B selesai dibuat akses untuk lantai B1A. Akses untuk lantai B2A berupa akses jalan lanjutan dari lantai B1B dan untuk B2B lanjutan dari B1A.



Gambar 5 Akses Jalan Alat Berat untuk Penggalian

D. Analisa Waktu

Analisa waktu dimulai dengan menghitung produktivitas dari alat yang digunakan[3]. Sedangkan produktivitas pekerja didapat dari hasil suvey lapangan dengan mewawancarai pelaksana proyek. Untuk menghitung durasi masing-masing pekerjaan pada kedua metode yaitu dengan cara membagi volume pekerjaan dengan produktivitas alat/pekerja. Contoh produktivitas alat/pekerja hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Selanjutnya dengan menggunakan *Microsoft Project 2010* dan berdasarkan *sequencing* pekerjaan yang telah dibuat dapat diketahui total waktu pelaksanaan untuk kedua metode. Hasil perhitungan durasi untuk tiap pekerjaan pada Tabel 3 dan 4. Dari hasil penjadwalan didapatkan total durasi untuk metode *bottom-up* 313 hari dan total durasi untuk metode *top-down* 260 hari.

Tabel 2 Produktivitas Alat dan Pekerja

ALAT/PEKERJA	SATUAN	PRODUKTIVITAS
Bored Pile Machine	M ³ /HARI	15
Excavator PC-200	M ³ /JAM	48
Excavator PC-40	M ³ /JAM	18
Dump Truck	M ³ /JAM	23
Clamshell	M ³ /JAM	30
Concrete Pump	M ³ /JAM	45
Pembesian	KG/ORG/HR	285
Bekisting	KG/ORG/HR	16

Tabel 3 Durasi Tiap Pekerjaan Metode Konstruksi *Bottom-Up*

URAIAN PEKERJAAN	Durasi Hari
PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH	
PEKERJAAN DIAPHRAGMA WALL	46
PEKERJAAN PONDASI BORED PILE	54
PEKERJAAN GALIAN TANAH	22
PEKERJAAN PILE CAP	19
PEKERJAAN SLOOF	19
PEKERJAAN LANTAI BASEMENT B2A	
PEKERJAAN PELAT LANTAI BASEMENT	15
PEKERJAAN KOLOM	6
PEKERJAAN LANTAI BASEMENT B2B	
PEKERJAAN PELAT LANTAI BASEMENT	12
PEKERJAAN KOLOM	6
PEKERJAAN LANTAI BASEMENT B1A	
PEKERJAAN BALOK DAN PELAT LANTAI	20
PEKERJAAN KOLOM	6
PEKERJAAN LANTAI BASEMENT B1B	
PEKERJAAN BALOK DAN PELAT LANTAI	19
PEKERJAAN KOLOM	6
PEKERJAAN LANTAI P1A	
PEKERJAAN BALOK DAN PELAT LANTAI	20
PEKERJAAN KOLOM	6
PEKERJAAN LANTAI P1B	
PEKERJAAN BALOK DAN PELAT LANTAI	19
PEKERJAAN KOLOM	6
Total Durasi Setelah Sequencing	313

Tabel 4 Durasi Tiap Pekerjaan Metode Konstruksi *Top-Down*

URAIAN PEKERJAAN	Durasi Hari
PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH	46
PEKERJAAN DIAPHRAGMA WALL	54
PEKERJAAN PONDASI BORED PILE	29
PEKERJAAN GALIAN TANAH	19
PEKERJAAN PILE CAP	19
PEKERJAAN SLOOF	19
PEKERJAAN LANTAI BASEMENT B2A	15
PEKERJAAN PELAT LANTAI BASEMENT	6
PEKERJAAN KOLOM	6
PEKERJAAN LANTAI BASEMENT B2B	12
PEKERJAAN PELAT LANTAI BASEMENT	6
PEKERJAAN KOLOM	6
PEKERJAAN LANTAI BASEMENT B1A	20
PEKERJAAN BALOK DAN PELAT LANTAI	6
PEKERJAAN KOLOM	6
PEKERJAAN LANTAI BASEMENT B1B	19
PEKERJAAN BALOK DAN PELAT LANTAI	6
PEKERJAAN KOLOM	6
PEKERJAAN LANTAI P1A	20
PEKERJAAN BALOK	6
PEKERJAAN KOLOM	6
PEKERJAAN LANTAI P1B	19
PEKERJAAN BALOK	6
PEKERJAAN KOLOM	6
Total Durasi Setelah Sequencing	260

E. Analisa Biaya

Analisa biaya dimulai dengan menghitung kebutuhan material, tenaga dan alat yang digunakan untuk tiap item pekerjaan sesuai dengan tahapan pelaksanaan yang digunakan serta menentukan harga satuan [2] dari masing-masing item pekerjaan. Untuk analisa harga satuan dihitung berdasarkan produktivitas alat/pekerja sesuai dengan ketentuan pada Pedoman Analisa Harga Satuan Bidang Pekerjaan Umum Tahun 2013 [2]. Contoh perhitungan analisa harga satuan dapat dilihat pada Tabel 5.

Setelah mengetahui kebutuhan material, tenaga kerja, peralatan dan harga satuan selanjutnya menyusun rencana anggaran biaya (RAB). Rencana anggaran biaya dihitung berdasarkan pada volume tiap jenis pekerjaan dikalikan dengan harga satuan tiap pekerjaan. Dari hasil perhitungan RAB didapat total biaya yang dibutuhkan pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 5 Perhitungan Koefisien AHS

Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Keterangan
Produktivitas	Qt	285	kg/org/hari	
Jam Kerja Efektif	Tk	8	jam/hari	
Kebutuhan Tenaga				
- Mandor	M	1.00		1 mandor = 10 pekerja
- Pekerja	P	4.00		1 tukang besi = 4 pekerja
- Tukang besi	T	1.00		1 kepala tukang = 5 tukang besi
- Kepala Tukang	KT	1.00		
Koefisien Tenaga/m ³				
Mandor = (Tk x M) : Qt		0.001	hari	
Pekerja = (Tk x P) : Qt		0.014	hari	
Tukang Besi (Tk x T) : Qt		0.0035	hari	
Kepala Tukang (Tk x KT) : Qt		0.0007	hari	

Tabel 6 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Metode Konstruksi *Bottom-Up*

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA Rp.
I	BIAYA MATERIAL	Rp 15.534.649.216.61
II	BIAYA UPAH	Rp 1.185.708.500.97
III	BIAYA PERALATAN	Rp 1.751.716.936.50
IV	BIAYA TIDAK LANGSUNG	Rp 1.674.000.000.00
	Total	Rp 20.146.074.654.08

Tabel 7 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Metode Konstruksi *Top-Down*

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA Rp.
I	BIAYA MATERIAL	Rp 16.960.722.955.00
II	BIAYA UPAH	Rp 1.523.990.087.06
III	BIAYA PERALATAN	Rp 1.640.377.521.38
IV	BIAYA TIDAK LANGSUNG	Rp 1.217.300.000.00
	Total	Rp 21.342.390.563.43

E. Analisa Perbandingan

1. Biaya Pelaksanaan
Biaya metode *bottom-up* lebih murah dibandingkan dengan metode *top-down*, selisih biaya pelaksanaan pembangunan gedung parkir sebesar Rp. 1.961.351.909,00, hal ini disebabkan karena pada metode *top-down* terdapat penambahan material berupa *king post*, perubahan dimensi pelat dan kolom yang menyebabkan biaya material dan upah meningkat.
2. Waktu Pelaksanaan
Dari hasil penjadwalan antara metode *bottom-up* dengan metode *top-down* didapatkan selisih waktu pelaksanaan 53 hal dikarenakan pada metode *top-down* pekerjaan struktur *basement* bersamaan dengan struktur atas.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil analisa dua metode yaitu *bottom-up* dengan *top-down* didapatkan hasil kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode konstruksi *top-down* membutuhkan ketelitian dan kompetensi khusus dalam pelaksanaan diperlukan pendetailan dalam setiap tahapan pelaksanaannya.
2. Metode *top-down* dapat mereduksi waktu pelaksanaan hingga 20%, karena pelaksanaan struktur *basement* bersamaan dengan struktur atas.
3. Biaya pelaksanaan metode *top-down* lebih mahal dibandingkan dengan metode *bottom-up* karena pada metode *top down* terdapat penambahan material yaitu *king post*, perubahan dimensi pelat dan kolom yang menyebabkan biaya material dan upah meningkat.
4. Metode *bottom-up* membutuhkan waktu pelaksanaan selama 313 hari dengan biaya sebesar Rp 20.146.074.654,00 dan metode *top-down* membutuhkan waktu pelaksanaan selama hari 260 dengan biaya sebesar Rp. 21.342.390.563,00

B. Saran

1. Pelaksanaan metode *top-down* sangat dimungkinkan untuk dilaksanakan, namun membutuhkan ketelitian dan keahlian dalam proses pelaksanaan.
2. Perlunya pengembangan teknologi dan riset tentang *top-down* serta memasyarakatkan penggunaan metode *top-down* pada jasa konstruksi di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Asiyanto. 2006. **Metode Konstruksi Gedung Bertingkat**. Jakarta: UI Press

[2] Departemen Pekerjaan Umum. 2013. **Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum**. Bandung: Kementrian Pekerjaan Umum

- [3] Dwinata,Rizky Harja. 2008. **Perencanaan Basement Gedung Parkir Apartemen Skyland City Education Park Bandung**. Tugas Akhir: ITS
- [4] Rostiyanti,Susi Fatena.2008. **Alat Berat untuk Proyek Konstruksi**. Jakarta: Rineka Cipta.

