

ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan dan pertumbuhan perekonomian di Indonesia, pembangunan gedung bertingkat banyak dilakukan guna memenuhi kebutuhan akan tersedianya sarana penunjang. Namun, ketersediaan lahan di kota-kota besar untuk menunjang kebutuhan tersebut semakin sedikit, sedangkan dalam pelaksanaan konstruksi diperlukan area yang cukup luas. Metode pekerjaan *bottom up* merupakan metode pelaksanaan yang paling umum digunakan, namun biasanya pelaksanaannya berlangsung lebih lama karena pekerjaan struktur baru dapat dimulai setelah pekerjaan galian dikerjakan. Maka dari itu, kontraktor selaku pelaksana perlu merencanakan serta memilih metode pelaksanaan yang efisien dari segi waktu dan alur pelaksanaan, tanpa mengurangi kualitas atau hasil pekerjaan. Perkembangan teknologi di bidang konstruksi memunculkan metode pelaksanaan konstruksi yang memungkinkan sebuah struktur dibangun di lokasi yang memiliki area lahan terbatas, metode tersebut yakni *top down*. Metode ini merupakan kebalikan dari metode *bottom up* dengan urutan pekerjaan dimulai dari atas ke bawah, serta pekerjaan dapat dilaksanakan secara bersamaan sehingga diharapkan dapat mempersingkat waktu pelaksanaan. Dalam penelitian ini, metode yang dilakukan adalah peninjauan langsung pada objek yang dijadikan bahan penelitian untuk mendapatkan data, melakukan analisis durasi pelaksanaan dari volume pekerjaan yang dilakukan, melakukan simulasi pekerjaan terhadap kedua metode pelaksanaan dengan *microsoft project*, serta melakukan analisis perbandingan terhadap kedua metode konstruksi yang digunakan. Hasil yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan adalah penggunaan metode konstruksi *top down* memakan durasi pelaksanaan konstruksi selama 294 hari, sedangkan metode *bottom up* memakan durasi pelaksanaan konstruksi selama 329 hari.

Kata kunci: Metode Konstruksi, Metode *Top-down*, Metode *Bottom up*, Perbandingan durasi

ABSTRACT

Along with economic development and growth in Indonesia, construction of high rise building is done for supporting facilities. However, the availability of area in huge cities to support these is getting smaller, while in the implementation of construction a large area is needed. The bottom up construction method is the most commonly used, but usually the implementation lasts longer because structural works can begin after the excavated work has been done. Therefore, contractors as implementers need to plan and choose an efficient construction method, without reducing the quality or result of work. Technological developments in the construction sector have led to a method of construction that allows a structure to be built in a location that has limited land area, the method called top down. This method is the opposite of the bottom up method with the order of work starting from top to bottom, and work can be carried out simultaneously so that it is expected can reduce construction time. In this study, the method is direct observation to collecting data, calculation of duration from volume of work, simulating sequence of work from two construction methods with microsoft project, and comparing construction method used duration. The results from this study is the use of top down construction method took up 294 days, while the bottom up construction method took 329 days of construction.

Key words : Construction method, Top-down method, Bottom up method, Comparison of duration

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan gedung bertingkat tinggi semakin banyak mengingat semakin tingginya tingkat pemenuhan kebutuhan untuk area pemukiman maupun area perkantoran dan bisnis sehingga memerlukan *office space* yang memfasilitasi hal tersebut. Seiring dengan berjalannya waktu dan semakin meningkatnya angka pertumbuhan manusia, maka ketersediaan lahan untuk lokasi pembangunan konstruksi akan semakin berkurang. Hal ini dapat ditemui pada kota besar misalnya Jakarta, Surabaya, dan kota-kota besar lainnya di Indonesia.

Untuk mengatasi hal tersebut, biasanya bangunan gedung bertingkat tinggi akan menggunakan struktur bawah tanah atau yang umum juga disebut *basement* sebagai langkah untuk memanfaatkan terbatasnya lahan yang tersedia.

Dalam pelaksanaannya, dibutuhkan penerapan metode pelaksanaan konstruksi yang tepat untuk menyelesaikan suatu pembangunan konstruksi di lapangan. Terlebih untuk membantu menghadapi situasi-situasi tertentu yang diakibatkan oleh medan yang terdapat di lapangan, sehingga kesalahan yang diakibatkan oleh kondisi-kondisi tertentu pada saat pelaksanaan pekerjaan di lapangan dapat diminimalisir. Selain itu, penggunaan metode kerja akan memiliki pengaruh yang cukup besar kepada seluruh aspek selama pelaksanaan berlangsung, baik itu ketepatan pelaksanaan, kecepatan pengerjaan atau waktu pelaksanaan, hingga biaya yang akan dikeluarkan selama kegiatan pembangunan berlangsung.

Metode pelaksanaan pembangunan sebuah konstruksi yang sering dijumpai dan umum digunakan adalah metode *Bottom up*. Metode ini dilakukan dengan cara menggali tanah terlebih dahulu sampai level terendah, setelah itu pekerjaan dimulai dari pekerjaan pondasi, hingga bagian struktur bangunan lainnya sesuai dengan yang telah direncanakan.

Seiring dengan perkembangan teknologi dan tuntutan dari permasalahan yang semakin beragam, maka dalam hal ini pelaksana atau kontraktor harus dapat

memilih metode pelaksanaan yang efisien dari segi waktu dan biaya yang tentunya tanpa mengurangi mutu pekerjaan.

Untuk menghadapi permasalahan tersebut, salah satu metode pelaksanaan pekerjaan yang dapat digunakan adalah metode *Top-down*. Metode ini merupakan kebalikan dari metode dengan menggunakan *Bottom-up*, titik awal pekerjaan biasanya dimulai dari lantai 1 (pada permukaan tanah atau *ground level*). Metode ini dipilih karena dianggap dapat mengatasi permasalahan-permasalahan yang ditimbulkan akibat kondisi di sekitar proyek. Pertimbangan pemilihan metode *Top-down* antara lain :

1. Dapat mempersingkat waktu pelaksanaan pekerjaan struktur.
2. Biaya selama pelaksanaan dapat di minimalisir.
3. Luas area pekerjaan yang terbatas bukan menjadi halangan yang mengakibatkan terlambatnya proses pelaksanaan.
4. Beberapa *item* pekerjaan dapat dimulai secara bersamaan sehingga dapat menghemat waktu pelaksanaan.

Meskipun terdapat beberapa keunggulan, proses pelaksanaan pembangunan konstruksi dengan menggunakan metode *Top-down* tidak akan lepas dari berbagai permasalahan, sehingga dalam pelaksanaannya perlu dilakukan pengawasan khusus dan mempersiapkan sumber daya manusia yang berkualitas.

Peninjauan yang menjadi tema atau pembahasan pada tugas akhir ini mengambil lokasi di sebuah proyek gedung yang terdapat di Jakarta Selatan. Gedung ini direncanakan memiliki 4 lantai *basement*, 4 lantai podium, dan 21 lantai sebagai tower. Selama pelaksanaan pekerjaan *basement*, metode yang digunakan adalah metode *Top-down* dengan pertimbangan yang telah dijelaskan diatas.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana alur kerja atau *schedule* pelaksanaan pekerjaan pembuatan *basement* dengan menggunakan metode *Top-down* ?
2. Bagaimana perbandingan *schedule* pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan metode *Bottom-up* dan *Top-down* ?
3. Berapa selisih waktu pelaksanaan antara metode *Bottom-up* dan *Top-down* ?

1.3. Lingkup Penelitian

Lingkup dari penelitian pada tugas akhir ini mengacu pada latar belakang dan perumusan masalah, antara lain sebagai berikut :

1. Penelitian dan peninjauan dilakukan pada pelaksanaan proyek gedung yang berlokasi di Jakarta Selatan.
2. Penelitian ini hanya mencakup pekerjaan struktural bangunan gedung di bagian *basement* saja, namun penelitian ini tidak membahas mengenai pekerjaan perencanaan dari bagian *basement* tersebut. Data penelitian berupa durasi setiap pekerjaan dan data struktur diperoleh dari proyek pembangunan gedung X yang berlokasi di Jakarta Selatan.
3. Penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan dan mensimulasikan pembangunan gedung yang sama namun dengan menggunakan dua metode pelaksanaan kerja dan alur yang berbeda.
4. Penelitian ini membahas pergerakan *schedule* pada pelaksanaan pembuatan struktur bawah tanah atau bagian *basement* dengan menggunakan metode *Bottom-up* dan *Top-down* dengan bantuan program *Microsoft office project* 2010.
5. Penelitian ini hanya menganalisa durasi atau waktu pekerjaan dari sebuah pelaksanaan proyek dengan menggunakan metode *Bottom-up* dan metode *Top-down*.

1.4. Tujuan Penelitian

Membandingkan durasi atau waktu pelaksanaan pekerjaan dan alur pelaksanaan pekerjaan dari pembangunan konstruksi *basement* dengan menggunakan metode konstruksi *top down* dan metode konstruksi *bottom up*.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Memberikan pengetahuan dan gambaran umum mengenai metode pelaksanaan *Bottom-up* dan metode *Top-down* ditinjau dari aspek pergerakan *schedule* atau alur pekerjaan pelaksanaan dengan menggunakan kedua metode tersebut.

2. Memberikan informasi mengenai apa saja alur pekerjaan atau tahapan pekerjaan yang harus dilakukan ketika menggunakan metode *Bottom-up* dan metode *Top-down* dalam pembangunan *basement*.
3. Dapat dijadikan sebagai referensi bagi pelaksana proyek dalam memilih metode pelaksanaan pekerjaan yang akan digunakan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Proyek seringkali didefinisikan sebagai suatu rangkaian unik yang memiliki bagian-bagian yang berisi perencanaan awal serta akhir kegiatan (penjadwalan), tujuan, ruang lingkup pekerjaan, dan anggaran yang dilakukan oleh suatu organisasi sementara (Saminnen dan Henning, 1999). Pendapat lainnya menyatakan bahwa proyek merupakan suatu proses dari gabungan beberapa rangkaian aktivitas yang memiliki titik awal dan titik akhir yang melibatkan berbagai sumber daya yang sifatnya terbatas untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan (Wohon, 2015)

Menurut Mistra (2012) dan Bintang dkk. (2014) metode pelaksanaan adalah suatu rangkaian atau proses pelaksanaan kegiatan konstruksi yang mengikuti prosedur yang telah dirancang sesuai dengan standar yang telah teruji. Cara atau metode tidak terlepas dari penggunaan teknologi sebagai pendukung dalam rangka mempercepat proses pembuatan bangunan, agar pelaksanaannya dapat berjalan sesuai dengan harapan baik itu dari segi biaya dan waktu.

Fateh dkk. (2014) menyatakan bahwa saat ini pengefisienan waktu pelaksanaan konstruksi merupakan hal yang sangat kontroversial mengingat karena hal tersebut sifatnya langsung akan berpengaruh pada besarnya biaya yang dikeluarkan dari awal hingga berakhirnya proyek, terutama jika lokasi pekerjaan terletak di daerah perkotaan yang dikelilingi oleh stuktur bangunan lain, misalnya gedung. Jika pekerjaan galian dalam pelaksanaan konstruksi dekat dengan bangunan lain, pemilihan suatu cara atau metode akan sangat penting untuk mencegah rusaknya bangunan di sekitar lokasi pekerjaan (Li dkk., 2014).

Penerapan suatu cara atau metode dalam pelaksanaan konstruksi akan terkait erat dengan kondisi lapangan dimana suatu proyek konstruksi akan dikerjakan, dan juga tergantung pada jenis proyek yang dikerjakan. Semua tahapan pekerjaan memiliki metode pelaksanaan yang disesuaikan dengan desain dari konsultan perencana sehingga dalam pelaksanaannya, perencanaan metode

pelaksanaan didasarkan atas *design*, situasi dan kondisi proyek yang ada (Tanubrata, 2015).

2.2.1. Penelitian Terdahulu tentang Perbandingan Metode *Top-Down* dan *Bottom-Up*

Nurhadi (2015) menyatakan bahwa ketepatan waktu pekerjaan merupakan hal yang sangat penting dalam pelaksanaan sebuah proyek berupa konstruksi bangunan, sehingga dalam pelaksanaannya diperlukan manajemen konstruksi yang baik untuk mencapai tujuan tersebut. Berbagai cara dapat dilakukan oleh pelaksana untuk mempersingkat waktu pelaksanaan pada sebuah proyek, salah satunya adalah dengan cara memilih metode pelaksanaan konstruksi.

Seiring dengan makin beragamnya teknologi khususnya pada bidang konstruksi, maka pelaksana dapat lebih memiliki pilihan metode pelaksanaan yang disesuaikan dengan kondisi di lapangan. Pada penelitian perbandingan metode yang telah dilakukan oleh Lafiza (2017) pada proyek Fave hotel Surabaya, dengan jenis pekerjaan yang sama didapatkan hasil dan kesimpulan bahwa pelaksanaan konstruksi dengan menggunakan metode *top down* akan memakan waktu selama 184 hari sedangkan jika menggunakan metode *bottom up*, maka proyek akan selesai dalam waktu 222 hari, atau dengan kata lain penggunaan metode *top down* lebih efisien karena dapat menghemat waktu pelaksanaan proyek hingga 38 hari.

Analisa terhadap perbandingan metode juga pernah dilakukan oleh Bintang dkk.(2014) dengan melakukan kajian terhadap pemilihan metode *bottom up* dan *top down* sebagai inovasi metode pelaksanaan. Kajian dilakukan dengan cara observasi langsung dan mengajukan beberapa pertanyaan kepada pelaksana di proyek Sudirman suites hotel. Adapun hasil kajian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Tingkat produktivitas pekerjaan dengan menggunakan metode *top down* dan *bottom up* pada beberapa aspek pekerjaan memiliki selisih yang tidak terlalu jauh, hal ini tentunya akan sangat berpengaruh terhadap waktu penyelesaian pekerjaan. Adapun rincian nilai produktivitas pekerjaan pada kajian yang dilakukan oleh Bintang dkk.(2014) disajikan dalam Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2. 1 Hasil perhitungan produktivitas pekerjaan (Bintang dkk., 2014)

No	Jenis Pekerjaan	Produktivitas	
		<i>Top down</i>	<i>Bottom up</i>
1	Galian tanah	326,89 m ³ / hari	603,14 m ³ / hari
2	Pengecoran	41,62 m ³ / hari	47,05 m ³ / hari
3	Pembesian	11178,33 kg / hari	14282,74 kg / hari
4	Bekisting	89,59 m ² / hari	90,18 m ² / hari

2. Pekerjaan konstruksi dengan menggunakan metode *top down* memungkinkan pelaksanaan pekerjaan secara simultan atau secara bersamaan, kemudian jenis metode ini sangat cocok dipakai jika lahan yang tersedia sempit dan memiliki lingkungan yang cukup padat.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Pradiawati dan Nurcahyo (2015) dengan tinjauan berupa waktu pelaksanaan pembangunan *basement* pada gedung parkir apartemen skyland city education yang terdiri dari 2 lantai *basement* dan 6 lantai ke atas. Analisa dilakukan berdasarkan tahapan pekerjaan yang dilakukan jika menggunakan 2 buah metode yang berbeda, namun dengan data struktur yang sama. Adapapun hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut :

1. Pelaksanaan pembangunan dengan menggunakan metode *top down* akan memakan waktu pelaksanaan selama 260 hari, sedangkan metode *bottom up* memakan waktu pelaksanaan selama 313 hari, atau dengan kata lain memiliki selisih waktu pelaksanaan selama 53 hari. hal ini dikarenakan pelaksanaan konstruksi dengan menggunakan metode *top down* memungkinkan 2 pekerjaan berbeda dilakukan secara bersama.
2. Pelaksanaan dengan metode *top down* dapat mereduksi waktu pelaksanaan hingga 20%, namun pelaksanaannya memerlukan ketelitian dan kompetensi khusus.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Manajemen Proyek

Menurut PMBOK (2008) Manajemen proyek adalah penerapan pengetahuan, keterampilan, alat, dan teknik dalam kegiatan proyek untuk memenuhi persyaratan proyek. Ada lima tahap utama dalam manajemen proyek, yakni tahap permulaan, tahap perencanaan, tahap eksekusi di lapangan, tahap

pengawasan, dan yang terakhir adalah tahap penutupan. Menurut Sahid (2012), ada tiga tahapan penting yang dilakukan dalam manajemen proyek, yaitu :

1. Tahap perencanaan yang meliputi penetapan sasaran, pendefinisian proyek, dan organisasi tim.
2. Tahap penjadwalan yang meliputi hubungan tenaga kerja, uang, dan bahan atau alat yang digunakan dalam proyek.
3. Tahap pengendalian yang meliputi pengawasan sumberdaya, biaya, kualitas, dan anggaran jika dalam pelaksanaan terdapat revisi / ubah rencana.

2.2.2. Basement

Basement adalah sebuah tingkat atau beberapa tingkat dari bangunan yang keseluruhan atau sebagian terletak dibawah tanah. Jadi dapat dikatakan bahwa *basement* adalah ruang bawah tanah yang merupakan bagian dari bangunan gedung (Tanubrata, 2015). Pada saat ini, pembangunan *basement* semakin populer dan berkembang sebagai solusi lahan parkir yang juga merupakan bagian dari masalah terbatasnya lahan yang tersedia (Al-matin, 2018), selain sebagai ruang parkir, *basement* juga dapat dimanfaatkan sebagai utilitas pada gedung bertingkat. (Lafiza, 2017).

Pemilihan metode pekerjaan pembuatan *basement* adalah hal yang sangat penting dalam perencanaan karena akan sangat berpengaruh dalam segi waktu maupun biaya yang keluar selama pelaksanaan berlangsung. Oleh karena itu, biasanya kontraktor selaku pelaksana akan memilih metode pelaksanaan yang baik dan efisien. Metode yang biasanya digunakan adalah *bottom up* dimana pekerjaan akan dimulai dengan cara menggali tanah sesuai dengan rencana, dilanjutkan dengan pembuatan pondasi dan seterusnya hingga struktur atas. Namun semakin majunya teknologi yang ada, terdapat metode lain yaitu *top down*, dimana pekerjaan *basement* akan dimulai bersamaan dengan struktur lainnya dari tanah dasar.

2.2.3. Metode Pelaksanaan *Bottom-Up*

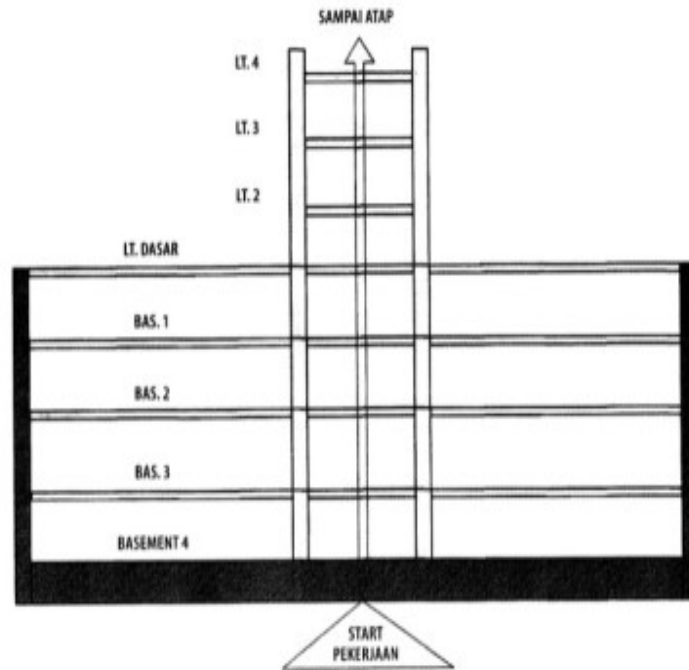
Pada metode pelaksanaan *bottom-up*, pekerjaan struktur dimulai setelah pekerjaan galian mencapai elevasi yang telah direncanakan. Selanjutnya, pekerjaan dilanjutkan dengan pembuatan pondasi dan pengecoran dilakukan pada

basement paling bawah sehingga menjadi *raft foundation* (Tanubrata, 2015). Kemudian struktur *basement* dilaksanakan dari bawah ke atas dengan menggunakan *scaffolding*, bagian struktur lainnya seperti kolom, balok, dan pelat di cor di tempat (*cast in place*) (Prawidiawati dan Nurcahyo, 2015).

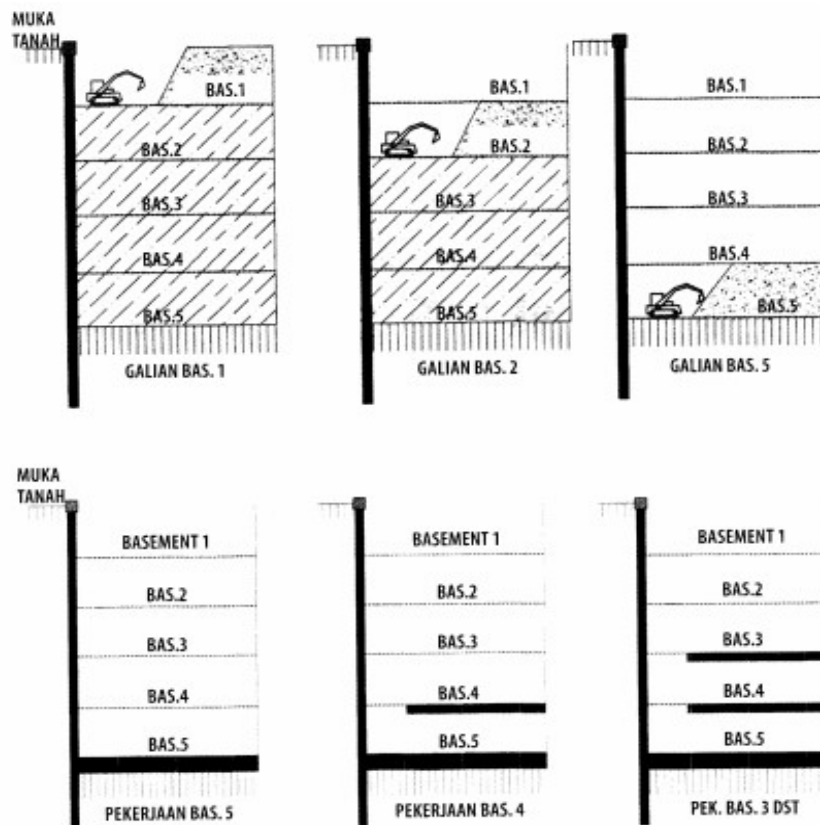
Pada metode pelaksanaan *bottom-up*, galian biasanya dilakukan dengan sistem *open cut* dengan menggunakan dinding penahan tanah yang bersifat sementara maupun permanen. Jadwal pelaksanaan proyek dapat menjadi lebih lama pada metode ini karena pekerjaan lainnya baru dapat dikerjakan setelah pekerjaan galian dan dinding penahan tanah selesai dikerjakan. Mistra (2012) menyatakan bahwa pembangunan struktur bangunan dengan menggunakan sistem *bottom up* terbagi dalam beberapa tahap di bawah ini :

1. Pembuatan dinding penahan tanah (*retaining wall*) yang terdiri dari *bore pile* dan dikombinasikan dengan *bentonite bore pile*.
2. Pekerjaan *dewatering* (pengurasan air tanah) dilakukan selama 24 jam sampai mencapai batas terbawah dari lantai *basement*.
3. Penggalan tanah dilaksanakan sesuai dengan elevasi yang direncanakan.
4. Pemasangan *ground anchor* pada dinding penahan tanah sebagai langkah perkuatan.
5. Pemasangan tiang pondasi, dapat berupa *bore pile* maupun tiang pancang.
6. Pemasangan *pile cap*, biasanya dilaksanakan dengan pekerjaan *tie beam* dan pelat *basement*.
7. Pembuatan dinding *basement*.
8. Pembuatan balok dan lantai *basement* di atasnya.
9. Pekerjaan lain sesuai dengan *schedule* pekerjaan hingga pekerjaan akhir berupa atap dan *topping off*.

Adapun ilustrasi dari pelaksanaan dengan menggunakan metode *bottom up* ditunjukkan pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2. 1 Ilustrasi pekerjaan metode *bottom up* (Mistra, 2012)



Gambar 2. 2 Skema pekerjaan galian pada metode *bottom up* (Mistra, 2012)

Dalam penerapannya, metode pelaksanaan konstruksi *bottom up* mempunyai beberapa kekurangan dan kelebihan, Mistra (2012) dan Lafiza (2017) menyatakan bahwa kendala atau kekurangan dari penggunaan metode ini antara lain :

1. Jadwal pelaksanaan pembangunan bisa menjadi lebih panjang karena ada beberapa tahap awal pekerjaan yang tidak dapat dilakukan karena harus menunggu pekerjaan sebelumnya selesai terlebih dahulu, misalnya pada pekerjaan galian tanah yang memakan waktu cukup lama sehingga jadwal pelaksanaan akan menjadi semakin panjang.
2. Adanya biaya dan waktu tambahan untuk pemasangan ankur tanah atau *ground anchor* untuk meminimalisir terjadinya longsoran tanah.
3. Pemasangan *ground anchor* juga tergantung dari luasan areal pekerjaan yang tersedia, jika tidak tersedia lahan yang memadai atau adanya struktur bangunan lain disekitar proyek, maka *ground anchor* atau ankur tanah tidak dapat dipasang.
4. Proses pembuangan air tanah atau *dewatering* dapat mengakibatkan turunnya muka air tanah secara drastis, dan turunnya muka air tanah dapat mengakibatkan turunnya struktur bangunan lain di sekitar proyek.
5. Luas areal pekerjaan akan berkurang akibat adanya pekerjaan galian tanah.
6. Pelaksanaan pekerjaan pelat lantai dan balok *basement* akan lebih banyak membutuhkan perancah atau bekesting, sehingga akan banyak membutuhkan biaya dan bertambahnya *waste materials*.

Menurut Al-Matin (2018), kelebihan dalam penggunaan metode *bottom up* adalah sebagai berikut ini :

1. Biaya peralatan yang lebih murah.
2. Banyaknya ketersediaan tenaga ahli dan banyak yang menguasai.
3. Alat berat yang digunakan tidak terlalu khusus dan lebih umum dijumpai.
4. Biaya pembuatan dinding penahan tanah relatif murah dan tidak memerlukan teknologi yang tinggi.
5. Pengendalian proyek selama pelaksanaan konstruksi akan lebih mudah karena mayoritas pekerjaan struktur menggunakan metode *bottom up*.

2.2.4. Metode Pelaksanaan *Top-Down*

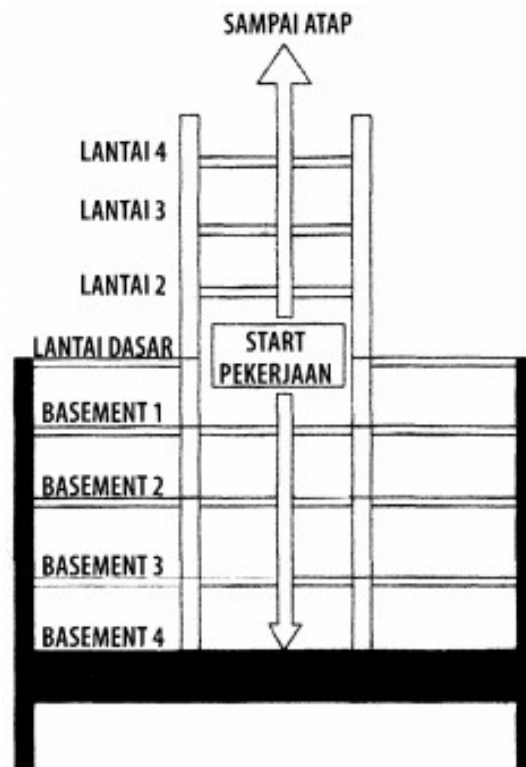
Metode pelaksanaan *top down* merupakan alternatif metode yang efektif untuk mempersingkat waktu pelaksanaan selama proyek berlangsung (Fateh dkk, 2014). Sesuai dengan namanya, konstruksi *top down* pelaksanaan pekerjaan konstruksi bawah tanah dan galian dimulai dari atas ke bawah. Karena pelat lantai dasar adalah bagian pertama yang dikerjakan dan digunakan sebagai titik awal pekerjaan penggalian, maka pengerjaan struktur bawah dan struktur atas dapat dilakukan secara bersamaan (Li dkk., 2014 ; Paek dan Ockz, 1996). Pada pelaksanaan dengan menggunakan metode *top down*, pengerjaan *basement* dimulai dari lantai *basement* teratas dan dilanjutkan sampai dengan kedalaman lantai *basement* yang direncanakan, selama pelaksanaan pembuatan pelat lantai *basement* berlangsung, pelat didukung oleh tiang baja yang disebut dengan *king post*. *King post* ini berfungsi sebagai kolom sementara yang nantinya akan diperkuat agar berfungsi sebagai kolom permanen (Choiriyah, 2015).

Pada metode *top down*, dinding penahan tanah dikerjakan sebelum pekerjaan galian tanah berlangsung. Dinding penahan tanah yang biasa digunakan adalah dinding diafragma atau *diaphragm wall* yang fungsinya sebagai *cut off dewatering* dan sebagai dinding *basement* (Lafiza, 2017). Dalam pelaksanaan galian tanah untuk membuat *basement*, perlunya perencanaan tinggi antar lantai *basement* agar alat berat yang bekerja memiliki ruang bebas untuk bergerak dan digunakan alat berat khusus yang ukurannya disesuaikan dengan ruang yang tersedia, misalnya menggunakan *excavator* yang memiliki ukuran lebih kecil. Karena pekerjaan dilakukan diatas tanah, maka penggunaan perancah dapat diminimalkan serta pekerjaan struktur dapat dikerjakan bersamaan dengan pekerjaan galian, sehingga dapat dikatakan metode ini dapat menghemat biaya selama pelaksanaan proyek.

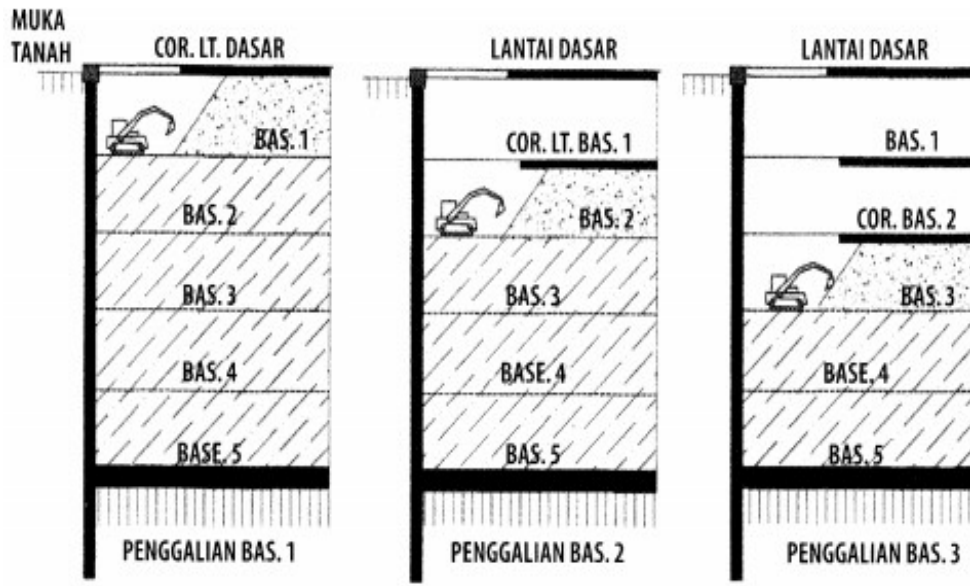
Pada prinsipnya, metode pelaksanaan ini dapat disebut sebagai cara membangun terbalik (Tanubrata, 2015). Mistra (2012) menyatakan bahwa secara garis besar, metode *top down* dibagi kedalam dua tahapan pekerjaan, yaitu pekerjaan tahap awal dan pekerjaan tahap konstruksi. Tanubrata (2012) menyatakan bahwa tahapan pekerjaan konstruksi bangunan dengan menggunakan metode *top down* adalah sebagai berikut :

1. Pengecoran *bore pile* dan pemasangan *king post*.
2. Pengecoran *diaphragm wall*.
3. Pembuatan *slab* pada *basement 1*, di cor diatas tanah sebagai lantai kerja.
4. Pekerjaan galian untuk *basement 1* dilakukan setelah *slab* pada *basement 1* selesai dikerjakan dan dirasa sudah cukup kuat untuk menahan beban yang bekerja diatasnya. Biasanya disediakan *void* atau lubang sementara untuk memperlancar pekerjaan galian tanah.
5. Pembuatan *slab* pada *basement 2*, di cor diatas tanah sebagai lantai kerja.
6. Pekerjaan galian untuk *basement 2*, dilaksanakan secara tipikal atau sama seperti pada galian untuk *basement 1*.
7. Pekerjaan pengecoran untuk *raft* atau *mat foundation*.
8. Pengecoran *king post* yang digunakan sebagai kolom utama struktur.

Adapun ilustrasi dari pelaksanaan dengan menggunakan metode *top down* ditunjukkan pada Gambar 2.3 dan Gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2. 3 ilustrasi pekerjaan *top down* (Mistra, 2012)



Gambar 2. 4 Ilustrasi pekerjaan galian pada metode *top down* (Mistra ,2012)

Penggunaan metode *top down* dalam pekerjaan konstruksi dapat mempercepat waktu pelaksanaan karena pekerjaan struktur dikerjakan bersamaan dengan pekerjaan galian tanah, namun metode *top down* tentunya tidak lepas dari kekurangan dan kelebihan jika metode ini dipakai. Menurut Tanubrata (2015) kekurangan dari penggunaan metode *top down* adalah sebagai berikut :

1. Dalam pelaksanaan, diperlukan alat berat yang lebih khusus.
2. Diperlukan pengawasan lebih karena dalam pelaksanaannya memerlukan ketelitian dan ketepatan yang tinggi.
3. Sumber daya yang menguasai metode *top down* masih terbatas.
4. Diperlukan pengetahuan yang lebih spesifik untuk mengendalikan pelaksanaan proyek.
5. Biaya pembuatan dinding penahan tanah lebih mahal dibandingkan *sheet pile* yang biasa digunakan dalam metode *bottom up*.

Sedangkan kelebihan dari penggunaan metode *top down* adalah sebagai berikut :

1. Pelaksanaannya tidak mengganggu lingkungan di sekitar proyek.
2. Jadwal pelaksanaan pekerjaan dapat dipercepat.
3. Beberapa pekerjaan dapat dilakukan secara bersamaan.
4. Dapat digunakan pada area pekerjaan yang sempit.
5. Mutu dinding penahan tanah dapat dikontrol

2.2.5. Pekerjaan Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah atau *retaining wall* merupakan bagian dari struktur bangunan yang wajib dibuat khususnya dalam pembangunan gedung bertingkat yang memiliki jumlah *basement* lebih dari dua lapis. Terlebih, makin sedikitnya ruang yang tersedia untuk pekerjaan galian di area perkotaan, maka penggalian tanah dilakukan secara vertikal. Dinding penahan tanah difungsikan untuk menahan tanah agar tidak terjadi longsor, khususnya tanah yang sifatnya tidak stabil (Bahrami dkk., 2019). *Retaining wall* juga menjadi solusi untuk mencegah kerusakan bangunan jika terdapat bangunan lain disekitar proyek. Secara umum, ada beberapa jenis dinding penahan tanah yang dapat digunakan selama pelaksanaan, diantaranya adalah dinding diafragma atau *diaphragm wall*, *soldier pile* dan *sheet pile*.

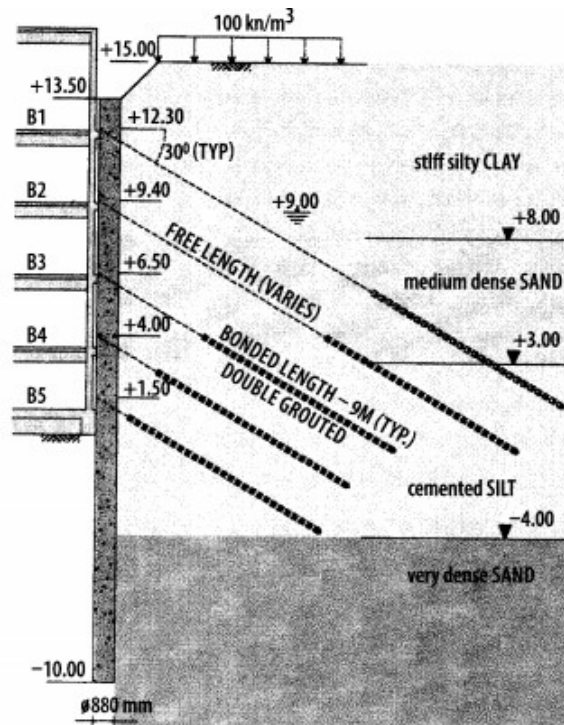
Pada pelaksanaan konstruksi dengan menggunakan metode *top down*, dinding penahan tanah yang umum digunakan adalah dinding diafragma atau *diaphragm wall*. Dinding diafragma dipilih ketika proyek dibangun di lokasi yang memiliki luas terbatas, sehingga pekerjaan galian tanah dapat dimaksimalkan. Dinding diafragma memiliki fungsi beragam, yaitu dapat dijadikan sebagai dinding penahan tanah selama pekerjaan galian *basement*, penahan gaya lateral, sebagai *cut off dewatering* atau pemotongan aliran air tanah, sebagai batas lahan pekerjaan, dan juga di fungsikan sebagai dinding *basement* permanen (Choiriyah, 2015).



Gambar 2. 5 Dinding diafragma pada *basement*

Soldier pile merupakan jenis dinding penahan tanah yang umumnya terbuat dan terdiri dari susunan beberapa *bore pile* yang terbuat dari beton bertulang, diselingi oleh *bore pile* yang terbuat dari lumpur *bentonite*. *Soldier pile* dapat dibuat secara kantilever sesuai dengan kebutuhan di lapangan, tetapi jika pekerjaan galian *basement* lebih dari kedalaman 6 meter, maka *Soldier pile* perlu diberi anchor tambahan yang difungsikan sebagai perkuatan tambahan (Georgiadis, 2018).

Penambahan anchor tanah atau *ground anchor* dapat dilakukan dengan cara melubangi *soldier pile* yang telah dipasang dengan menggunakan teknik pengeboran yang tentunya diawasi pelaksanaannya agar tulangan pada *soldier pile* tidak mengalami kerusakan. Setelah anchor dipasang, maka selanjutnya dilakukan pengencangan anchor dan pekerjaan *grouting*. MISTRA (2012) menyatakan bahwa pada aplikasi di lapangan, titik paling atas merupakan titik pengeboran paling panjang, selanjutnya semakin ke bawah semakin pendek. Ukuran atau diameter dari *soldier pile* biasanya variatif tergantung kebutuhan selama proyek berlangsung, kemudian *soldier pile* akan diikat antara satu dengan yang lainnya menggunakan *capping beam* (Lafiza, 2017).



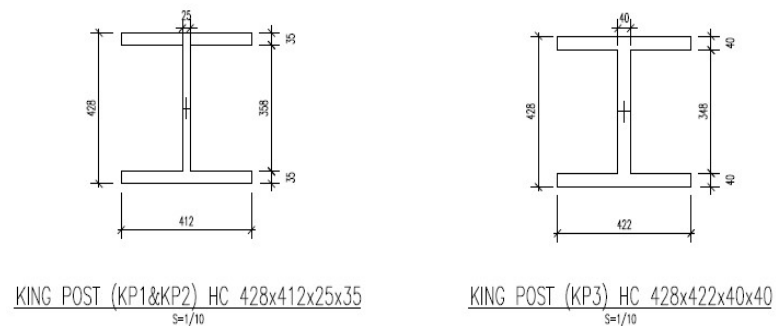
Gambar 2. 6 Contoh sistem anchor tanah pada *soldier pile* (Mistra, 2012)



Gambar 2. 7 Penerapan *soldier pile* di lapangan

2.2.6. *King Post*

King post merupakan bagian dari pondasi tiang *bore pile* yang letaknya segaris dengan kolom *basement*. *King post* biasanya terbuat dari profil baja IWF yang ditanam di bagian dalam *bore pile* dan merupakan komponen utama yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi dengan menggunakan metode *top down*. Fungsi dari *king post* adalah sebagai kolom sementara selama pelaksanaan pembangunan berlangsung untuk menopang *slab* dan menyalurkan beban yang bekerja pada *slab* ke tiang pondasi dan kemudian akan dijadikan kolom permanen berupa kolom komposit setelah pekerjaan pembuatan *basement* selesai.



Gambar 2. 8 Contoh *King post* pada metode *top down*

2.2.7. Pekerjaan Galian Tanah

Pekerjaan galian tanah merupakan pekerjaan awal yang wajib dilakukan untuk membuat struktur bawah atau *basement*. Dalam pelaksanaannya, sering kali ditemui permasalahan berupa tingginya muka air tanah, sehingga harus dilakukan pekerjaan *dewatering* untuk menurunkan muka air tanah di lokasi pekerjaan. Pekerjaan galian tanah harus memperhatikan faktor keamanan untuk menghindari terjadinya kecelakaan kerja. Pemilihan metode pekerjaan galian tanah dan alat berat selama pelaksanaan ditentukan oleh jenis tanah di lokasi pekerjaan, kedalaman galian rencana, dan luas area lahan yang tersedia.

Asiyanto (2008) menyatakan bahwa, secara umum terdapat dua jenis pekerjaan galian tanah, yaitu :

1. Metode Galian Tanah Terbuka

Pelaksanaan pekerjaan galian tanah terbuka atau *open excavation* dilakukan dengan cara menggali tanah secara langsung tanpa menggunakan perkuatan. Untuk menghindari bahaya longsor, maka perlu dibuat kemiringan atau *slope* dengan sudut tertentu. Untuk melindungi kemiringan lereng terhadap longsor akibat air hujan, biasanya lereng galian ditutupi dengan terpal atau ditutup dengan *short crete* (lapisan beton tipis yang di semprotkan).

2. Metode Galian Tanah dengan Penahan

Penahan tanah digunakan ketika lokasi pekerjaan galian dilakukan pada lahan yang sempit dan juga kondisi tanah yang tidak stabil atau rawan terjadi longsor. Biasanya, dinding penahan dipasang sebelum pekerjaan galian tanah dimulai.

2.2.8. Pekerjaan *Slab* dan *Raft / Matt Foundation*

Slab atau pelat lantai beton adalah bagian dari struktur bangunan yang berfungsi untuk menyediakan suatu permukaan horizontal yang rata, yang digunakan sebagai lantai *basement* sebuah bangunan, atap bangunan, atau pada jenis struktur yang lainnya. Pelat beton sendiri dapat bertumpu pada balok, kolom, dinding, ataupun terletak diatas tanah. *Slab* sendiri sebenarnya merupakan istilah