

Perbandingan Waktu Pelaksanaan Metode *Top-down* dan *Bottom-up* pada Proyek Pembangunan *Basement* Gedung Bertingkat Tinggi

Comparison of Time for Implementation of the Top-Down and Bottom-up Method for Basement Construction on High-Rise Building

Afiendria Cipta Hermawan, Muhammad Heri Zulfiar

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Berkurangnya ketersediaan lahan untuk lokasi pembangunan gedung di kota besar merupakan masalah yang dihadapi oleh kontraktor selaku pelaksana proyek pembangunan. Maka dari itu, diperlukan sebuah perencanaan serta pemilihan metode konstruksi yang efisien dari segi alur pekerjaan dan waktu pelaksanaan. Metode *bottom up* merupakan metode konvensional yang sering digunakan dalam proses pelaksanaan pembangunan sebuah konstruksi bangunan, tetapi penggunaan metode tersebut harus disesuaikan dengan lokasi pekerjaan yang tersedia. Sebagai alternatif, digunakan metode *top down* sebagai solusi metode pelaksanaan pembangunan yang dilaksanakan pada area yang memiliki lahan terbatas. Pada penelitian kali ini, objek yang ditinjau merupakan pembangunan *basement* struktural bangunan sedalam 4 lantai, kemudian di modelkan dengan kondisi struktur dan area pekerjaan yang sama. Kedua metode konstruksi tersebut tentunya memiliki beberapa kelebihan maupun kekurangan. Dari hasil studi diperoleh hasil berupa penerapan metode konstruksi *top down* akan menghasilkan durasi pelaksanaan konstruksi selama 294 hari, sedangkan durasi pelaksanaan metode konstruksi *bottom up* selama 329 hari.

Kata-kata kunci : Metode konstruksi, Metode *Top down*, Metode *Bottom up*, Perbandingan durasi pelaksanaan.

Abstract. Decreased of land for building construction in the huge city is a problem faced by contractors as the implementer of development projects. Therefore, planning and selection of an efficient construction method in terms of workflow and implementation time is really needed. Bottom up method is a conventional method that often used for building construction, but the use of the method must be adjusted to land availability. As an alternative, the Top down method is used as a solution to the methods of implementing development carried out in areas with limited land. The object in this study used *basement* building and has 4 floors, then modeled with same structural condition and work area. These construction method has some advantages and disadvantages. The results of the study show that the application of the Top down construction method will produce a duration of construction of 294 days, while the duration of the Bottom up construction method is 329 days.

Keywords : Construction method, Top down method, Bottom up method, Comparison of duration.

1. Pendahuluan

Pembangunan gedung bertingkat tinggi semakin bertambah mengingat makin meningkatnya kebutuhan untuk area pemukiman maupun area perkantoran dan bisnis. Namun meningkatnya angka kebutuhan tersebut berbanding terbalik dengan ketersediaan lahan sebagai lokasi dibangunnya sarana-sarana seperti yang di sebutkan diatas, sehingga dalam pelaksanaannya, dibutuhkan suatu terobosan berupa metode pelaksanaan konstruksi yang tepat untuk menjawab permasalahan ketersediaan lahan tersebut. Metode konstruksi yang umum digunakan adalah metode *bottom up*. Metode ini diawali

dengan pekerjaan galian tanah sampai elevasi terendah yang di rencanakan dan pelaksanaan pembangunan konstruksi dimulai dari pekerjaan struktur bawah hingga bagian struktur atas sesuai dengan perencanaan. Metode konstruksi alternatif yang dapat digunakan yakni metode konstruksi *top down*. Berlawanan dengan metode konstruksi *bottom up*, metode konstruksi *top down* dapat disebut sebagai cara membangun terbalik (Tanubrata, 2015). Sesuai dengan namanya, metode ini dimulai dari pekerjaan pelat lantai, kemudian pekerjaan galian untuk struktur bawah dan struktur atas dapat dilakukan secara bersamaan (Li dkk., 2014 ; Paek dan Ockz, 1996) sehingga waktu

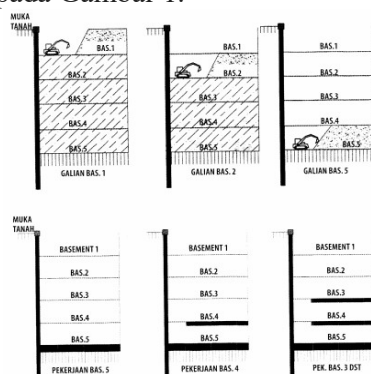
pelaksanaan konstruksi diharapkan dapat di persingkat (Fateh dkk, 2014). Penelitian serupa pernah dilakukan oleh Lafiza (2017) dengan hasil penggunaan metode *top down* pada proyek konstruksi akan memakan durasi pelaksanaan selama 184 hari, sedangkan metode *bottom up* selama 222 hari.

Dalam tugas akhir ini, peninjauan dilakukan pada proyek pembangunan salah satu gedung bertingkat tinggi yang berlokasi di Jakarta Selatan yang terdiri dari 4 lantai *basement* dengan kedalaman 14,5 meter di bawah tanah. Penggunaan kedua metode tentunya memiliki perbedaan, kelebihan, serta kekurangan dalam penerapannya selama pekerjaan berlangsung. maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kedua metode konstruksi dari segi waktu atau durasi pelaksanaan.

2. Landasan Teori

Metode Bottom up

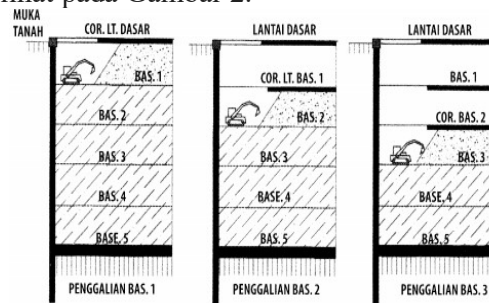
Pada metode konstruksi *Bottom up*, pekerjaan struktur dimulai setelah pekerjaan galian tanah selesai di laksanakan. Kemudian pekerjaan dilanjutkan dengan pembuatan pondasi dan lantai *basement* paling bawah. Kemudian pekerjaan selanjutnya dikerjakan secara tipikal ke arah atas dengan menggunakan bantuan perancah atau *scaffolding*. Pada metode konstruksi ini, galian tanah umumnya dilaksakan dengan sistem *open cut* dan menggunakan dinding penahan tanah berupa *secant pile* maupun *diaphragm wall* dengan menggunakan *ground anchor*. Adapun ilustrasi pembangunan sebuah struktur bangunan dengan menggunakan metode *bottom up* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Skema pekerjaan metode *Bottom up* (Mistra, 2012)

Metode Top down

Pada metode konstruksi *Top down*, dinding penahan tanah dikerjakan sebelum pekerjaan galian tanah dilaksanakan. Selain fungsinya sebagai penahan tekanan tanah lateral, dinding diafragma juga berfungsi sebagai *cut off dewatering* dan sebagai dinding *basement* (Lafiza, 2017). Karena pekerjaan dimulai dari atas ke bawah, maka pada metode ini digunakan kolom yang sifatnya sementara untuk menopang bagian struktur yang sedang di kerjakan yang dinamakan *king post*. Penggunaan metode ini dalam pelaksanaan struktur dikerjakan bersamaan dengan pekerjaan galian tanah. Adapun ilustrasi pembangunan sebuah struktur bangunan dengan menggunakan metode *bottom up* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Skema pekerjaan metode *Top down* (Mistra, 2012)

3. Metode Penelitian

Tahapan Penelitian

Secara umum, pelaksanaan dalam penelitian kali ini di uraikan ke dalam beberapa tahapan seperti di bawah ini.

a) Tahap Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh dan dikumpulkan dengan cara tinjauan langsung di lokasi pekerjaan. Sedangkan data sekunder merupakan data pendukung berupa informasi jenis kegiatan dan gambar rencana struktur yang akan di kerjakan.

b) Tahap Studi Literatur

Studi literatur dilaksanakan untuk menggali informasi sebanyak mungkin untuk memperkuat teori, menambah wawasan dan

pengetahuan yang relevan dengan penelitian yang dilakukan.

c) Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan cara menghitung volume pekerjaan yang dilaksanakan, menghitung nilai produktivitas alat berat, mengidentifikasi kegiatan dengan menggunakan *Work Breakdown Structure*, menghitung durasi

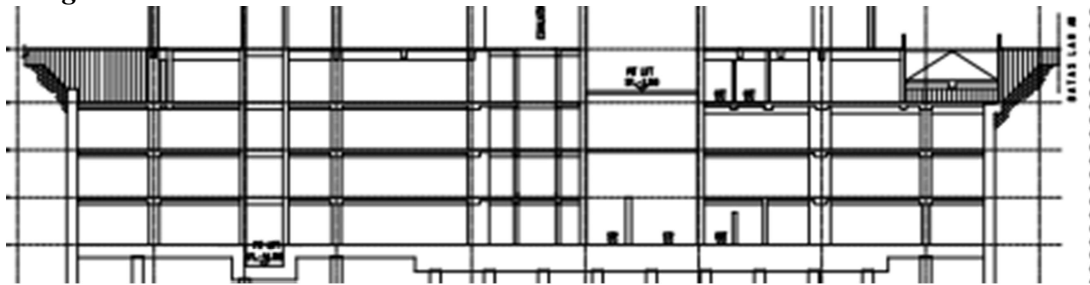
pelaksanaan pada masing-masing pekerjaan, dan membuat simulasi penjadwalan pada program *microsoft project*.

d) Penarikan Kesimpulan dan Penulisan Laporan

Penarikan kesimpulan dilakukan dengan cara membandingkan durasi pelaksanaan pada metode konstruksi yang digunakan.

4. Hasil dan Pembahasan

Data Bangunan



Gambar 3 Potongan bentuk *basement* bangunan

Metode Konstruksi *Top down*

Tahapan pelaksanaan dengan metode *top down* adalah sebagai berikut :

a) Pekerjaan *diaphragm wall*

Dinding *diaphragm wall* dipasang di sepanjang area pekerjaan dengan spesifikasi berikut ini :

Tebal = 0,8 m

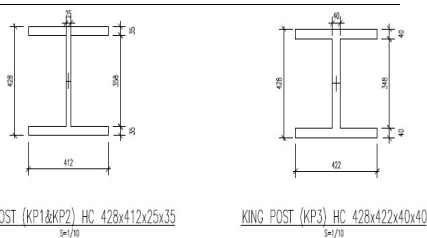
Kedalaman = 27,4 m

b) Pekerjaan pondasi *bore pile* dan tanam *king post*

Pondasi *bore pile* direncanakan memiliki dimensi sebagai berikut :

Tabel 1 Jumlah dan ukuran *bore pile*

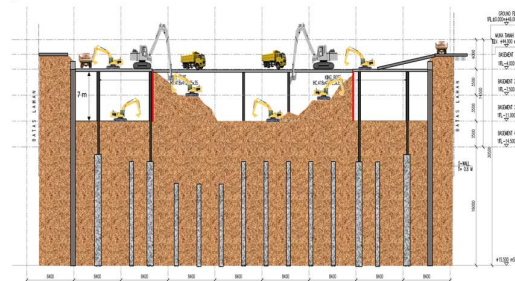
No.	Diameter (mm)	Jumlah
1	800	140
2	1200	49



Gambar 4 Ukuran *king post*

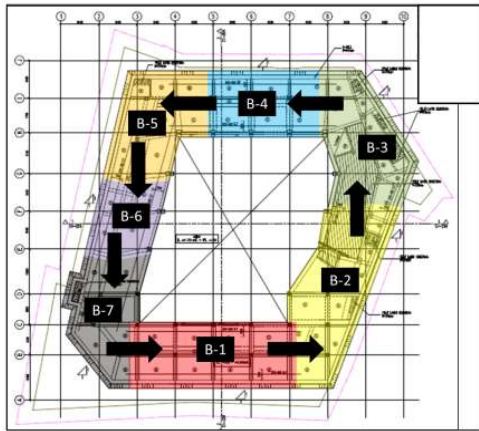
c) Pekerjaan ring *slab basement* dan galian tanah

Pekerjaan ring *slab basement* dikerjakan beriringan dan bertahap dengan pekerjaan galian tanah, setelah pekerjaan *ring slab* selesai maka dilanjutkan dengan pekerjaan galian tanah di bawahnya, demikian selanjutnya hingga elevasi rencana. Tipikal pekerjaan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Tipikal pekerjaan galian tanah dan *ring slab basement*

Selain itu, pekerjaan juga dibagi menjadi beberapa zona pekerjaan. Hal ini dilakukan untuk mempermudah monitoring pelaksanaan pekerjaan, pembagian zona dilakukan juga atas pertimbangan untuk memaksimalkan produktivitas sumber daya yang tersedia di lokasi pekerjaan. Pembagian zona pekerjaan dapat dilihat pada Gambar 6.



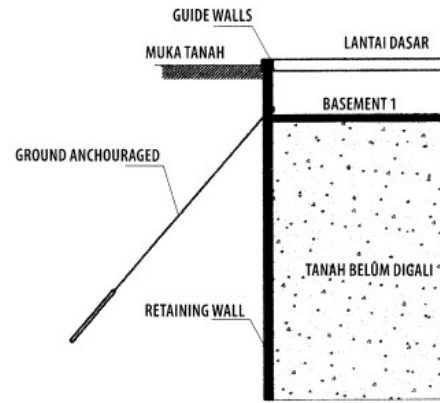
Gambar 6 Pembagian zona pekerjaan

- d) Pekerjaan *raft foundation*
Raft foundation dikerjakan setelah pekerjaan galian tanah dan *ring slab* selesai di laksanakan. *Raft foundation* digunakan untuk mengantarai kolom dan pondasi *bore pile*.
- e) Pekerjaan kolom, *core wall* dan *slab void*
 Pekerjaan kolom dilakukan untuk mempermanenkan kolom *king post* dengan menggunakan *coupler* untuk menyambung tulangan antar segmen *slab*. Kemudian kolom di cor dengan menggunakan metode *oerflowing*.
 Pekerjaan *slab void* dan *core wall* dilaksanakan secara simultan dengan pekerjaan kolom di setiap lantai *basement*.
- f) Pekerjaan *capping beam*
Capping beam digunakan sebagai balok pengikat antara *diaphragm wall* dengan *slab basement* paling atas.

Metode Konstruksi Bottom up

Tahapan pelaksanaan dengan metode *bottom up* adalah sebagai berikut :

- a) Pekerjaan *Diaphragm wall* dan *Ground anchor*
 Pekerjaan *diaphragm wall* memiliki fungsi yang sama dengan seperti yang telah dijelaskan pada pekerjaan dengan metode *top down*. Namun pada metode *bottom up* digunakan perkuatan tambahan berupa *gorund anchor* yang di rencanakan dipasang setiap jarak 5 meter ke arah horizontal dan vertikal. Tipikal pekerjaan pemasangan *ground anchor* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Pemasangan *ground anchor* (Mistra, 2012)

- b) Pekerjaan galian tanah
 Pekerjaan galian tanah pada tahap ini dibagi menjadi 3 tahap, yaitu :
- 1) Pekerjaan tahap 1, dimulai dari elevasi 0 m sampai elevasi -4,25 m.
 - 2) Pekerjaan tahap 2, dimulai dari elevasi -4,25 m sampai elevasi -11,25 m.
 - 3) Pekerjaan tahap 3, dimulai dari elevasi -11,25 m sampai elevasi -15.5 m.
- c) Pekerjaan *bore pile*
 Pekerjaan pondasi *bore pile* direncanakan memiliki diameter dan jumlah yang sama dengan yang telah di jelaskan pada metode *top down*.
- d) Pembuatan struktur *basement*
 Pekerjaan struktur *basement* dimulai dari pembuatan *raft foundation*, kemudian secara bertahap struktur *basement* lain seperti *slab* dan kolom dikerjakan secara beriringan sesuai dengan jumlah lantai *basement* yang direncanakan, dan pekerjaan dikerjakan secara berurutan ke atas dengan menggunakan bantuan *scaffolding* dan bekisting.

Analisa Durasi Pelaksanaan

Analisa durasi dilakukan dengan menghitung nilai produktivitas masing-masing alat berat terlebih dahulu, sedangkan produktivitas pekerja diperoleh dari hasil peninjauan langsung dan wawancara di lokasi pekerjaan. Durasi pelaksanaan dihitung dengan persamaan seperti berikut ini :

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas}} \quad (1)$$

Setelah diperoleh masing-masing durasi dari setiap pekerjaan, maka selanjutnya dilakukan penjadwalan berdasarkan *sequence* pekerjaan yang dilaksanakan. Sehingga diperoleh hasil durasi pelaksanaan untuk metode *top down* 294 hari, sedangkan untuk metode *bottom up* selama 329 hari.

Tabel 2 Rekapitulasi durasi pelaksanaan dengan metode *top down*

No	Kegiatan	Durasi (hari)
1	Pekerjaan <i>D-Wall</i>	42
2	Pekerjaan <i>bore pile</i>	25
3	Pekerjaan tanam <i>king post</i>	2
4	Pekerjaan <i>capping beam</i>	5
5	Pekerjaan galian B1	16
6	Pengecoran Ring Slab B1	23
7	Pekerjaan galian B2	33
8	Pengecoran Ring Slab B2	23
9	Pekerjaan galian B3	45
10	Pengecoran Ring Slab B3	23
11	Pekerjaan galian B4	58
12	Pekerjaan <i>mat foundation</i>	73
13	Pekerjaan kolom B4-B3	24
14	Pengecoran void B3	34
15	Pekerjaan kolom B3-B2	57
16	Pengecoran void B2	34
17	Pekerjaan kolom B2-B1	46
18	Pengecoran void B1	27
19	Pekerjaan kolom B1-GF	26

Tabel 3 Rekapitulasi durasi pelaksanaan dengan metode *bottom up*

No	Kegiatan	Durasi (hari)
1	Pekerjaan <i>D-Wall</i>	42
2	Pekerjaan <i>capping beam</i>	5
3	Pekerjaan galian tanah	22
4	Pekerjaan <i>ground anchor</i>	19
5	Pekerjaan <i>bore pile</i>	25
6	Pekerjaan <i>mat foundation</i>	81
7	Pekerjaan kolom B4-B3	24
8	Pekerjaan <i>ring slab</i> B3	31
9	Pekerjaan kolom B3-B2	26
10	Pekerjaan <i>ring slab</i> B2	33
11	Pekerjaan kolom B2-B1	28
12	Pekerjaan <i>ring slab</i> B1	35
13	Pekerjaan kolom B1-GF	29

Kemudian, aspek lain dari perbandingan metode konstruksi yang digunakan adalah kelebihan serta kekurangan dari metode yang digunakan yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Perbandingan metode konstruksi

No	Kategori	Metode <i>Bottom up</i>	Metode <i>Top down</i>
1	Pekerjaan persiapan	Pekerjaan persiapan pada umumnya mudah karena tidak terdapat jenis pekerjaan yang rumit	Pekerjaan persiapan pada umumnya lebih rumit karena jenis pekerjaan yang dilaksanakan berbeda dengan metode konvensional
2	Tenaga kerja	Tidak memerlukan tenaga kerja yang spesifik karena tipikal pekerjaan yang dilaksanakan tidak begitu rumit	Memerlukan tenaga kerja yang spesifik dan ahli pada bidangnya karena tipikal pekerjaan yang dilaksanakan berbeda dan lebih rumit
3	Peralatan	Peralatan yang digunakan selama masa konstruksi yakni <i>excavator, dump truck, truck molen, service dan concrete pump</i> . Selain itu, pada metode ini digunakan sistem bekisting dan perancah atau <i>scaffolding</i> konvensional untuk mendukung pelaksanaan pekerjaan	Memerlukan alat kerja tambahan yang sifatnya khusus seperti <i>excavating clampshell</i> serta <i>King post table</i> . Pada metode ini, digunakan jenis perancah konvensional dan bekisting jenis <i>loose formwork</i> yang sifatnya sementara / tidak digunakan kembali
4	Biaya	Biaya yang dikeluarkan bertambah akibat adanya	Biaya yang dikeluarkan lebih mahal karena

		pekerjaan pemasangan <i>ground anchor</i> , serta dinding <i>basement</i>	penggunaan teknologi yang berbeda dengan pembangunan menggunakan metode konvensional
5	Mutu	Mutu pekerjaan lebih mudah di kontrol karena tipikal pekerjaan yang sifatnya berurutan	Perlu dilakukan pengawasan pekerjaan yang cukup ketat untuk menjaga mutu, karena pekerjaan dilaksanakan secara simultan
6	Waktu	Pelaksanaan dapat berlangsung lebih lama karena beberapa pekerjaan baru dapat dimulai ketika pekerjaan sebelumnya telah selesai	Pelaksanaan dapat berjalan lebih cepat karena beberapa pekerjaan dilaksanakan secara simultan atau bersamaan
7	Resiko	Resiko yang ditimbulkan misalnya kecelakaan kerja lebih sedikit dan pengawasan lebih mudah dilakukan karena sifat pekerjaan yang berurutan	Resiko yang ditimbulkan, misalnya kecelakaan kerja lebih besar karena pekerjaan berlangsung secara bersamaan, sehingga pengawasan lebih diperketat

5. Kesimpulan

- a) Metode konstruksi *top down* memiliki *sequence* pekerjaan yang dilaksanakan berkebalikan dengan metode konstruksi *bottom up*. Metode konstruksi *top down* dan *bottom up* sama-sama diawali dengan pekerjaan pembuatan *diaphragm wall*, namun pada metode konstruksi *top down*, pondasi *bore pile* dan kolom *king post* dilaksanakan terlebih dahulu sebelum pekerjaan galian serta struktur dibangun dengan urutan dari atas ke bawah, sedangkan

metode *bottom up*, perlunya penambahan *ground anchor* pada dinding *diaphragm wall* lalu pekerjaan *bore pile* dikerjakan setelah seluruh pekerjaan galian selesai dan urutan pekerjaan dimulai dari bawah ke atas.

- b) Pelaksanaan struktur *basement* dengan menggunakan metode *top down* memakan durasi pelaksanaan selama 294 hari, sedangkan metode *bottom up* selama 329 hari. Penggunaan metode *top down* dapat memangkas waktu pelaksanaan selama 35 hari, atau dengan kata lain metode pelaksanaan *top down* dapat menghemat waktu pelaksanaan hingga 11%, hal ini disebabkan karena pada metode *top down*, pekerjaan struktur *basement* dilaksanakan bersamaan dengan pekerjaan galian.
- c) Kelebihan pada metode konstruksi *bottom up* adalah sumber daya serta peralatan yang digunakan tidak terlalu spesifik, kekurangannya yakni durasi pelaksanaan lebih lama. Sedangkan kelebihan pada metode konstruksi *top down* adalah durasi pelaksanaan lebih singkat, namun kekurangan pada metode ini adalah perlunya tenaga kerja serta alat berat yang lebih spesifik.

6. Saran

Perlunya penelitian dan tinjauan lebih lanjut dengan menambahkan analisis durasi pada pekerjaan arsitektural serta dilakukannya analisis terhadap biaya pelaksanaan selama pekerjaan berlangsung.

7. Daftar Pustaka

- Asiyanto, 2008, *Metode Konstruksi Gedung Bertingkat*, UI Press, Jakarta.
- Al-Matin, F.H., 2018, Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Metode *Top Down* dan Metode *Bottom Up* pada Pekerjaan *Basement* Tower1 Apartemen Dharmahusada Lagoon Surabaya, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Anggraeni, E.R., Hartono, W., dan Sugiyarto, 2017, Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode *Crashing* dengan Penambahan Tenaga Kerja dan Shift Kerja (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha),

- Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 5(2), 605 – 614.
- Bahrami, M., Khodakarami, M.I., dan Haddad, A., 2019, Seismic Behavior and Design of Strutted Diaphragm Walls in Sand, *Computers and Geotechnics*, 108, 75-87.
- Bintang, N.A., Bagaskara, M., dan Wibowo, M.A., 2014, Kajian Pemilihan Pekerjaan *Basement* Pada Bangunan Bertingkat Tinggi Menggunakan Metode *Top Down* Sebagai Inovasi Metode Pelaksanaan (Studi Kasus : Proyek Sudirman Suites Hotel and Apartment Jakarta), *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(4), 950 – 955.
- Choiriyah, S., 2015, Analisis Pekerjaan Basement (Pekerjaan Galian dan Diaphragm Wall) pada Metode Top-Down dengan Alat Berat Ditinjau dari Aspek Teknik, Waktu, dan Biaya, *Jurnal Teknik Sipil Untag Surabaya*, 8(2), 163-168.
- Elwakil, E., dan Zayed, T., 2018, Construction Productivity Fuzzy Knowledge Base Management System. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 45(5), 329 – 338.
- Fateh, A., Hejazi, F., Ming, Y.P., dan Jafaar M.S., 2014, Structural Behavior in Top-down Excavation Method, *Arabian Journal of Geosciences*, 8(9), 7399-7408.
- Geordiagis, K., 2018, Lateral Soil Resistance on Soldier Piles or King Posts in Clay, *Geotechnique*, 68(12), 1071 – 1084.
- Henning, S., dan Lanning, H., 1999, Organizational Change as a Project, *International Project Management Journal*, 5(1), 50-55.
- Ibadov, N., dan Kulejewski, J., 2019, Construction Planning Using Network Model with the Fuzzy Decision Mode. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 1, 1-8.
- Kareth, M., Tarore, H., Tjakra, J., dan Walangitan, D.R.O., 2012. Analisis Optimalisasi Waktu dan Biaya dengan Program Primavera 6.0 (Studi Kasus : Proyek Perumahan Puri Kelapa Gading, *Jurnal Sipil Statik*, 1(1), 53 – 59.
- Li, M.G., Chen, J.J., Xu, A.J., Xia, X.H., dan Wang, J.H., 2014, Case Study of Innovative Top- Down Construction Method with Channel Type Excavation, *Journal of Construction Engineering and Management*, 140 (5), 1-10.
- Lafiza, A., 2017, Analisa Perbandingan Metode *Top-Down* dan *Bottom-Up* pada Proyek Fave Hotel Ketintang Ditinjau dari Segi Biaya dan Waktu, Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Mistra, 2012, *Struktur dan Konstruksi Bangunan Tinggi Sistem Top and Down*, Griya Kreasi, Jakarta.
- Ng, S.T., dan Zhang, T., 2008, Optimizing Construction Time and Cost Using Ant Colony Optimization Approach, *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(9), 721 – 728.
- Nurhadi, A., 2015, Perbandingan Produktivitas Tenaga Kerja Konstruksi Pada Jam Kerja Reguler dan Jam Kerja Lembur Pada Pembangunan Gedung Bertingkat di Surabaya, *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1), 27 – 32.
- Park, H.S., Thomas, S.R., dan Tucker, R.L., 2005, Benchmarking of Construction Productivity, *Journal Construction Engineering and Management*. 131(7), 772 – 778.
- Paek, J.H., dan Ockz, J.H., 1996, Innovative Building Construction Technique : Modified Up/Down Method, *Journal of Construction Engineering and Management*, 122(2), 141-146.
- PMBOK, 2008, *A Guide To the Project Management Body of Knowledge*, Project Management Institute, Pennsylvania USA.
- Pratasis, P. A. K., 2016, Kelayakan Investasi Studi Kasus Alat Berat Bulldozer, Excavator, dan Dump Truck di Kota Manado, *Jurnal Sipil Statik*, 4(9), 533 -539.
- Prawidiawati, F., dan Cahyono, B.N., 2015, Analisa Perbandingan Metode *Bottom-Up* dan Metode *Top-Down*

- Pekerjaan *Basement* pada Gedung Parkir Apartemen Skyland City Education, *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), 1-4.
- Proboyo, B., 1999, Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek : Klasifikasi dan Peringkat dari Penyebab-Penyebabnya, *Dimensi Teknik Sipil*, 1(1), 49 – 58.
- Rostiyanti, S. F., 2008, *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Sahid, D.S.S., 2012, Implementasi *Critical Path Method* dan *PERT Analysis* pada Proyek Global Technology for Local Community, *Jurnal Teknologi Informasi dan Telematika*, 5, 14-22.
- Tanubrata, M., 2015, Pelaksanaan Konstruksi Dengan Sistem *Top-Down*, *Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri XIV* Solo, 15 Oktober 2015, 289 – 293.
- Walean, D.M., Mandagi, R.J.M., Tjakra, J., dan Malingkas, G.Y., 2012, Perencanaan dan Pengendalian Jadwal Dengan Menggunakan Program Microsoft Project 2010 (Studi Kasus : Proyek PT. Trakindo Utama), *Jurnal Sipil Statik*, 1(1), 22 – 26.
- Wohon, F.Y., 2015, Analisis Pengaruh Percepatan Durasi Pada Biaya Proyek Menggunakan Program *Microsoft Project 2013* (Studi kasus : Pembangunan Gereja GMIM Syaloom Karombosan), *Jurnal Sipil Statik*, 3(2), 141-150.