

Perhitungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Pembangunan Gedung Direktorat Reserse Kriminal Umum Polda Jawa Timur Menggunakan *Aluminium Formwork*

Mohammad Wildan Ma'arif dan Aan Fauzi

Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

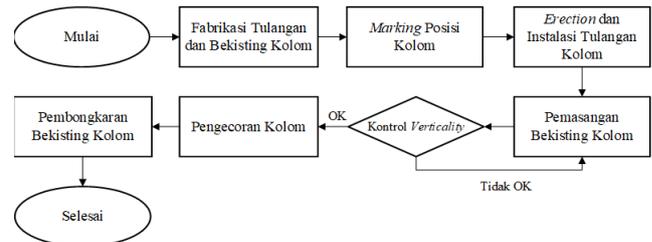
e-mail: aanfauzi@its.ac.id.

Abstrak—Perhitungan waktu dan rencana anggaran biaya pelaksanaan pada suatu proyek merupakan hal yang penting dalam manajemen konstruksi proyek karena pada dasarnya keberhasilan suatu proyek dapat ditinjau dari ketepatan waktu dalam proses pelaksanaan serta keuntungan dalam biaya. Maka kinerja proyek dapat direncanakan secara teliti dan cermat dengan dilihat dari indikator waktu dan biaya pembangunan proyek. Pemilihan material pada pekerjaan proyek sangat berpengaruh pada saat pelaksanaannya, terutama pada pemilihan jenis bekisting yang akan digunakan. Oleh karena itu, pada proyek tugas akhir ini Gedung Direktorat Reserse Kriminal Umum Polda Jawa Timur akan dilakukan perhitungan kembali dengan menggunakan metode bekisting *aluminium formwork*. Bekisting merupakan cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beban selama beton dituang hingga beton mengeras dan dibentuk sesuai dengan yang direncanakan. Bekisting aluminium ini memiliki ukuran cukup besar, namun ringan untuk seorang pekerja Bekisting aluminium jika dibandingkan dengan bekisting konvensional, dari segi durasi produktivitas, kualitas dan penggunaan bekisting aluminium merupakan bekisting yang efektif digunakan terutama pada proyek yang memiliki tipe lantai tipikal karena dapat digunakan berkali-kali dan biaya untuk tenaga kerja relatif lebih sedikit dibandingkan dengan bekisting konvensional. Penyusunan proyek akhir dimulai dari mengidentifikasi item pekerjaan kemudian menghitung volume dan produktivitas. Perhitungan tersebut akan menentukan durasi item pekerjaan yang selanjutnya digunakan untuk menyusun penjadwalan. Penjadwalan menggunakan *Critical Path Method* (CPM) dengan mengaplikasikan program bantu *Microsoft Project*. Hasil analisa perhitungan waktu diperoleh selama 93 hari kerja dan biaya pelaksanaan sebesar Rp19,142,645,798.

Kata Kunci—*aluminium formwork*; *critical path method*; penjadwalan.

I. PENDAHULUAN

PERHITUNGAN waktu dan rencana anggaran biaya pelaksanaan pada suatu proyek merupakan hal yang penting dalam manajemen konstruksi proyek karena pada dasarnya keberhasilan suatu proyek dapat ditinjau dari ketepatan waktu dalam proses pelaksanaan serta keuntungan dalam biaya. Maka kinerja proyek dapat direncanakan secara teliti dan cermat dengan dilihat dari indikator waktu dan biaya pembangunan proyek. Sehingga pekerjaan dilapangan dapat terarah dan selesai sesuai dengan rencana yang telah disepakati dari kontrak awal [1].



Gambar 1. Bagan Alir Pekerjaan Kolom

Pemilihan material pada pekerjaan proyek sangat berpengaruh pada saat pelaksanaannya, terutama pada pemilihan jenis bekisting yang akan digunakan, karena akan mempengaruhi biaya, waktu dan kualitas konstruksi bangunan. Bekisting atau *formwork* merupakan cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beban selama beton dituang hingga beton mengeras dan dibentuk sesuai dengan yang direncanakan.

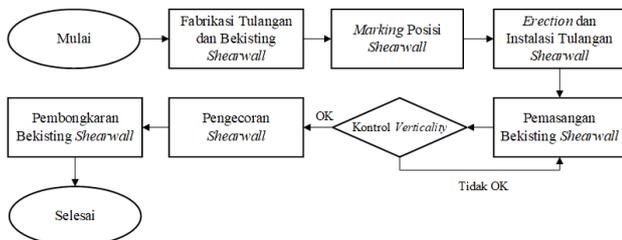
Saat ini, metode dan jenis bekisting semakin berkembang. Terdapat berbagai jenis bekisting yaitu bekisting konvensional, bekisting semi modern, dan bekisting modern.

Akan tetapi di Indonesia khususnya pada proyek pembangunan Gedung Direktorat Reserse Kriminal Umum Polda Jawa Timur yang memiliki 8 lantai tipikal masih menggunakan bekisting konvensional untuk pekerjaan struktur atasnya. Oleh karena itu, pada proyek akhir ini Gedung Direktorat Reserse Kriminal Umum Polda Jawa Timur akan dilakukan perhitungan kembali dengan menggunakan metode *aluminium formwork* dimana perhitungan tersebut menentukan durasi pekerjaan yang kemudian digunakan untuk menentukan biaya dan penjadwalan pelaksanaan.

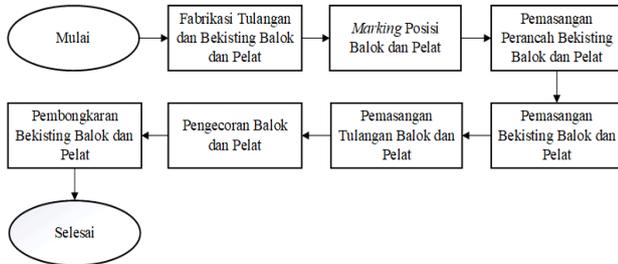
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Uraian Umum

Manajemen konstruksi adalah perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya suatu proyek [2]. Selain dari perencanaan pengendalian waktu dan biaya, pengendalian mutu atau kualitas juga merupakan bagian dari struktur manajemen proyek konstruksi. Biaya dan waktu yang telah direncanakan harus diawasi pelaksanaannya. Pengelolaan proyek dapat dikatakan tidak efisien atau buruk apabila terjadi keterlambatan dan pembengkakan biaya dalam pembangunan suatu proyek [3].



Gambar 2. Bagan Alir Pekerjaan Shear Wall.



Gambar 3. Bagan Alir Pekerjaan Balok & Pelat.

Setiap item pekerjaan memiliki hubungan ketergantungan didalamnya. Item pekerjaan kritis menentukan arah pekerjaan berikutnya. Oleh karena itu, diperlukan jadwal yang detail untuk mengidentifikasi waktu yang paling efektif untuk menyelesaikan suatu proyek konstruksi. Perencanaan jadwal membutuhkan kontrol pada peralatan dan tenaga kerjanya.

B. Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan konstruksi adalah suatu kegiatan membangun sarana prasarana dengan cara tertentu untuk mencapai suatu tujuan [4]. Metode pelaksanaan sangat mempengaruhi waktu dan biaya suatu proyek. Pada penulisan proyek akhir ini metode pelaksanaan konstruksi berfokus pada metode penggunaan bekisting pada item pekerjaan struktur atas.

1) Beskiting

Bekisting merupakan cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beban selama beton dituang hingga beton mengeras dan dibentuk sesuai dengan yang direncanakan. Syarat material bekisting yaitu harus memiliki kekakuan dan stabilitas karena bekisting merupakan bahan yang digunakan berulang-ulang [5]. Berikut adalah beberapa jenis dari bekisting:

a) Beskiting Konvensional

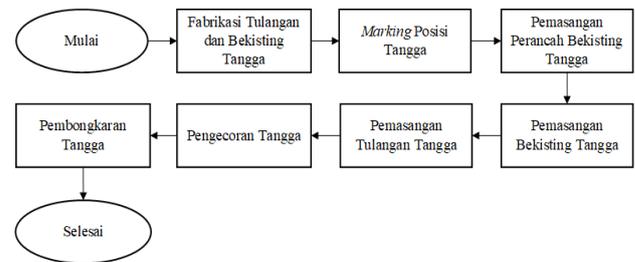
Bekisting konvensional atau tradisional adalah bekisting yang seluruh bagiannya adalah menggunakan kayu dalam proses perakitannya baik pemasangan maupun pembongkaran

b) Bekisting Semi Sistem

Sistem Bekisting Semi Konvensional yang terbuat dari *plywood* dan *besi hollow*. Untuk satu material yang digunakan lebih awet dan tahan lama dari bekisting konvensional, sehingga umur pakai untuk bekisting semi konvensional relatif lebih lama. Kekurangan bekisting semi sistem adalah waktu fabrikasi bekisting yang cukup lama dan memerlukan area untuk fabrikasi bekisting.

c) Beskiting Sistem (PERI)

Bekisting sistem (PERI) adalah elemen bekisting yang dibuat di pabrik, sebagian besar komponen terbuat dari baja. Namun penggunaan bekisting ini sangat jarang ditemukan



Gambar 4. Bagan Alir Pekerjaan Tangga.

dikarenakan material baja dari bekisting yang sangat berat dan memiliki harga yang mahal.

d) Beskiting Aluminium / Aluminium Formwork

Aluminium Formwork ini merupakan salah satu jenis teknologi baru dari sistem bekisting dibidang teknik sipil yang terbuat dari aluminium yang dilebur lalu dibentuk sesuai kebutuhan melalui proses fabrikasi dipabrik.

2) Beskiting Aluminium Kungkang kind

Bekisting aluminium Kungkang Kind diproduksi menggunakan sistem otomatisasi tercanggih, pekerja ahli, dan teknologi komputer terkini untuk memproduksi sistem *formwork* aluminium terbaik dengan harga bersaing. Menyediakan kebutuhan dan menyediakan solusi telah menjadi ciri khas bisnis Kungkang Kind sejak hari pertama.

Sistem *formwork* Kungkang Kind didasarkan pada pengalaman lapangan dan akumulasi pengetahuan teknik di seluruh dunia. Kebutuhan pelanggan akan selalu dapat terpenuhi sesuai permintaan dengan sistem paling tepat. Berikut adalah kelebihan yang dimiliki oleh aluminium *formwork* dari Kungkang Kind:

1. Kecepatan

Dikarenakan kemudahan perakitannya, *formwork* aluminium Kungkang Kind membutuhkan waktu rata-rata 6 hari kerja dibandingkan dengan waktu 14~30 hari dengan metode konvensional.

2. Kualitas

Dengan permukaan yang halus dan ukuran panel yang sesuai, tidak diperlukan plester atau pekerjaan perbaikan setelah pengecoran beton.

3. Keselamatan

Tidak perlu melepaskan penyangga dan kepala penyangga ketika pembongkaran panel slab.

4. Kemudahan Perakitan

Tidak diperlukan pekerja ahli maupun tukang kayu.

5. Kebebasan Desain dan Perancangan Lapangan

Tidak seperti *formwork* meja untuk terowongan, *formwork* aluminium Kungkang Kind adalah *formwork* “modular” tidak ada batasan pada desain arsitektur atau struktural.

C. Item Pekerjaan struktur Atas

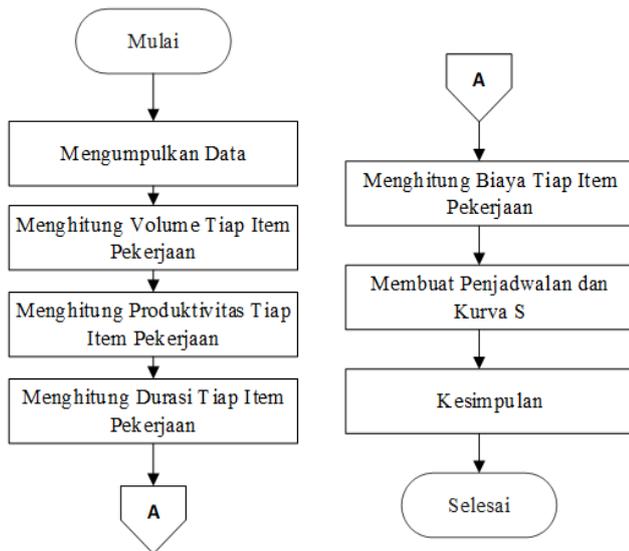
Penyusunan proyek akhir ini berfokus pada perhitungan waktu dan biaya pekerjaan struktur atas yang meliputi kolom, *shearwall*, balok, pelat, dan tangga dengan menggunakan metode aluminium *formwork*. Penjelasan uraian metode pelaksanaan tiap item pekerjaan adalah sebagai berikut:

1) Perkerjaan Struktur Kolom

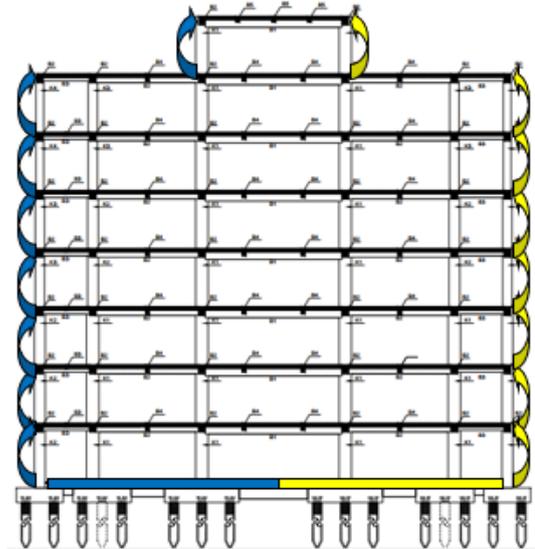
Metode pelaksanaan pekerjaan kolom secara umumnya terdiri dari fabrikasi tulangan, pemasangan tulangan, pemasangan bekisting, pengecoran, dan pembongkaran

Tabel 1.
Perbandingan Keunggulan dan Kekurangan Aluminium Formwork

Variabel	Bekisting Aluminium	Bekisting Konvensional
Kecepatan	5 – 7 hari (floor to floor)	7 – 8 hari (floor to floor)
Mutu (Quality)	Beton rapi / halus	Beton kurang rapi / halus
Limbah (Waste)	Bahan utama tidak menghasilkan sampah	Banyak sampah kayu
Reusable	150 – 200 kali	4 – 6 kali
Pelaksanaan	All In One System	Di daerah tangga tertinggal
Manpower	Tidak membutuhkan keterampilan khusus (40-50 orang /100m ²)	Harus ada ahli kayu dan gergaji (70-80 orang / 100m ²)
Dinding Luar	Cor In-situ	Menggunakan Pre-Cast



Gambar 5. Flowchart Penelitian.



Gambar 6. Siklus Pemakaian Bekisting.

bekisting. Gambar 1 adalah menggambarkan aktivitas Struktur Kolom.

2) Pekerjaan Struktur Shearwall

Pelaksanaan pekerjaan *shearwall* secara umumnya terdiri dari fabrikasi tulangan, pemasangan tulangan, pemasangan bekisting, pengecoran, dan pembongkaran bekisting. Gambar 2 adalah menggambarkan aktivitas Struktur Shearwall.

3) Pekerjaan Struktur Balok dan Pelat

Pelaksanaan pekerjaan balok dan pelat secara umumnya terdiri dari fabrikasi tulangan, pemasangan bekisting dan perancah, pemasangan tulangan, pemasangan bekisting, pengecoran, dan pembongkaran bekisting. Gambar 3 adalah menggambarkan aktivitas Struktur Balok Dan Pelat.

4) Pekerjaan Struktur Tangga

Pelaksanaan pekerjaan tangga secara umumnya terdiri dari fabrikasi tulangan, pemasangan tulangan, pemasangan bekisting, pengecoran, dan pembongkaran bekisting. Gambar 4 adalah menggambarkan aktivitas pekerjaan Struktur Tangga.

D. Perhitungan Volume

Perhitungan volume dilakukan untuk mengetahui berapa volume yang dibutuhkan. Volume pekerjaan dihitung sesuai *Detail Engineering Design* (DED) dengan pedoman Buku Ir. A. Soedrajat Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, HSPK Surabaya 2022 dan beberapa sumber peraturan terkait dengan bantuan program bantu excel.

E. Perhitungan Tenaga Kerja

Jumlah tenaga kerja maksimal untuk tiap item pekerjaan mengacu pada koefisien HSPK Surabaya Tahun 2022.

F. Perhitungan Produktivitas dan Durasi

Perhitungan ini meliputi pekerjaan Bekisting, Pembesian, dan Pengecoran [6]. Durasi pekerjaan bekisting aluminium meliputi menyetel dan memasang, membongkar dan membersihkan, serta perbaikan kecil. Durasi pekerjaan pembesian perlu memperhatikan durasi pemotongan, membuat bengkokan, kaitan, dan pemasangan. Durasi pengecoran menggunakan alat bantu *concrete pump*, *concrete bucket* dan *tower crane*. Produktivitas pekerjaan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut,

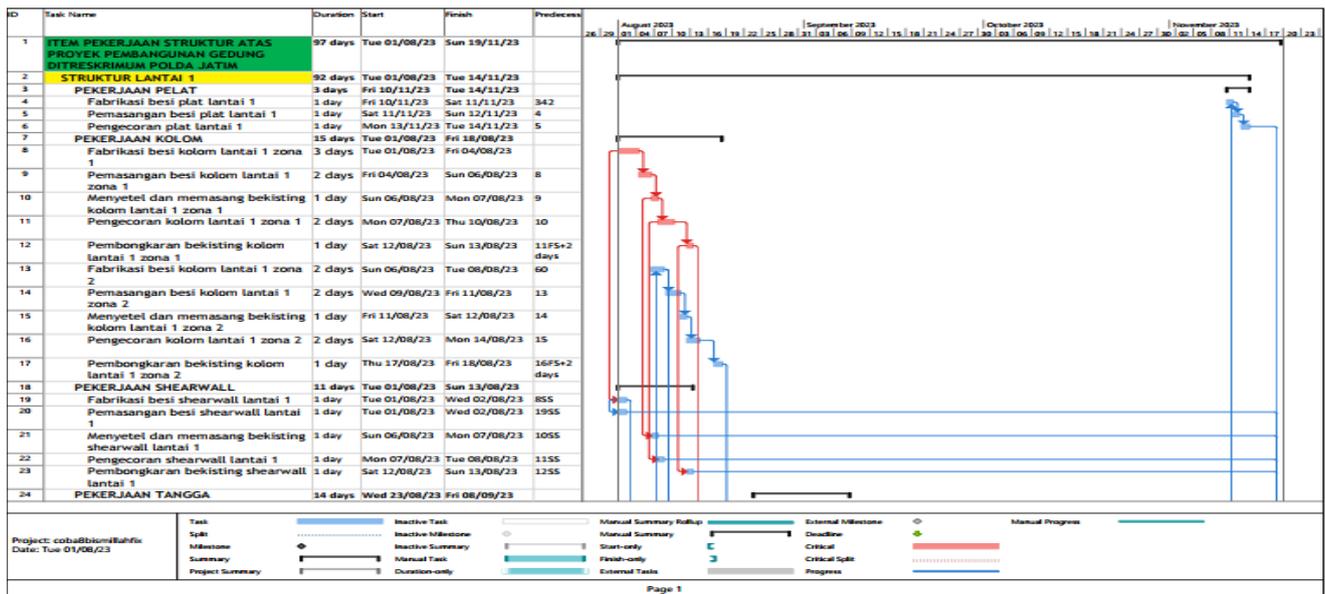
$$Produktivitas = \frac{Total\ jam\ kerja\ pekerja}{Jam\ kerja\ tiap\ 10\ m^2} \times 10m^2 \quad (1)$$

Sedangkan untuk, durasi pekerjaan dapat dihitung menggunakan persamaan,

$$Durasi = \frac{Volume\ pekerjaan}{Produktivitas\ jenis\ pekerjaan} \quad (2)$$

G. Kebutuhan Sumber Daya

Sumber daya manusia / tenaga manusia sangat berperan penting dalam progres pelaksanaan pembangunan yang memiliki peran sebagai pengoperasi alat, pelaksanaan pekerjaan tiap item pekerjaan dan lain-lain. Contoh tenaga manusia yaitu sebagai berikut: Mandor, Pekerja, Tukang Tenaga Ahli, Operator, Dan lain-lain.



Gambar 8. Tampilan Microsoft Project.

Tabel 2.
Rekapitulasi Rencana Anggaran Pelaksanaan

Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
Struktur Lantai 1	Rp. 466,416,430
Struktur Lantai 2	Rp. 1, 602,736,119
Struktur Lantai 3	Rp. 1, 602,736,119
Struktur Lantai 4	Rp. 1, 563,886,838
Struktur Lantai 5	Rp. 1, 1, 563,886,838
Struktur Lantai 6	Rp. 1, 517,222,398
Struktur Lantai 7	Rp. 1, 536,982,833
Struktur Lantai 8/Atap	Rp. 1, 333,248,403
Jumlah	Rp. 11, 191.678.396
Sewa Alat Beskiting	Rp. 2, 846,651,922,00
Sewa Alat Berat	Rp. 1, 566, 804, 960
Biaya K3 1.5 %	Rp. 1, 678,751,759.36
Ppn 11%	Rp. 1, 868,491,574.08
Total	Rp. 19,142,645,798

langsung pada konsep perencanaanya, tampilan CPM berupa jaringan kerja, sehingga akan terlihat hubungan antar beberapa pekerjaan, dengan CPM kegiatan pengendalian biaya dan jadwal dapat dilakukan. Selain metode pelaksanaan dan penjadwalan penulisan ini juga akan menghitung rencana anggaran pelaksanaan.

C. Pengumpulan Data

Tahap ini dilakukan setelah merumuskan masalah tersusun. Penyelesaian tugas akhir ini membutuhkan data primer (meliputi pengamatan langsung di lapangan pada saat proyek sedang berjalan dan survei harga untuk pembelian bahan material dan penyewaan alat yang digunakan.) serta data sekunder (meliputi gambar kerja, Kurva S Proyek, Rencana Kerja dan Syarat (RKS), Studi Literatur (Buku dan Jurnal Referensi), SNI 2052-2017 Baja Tulangan, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 28/PRT/M/2016, dan HSPK Surabaya 2022).

D. Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data-data yang diperlukan, selanjutnya akan dilakukan pengolahan data dengan metode

analisa dan menghasilkan tujuan proyek akhir ini. Tahapan pengolahan data yaitu (1) Menyusun dan mengelompokkan tiap item pekerjaan. (2) Menghitung volume tiap item pekerjaan. (3) Menentukan metode pelaksanaan tiap item pekerjaan. (4) Menghitung produktivitas tiap item pekerjaan. (5) Menghitung durasi tiap item. (6) Menghitung Anggaran Biaya Pelaksanaan (RAP). (7) Menyusun Penjadwalan Proyek.

E. Pembuatan Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil pengolahan data adalah rencana metode pelaksanaan struktur atas, waktu total pelaksanaan, penjadwalan proyek, dan biaya total pelaksanaan dari Proyek Pembangunan Gedung Direktorat Reserse Kriminal Umum POLDA Jawa Timur

IV. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

A. Informasi Proyek

- Nama Proyek : Pembangunan Gedung Direktorat Reserse Kriminal Umum POLDA JATIM
- Fungsi Bangunan : Gedung Perkantoran
- Lokasi Proyek : Jl. Jend. Ahmad Yani No.116, Surabaya, Jawa Timur
- Luas Bangunan : 6000 m²
- Tinggi Bangunan : 32 m
- Jumlah Lantai : 8 Lantai (7 Lantai + 1 Atap)

B. Metode Pelaksanaan Konstruksi

Pelaksanaan pekerjaan Proyek Gedung Direktorat Reserse Kriminal Umum Polda Jawa Timur dimulai dari pekerjaan struktur atas lantai 1 hingga lantai 8. Tahap pekerjaan struktur dimulai dari pekerjaan lantai 1 zona 1 kemudian pekerjaan lantai 2 zona 1 lalu dilanjut ke lantai 1 zona 2 kemudian lantai 2 zona 2. Sistem kerja dilakukan berulang pada lantai zona dan berikutnya.

C. Kebutuhan Bekisting

Penyewaan bekisting aluminium, pada proyek akhir ini direncanakan menggunakan satu set bekisting pada satu lantai pekerjaan balok dan pelat. Sedangkan, untuk kolom dan *shearwall* digunakan ½ set bekisting. Hal ini bertujuan untuk menghemat biaya yang dikeluarkan. Seperti contoh berikut, bekisting balok dan pelat lantai 1 zona 1 dapat digunakan kembali untuk lantai 2 zona 1, bekisting balok dan pelat lantai 1 zona 2 dapat digunakan kembali untuk lantai 2 zona 2, bekisting kolom dan *shearwall* pada lantai 1 dan zona 1 dapat digunakan kembali untuk bekisting kolom dan *shearwall* pada lantai 1 zona 2. Kemudian sistem kerja dilakukan berulang pada zona berikutnya dan lantai atasnya.

D. Analisis Biaya Dan Waktu

Pada tahap ini, perhitungan yang dilakukan adalah berupa produktivitas dan durasi pekerjaan, hingga rencana anggaran pelaksanaan. Analisis ini dilakukan menggunakan bantuan Kurva S (lihat Gambar 7).

E. Penjadwalan

1) Microsoft Project

Microsoft Project merupakan perangkat lunak manajemen proyek yang dikembangkan dan didistribusikan oleh Microsoft untuk membantu manajer proyek membuat rencana, mengalokasikan sumber daya, pengecekan kemajuan progres, mengelola anggaran, dan menganalisis bobot kerja. *Microsoft Project*. Pada *Microsoft Project* dapat dilakukan perencanaan dan pengidentifikasian jalur kritis dapat dengan mudah serta dapat membedakan antara sumber daya kerja dan sumber daya material. Pemantauan progres dapat dilakukan dengan menginput informasi tentang progress item pekerjaan. Penggunaan *Microsoft Project* dimulai dengan menuliskan item pekerjaan secara rinci, lalu dilanjutkan dengan input durasi tiap item pekerjaan dan mengatur *predecessor* serta tanggal *start finish* pekerjaan. Berikut ini adalah contoh tipe ketergantungan dalam penjadwalan *Microsoft Project*.

a. Finish to Start (FS)

Finish to Start adalah kegiatan harus selesai sebelum kegiatan berikutnya dapat dimulai. Dengan contoh pada Proyek Akhir ini, Pekerjaan pemasangan bekisting kolom zona 1 lantai 2 (no.10) dapat dilakukan setelah pekerjaan pemasangan besi kolom zona lantai 1 (no.9) selesai. Dituliskan pada software *Microsoft Project* pada pekerjaan pemasangan besi kolom zona lantai 1 dengan istilah *predecessor* "9 FS".

b. Start to Start (SS)

Start to Start adalah kegiatan yang dapat dimulai bersamaan antara pekerjaan satu dengan pekerjaan lainnya.

Dengan contoh pada Proyek Akhir ini, pekerjaan pengecoran balok zona 1 lantai 2 (no.52) dapat dilakukan secara bersamaan dengan pekerjaan pengecoran pelat zona 1 lantai 2 (no.63). Dituliskan pada software *Microsoft Project* pada pekerjaan pengecoran pelat zona 1 lantai 2 dengan istilah *predecessor* "52 SS".

F. Rencana Anggaran Pelaksanaan

Dari Analisa perhitungan Pekerjaan metode aluminium formwork diperoleh waktu total pengerjaan struktur atas lantai 1 sampai dengan lantai 8 dapat selesai dalam waktu 97 hari kerja. Tabel 2 merupakan Rekapitulasi Rencana Anggaran Pelaksanaan pelaksanaan tiap lantai metode bekisting aluminium *formwork*.

V. KESIMPULAN

Metode pelaksanaan struktur atas yaitu mengganti bekisting dengan aluminium *formwork* yang dilakukan sesuai teori dan referensi dari beberapa literatur serta dikaitkan dengan analisa lapangan. Metode pelaksanaan tersebut meliputi kolom, *shearwall*, balok, pelat, dan tangga.

Dari analisa perhitungan durasi diperoleh waktu total pekerjaan struktur atas lantai 1 sampai dengan lantai 8 selama 97 hari kerja.

Dari analisa perhitungan biaya diperoleh biaya total pelaksanaan pekerjaan struktur atas lantai 1 sampai dengan lantai 8 sebesar Rp19,142,645,798 setelah PPN 11%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. F. L. Asri, T. H. Setiawan, and Y. Rusdiana, "Analisis jaringan kerja pada evaluasi penjadwalan waktu dan biaya penyelesaian proyek dengan menggunakan metode PERT & CPM," *Jurnal Saintika Unpam : Jurnal Sains dan Matematika Unpam*, vol. 2, no. 2, pp. 136–148, 2020, doi: 10.32493/jsmu.v2i2.3323.
- [2] W. I. Ervianto, *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi, 2005.
- [3] A. Purnomo, M. W. Nugroho, and T. Yulianto, "Pengendalian biaya dan waktu proyek gedung SMK Dwija Bhakti Jombang dengan menggunakan Metode Earned Value," *TECNOSCIENZA*, vol. 4, no. 1, pp. 39–52, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal.kahuripan.ac.id/index.php/TECNOSCIENZA/article/view/291>
- [4] E. C. Onibala, R. L. Inkiwang, and M. Sibi, "Metode pelaksanaan pekerjaan konstruksi dalam proyek pembangunan sekolah SMK Santa Familia Kota Tomoho," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 6, no. 11, pp. 927–940, Nov. 2018, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jss/article/view/20727>
- [5] A. S. Hanna, *Concrete Formwork Systems*. New York City: Marcel Dekker, Inc., 1999. doi: 10.1201/9780203909690.
- [6] S. Sastraatmadja, *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan Cara Modern*. Bandung: Nova, 1984.