

## Studi Perbandingan Waktu Dan Biaya Dengan Metode Konstruksi Yang Berbeda (Proyek Pembangunan Villa Grand Sinensis)

Siti Nur Aisyah<sup>1)</sup>, Kusnul Yakin<sup>2)</sup>, Maulidya Octaviani B.<sup>2)</sup>

- <sup>1)</sup> Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo  
Jl. Semolowaru 84 Surabaya, 60118  
Email: [ichaaisyah239@gmail.com](mailto:ichaaisyah239@gmail.com)
- <sup>2)</sup> Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo  
Jl. Semolowaru 84 Surabaya, 60118  
Email: [kusnul.yakin@unitomo.ac.id](mailto:kusnul.yakin@unitomo.ac.id)
- <sup>3)</sup> Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo  
Jl. Semolowaru 84 Surabaya, 60118  
Email: [ldyaocta@unitomo.ac.id](mailto:ldyaocta@unitomo.ac.id)

### ABSTRACT

Lawang is a sub-district located in Malang Regency, East Java. Lawang is known with its resorts since the dutch colonial era. For that reason, no wonder that there are still many old buildings with dutch style in Lawang, including the train station that is one of the railroad stops from Surabaya to Malang. However, Lawang nowadays is brought to modernization with the sign of emergence of many villas. Over time, 90% of the villa construction have been using the construction method with the utilization of assistive devices. Grand Sinensis Villa is one which does not use any heavy equipment for its construction project. Therefore, the purpose of this study is to analyze the time acceleration and its effect on costs with different methods which is intended to compare several types of work using heavy equipment and without heavy equipment. The time acceleration calculation process starts from the calculation of duration/time of several jobs that are assisted by heavy equipment with the AON (*Activity on Node*) method. From the critical path, the results are obtained based on the assistance of heavy equipment, and there has obtained the time saving results from normal duration which is 362 days to 316 days after the assistance addition of heavy equipment, and for the normal cost of 19,324,921,775.22 Rupiahs to 21,037,675,404.99 Rupiahs, which increases 4.3%.

Keywords: time acceleration; construction methods; AON (*Activity on Node*).

### ABSTRAK

Lawang merupakan sebuah kecamatan di Kabupaten Malang, Jawa Timur. Lawang dikenal sebagai kota peristirahatan sejak zaman penjajahan belanda. Karena itu tidak mengherankan bila sampai saat ini masih banyak ditemui bangunan kuno bergaya belanda di lawang, termasuk stasiun kereta api yang merupakan salah satu persinggahan kereta api jalur selatan dari Surabaya ke Malang. Namun dewasa ini lawang terbawa modernisasi dengan munculnya banyak villa-villa. Seiring dengan perkembangan waktu pembangunan villa semakin banyak 90% seluruh pembangunan villa sudah menggunakan metode konstruksi dengan penambahan alat bantu. Pada proyek pembangunan villa grand sinensis ini tidak menggunakan bantuan alat berat untuk pembangunannya, maka pada Tugas Akhir ini menganalisis percepatan waktu dan pengaruhnya terhadap biaya dengan metode yang berbeda dimaksudkan dengan membandingkan beberapa jenis pekerjaan yang menggunakan alat berat dan tanpa alat berat. Proses percepatan waktu dimulai dari perhitungan durasi/waktu beberapa pekerjaan yang ditambahkan alat berat dengan metode AON (*Activity On Node*). Dari lintasan kritis tersebut didapatkan hasil berdasarkan dengan metode penambahan alat berat kemudian didapatkan hasil penghematan waktu dari durasi normal 362 hari menjadi 316 hari setelah penambahan alat berat, untuk biaya normal dari Rp. 19.324.921.775,22 menjadi Rp. 21.037.675.404,99 kenaikannya mencapai 4,3 %.

Kata kunci: percepatan waktu; metode konstruksi; AON (*Activity On Node*).

### PENDAHULUAN

Lawang merupakan sebuah kecamatan di Kabupaten Malang, Jawa Timur. Lawang dikenal sebagai kota peristirahatan sejak zaman penjajahan belanda. Karena itu tidak mengherankan bila sampai saat ini masih banyak ditemui bangunan kuno bergaya belanda di lawang, termasuk stasiun kereta api yang merupakan salah satu persinggahan kereta api jalur selatan dari Surabaya ke Malang. Namun dewasa ini lawang terbawa modernisasi dengan munculnya banyak villa-villa. Secara geografis lawang terletak di pegunungan dan dikelilingi gunung arjuno dan gunung semeru. Kecamatan lawang berbatasan dengan kecamatan singosari, kabupaten malang dan kecamatan purwodadi, kabupaten pasuruan. Tempat wisata di lawang antara lain kebun teh wonosari PTP XXIII, pemandian polaman, kolam

renang sanggar, desa wisata krabayakan, gunung wedon. Selain itu banyak bangunan kuno di lawang bekas Bersama dengan singosari dan kepanjen, lawing dikenal sebagai kota satelit penyangga utama kota malang, yang termasuk dalam kawasan malang raya.

Pada pelaksanaan proyek pembangunan villa *Grand Sinensis* yang beralamat di Jl. Tegal Rejo no.22 ketindan lawang malang Oleh PT. Wahana Karya Wijaya. Dalam proyek tersebut menghabiskan biaya yang tidaklah sedikit yaitu Rp.20.161.000.000. dan memakan waktu selama 4 tahun. Proyek pembangunan villa ini memiliki luasan 6300 m<sup>2</sup>, dengan tinggi maksimum 12 meter. Pada lantai satu dilengkapi fasilitas 2 kamar tidur, 3 toilet (2 pada masing-masing kamar tidur dan 1 pada ruang keluarga), dapur dengan luasan 4x2, ruang tamu, ruang keluarga, garasi, dan teras. Pada lantai 2 dilengkapi dengan 2 kamar tidur, 1 toilet dan 1 ruang keluarga.

Dengan mengacu pada permasalahan di atas, maka saya mencoba menghitung ulang biaya menggunakan acuan HSPK 2014 dan menghitung ulang waktu dengan menggunakan metode kontruksi yang berbeda dan pada perhitungannya menggunakan metode AON untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal. Disamping itu saya akan membandingkan perhitungan saya dengan hasil perhitungan dari proyek tersebut.

## PERMASALAHAN

Permasalahan proyek yang terkait dengan perhitungan biaya dan waktu pada proyek tersebut, antara lain adalah :

1. Bagaimana merencanakan penjadwalan proyek bila menggunakan metode kontruksi yang berbeda dengan menggunakan metode AON.
2. Berapa persen perbandingan biaya dengan metode kontruksi yang berbeda pada proyek pembangunan villa PT. Wahana Karya Wijaya.

Dengan tujuan untuk mengetahui hasil percepatan waktu pengerjaan dan berapa persen kenaikan biaya yang ditimbulkan dengan metode konstruksi yang berbeda pada proyek pembangunan villa PT. Wahana Karya Wijaya.

## Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan. yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk menyelesaikan proyek. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat lebih terperinci dan sangat detail. Hal ini dimaksudkan untuk membantu pelaksanaan evaluasi proyek. Penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan yang ada. Selama proses pengendalian proyek, penjadwalan mengikuti perkembangan proyek dengan berbagai permasalahannya. Proses monitoring serta *updating* selalu dilakukan untuk mendapatkan penjadwalan yang paling realistis agar alokasi sumber daya dan penetapan durasinya sesuai dengan sasaran dan tujuan proyek.

Secara umum penjadwalan mempunyai manfaat – manfaat seperti berikut:

- Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan / kegiatan mengenai batas – batas waktu untuk mulai dan akhir dari masing – masing tugas.
- Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realistis dalam penentuan alokasi prioritas terhadap sumber daya dan waktu.
- Memberikan saran untuk menilai kemajuan pekerjaan.
- Menghindari pemakaian sumber daya yang berlebihan, dengan harapan proyek dapat selesai sebelum waktu yang di tetapkan.
- Memberikan kepastian waktu pelaksanaan pekerjaan.
- Merupakan sarana penting dalam pengendalian proyek. Kompleksitas penjadwalan proyek sangat dipengaruhi oleh faktor – faktor berikut :

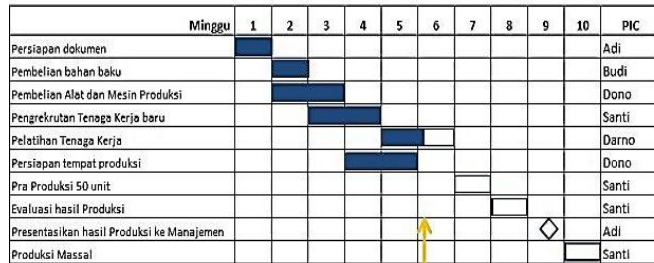
Sasaran dan tujuan proyek.:

- Keterkaitan dengan proyek lain agar terintegrasi dengan master schedule.
- Dana yang di perlukan dan dana yang tersedia.
- Waktu yang di perlukan, waktu yang tersedia, serta perkiraan waktu yang hilang dan hari – hari libur.
- Susunan dan jumlah kegiatan proyek serta keterkaitan di antaranya.
- Kerja lembur dan pembagian shift kerja untuk mempercepat proyek.
- Sumber daya yang di perlukan dan sumber daya yang tersedia.
- Keahlian tenaga kerja dan kecepatan mengerjakan tugas.
- Makin besar skala proyek, semakin kompleks pengelolaan penjadwalan karena dana yang di kelolah sangat besar, kebutuhan dan penyediaan sumber daya juga besar, kegiatan yang di lakukan sangat beragam serta durasi proyek menjdi sangat panjang.

Oleh karena itu, agar penjadwalan dapat diimplementasikan, digunakan cara – cara atau metode yang sudah digunakan seperti metode AON (*Activity On Node*)/PDM (*Precedence Diagram Method*), AOA (*Activity On Arrow*) / CPM (*Critical Path Method*), dan PERT (*Program Evaluation Review Technique*). Metode AON (*Activity On Node*)/PDM (*Precedence Diagram Method*) adalah metode penjadwalan proyek dimana kegiatan dituliskan didalam *node* yang umumnya berbentuk segiempat, dengan anak panah sebagai petunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Metode AOA (*Activity On Arrow*) / CPM (*Critical Path Method*) adalah suatu metode perencanaan dan pengendalian proyek-proyek yang merupakan sistem yang paling banyak digunakan diantara semua sistem yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan AOA (*Activity On Arrow*) / CPM (*Critical Path Method*), jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Jadi AOA (*Activity On Arrow*) / CPM (*Critical Path Method*) merupakan fasilitas analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan. Dan Metode PERT (*Program Evaluation Review Technique*) adalah suatu metode analisis yang dirancang untuk membantu dalam penjadwalan dan pengendalian proyek-proyek yang kompleks, yang menuntut bahwa masalah utama yang dibahas yaitu masalah teknik untuk menentukan jadwal kegiatan beserta anggaran biayanya sehingga dapat diselesaikan secara tepat waktu dan biaya. Dengan metode diatas yang paling tepat dan mudah untuk digunakan penjadwalan yaitu yang memadai dan bisa digunakan pegangan untuk bantuan *software* komputer *Microsoft Project* yang dapat membantu memberikan hasil seoptimal mungkin. Metode Berikut adalah Metode AON (*Activity On Node*) /PDM (*Precedence Diagram Method*). Pada Metode AON (*Activity On Node*) /PDM (*Precedence Diagram Method*) terdapat diagram diagram yang membantu untuk merencanakan dan melukiskan secara grafis dari aktifitas pelaksanaan pekerjaan kontruksi :

• Diagram balok (*Gantt/Bar Chart*)

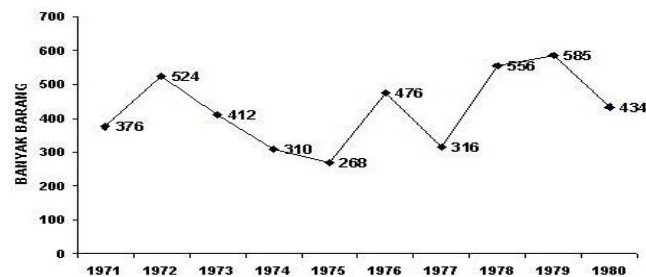
Alat ini diciptakan oleh Henry Gantt dan sering disebut dengan nama “*Gant Bar Chart*”. Sumbu x adalah skala waktu sedangkan sumbu y adalah aktivitas-aktivitas yang direncanakan untuk diukur waktu pelaksanaannya yang digambarkan dengan garis tebal secara horizontal, panjang batang tersebut menyatakan lamanya suatu aktivitas dengan waktu awal dan waktu selesai.



Sumber: ilmu manajemen industri  
Gambar 1. Contoh Diagram balok

• Diagram garis (*time/production graph*)

Diagram garis merupakan diagram yang digunakan untuk menggambarkan keadaan yang serba terus atau berkesinambungan, misalnya produksi minyak tiap tahun, jumlah penduduk tiap tahun, dsb. Diagram garis juga memiliki sumbu datar dan sumbu tegak, dimana sumbu datar menyatakan waktu dan sumbu tegak menyatakan kuantum data.



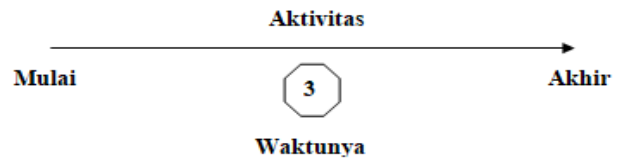
Sumber: ilmu manajemen proyek  
Gambar 2. Contoh Diagram garis

• Diagram Panah (*arrow diagram*)

Metode jaringan kerja ini pertama-tama berkembang pada saat yang hampir bersamaan pada awal tahun 1957 di amerika serikat. Metode ini tercipta setelah ada kebutuhan yang mendesak yaitu bagaimana mengorganisir suatu proyek yang meliniarkan ribuan aktivitas yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu. Dalam diagram ini status aktivitas ditentukan dan digambarkan dalam jaringan kerja (*network*), dengan mempertimbangkan beberapa jenis hubungan antar aktivitas, antara lain hubungan akhir-awal (*end-start relation*). Urutan aktivitas yang digambarkan dalam diagram jaringan tersebut menggambarkan ketergantungan dari kegiatan aktivitas tersebut terhadap aktivitas lain, dimana tiap-tiap aktivitas memiliki tenggang waktu pelaksanaan yang sudah tertentu. Beberapa terminologi untuk mengerti diagram garis antara lain:

- Aktivitas nyata : adalah pelaksanaan kegiatan yang nyata dari suatu pekerjaan. Aktivitas nyata ini biasanya

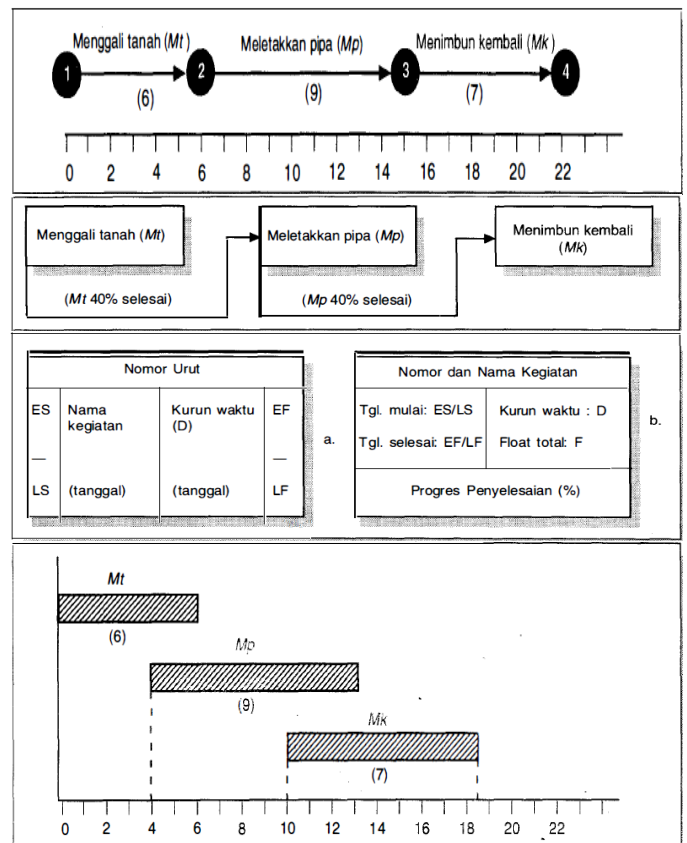
digambarkan secara grafis sebagai anak panah pada jaringan kerja dan biasanya dicantumkan waktu pengerjaannya.



Sumber: ilmu manajemen proyek  
Gambar 3. Contoh Diagram panah

• Diagram precedence (*Precedence diagram*)

Diagram precedence merupakan penyempurnaan dari diagram panah, karena diagram panah pada prinsipnya hanya memakai satu jenis hubungan aktivitas yaitu hubungan akhir-awal (*end-start relationship*) pada diagram precedence dapat digambarkan adanya empat hubungan awal-awal (*start to start*), awal-akhir (*start-end*), akhir-awal (*end to start*) dan akhir-akhir (*end-end*), diagram precedence dapat dibuat dengan *node diagram* atau *contruction block diagram*. diagram yang satu ini termasuk diagram yang digunakan pada perhitungan menggunakan metode AON.



Sumber: ilmu manajemen proyek  
Gambar 4. Contoh Diagram precedence

Menentukan jadwal proyek atau jadwal aktivitas artinya perlu mengidentifikasi waktu mulai dan waktu selesai untuk setiap kegiatan. Kita menggunakan proses two-pass, terdiri atas *forward pass* dan *backward pass* untuk menentukan jadwal waktu untuk setiap kegiatan. ES

dan EF selama *forward pass*. LS dan LF ditentukan selama *backward pass*.

*Forward pass* merupakan identifikasi waktu-waktu terdahulu. Aturan waktu mulai terdahulu:

1. Sebelum suatu kegiatan dapat dimulai, kegiatan pendahulu langsungnya harus selesai.
2. Jika suatu kegiatan hanya mempunyai satu pendahulu langsung, ES nya adalah sama dengan EF pendahulunya.
3. Jika suatu kegiatan hanya mempunyai satu pendahulu langsung, ES nya adalah nilai maximum dari semua EF pendahulunya, yaitu  $ES = \max (EF \text{ semua pendahulu langsung})$ .

Aturan selesai terdahulu: Waktu selesai terdahulu (EF) dari suatu kejadian adalah jumlah dari waktu mulai terdahulu (ES) dan waktu kegiatannya,  $EF = ES + \text{waktu kejadian}$ . *Forward pass*, dimulai dengan kegiatan pertama pada proyek, sedangkan *backward pass* dimulai dengan kegiatan terakhir dari suatu proyek. Untuk setiap kegiatan kita pertama-tama menentukan nilai EF-nya, diikuti dengan nilai ES nya. Dua aturan berikut digunakan dalam proses ini. Aturan waktu selesai terakhir, aturan ini sekali lagi didasarkan pada kenyataan bahwa sebelum suatu kegiatan dapat dimulai, seluruh pendahulu langsungnya harus diselesaikan.

1. Jika suatu kegiatan adalah pendahulu langsung bagi hanya satu kegiatan, LF nya sama dengan LS dari kegiatan yang secara langsung mengikutinya.
2. Jika suatu kegiatan adalah pendahulu langsung bagi lebih dari satu kegiatan, maka LF nya dari kegiatan-kegiatan yang secara langsung mengikutinya yaitu  $LF = \min (LS \text{ dari seluruh kegiatan langsung yang mengikutinya})$ .

Dalam melakukan perhitungan penentuan waktu penyelesaian digunakan beberapa terminologi dasar berikut:

#### **E (earliest event occurrence time)**

Saat tercepat terjadinya suatu peristiwa. waktu paling awal suatu kegiatan yg berasal dari node tersebut dapat dimulai, karena Menurut aturan dasar jaringan kerja, suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan terdahulu telah selesai.

#### **L (Latest event occurrence time)**

Saat paling lambat yang masih diperbolehkan bagi suatu peristiwa terjadi. Waktu Paling lambat yg masih diperbolehkan bagi suatu peristiwa terjadi.

#### **ES (Earliest Start)**

Dari setiap aktivitas adalah waktu paling awal dari suatu kegiatan yang paling awal dari suatu kegiatan yang berasal dari *node* tersebut dimulai, karena menurut aturan CPM suatu kegiatan dapat dimulai apabila kegiatan terdahulunya telah selesai.

#### **LF (Latest Finish)**

Dari setiap aktivitas adalah waktu paling lambat yang diperbolehkan bagi suatu peristiwa yang terjadi tanpa memperlambat penyelesaian proyek

#### **LS (latest activity start time)**

Waktu paling lambat kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan. Adalah waktu

paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.

#### **LF (latest activity finish time)**

Waktu paling lambat kegiatan diselesaikan tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

#### **t (activity duration time)**

Kurun waktu yang diperlukan untuk suatu kegiatan (hari, minggu, bulan).

### **Pembiayaan Proyek**

Salah satu unsur perencanaan proyek adalah menyusun perkiraan biaya atau anggaran. Bagi kontraktor maupun pemilik proyek, keuntungan finansial yang akan diperoleh tergantung terutama kepada seberapa jauh kecakapannya membuat perkiraan biaya proyek. Bila penawaran harga yang diajukan di dalam proses lelang terlalu tinggi, kemungkinan besar kontraktor yang bersangkutan akan mengalami kekalahan. Sebaliknya bila memenangkan lelang dengan harga teralalu rendah akan mengalami kesulitan di belakang hari. Demikian halnya dengan pemilik, angka yang menunjukkan jumlah perkiraan biaya proyek pada umumnya akan menjadi kriteria dasar untuk menentukan kelanjutan investasi.

Penyusunan perkiraan biaya ini didasarkan antara lain atas kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh bidang-bidang desain *engineering* dan pembelian yang telah memberikan keterangan/masukan perihal :

1. Perkiraan jumlah material
2. Perkiraan jumlah dan kapasitas peralatan
3. Perkiraan angka orang-jam yang diperlukan untuk kegiatan *engineering* konstruksi dan administrasi selama proyek berlangsung
4. Tingkat pengkajian dan lain-lain kompensasi di lokasi proyek
5. Sebagian angka-angka penawaran yang masuk dari penjualan/pabrik peralatan utama instalasi yang dihasilkan dari penelitian bidang pembelian
6. Angka-angka penyewaan alat-alat berat untuk konstruksi

### **Produksi Alat Berat**

Sebagai dasar pedoman untuk menghitung produksi suatu pekerjaan dilaksanakan dengan bantuan peralatan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan beberapa *factor* yang berpengaruh berdasarkan *type* dan ukuran peralatan yang telah dipilih antara lain :
  - Kapasitas standart produksi peralatan
  - Biaya operasi dan perawatan peralatan
  - Kecepatan dalam berbagai peralatan
  - Biaya mobilisasi dan demobilisasi
2. Menentukan pengaruh sifat fisik material
3. Menentukan pengaruh pada realisasi pelaksanaan pekerjaan dengan bantuan peralatan.

Pada hal ini juga diperlukan efisiensi kerja karena orang atau mesin tidak mungkin selamanya mampu bekerja selama 60 menit selama satu jam, sebab pasti akan ada hambatan-hambatan walau sekecil apapun. efisiensi kerja merupakan salah satu element produksi yang harus



diperhitungkan didalam upaya mendapatkan harga produksi alat persatuan waktu yang akurat. Berikut ini mungkin dapat dipakai sebagai acuan untuk membatasi porsi pekerjaan operasional dan mekanik.

**Metode perhitungan Produksi Alat Berat.**

Tabel 1. 3. Efisiensi kerja.

Kondisi Operasi alat	Baik sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk sekali
Baik sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

Sumber: Mata kuliah teknologi dan metode kontruksi

Gambar 5. Contoh tabel efisiensi produksi alat berat

**Harga Satuan Pokok Produksi dengan Peralatan**

Harga Pokok Standard (*Standard Costing*) adalah pembebanan harga pokok kepada produk atau jasa tertentu yang ditentukan di muka dengan cara menentukan besarnya biaya standar dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya overhead pabrik untuk mengolah satu satuan produk atau jasa tertentu.

Pada dasarnya di dalam Harga Pokok Standar terdiri dari 3 aktivitas yaitu:

- 1.1 Penentuan Standar.
- 1.2 Pengumpulan biaya yang sesungguhnya terjadi.
- 1.3 Analisis selisih biaya standar dengan biaya sesungguhnya.

**Microsoft Project**

Berdasarkan survey dengan judul *Tools of the Trade : a survey of project management* alat bantu yang dipublikasikan *project management journal* tahun 1998, terpilih 10 alat bantu top pendukung manajemen proyek. Berikut daftar 10 alat bantu top pendukung tersebut :

1. Microsoft Project.
2. Primavera Project Planner.
3. Microsoft Excel.
4. Project Workbench.
5. Time line.
6. Primavera Sure trak.
7. CA-Super Project.
8. Project Scheduler.
9. Artimes Prestige.
10. FasTracs

Microsoft project dalam survey tersebut menduduki peringkat pertama sebagai alat bantu pendukung manajemen proyek. Hal ini mengimplikasikan keandalan software aplikasi tersebut.

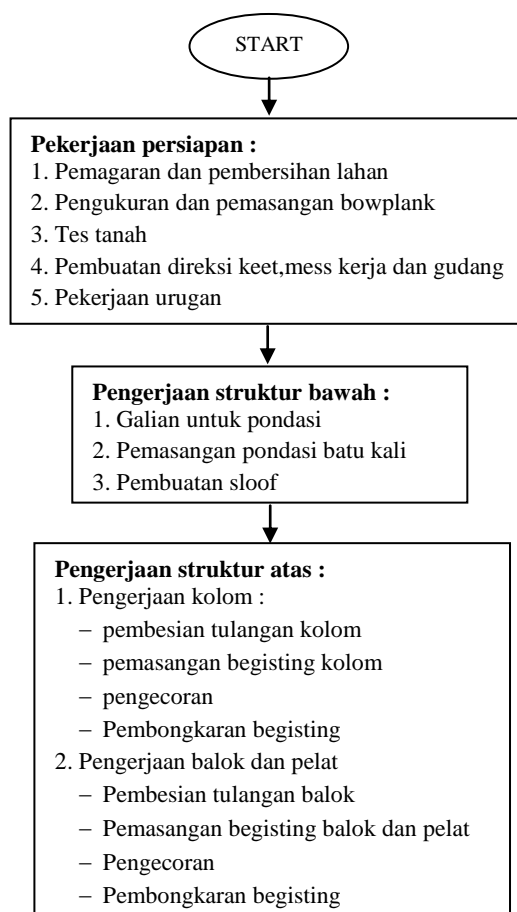
Microsoft Project merupakan software administrasi proyek yang digunakan untuk melakukan perencanaan, pengelolaan, pengawasan dan pelaporan data dari suatu proyek. Kemudahan penggunaan dan keleluasaan lembar kerja serta cakupan unsur-unsur proyek menjadikan software ini sangat mendukung proses administrasi sebuah

proyek. Microsoft Project memberikan unsur-unsur manajemen proyek yang sempurna dengan memadukan kemudahan penggunaan, kemampuan, dan fleksibilitas sehingga penggunaanya dapat mengatur proyek secara lebih efisien dan efektif. Anda akan mendapatkan informasi, mengendalikan pekerjaan proyek, jadwal, laporan keuangan, serta mengendalikan kekompakan tim proyek. Anda juga akan lebih produktif dengan mengintegrasikan program-program Microsoft Office yang familiar, membuat pelaporan yang kuat, perencanaan yang terkendali dan sarana yang fleksibel.

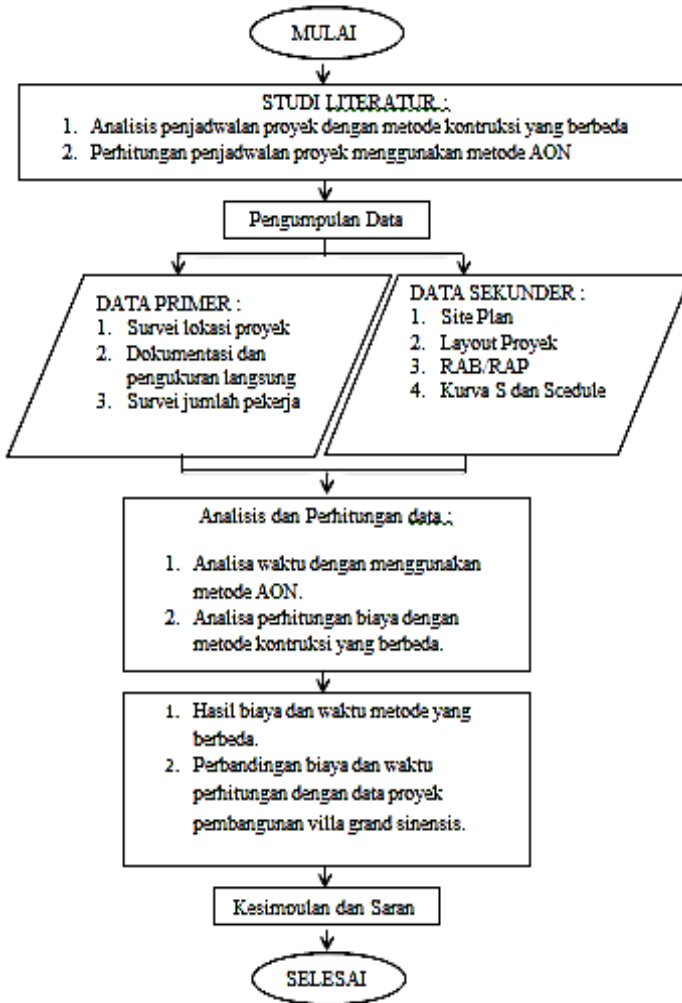
**METODOLOGI**

Metodologi merupakan analisis teoritis mengenai suatu cara atau metode. Penelitian merupakan suatu penyelidikan yang sistematis untuk meningkatkan sejumlah pengetahuan, juga merupakan suatu usaha yang sistematis dan terorganisasi untuk menyelidiki masalah tertentu yang memerlukan jawaban.

Adapun metode pelaksanaan proyek yang tersusun sebagai berikut:



Gambar 6. Alur pelaksanaan proyek



Gambar 7. Bagan alir penelitian

**PEMBAHASAN**

**Perhitungan Durasi/ Waktu**

Perhitungan durasi pekerjaan dengan mempertimbangkan beberapa alat konstruksi, koefisien pekerja, volume pekerjaan, maupun produktifitas tiap jenis pekerjaan. Dalam hal ini, penambahan alat konstruksi sangat penting dalam mempercepat pengerjaan melalui produktivitas kerja per satuan waktu. Dalam perhitungan durasi ini, ada 4 pekerjaan yang ditambahkan alat berat yaitu pekerjaan pembersihan lahan, pekerjaan galian, pekerjaan urugan dan pekerjaan pengecoran.

- Pembersihan Lahan
  - Volume = 6300 m<sup>2</sup>
  - Tenaga kerja per hari  
Mandor = 1 orang
  - Alat konstruksi  
Bulldozer = 1 unit (+ 1 operator)  
Type Bulldozer = D6H  
Kapasitas Produksi Bulldozer = 1,1314 m<sup>3</sup>/menit  
Ukuran Bulldozer = 3,36 m x 1,257 m  
Ketebalan pembersihan = 30 cm = 0.3 m  
Kapasitas tangki BBM = 322 Liter

– Kapasitas produksi  
Mandor =  $\frac{1 \text{ orang}}{0,05 \text{ orang/m}^2/\text{hari}}$  = 20 m<sup>2</sup>/hari

Bulldozer = Waktu kerja = 8.00 – 16.00 WIB = 8 Jam  
= Faktor kondisi = 25%  
= Kapasitas Bulldozer = 1,1314 m<sup>3</sup>/menit  
= 27,15 m<sup>3</sup>/jam  
= Kapasitas Bulldozer perhari = 8 x 27,15  
= 217,23 m<sup>3</sup>/hari  
= Total luas setelah pengecekan tanah  
= 6300x0,3+25% = 2362.5  
=  $\frac{2362.5}{217.23}$  = 10,87 ~ 11 hari

– Waktu yang diperlukan  
Total Waktu = 11 hari

**Tabel Rekap Perhitungan Waktu**

Pada hasil perhitungan diatas maka dibuat tabel ekapitulasi, hal ini bertujuan agar mengetahui berapa percepatan waktu dengan menggunakan metode konstruksi yang berbeda. Berikut tabel rekapitulasi durasi/waktu:

Tabel 1. Rekapitulasi perhitungan waktu

No.	Uraian	Durasi		Keterangan
		Normal (data proyek)	Penambahan alat berat	
<b>1 Pekerjaan persiapan</b>				
A	Pembersihan lahan	17 hari	11 hari	Penambahan Bulldozer
B	Pembuatan bowplank dan uitzet	10 hari	10 hari	Tidak ada penambahan alat berat
<b>2 Pekerjaan pondasi</b>				
C	Pekerjaan galian	14 hari	4 hari	Penambahan Excavator
D	Pekerjaan pasang batu	16 hari	16 hari	Tidak ada penambahan alat berat
E	Pekerjaan urugan tanah kembali	5 hari	4 hari	Penambahan Excavator
<b>3 Pekerjaan beton</b>				
F	Pekerjaan sloop	15 hari	15 hari	Tidak ada penambahan alat berat
G	Pengecoran dak	17 hari	2 hari	Penambahan Truck mixer dan Concrete pump
H	Pengecoran balok gantung	9 hari	1 hari	
I	Pengecoran kolom praktis	10 hari	1 hari	
J	Pemasangan tiang penyangga kanopi	5 hari	3 hari	
J	Pengecoran kanopi			
J	Pengecoran atap dan kanopi atas			
K	Pengecoran tangga			
K	Pengecoran rabat beton carport	5 hari	2 hari	
K	Pengecoran ornament			
<b>4 Pekerjaan penutup dinding</b>				
L	Pemasangan bata ringan (lantai 1)	36 hari	36 hari	Tidak ada penambahan alat berat
M	Pemasangan bata ringan (lantai 2)	26 hari	26 hari	
N	Pemasangan batu alam	2 hari	2 hari	
<b>5 Pekerjaan penutup lantai</b>				
O	Pemasangan granit	14 hari	14 hari	Tidak ada penambahan alat berat
<b>6 Pekerjaan finishing cat</b>				
P	Pengerjaan dinding dalam	42 hari	42 hari	Tidak ada penambahan alat berat
Q	Pengerjaan dinding luar	11 hari	11 hari	
R	Pengcatan duco pintu	1 hari	1 hari	

No.	Uraian	Durasi		Keterangan	AKTIVITAS	DURASI	ES	EF	LS	LF	FF	TF
		Normal (data proyek)	Penambahan alat berat									
7	Pekerjaan kusen, jendela, dan pintu				Y	2	359	361	359	361	0	0
S	Pemasangan kusen	66 hari	66 hari	Tidak ada penambah alat berat	Z	1	361	362	361	362	0	0
T	Pemasangan daun jendela	1 hari	1 hari		AA1	12	94	106	94	106	0	0
U	Pemasangan daun pintu	1 hari	1 hari		AA2	3	106	109	106	109	0	0
8	Pekerjaan penutup atap				AB	1	109	110	109	110	0	0
V	Pemasangan kanopi	6 hari	6 hari	Tidak ada penambah alat berat	AC	2	314	316	314	316	0	0
W	Pemasangan plafond	8 hari	8 hari		AD	2	231	233	231	233	0	0
9	Sanitasi dan instalasi air				AE	5	203	208	203	208	0	0
X	Penggalian septictank	37 hari	37 hari	Tidak ada penambah alat berat	AF	7	208	215	208	215	0	0
Y	Pemasangan peralatan kamar mandi	2 hari	2 hari									
Z	Pemasangan peralatan dapur	1 hari	1 hari									
AA1	Saluran pipa air kotor 4"	12 hari	12 hari									
AA1	Saluran pipa air kotor 3"											
AA2	Saluran pipa air Bersih 1/2 "	3 hari	3 hari									
AB	Pemasangan kabel badar	1 hari	1 hari									
AC	Pemasangan tandon	2 hari	2 hari									
10	Instalasi listrik			Tidak ada penambah alat berat								
AD	Pemasangan titik lampu dan stop kontak	2 hari	2 hari									
11	Pekerjaan pelapisan cor			Tidak ada penambah alat berat								
AE	Waterproofing	5 hari	5 hari									
AF	Perapian cor	7 hari	7 hari									
<b>TOTAL</b>		<b>362 hari</b>	<b>316 hari</b>									

Berdasarkan tabel diatas didapatkan hasil total float pada aktivitas normal lebih banyak lintasan kritis, maka diambil kesimpulan bahwa durasi/waktu pengerjaan proyek terlalu lama.

**Tabel Jalur Kritis dan Float Untuk Durasi Normal dan Alat Berat**

Pada hasil perhitungan waktu menggunakan metode AON (*Activity On Node*) dibuat tabel rekapitulasi, hal ini bertujuan agar mengetahui lintasan kritis dan float yang ada pada durasi normal dan alat berat pada analisis tugas akhir ini. Berikut tabel rekapitulasi jalur kritis dan float untuk durasi normal dan alat berat:

Berdasarkan tabel diatas didapatkan hasil percepatan waktu selama 42 hari dari pekerjaan normal (362 hari) menjadi pekerjaan dengan metode konstruksi yang berbeda (316 hari).

**Tabel Jalur Kritis dan Float Untuk Durasi Normal**

Pada hasil perhitungan waktu menggunakan metode AON (*Activity On Node*) dibuat tabel rekapitulasi, hal ini bertujuan agar mengetahui lintasan kritis dan float yang ada pada durasi normal pada data proyek. Berikut tabel rekapitulasi jalur kritis dan float untuk durasi normal:

Tabel 2. Jalur kritis dan float untuk durasi normal

AKTIVITAS	DURASI	ES	EF	LS	LF	FF	TF
A	17	0	17	0	17	0	0
B	10	17	27	17	27	0	0
C	14	27	41	27	41	0	0
D	16	78	94	78	94	0	0
E	5	110	115	110	115	0	0
F	15	115	130	115	130	0	0
G	17	140	157	140	157	0	0
H	9	140	149	148	157	0	8
I	10	130	140	130	140	0	0
J	5	162	167	162	167	0	0
K	5	157	162	157	162	0	0
L	36	167	203	167	203	0	0
M	26	167	193	167	193	0	0
N	2	215	217	215	217	0	0
O	14	217	231	217	231	0	0
P	42	316	358	316	358	0	0
Q	11	316	327	316	327	0	0
R	1	358	359	358	359	0	0
S	66	247	313	247	313	0	0
T	1	313	314	313	314	0	0
U	1	313	314	313	314	0	0
V	6	241	247	241	247	0	0
W	8	233	241	233	241	0	0
X	37	41	78	41	78	0	0

Tabel 3. Jalur kritis dan float untuk durasi normal dan alat berat

AKTIVITAS	DURASI	ES	EF	LS	LF	FF	TF
A	11	0	11	0	11	0	0
B	10	11	21	11	21	0	0
C	4	21	25	21	25	0	0
D	16	62	78	62	78	0	0
E	4	94	98	94	98	0	0
F	15	98	113	98	113	0	0
G	2	114	116	114	116	0	0
H	1	114	115	115	116	0	1
I	1	113	114	113	114	0	0
J	3	118	121	118	121	0	0
K	2	116	118	116	118	0	0
L	36	121	157	121	157	0	0
M	26	121	147	121	147	0	0
N	2	169	171	169	171	0	0
O	14	171	185	171	185	0	0
P	42	270	312	270	312	0	0
Q	11	270	281	270	281	0	0
R	1	312	313	312	313	0	0
S	66	201	267	201	267	0	0
T	1	267	268	267	268	0	0
U	1	267	268	267	268	0	0
V	6	195	201	195	201	0	0
W	8	187	195	187	195	0	0
X	37	25	62	25	62	0	0
Y	2	313	315	313	315	0	0
Z	1	315	316	315	316	0	0
AA1	12	78	90	78	90	0	0
AA2	3	90	93	90	93	0	0
AB	1	93	94	93	94	0	0
AC	2	268	270	268	270	0	0
AD	2	185	187	185	187	0	0
AE	5	157	162	157	162	0	0
AF	7	162	169	162	169	0	0

Berdasarkan tabel diatas didapatkan hasil yang sama dengan hasil data dari proyek yaitu lebih banyak lintasan kritis pada total float tetapi waktu pengerjaan semakin cepat 42 hari.

**Perhitungan Biaya**

Pada perhitungan biaya di ambil data RAP pada proyek villa grand sinensis malang dan dianalisis kembali dengan menggunakan tambahan alat berat pada beberapa pekerjaannya. untuk biaya sewa Bulldozer dan Excavator diambil dari daftar harga sewa alat berat pada CV. Anoraga Mitra Astama tahun 2014. Dan untuk harga beton readymix dan sewa concrete pump diambil dari daftar harga pada CV. Merak Beton BP Malang, harga pada daftar beli ready mix sudah termasuk harga BBM dan lain lain. Dan untuk perhitungan biaya BBM sewa bulldozer dan Excavator diambil dari buku Ir. Susy Fatena Rostiyanti, M. Sc. yang berjudul “Alat Berat untuk Proyek Kontruksi (Edisi Kedua)” berikut perhitungannya.

• Bahan Bakar Bulldozer

$$0,04 \times \text{HP} \times \text{eff} = 0,04 \times 179 \text{ hp} \times 0,83$$

$$= 5,9 \text{ galon/hp/jam}$$

$$= 1.965,15 \text{ liter/hp/hari}$$

$$= 1.965,15 \times 11 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp. } 8.843.175$$

• Bahan Bakar Excavator

$$0,04 \times \text{HP} \times \text{eff} = 0,04 \times 128,7 \text{ hp} \times 0,83$$

$$= 4,27 \text{ galon/hp/jam}$$

$$= 1.035,05 \text{ liter/hp/hari}$$

$$= 1.035,05 \times 8 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp. } 4.657.737,5$$

**Tabel Perhitungan Biaya Pengerjaan Proyek Villa Grand Sinensis.**

Pada hasil perhitungan biaya yang diambil dari data RAP proyek dan dengan penambahan beberapa sewa alat berat dan bahan bakarnya maka akan ditabelkan dengan tujuan mendapatkan total hasil perbandingan antara biaya normal dengan biaya metode kontruksi yang berbeda. Berikut adalah tabel rekapitulasi perhitungan biaya pengerjaan proyek villa Grand Sinensis:

Tabel 4. Rekapitulasi perhitungan biaya

No.	Uraian	Anggaran Biaya		Keterangan
		Normal (data proyek)	Penambahan alat berat	
<b>1</b>	<b>Pekerjaan persiapan</b>			
A	Pembersihan lahan	4,250,000	14,640,725	Penambahan Bulldozer
B	Pembuatan bowplank dan uitzet	4,250,000	4,250,000	Tidak ada penambahan alat berat
<b>2</b>	<b>Pekerjaan pondasi</b>			
C	Pekerjaan galian	18,015,000	30,926,720	Penambahan Excavator
D	Pekerjaan pasang batu	133,821,850	133,821,850	Tidak ada penambahan alat berat
E	Pekerjaan urugan tanah kembali	21,069,211	51,863,873	Penambahan Excavator
<b>3</b>	<b>Pekerjaan beton</b>			
F	Pekerjaan sloof	4,184,214,786	4,184,214,786	Tidak ada penambahan alat berat
G	Pengecoran dak	8,258,794,188	9,328,982,009	Penambahan Truck Mixer dan Concrete Pump
H	Pengecoran balok	409,617,720	622,117,720	
I	Pengecoran kolom	1,312,171,338	1,737,171,338	
J	Pemasangan tiang penyangga ka	334,489,030	546,989,030	
J	Pengecoran kanopi			
J	Pengecoran atap dan kanopi atas			

No.	Uraian	Anggaran Biaya		Keterangan
		Normal (data proyek)	Penambahan alat berat	
K	Pengecoran tangga	199,279,922	411,779,922	
K	Pengecoran rabat beton carport			
K	Pengecoran ornamen			
<b>4</b>	<b>Pekerjaan penutup dinding</b>			
L	Pemasangan bata ringan (lantai 1	178,916,751	178,916,751	Tidak ada penambahan alat berat
M	Pemasangan bata ringan (lantai 2	53,046,317	53,046,317	
N	Pemasangan batu alam	154,589,140	154,589,140	
<b>5</b>	<b>Pekerjaan penutup lantai</b>			
O	Pemasangan granit	5,334,150	5,334,150	Tidak ada penambahan alat berat
<b>6</b>	<b>Pekerjaan finishing cat</b>			
P	Pengerjaan dinding dalam	86,251,830	86,251,830	Tidak ada penambahan alat berat
Q	Pengerjaan dinding luar	33,087,750	33,087,750	
R	Pengecatan duco pintu	10,005,000	10,005,000	
<b>7</b>	<b>Pekerjaan kusen, jendela, dan g</b>			
S	Pemasangan kusen	2,761,282	2,761,282	Tidak ada penambahan alat berat
T	Pemasangan daun jendela	166,444,960	166,444,960	
U	Pemasangan daun pintu	138,494,376	138,494,376	
<b>8</b>	<b>Pekerjaan penutup atap</b>			
V	Pemasangan kanopi	68,360,000	68,360,000	Tidak ada penambahan alat berat
W	Pemasangan plafond	185,300,000	185,300,000	
<b>9</b>	<b>Sanitasi dan instalasi air</b>			
X	Penggalian septicktank	72,250,000	72,250,000	Tidak ada penambahan alat berat
Y	Pemasangan peralatan kamar ma	41,221,354	41,221,354	
Z	Pemasangan peralatan dapur	33,786,888	33,786,888	
AA1	Saluran pipa air kotor 4"	39,540,076	39,540,076	
AA1	Saluran pipa air kotor 3"			
AA2	Saluran pipa air Bersih 1/2 "	12,325,680	12,325,680	
AB	Pemasangan kabel badar	17,000,000	17,000,000	
AC	Pemasangan tandon	26,152,000	26,152,000	
<b>10</b>	<b>Instalasi listrik</b>			
AD	Pemasangan titik lampu dan stop	105,516,350	105,516,350	Tidak ada penambahan alat berat
<b>11</b>	<b>Pekerjaan pelapisan cor</b>			
AE	Waterproofing	99,292,506	99,292,506	Tidak ada penambahan alat berat
AF	Perapian cor			
<b>TOTAL</b>		<b>19,324,921,775</b>	<b>21,037,675,404</b>	

Berdasarkan tabel diatas didapatkan hasil kenaikan biaya Rp. 1.712.753,63 dari biaya normal Rp. 19.324.921.775 menjadi Rp. 21.037.675.404. Presentase biaya didapatkan dari hasil selisih kenaikan biaya dibagi dengan hasil biaya keseluruhan lalu dikali dengan 100%. Berikut perhitungannya:

$$\frac{\text{Rp. } 1.712.753,63}{(\text{Rp. } 19.324.921.775 + \text{Rp. } 21.037.675.404)} \times 100\% = 4,3\%$$

Maka, didapatkan hasil presentase dari perhitungan kenaikan biaya dengan metode kontruksi yang berbeda diatas adalah 4,3%.

**KESIMPULAN**

Sesuai dengan rumusan masalah, tujuan, hipotesis dan pembahasan pada hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Dengan menambahkan efisiensi kerja beberapa alat berat dapat menghasilkan percepatan waktu, dimana durasi normal pembangunan adalah 362 hari setelah penambahan alat berat pada beberapa pekerjaannya menjadi 316 hari. Percepatan waktu 42 hari.
2. Biaya normal yang awalnya Rp. 19.324.921.775,22 menjadi Rp. 21.037.675.404,99 jika dengan menggunakan metode kontruksi yang berbeda, kenaikan biayanya sekitar 4,3%.



---

## SARAN

1. Pengujian yang telah dilakukan belum cukup dikatakan sempurna. Hal tersebut dikarenakan beberapa faktor seperti faktor jumlah pekerja, dan faktor resiko. Maka dari itu harus lebih ditingkatkan dan mengurangi berbagai kemungkinan kesalahan.
2. Dalam penelitian ini penulis memberikan percepatan waktu dengan menambahkan hanya beberapa alat berat, kedepannya bisa ditambahkan jumlah pekerja, jam lembur pekerja, dan faktor resiko pada pengerjaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Husen, Abrar. 2010. *Manajemen Proyek: Perencanaan, Penjadwalan dan pengendalian Proyek*. Jakarta.
- Novianti, Rini Tika. 2015. Jurnal. Surabaya: Universitas Dr. Soetomo.
- Purwanto, Ir. Joko. 2014. *Daftar Harga Beton Cor Readymix*. Malang: CV. Merak Beton BP. Malang.
- Pemerintah. 2015. HSPK (Harga Satuan Pekerjaan Kontruksi). Malang: Student day of civil engineering 10<sup>th</sup>.
- Ratuinsani, Tati Mushalihat R. dan Fitriyanti, Nuri F. 2010. Jurnal. Surabaya: Diploma III Teknik Sipil FTSP ITS.
- Rostiyanti, Susy Fatena. 2008. *Alat berat untuk proyek konstruksi edisi kedua*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sugianto, Mikael. 2012. *Buku Pengelolaan proyek kontruksi dengan Microsoft Project 2010*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Setiawan, Farmy. 2012. *Manajemen Proyek*. Kupang: Universitas Nusa Cendana.
- Max, Taufick. 2014. *Analisis Metode Diagram Preseden (PDM)*. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Sholeh, Muhammad Shoimus. 2012. *Manajemen Proyek*. Malang: Bisma E-comers.
- Sandi, Patrisius Valdoni. 2017. Jurnal. Surabaya: Universitas Dr. Soetomo.
- Soeharto, Imam. 1995. *Buku Manajemen proyek dari konseptual sampai operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, Imam. 1990. *Buku Manajemen proyek industri (persiapan, pelaksanaan, pengelolaan)*. Jakarta: Erlangga.
- Saefudin, Achmad Hidayat dan Mudianto, Arif dan Wiranto, Puji. 2015. *Kajian penggunaan alat-alat berat pada proyek pembangunan jalan raya ditinjau dari aspek teknis dan ekonomi*. Bogor: Universitas Pakuan.
- Specs. Ritchie. 2007. *Spesifikasi Alat Berat*. Indonesia: Ritchespecs everything about equipment.
- Trihendradi, C. 2011. *Buku Microsoft Project 2010 Pendekatan siklus proyek langkah cerdas merencanakan dan mengelola proyek*. Yogyakarta: CV. Andi.
- Via, Oktaviani. 2018. *BAB III Dasar teori produktivitas alat dan angkut*. [www.academia.edu/16613066](http://www.academia.edu/16613066).
- Zulian, Yamit. 2003. *Manajemen Produksi dan Operasi Ekonisia Fakultas Ekonomi UII*. Yogyakarta.