

PENERAPAN *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) UNTUK PENGENDALIAN WAKTU DAN BIAYA PADA TEROWONGAN PENGELAK

Lies Kurniawati Wulandari¹, Nusa Sebayang², I Wayan Mundra³

¹Jurusan Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Sigura-Gura No. 2 Malang

²Jurusan Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Sigura-Gura No. 2 Malang

³Jurusan Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Sigura-Gura No. 2 Malang

Email: lieskurniawatiw@lecturer.itn.ac.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah Menganalisa penggunaan teknologi Building Information Modelling (BIM) dalam pekerjaan konstruksi Terowong Pengelak untuk memperlancar pelaksanaan kegiatan pembangunan dan pengendalian waktu, biaya dan efisiensi kinerja. Metode yang dilaksanakan adalah menggunakan program yang terpisah antara teknologi Building Information Modelling (BIM) dan analisa manajemen konstruksi untuk pengendalian penjadwalan pelaksanaan pekerjaan. Langkah awal peneliti akan melakukan pemodelan struktur bangunan dengan memasukkan detail semua bangunan. Langkah selanjutnya dilakukan pembahasan dan Analisa terhadap metode pelaksanaan. Dari hasil informasi ini akan dibuatkan jadwal pelaksanaan sementara yang akan dianalisa dengan menggunakan *Network Planning* atau *Critical Path Method (CPM)* untuk mengetahui keandalan dari pelaksanaan pekerjaan yang berhubungan dengan waktu. Hasil pembangunan terowongan pengelak ini, didapatkan satu percepatan pemberian informasi untuk menyempurnakan metode pelaksanaan serta wawasan tata ruang dari tempat kerja sehingga memudahkan pengambilan keputusan. Pengendalian waktu pelaksanaan dengan memanfaatkan informasi dari BIM menghasilkan percepatan waktu penyelesaian pelaksanaan 2 bulan dari 12 bulan menjadi 10, dengan tingkat efisiensi kinerja pengendalian waktu menjadi 83,3 %.

Kata Kunci : BIM, Efektifitas kinerja, Pengendalian waktu

ABSTRACT

The aim of the research is to analyze the use of Building Information Modeling (BIM) technology in the Evasion Tunnel construction work to facilitate the implementation of construction activities and control time, costs and performance efficiency. The method implemented is to use a separate program between Building Information Modeling (BIM) technology and construction management analysis to control the scheduling of work implementation. The researcher's first step will be to model the building structure by entering details of all the buildings. The next step is discussion and analysis of the implementation method. From the results of this information, a temporary implementation schedule will be created which will be analyzed using Network Planning or Critical Path Method (CPM) to determine the reliability of work implementation in relation to time. As a result of the construction of this circumvention tunnel, an acceleration of the provision of information to improve implementation methods and insight into the spatial layout of the workplace was obtained, making decision making easier. Controlling implementation time by utilizing information from BIM resulted in an accelerated implementation completion time of 2 months from 12 months to 10, with a time control performance efficiency level of 83.3%.

Keywords: BIM, Performance effectiveness, Time control

PENDAHULUAN

Terowongan adalah sebuah bangunan tembusan di bawah permukaan tanah atau gunung, Semua dinding terowongan tertutup diseluruh sisi kecuali di kedua ujungnya yang terbuka untuk menghubungkan dengan daerah lingkungan bagian luar (Asri dan Beti, 2011, Analisa pembangunan terowongan air sebagai bangunan pengelak waduk Jatigede, Sumedang, Jawa Barat). Pekerjaan pembangunan terowongan meliputi beberapa tahapan pekerjaan yaitu Pekerjaan Pemetaan (uitzet lapangan), Pekerjaan peledakan (*Blasting*),

Pekerjaan *Scalling and Mucking*, Pekerjaan Pemasangan besi penyangga (*Steel support*), Pekerjaan Shotcrete, Pekerjaan pengecoran Lantai, Pekerjaan Pengecoran dinding bagian bawah, Pekerjaan pengecoran dinding bagian atas, dan Pekerjaan Grouting. Dengan adanya kompleksitas pekerjaan yang ada diperlukan satu pengaturan tahapan kerja yang berhubungan dengan pengendalian waktu. Pekerjaan terowongan merupakan pekerjaan bawah tanah, tidak boleh berhenti pelaksanaannya sampai pekerjaan terowongan tersebut selesai secara keseluruhan (Pambudi at all, 2017). Pengendalian waktu tersebut harus selalu diperbaharui dengan memperhatikan kondisi geologi, kondisi ruangan pekerjaan dibawah tanah, keamanan pekerja dan pengadaan material pembangunan.

Dalam era industry 4,0 terdapat satu teknologi informasi di bidang AEC (Arsitektur, Engineering dan Konstruksi) yang mampu mensimulasikan seluruh informasi di dalam proyek pembangunan ke dalam model 3 dimensi. Teknologi tersebut dinamakan *Building Information Modeling (BIM)* (ilham, 2016). Pada saat ini perkembangan teknologi *Building Information Modeling (BIM)* mendapat respon yang positif dari masyarakat mengingat keuntungan yang ditawarkan di bidang AEC mampu menghemat waktu pengerjaan, biaya yang dikeluarkan serta tenaga kerja yang dibutuhkan.

Building Information Modeling (BIM) adalah suatu konsep (bukan *software*) guna menginformasikan secara jelas dan lengkap, data proyek yang akan diberikan kepada pihak kontraktor serta konsultan Supervisi. Dalam proses ini gambaran umum mengenai siklus proyek yang akan dilaksanakan dapat diberikan lebih awal, artinya, *BIM* dapat memproyeksikan secara virtual sebuah bangunan sebelum dikonstruksi untuk mengetahui berapa jumlah material yang dibutuhkan, mengurangi crash memperhitungkan waktu yang diperlukan secara lebih rinci. (Dodi,2016).

Berdasarkan penjelasan yang beredar pada beberapa penggunaan teknologi *BIM*, terdapat

beberapa keuntungan layanan *BIM* (Rayendra,2014) sebagai berikut:

1. Meminimalisir kesalahan desain dan detail desain yang kurang dengan cara meningkatkan kolaborasi antara owner, konsultan dan kontraktor
2. Kualitas tinggi dan akurasi dokumentasi dari proses konstruksi
3. Teknologi *BIM* digunakan untuk siklus hidup seluruh bangunan, termasuk fasilitas operasi dan pemeliharaan
4. Produk dengan kualitas tinggi dan memperkecil kemungkina konflik
5. Pemotongan biaya proyek dan meminimalisir limbah bahan konstruksi
6. Meningkatkan manajemen konstruksi

Sumber daya yang dimonitoring dan selalu di atur dalam manajerial konstruksi yaitu fungsi pengawasan meliputi 4 pekerjaan yaitu *Quality Control, Quality Assurance, Safety Control, Observasi* Berkala dalam Frenki dan Muji (2014). Dengan adanya 4 fungsi tersebut maka kinerja pengawas lapangan dapat dinilai berhasil melaksanakan tugas serta mempunyai kemampuan yang baik untuk mencapai tujuannya, dalam Hamzah dan Nina (2012) Pengawas lapangan yang berhasil adalah Pengawas dapat mengendalikan biaya, waktu dan mutu kerja pada pekerjaan konstruksi.

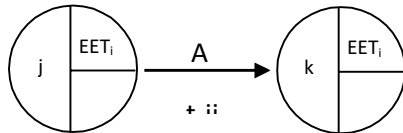
Akan tetapi ada satu hal penting yang sering tidak bahas yaitu informasi. (Handika dan Jane, 2014) Informasi adalah fakta, kejadian, statistik atau bentuk data lainnya yang dapat dipahami mengalami proses transformasi dan mempunyai arti, bernilai atau bermanfaat bagi seseorang untuk keperluan/pekerjaan tertentu. Pada umumnya data harus diolah terlebih dahulu sehingga menjadi informasi yang dapat dipahami dan bermanfaat atau lebih bermanfaat.

Diagram Jaringan (Network planning)

Network planning adalah time schedule berbentuk diagram jaringan yang menampilkan durasi waktu pelaksanaan suatu pekerjaan. Network planning disebut juga diagram panah karena kegiatan dalam jaringan tersebut dinyatakan dalam panah (Agus,2018).

1. Early Event Time (EET)

EET adalah waktu paling cepat suatu pekerjaan dapat dilaksanakan. EET dihitung dengan cara perhitungan ke depan (maju) dimulai dari event pertama (EET = 0) sampai event berakhir.

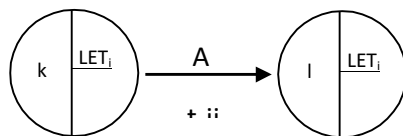


Rumus menghitung EET-d adalah:

$$EETj = EETi + t_{ij} \dots\dots\dots [1]$$

2. Latest Event Time (LET)

LET adalah waktu paling lambat suatu pekerjaan harus dilaksanakan. LET dihitung dengan cara perhitungan ke belakang (mundur) dimulai dari event terakhir (LET=0) sampai event pertama.



Rumus menghitung EET-d adalah:

$$LETi = EETj - t_{ij} \dots\dots\dots [2]$$

METODE

Metode penelitian yang dilakukan menggunakan konsep BIM, yaitu melakukan penggambaran 3D dengan menggunakan software Skethcup dan kemudian memanfaatkan informasi dari gambar untuk meningkatkan metode pelaksanaan dan pengendalian penjadwalan kerja dengan menggunakan Perencanaan Jaringan berupa Metode Jalur Kritis (CPM) penelitian termasuk dalam jenis penelitian kuantitatif yang bertujuan untuk membuktikan teori dan hipotesis penelitian yang mendasarinya pada hasil data pengukuran.

a. Pengambilan Data

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diambil dari Balai Wilayah Sungai Maluku berupa data teknis Terowongan, pekerjaan metode, dan jadwal pelaksanaan kerja.

b. Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan Yang Diteliti

Pembangunan pembangunan Terowongan Penghalang Bendungan Wae Apu dilaksanakan selama 12 bulan, dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut :

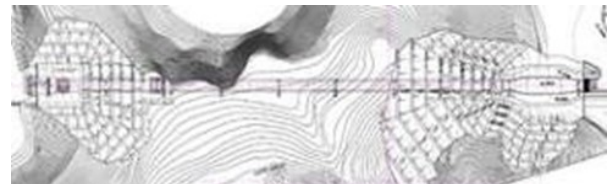
Gambar 3 Rencana Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan Pekerjaan Terowongan

Mekan Pekerjaan	2018												2019											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agus	Sept	Ok	Nov	Dik	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agus	Sept	Ok	Nov	Dik
1. PEKERJAAN PENGALIHAN																								
1.1. PERBUATAN TAWAN																								
1.2. PERBUATAN BENTUK DAN PROTEKSI																								
1.3. PERBUATAN PENUNJANG DAN LAIN-LAIN																								
1.4. BANGUNAN PENGAMBILAN																								
1.5. PERBUATAN TAWAN																								
1.6. PERBUATAN PROTEKSI DAN PENYANGGA																								
1.7. PERBUATAN SETOR																								

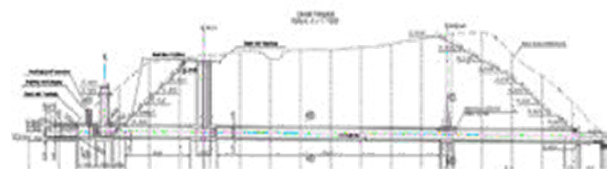
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Pemodelan Terowongan Tiga Dimensi

Gambar kerja yang diberikan oleh desainer merupakan gambar autocad 2 dimensi berupa denah terowongan beserta galian terbuka pada inlet, outlet terowongan dan galian terbuka pada poros denah beserta detail tersendiri pada beberapa bagian. . seperti pada gambar 4.



Gambar 4: Denah terowongan pada gambar Auto cad dua dimensi



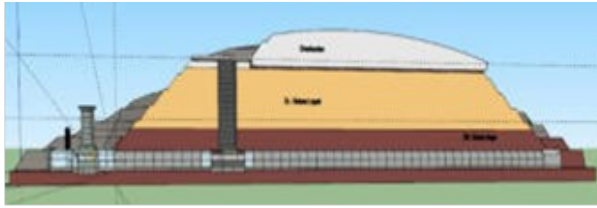
Gambar 5. Bagian memanjang terowongan dalam bentuk dua dimensi

Berdasarkan kontur tanah pada rancangan yang disertakan dalam denah, maka dibentuklah model gambar keseluruhan penggalian tanah luar dan dalam terowongan dalam 3 dimensi yang dilengkapi dengan bentuk bangunan seperti inlet, outlet dan poros seperti pada gambar. pada gambar 6 dan gambar 7.



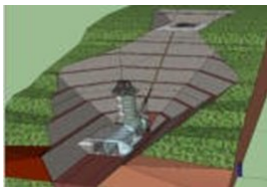
Gambar 6 Tampak Atas Terowongan

Bagian memanjang terowongan dilihat dari samping dengan cara tanah dipotong menjadi dua sehingga dapat memperlihatkan pemandangan memanjang bangunan terowongan.



Gambar 7. Terowongan memanjang

Dalam model tiga dimensi yang terbentuk, semua informasi yang diperlukan dimasukkan, termasuk perlindungan terowongan bangunan, pekerjaan besi untuk beton. Diharapkan seluruh ahli dapat mempertimbangkan segala kesulitan yang mungkin terjadi dalam pelaksanaan konstruksi.



Gambar 8. konstruksi masuk dan poros



Gambar 9. Pembangunan saluran outlet dengan ormalisasi saluran ke sungai

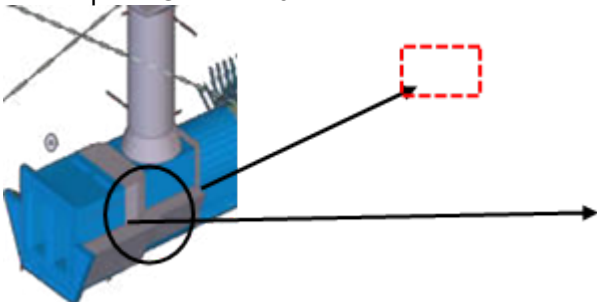
d Analisis Pengaruh Teknologi Informasi Terhadap Metode Implementasi

Analisis pengaruh teknologi dilakukan pada saat pra konstruksi berupa kajian gambar desain yang akan diterapkan pada konstruksi serta kajian metode pelaksanaan yang digunakan. Dengan demikian, para ahli konstruksi seolah-olah bekerja sama untuk melaksanakan konstruksi secara virtual.

Berdasarkan penelitian ini, dihasilkan kegiatan sebagai berikut:

1.Desain Deteksi Tabrakan

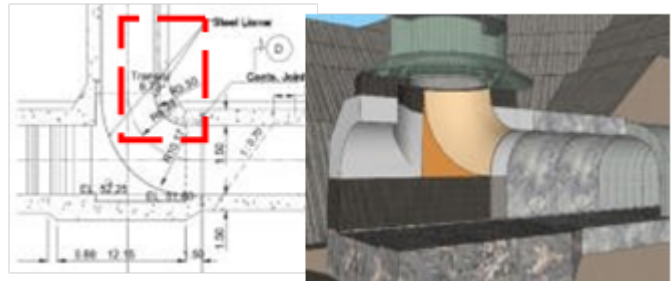
Terdapat perbaikan desain pelaksanaan yang berguna dalam membantu persiapan pekerjaan konstruksi, termasuk perbaikan sambungan dinding pasangan bata dengan ketinggian berbeda, seperti terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Penjelasan detail model sayap

2. Meminimalkan resiko kesalahan kerja

Terdapat beberapa risiko kesalahan pekerjaan yang dapat menghambat pelaksanaan, antara lain sulitnya memasang pelapis baja pada sambungan poros ke terowongan, yaitu dari bentuk lingkaran hingga tapal kuda. Pada metode pengerjaan awal, liner baja dipasang seluruhnya, namun pada kenyataannya terdapat kondisi pergerakan dari bentuk lingkaran ke bentuk tapal kuda dengan dimensi bangunan yang berbeda-beda. Berdasarkan kajian, pemasangan stell liner pada bagian atas lebih mudah jika dibelah dua, sedangkan bagian bawah dibagi menjadi beberapa bagian kecil yang dipasang ketika fungsi intake diubah. Letak steel liner dapat dilihat pada Gambar 11:



Gambar 11 pemasangan lapisan baja

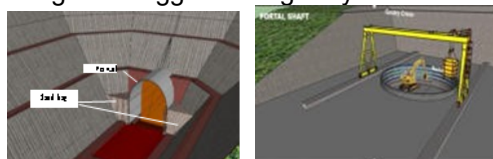
3. Peningkatan metode pelaksanaan.

Terdapat perbaikan dalam metode pelaksanaan yang mengakibatkan adanya beberapa tambahan peralatan baru untuk pelaksanaan seperti gantry crane sebagai alat pengangkut material pada bagian pekerjaan poros, staging baja dan bentuk geser untuk pekerjaan pengecoran pada terowongan. Diantara

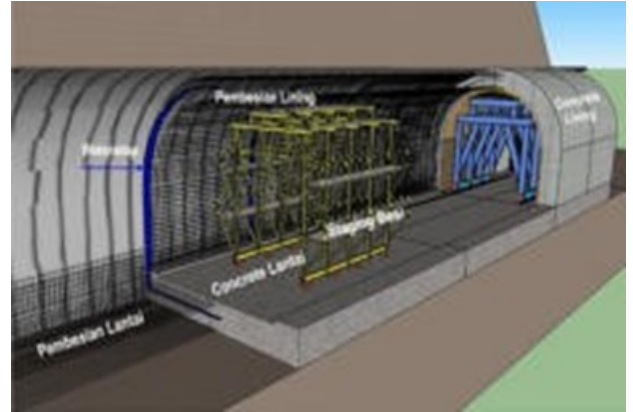
perbaikan metode pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

a.Membuat portal di ujung terowongan untuk perlindungan keselamatan kerja dilengkapi dengan karung pasir untuk stabilitas keamanan.

b.Cara penggalian poros dimulai dari atas ke bawah, sehingga pengambilan material dari poros menggunakan keranjang dari kendaraan beroda. Demikian pula material beton dapat diturunkan dengan menggunakan gantry crane.

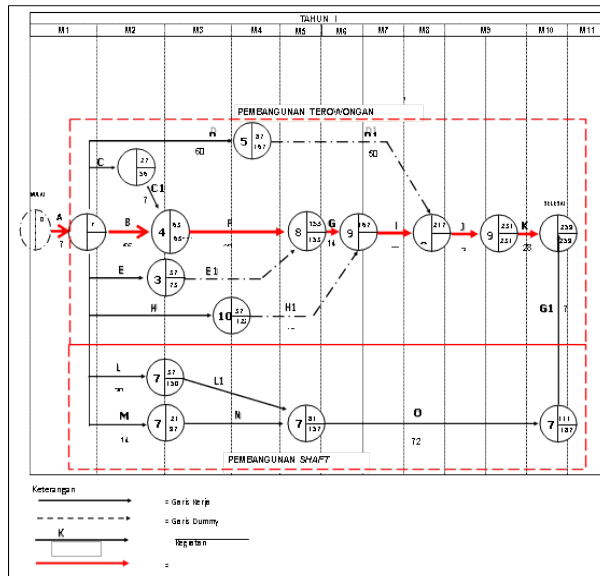


Pekerjaan pembangunan terowongan Bendungan Way Apu meliputi beberapa pekerjaan seperti pekerjaan penggalian tanah dan pekerjaan beton. Seluruh tahapan pekerjaan akan diidentifikasi dan disusun dalam urutan hierarki pekerjaan seperti diagram alir berikut:



Semua kegiatan yang dilaksanakan berakhir pada garis diameter lingkaran. Dengan demikian terdapat hubungan antara pemenuhan akhir kegiatan yang diharapkan. Pada kegiatan fabrikasi alat bantu yaitu steel support untuk portal harus sudah datang dilapangan pertengahan bulan kedua, sehingga pada saat pekerjaan portal siap dilaksanakan peralatan yang ada sudah teredia dilapangan dan tinggal memasang. Demikian juga untuk fabrikasi steel support, wiremesh, staging dan sliding form selalu diusahakan teredia dilapangan satu bulan sebelum pelaksanaan untuk menjamin pelaksanaan kegiatan tepat jadwal waktunya. Apabila terlambat sudah dapat diketahui pada bulan keberapa peralatan tersebut bisa mundur. Berdasarkan jumlah kegiatan awal dan kegiatan akhir yang sama dapat diketahui lintasan kritis poyek berada pada kegiatan A – B – F – G – I – J - K, seperti yang diuraikan pada gambar dibawah ini

e Analisis Pengujian Jadwal Pelaksanaan Konstruksi dengan Prinsip Manajemen Konstruksi.



Gambar 13: Network Planing dari hasil perhitungan

Dengan mengeksplorasi potensi BIM terhadap karakteristik proyek konstruksi Terowongan pengelak, penggunaan BIM sebagai alat-bantu alternatif pada tahap awal pelaksanaan sangat membantu untuk melakukan kajian terhadap metode pelaksanaan, menunjukkan jenis peralatan bantu yang akan dipergunakan sebagai alat bantu, menunjukkan simulasi mengenai jumlah peralatan kerja yang masuk kedalam terowongan pengelak guna pelaksanaan, serta perubahan lalu lintas pelaksanaan pekerjaan. Pada saat melakukan kajian terhadap rencana pembangunan, semua tenaga ahli akan memberikan masukan sesuai dengan bidangnya dalam satu model bangunan terowongan.

Berdasarkan Analisa manajemen waktu yang dilaksanakan dengan memanfaatkan informasi dari model virtual yang dihasilkan oleh teknologi informasi Building Information Modelling (BIM) terdapat beberapa resiko yang bisa menyebabkan mundurnya waktu maupun penambahan biaya akibat kesalahan pelaksanaan kesalahan penerapan metode kerja dilapangan, serta penambahan detail desain ketika pelaksanaan konstruksi sedang berjalan. Dengan jadwal pengendalian yang ketat dan tepat didapatkan pengendalian waktu pelaksanaan dari 12 bulan menjadi 10 bulan dengan tingkat efektifitas penghematan waktu.

Tingkat efektifitas penghematan waktu = $10/12 \times 100\% = 83.33\%$ atau setara dengan 16,77 %.

Pembiayaan yang diperhatikan adalah biaya langsung dan biaya tidak langsung, dengan adanya perubahan percepatan waktu yang ada maka perhitungan biaya langsung tidak berubah. Tetapi terdapat biaya yang berubah yaitu biaya

tidak langsung, karena biaya ini tidak berkaitan dengan volume pekerjaan namun tergantung dari durasi waktu yang dapat dihemat sehingga dapat mengurangi biaya harian. Yang termasuk dalam biaya tidak langsung tersebut adalah biaya harian dari staff pelaksana kontraktor selama dua bulan dan operasi serta sewa peralatan selama 1,0 bulan. Biaya tidak langsung per hari kerja adalah Rp. 35.500.000,- waktu yang dihemat adalah 60 hari kalender atau 28 hari kerja x 2 = 56 hari kerja.

Dengan demikian biaya tidak langsung yang dapat dihemat adalah Rp. 52.500.000 x 56 = Rp 2.940.000.000.

Biaya pekerja yang bisa dihemat 30 hari kerja x 80.325.000 = Rp. 2.490.750.000,- Biaya sewa OP dan sewa alat yang dihemat 30 hari kerja x 25.000.000 = Rp. 900.000.000 Total penghematan Rp 2.940.000.000 + Rp. 2.490.750.000 + Rp. 900.000.000 = Rp. 6.330.750.000,0

KESIMPULAN

1. Menyempurnakan metode kerja yang lebih detail, kekurangan detail rencana bangunan dapat segera ditemukan dan disempurnakan, melakukan perubahan desain, kesalahan detail dapat segera ditemukan sebelum pelaksanaan. Pemanfaatan Teknologi *Building Information Modeling (BIM)* pada pelaksanaan pekerjaan dapat mempengaruhi proses kegiatan pembangunan karena semua informasi dapat dimasukkan kedalam satu model virtual.
2. Analisa pengendalian Waktu, dapat mempercepat waktu pelaksanaan pekerjaan dari 12 bulan menjadi 10 Bulan, dapat menghemat biaya sebesar Rp. 6.330.750.000,0 dari biaya total sebesar Rp. 292.154.065.585,92 sebelum pajak dan mempunyai Tingkat efesiensi kinerja pengendalian waktu mencapai 16,77 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus Alisa Putra, 2018. Perencanaan waktu dalam Konstruksi dapat mengurangi tingkat kerugian, kesalahan didalam pekerjaan suatu Proyek
- [2] Asri Wulan, Beti Pratiwi, 2011, Analisa pembangunan terowongan air sebagai Bangunan pengelak waduk Jatigede, Sumedang, Jawa Barat, Proceeding PESAT (Psikolog, Ekonomi, Sastra, Arsitektur & Sipil Universitas Gunadarma - Depok) 18 - 19 Oktober 2011, Vol 4 Oktober 2011 ISSN:1858-25
- [3] Amalia Rizka Sugiarto, M Hamzah Hasyim II, Safoe El Unas II, 2016. Analisis Risiko Dari Penggunaan Kurva-S Dalam Monitoring Proyek Gedung-X Di Kota Batu. (Fakultas T. Sipil,

[4] Clough, G.A, Richard H. dan Sears. (1991). Construction Project Management. Edisi 5. Canada: John Willey & Sons Inc.

[5] Cinthia Ayu Berlian P., Randy Putranto Adhi, Arif Hidayat , Hari Nugroho, 2016. perbandingan efisiensi waktu, biaya, dan sumber daya manusia antara metode building information modelling (bim) dan konvensional (studi kasus: perencanaan gedung 20 lantai).

[6] Elvira Handayani, at all , 2015. Penerapan Manajemen Waktu menggunakan Network Planning (CPM) pada Proyek Konstruksi Jalan (studi kasus peningkatan jalan sp. berembang – sp. jambi kecil). Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi Vol.15 No.1 Tahun 2015.

[7]Ervianto, I.W. (2005). Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi. Yogyakarta. Andi offset.

[8]Fiki Aryani, Rafie ., Syahrudin,2016, Analisa Penerapan Manajemen Waktu Pada Proyek Konstruksi Jalan Lingkungan Lokasi Kalimantan Barat, Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura vol 1 no1 2016

[9]Hamzah B. Uno dan Nina Lamatenggo, Teknologi Komunikasi dan Informasi Pembelajaran, Jakarta: PT Bumi Aksara, 2011, cet, 2

[10]Handika Rizky Utama, Jane Sekarsari, 2014. Analisa faktor penghambat penerapan building Information modeling dalam proyek konstruksi. (Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Trisakti, 2014)

[11]Husen, Abrar. 2009. Manajemen Proyek. Yogyakarta: Andi Offset

[12] Ilham fajar putra, 2016. Mempelajari Penerapan Building Information Modeling (BIM) di Amerika Serikat.