



ANALISIS PERBANDINGAN EFEKTIVITAS WAKTU DAN EFISIENSI BIAYA PELAKSANAAN PEKERJAAN DRAINASE *BOX CULVERT*

Shafa Adelia Agatha¹, Bambang Djatmiko², dan Nemesius Bambang Revantoro³

¹Universitas Negeri Malang, shafa.adelia.1905236@students.um.ac.id

²Universitas Negeri Malang, bambang.djtmiko.ft@um.ac.id

³Universitas Negeri Malang, nemesius.bambang.ft@um.ac.id

Abstrak

Box culvert merupakan beton bertulang, sehingga dapat digunakan sebagai jembatan sederhana karena mampu memikul beban di atasnya. Berdasarkan metode pembuatannya, dibedakan menjadi *box culvert precast* dan *cast insitu*. *Box culvert precast* dicetak di area proyek atau pabrik untuk kemudian di pasang pada struktur lapangan, sedangkan *box culvert cast insitu* dibuat langsung pada struktur lapangan. Sehingga, untuk mengetahui efektivitas waktu dan efisiensi biaya diantara keduanya, perlu dilakukan analisis. Analisis efektivitas waktu dan efisiensi biaya pada penelitian ini menggunakan *software primavera p6*. Pada penelitian ini ditinjau waktu dan biaya dari *box culvert precast* dan *cast insitu* mulai dari pekerjaan awal hingga akhir sehingga didapatkan waktu dan biaya terendah. Tujuan penelitian ini yaitu: (1) mendeskripsikan efektivitas waktu *box culvert precast* (2) mendeskripsikan efektivitas waktu *box culvert cast insitu* (3) mendeskripsikan efisiensi biaya *box culvert precast* (4) mendeskripsikan efisiensi biaya *box culvert cast insitu* (5) mengetahui uji beda (*t-test*) efektivitas waktu *box culvert precast* dan *cast insitu* dan (6) mengetahui uji beda (*t-test*) efisiensi biaya *box culvert precast* dan *cast insitu*. Rancangan penelitian menggunakan deskriptif kuantitatif dan komparatif. Hasil penelitian yang didapatkan yaitu: 1) efektivitas waktu pekerjaan *box culvert precast* yaitu waktu rencana 150 hari > waktu aktual 83 hari, memiliki selisih 67 hari dengan kategori cepat, efektivitas waktu sebesar 44,7% dengan kategori cukup efektif dan telah memenuhi mutu *box culvert precast* untuk saluran drainase, 2) efektivitas waktu pekerjaan *box culvert cast insitu* yaitu waktu rencana 120 hari > waktu aktual 59 hari, memiliki selisih 61 hari dengan kategori cepat, efektivitas waktu sebesar 51,1% dengan kategori cukup efektif dan telah memenuhi mutu *box culvert cast insitu* untuk saluran drainase, 3) efisiensi biaya *box culvert precast* yaitu biaya rencana Rp3.246.991.125 < biaya aktual Rp.3.346.178.247, memiliki selisih Rp 99.187.122 dengan kategori mahal dan efisiensi biaya sebesar -3,1% dengan kategori tidak efisien, 4) efisiensi biaya *box culvert cast insitu* yaitu biaya rencana Rp.1.351.413.272 < biaya aktual Rp.1.362.202.284, memiliki selisih Rp. 10.789.012 dengan kategori mahal dan efisiensi biaya sebesar -0,8% dengan kategori tidak efisien (5) Uji beda (*t-test*) efektivitas waktu *box culvert precast* dengan *cast insitu* yaitu nilai signifikansi (0,00) < p value (0,05), sehingga memiliki perbedaan yang signifikan (6) Uji beda (*t-test*) efisiensi biaya *box culvert precast* dengan *cast insitu* yaitu nilai signifikansi (0,00) < p value (0,05), sehingga memiliki perbedaan yang signifikan.

Kata Kunci: *Box Culvert Precast ; Box Culvert Cast Insitu ;Efektivitas Waktu ; Efisiensi Biaya*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu proyek pembangunan jalan nasional adalah pembangunan Jalan Lintas Selatan (JLS) Lot 6 Tulungagung - Trenggalek (Hasanah dkk., 2022). Untuk pengoptimalan fungsi jalan dibutuhkan konstruksi bangunan pelintas yang berfungsi sebagai drainase dan jalur penghubung (Rizka dkk., 2022). Menurut Harahap (2020) drainase jalan raya merupakan saluran untuk mengalirkan air agar badan jalan tetap kering. Berdasarkan survey pendahuluan, pada Proyek JLS Lot 6 Tulungagung - Trenggalek terdapat pembangunan drainase melintang dan memanjang jalan, drainase melintang jalan tersebut adalah *box culvert*. *Box culvert* merupakan gorong-gorong beton bertulang yang berbentuk kotak dan bersifat kedap air (Ariadi, dkk., 2020). *Box culvert* memiliki dua metode yaitu *precast* dan *cast in situ* (Refor, dkk., 2020). Menurut Purwanto (2019) aspek perbedaan dari kedua metode yaitu: (1) biaya *precast* semakin banyak semakin murah, sedangkan *cast insitu* sebaliknya (2) waktu *precast* lebih cepat dikarenakan dapat *over-lapping* antar pekerjaan dan tidak tergantung cuaca, sedangkan *cast insitu* harus menunggu pekerjaan sebelumnya selesai dan dipengaruhi cuaca dan (3) mutu *precast* lebih terjamin dan konsisten, sedangkan *cast insitu* memiliki mutu yang tidak konsisten.

Berdasarkan penjelasan konsultan pengawas, terdapat kendala pada pekerjaan *box culvert precast* dikarenakan medan pengangkutan terputus, sedangkan pengecoran *cast insitu* sering terkendala hujan. Upaya yang dilakukan kontraktor pelaksana untuk mengatasi kendala pada *box culvert precast* adalah dengan melewati jalur alternatif selama 1,5 jam, sedangkan pengecoran *cast insitu* menggunakan penutup plastik cor. Menurut Limenta (2018) metode *precast* dapat mengurangi biaya bekisting, pekerja, dan durasi. Pada aspek lain, penggunaan metode *cast insitu* memiliki keunggulan dari segi biaya yang lebih murah (Purwanto, 2019). Pemilihan kedua metode tersebut dipengaruhi oleh pelaksanaan dilapangan yaitu, waktu dan biaya (Ruspiansyah, 2021). Untuk mengetahui perbandingan efektivitas waktu dan efisiensi biaya pada pekerjaan *box culvert precast* dan *cast insitu* dengan akurat, maka perlu dilakukan penelitian menggunakan *software* (Maulidy, dkk., 2020)

Beberapa penelitian terdahulu tentang perhitungan efektivitas waktu dan efisiensi biaya *box culvert precast* dan *cast insitu* menggunakan *Software Ms. Project* antara lain: 1) Prakoso (2018) waktu *precast* lebih cepat 3 hari dan biaya *cast insitu* lebih rendah Rp.2.892.000 2) Purwanto (2019) waktu *cast insitu* lebih cepat 18 hari dan biaya *precast* lebih rendah Rp.7.426.473. Penelitian terdahulu menggunakan *Software Ms. Excel* antara lain: 1) Ruspiansyah (2021) waktu *precast* lebih cepat 87 hari dan biaya lebih rendah Rp.1.549.085.200 2) Refor, dkk. (2020) waktu *precast* lebih cepat 340 hari dan biaya *cast insitu* lebih rendah Rp.404.117.000 3) Haris, dkk. (2016) waktu *precast* dan *cast insitu* 56 hari dan biaya *precast* lebih rendah Rp.17.956.348. Kekurangan *Software Ms. Project* Menurut Octavia, dkk. (2018) yaitu presentase kemajuannya hanya dalam 25%, 50%, 75% dan 100%, dan hanya memiliki 2 macam sumber daya yaitu pekerja dan material. Kekurangan *software Ms. Excel* adalah tidak dapat menampilkan sumber daya proyek (Astrianingsih dan Abma, 2019). Sehingga perhitungan efektivitas waktu dan efisiensi biayanya kurang detail dan tidak praktis (Kusuma, 2015).

Untuk menganalisa perhitungan efektivitas waktu dan efisiensi biaya tersebut, digunakan *Software Primavera P6* (Alfred, 2019). Menurut Kusuma (2015) *Software Primavera P6* memberikan analisa yang lebih akurat dibanding *Ms. Project* dan *Ms. Excel*. Beberapa penelitian terdahulu terkait kelebihan *Software Primavera P6* antara lain: 1) Apriyanto (2016) dapat menyimpan (*resource & cost*) dalam satu database 2) Jati, dkk.

(2022) dapat bekerja secara *multi project*. 3) Maulidy, dkk. (2020) dapat dipakai untuk 1 sampai 100.000 kegiatan per proyek. 4) Octavia dkk (2018) dapat menampilkan kemajuan aktivitas secara aktual dalam %. 5) Sarnuji dan Garside (2021) memiliki 3 macam sumberdaya yaitu tenaga kerja, peralatan dan material. Sehingga perhitungan efektivitas waktu dan efisiensi biayanya akurat (Alfred, 2019).

Berdasarkan kajian empiris diatas, penelitian ini mencoba untuk membandingkan efektivitas waktu dan efisiensi biaya box culvert precast dengan cast insitu pada Proyek JLS Lot 6 Tulungagung – Trenggalek menggunakan *Software Primavera P6*. Penggunaan *Software Primavera P6* untuk mempermudah perhitungan sehingga didapatkan hasil yang akurat dalam menentukan efisiensi biaya dan efektivitas waktu (Apriyanto, 2016).

1.2. Tujuan Penelitian

- 1) Mendeskripsikan efektivitas waktu pekerjaan *box culvert precast*
- 2) Mendeskripsikan efektivitas waktu pekerjaan *box culvert cast insitu*
- 3) Mendeskripsikan efisiensi biaya pekerjaan *box culvert precast*
- 4) Mendeskripsikan efisiensi biaya pekerjaan *box culvert cast insitu*
- 5) Mengetahui uji beda (*t-test*) efektivitas waktu *box culvert precast* dengan *box culvert cast insitu*
- 6) Mengetahui uji beda (*t-test*) efisiensi biaya *box culvert precast* dengan *box culvert cast insitu*

1.3. Batasan Masalah

- 1) Pekerjaan *box culvert precast* dan *cast insitu* dengan dimensi 1,5 x 1,5 x 16 m pada Proyek Pembangunan JLS Lot 6 Tulungagung – Trenggalek
- 2) Kontrol mutu pekerjaan *box culvert precast* dan *cast insitu*
- 3) Perbedaan perilaku pekerja pada *box culvert precast* dan *cast insitu*
- 4) Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) dari Kabupaten Tulungagung 2022
- 5) Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) dari Kabupaten Tulungagung 2022

1.4. Manfaat Penelitian

- 1) Memberikan informasi mengenai perbandingan efektivitas waktu dan efisiensi biaya *box culvert precast* dengan *cast insitu*
- 2) Menambah referensi mengenai perhitungan waktu dan biaya proyek konstruksi menggunakan *software primavera p6*
- 3) Menambah pengetahuan baru dalam mengembangkan ilmu pengetahuan di bidang teknik sipil khususnya dalam bidang manajemen biaya dan waktu.
- 4) Bagi kontraktor pelaksana, sebagai solusi pemilihan metode pekerjaan antara *box culvert precast* dan *cast insitu* agar dapat menghemat waktu dan mengurangi biaya pelaksanaan.

1.5. Jalan Lintas Selatan (JLS) Lot 6 Tulungagung – Trenggalek

JLS adalah proyek jalan nasional yang dibangun memanjang pada pesisir selatan Jawa timur dan salah satunya adalah JLS Lot 6 Tulungagung - Trenggalek (Nurchayati, 2021). Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 12/PRT/M Tahun (2014) proyek tersebut memerlukan bangunan untuk mendukung fungsi dan keamanan jalan seperti jembatan, gorong-gorong, tembok penahan tanah dan saluran air. Menurut Kartika, dkk (2018) jalan harus terlindungi dari aliran air, baik air permukaan ataupun tanah. Agar jalan tersebut dapat memberikan keamanan dan kenyamanan bagi

pengendara yang melewati, maka perlu dilakukan perencanaan drainase jalan yang matang (Rahmawati, dkk., 2018).

1.6. Box Culvert Precast

Box culvert precast merupakan gorong – gorong persegi yang proses pencetakannya dilakukan di area proyek atau pabrik untuk kemudian diangkut dan dipasang pada struktur lapangan (Najoan, dkk., 2016). *Box culvert precast* cukup sering digunakan pada konstruksi saluran air dikarenakan pembuatannya yang praktis dan terdiri dari banyak ukuran (Aryadipo, 2021). Menurut Spesifikasi Umum Pekerjaan Drainase PT.PP Persero (Tbk) (2020) tahapan pekerjaan *box culvert precast* yaitu: (1) pekerjaan pembuatan jalan alternatif (2) pekerjaan galian struktur (3) pekerjaan pembuatan lantai kerja (4) pekerjaan pencetakan *box culvert precast* (5) pekerjaan pengangkutan (6) pekerjaan *joint* komponen dan (7) pekerjaan timbunan kembali.

1.7. Box Culvert Cast Insitu

Box culvert cast insitu merupakan gorong – gorong persegi yang pembuatannya dari awal hingga akhir dilakukan langsung pada struktur lapangan (Najoan, dkk., 2016). *Box culvert cast insitu* banyak digunakan pada struktur lapangan dikarenakan tidak membutuhkan alat untuk pengangkutan dan pemasangan (Hakimah dan Pynkyawati, 2022). Menurut Spesifikasi Umum Pekerjaan Drainase PT. PP Persero (Tbk) (2020) tahapan pekerjaan *box culvert cast insitu* yaitu: (1) pekerjaan galian struktur (2) pekerjaan pembuatan lantai kerja (3) pekerjaan pembesian (4) pekerjaan pengecoran (5) pekerjaan pemasangan plastik cor dan (6) pekerjaan timbunan kembali.

1.8. Kontrol Mutu Box Culvert Precast dan Cast Insitu

Kontrol mutu dilakukan untuk memastikan bahwa *box culvert* tidak hanya memenuhi standar desain konstruksi, tetapi juga berfungsi sesuai dengan yang diharapkan (Refor dkk, 2022). Menurut Spesifikasi Umum Pekerjaan Drainase PT.PP Persero (Tbk) (2020) kontrol mutu untuk *box culvert precast* dan *cast insitu* sebagai berikut:

1) Precast

- (1) Ketebalan beton *box culvert precast* adalah 20 cm dengan toleransi ± 2 cm
- (2) Ketebalan beton lantai kerja adalah 10 cm dengan toleransi ± 2 cm
- (3) Beton untuk *box culvert precast* memiliki mutu f_c' 30 mpa dan menggunakan tulangan
- (4) Beton untuk lantai kerja memiliki mutu f_c' 10 mpa dan tidak menggunakan tulangan
- (5) Dasar untuk pengecoran lantai kerja dilapisi dengan plastik cor agar saat pengecoran, kadar air pada beton tidak berkurang yang menyebabkan mutu beton berkurang
- (6) Menggunakan tulangan D13-250, D16-250 dan D19-250
- (7) Dimensi untuk *box culvert precast* adalah 1,5 x 1,5 x 1 m pada tiap satuannya, dan digunakan 16 buah sehingga memiliki panjang 16 m pada setiap titik galian
- (8) Cetakan *box culvert precast* menggunakan bahan besi dengan yang telah ditentukan
- (9) *Box culvert precast* harus melalui masa perawatan selama 28 hari sebelum dipasang di lapangan
- (10) Sambungan antar komponen harus rapat dan kuat agar tidak terjadi kebocoran

2) Cast Insitu

- (1) Ketebalan beton *box culvert precast* adalah 20 cm dengan toleransi ± 2 cm

- (2) Ketebalan beton lantai kerja adalah 10 cm dengan toleransi ± 2 cm
- (3) Beton untuk *box culvert precast* mutu $f'c'30$ mpa dan menggunakan tulangan
- (4) Beton untuk lantai kerja memiliki mutu $f'c' 10$ mpa dan tidak menggunakan tulangan
- (5) Dasar untuk pengecoran lantai kerja dilapisi dengan plastik cor agar saat pengecoran, kadar air pada beton tidak berkurang yang menyebabkan mutu beton berkurang
- (6) Menggunakan tulangan D13-250, D16-250 dan D19-250
- (7) Dimensi untuk *box culvert cast insitu* adalah 1,5 x 1,5 x 16 m pada setiap galian
- (8) Dilakukan perawatan selama 28 hari pada *box culvert cast insitu* yang sudah di cor dilapangan, untuk memaksimalkan mutu beton

1.9. Efektivitas Waktu

Efektivitas merupakan parameter yang mengungkapkan bahwa tujuan yang diinginkan telah sesuai dengan perencanaan (Tumewu dkk, 2021). Menurut Parawisa (2021) rumus yang digunakan untuk menghitung selisih dan efektivitas waktu pekerjaan *box culvert precast* dan *cast insitu* dijabarkan sebagai berikut:

$$\text{Selisih waktu} = \text{waktu rencana} - \text{waktu aktual} \dots\dots\dots(2.1)$$

Tabel 1. Kategori Perbandingan Waktu

No	Keterangan	Hasil	Kategori
1	Waktu rencana - waktu aktual	Positif	Cepat
2	Waktu rencana - waktu aktual	0	Sesuai
3	Waktu rencana - waktu aktual	Negatif	Lambat

Sumber: Nono, dkk (2019)

$$\text{Efektivitas Waktu} = \frac{\text{Waktu rencana} - \text{Waktu aktual}}{\text{Waktu rencana}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Tabel 2. Kategori Efektivitas

No	Persentase	Hasil
1	>81% - 100%	Sangat Efektif
2	>61% - 80%	Efektif
3	>41% - 60%	Cukup Efektif
5	>21% - 40%	Kurang Efektif
6	>0% - 20%	Tidak Efektif

Sumber: Nugraheni, dkk (2019)

1.10. Efisiensi Biaya

Efisiensi merupakan parameter keberhasilan dari segi biaya untuk mencapai hasil kegiatan (Hidayat, 2021). Menurut Parawisa (2021) rumus yang digunakan untuk menghitung selisih dan efisiensi biaya pekerjaan *box culvert precast* dan *cast insitu* dijabarkan sebagai berikut:

$$\text{Selisih biaya} = \text{biaya rencana} - \text{biaya aktual} \dots\dots\dots(2.1)$$

Tabel 1. Kategori Perbandingan Waktu

No	Keterangan	Hasil	Kategori
1	Biaya rencana - biaya aktual	Positif	Murah
2	Biaya rencana - biaya aktual	0	Sesuai
3	Biaya rencana - biaya aktual	Negatif	Mahal

Sumber: Nono, dkk (2019)

$$\text{Efektivitas Waktu} = \frac{\text{Waktu rencana} - \text{Waktu aktual}}{\text{Waktu rencana}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

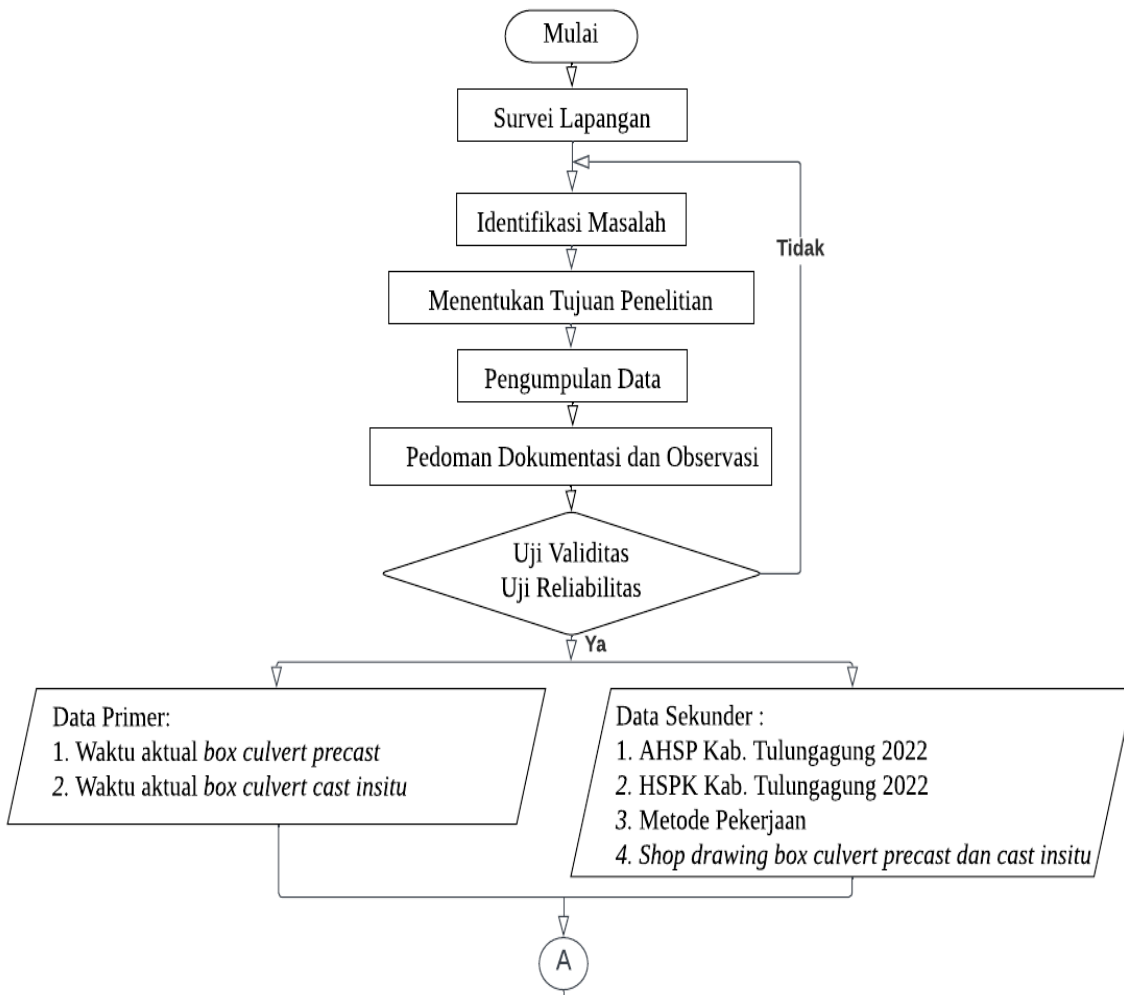
Tabel 2. Kategori Efisien

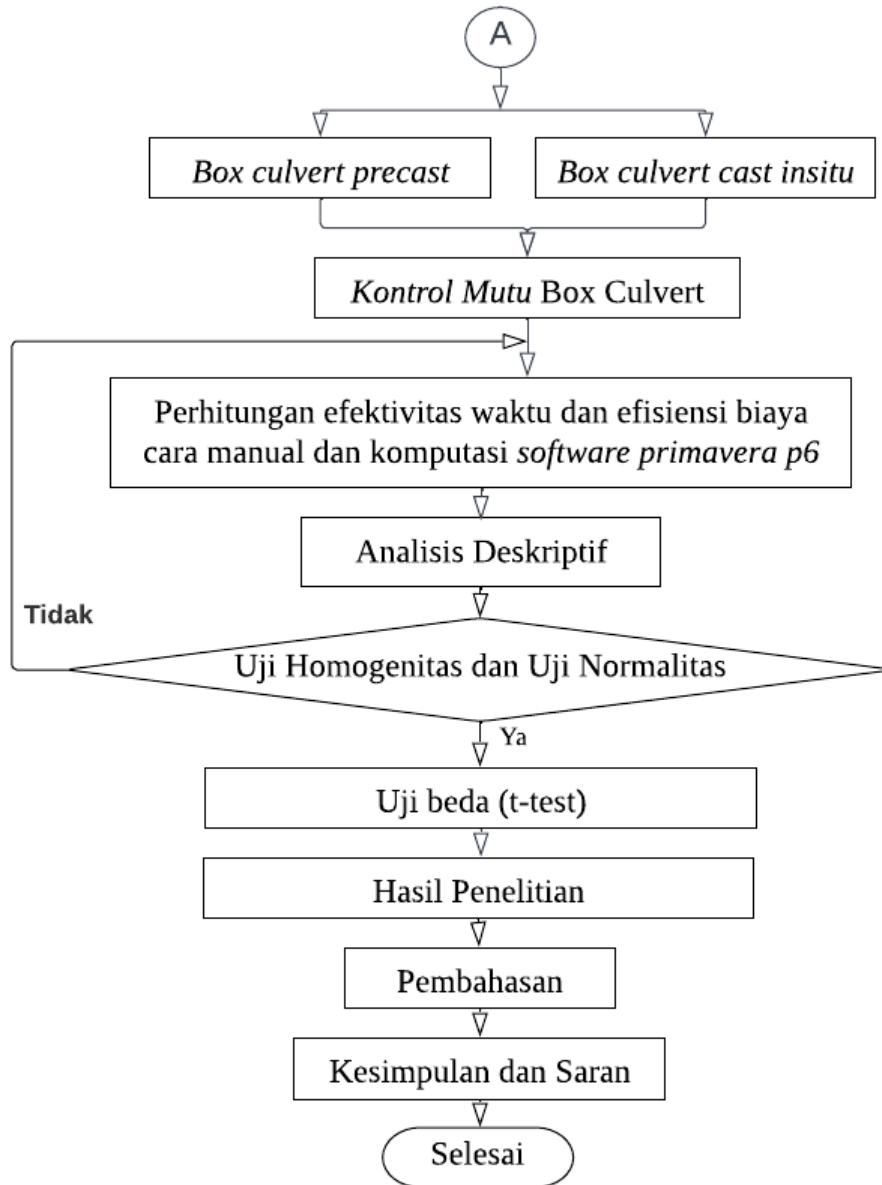
No	Persentase	Hasil
1	>81% - 100%	Sangat Efisien
2	>61% - 80%	Efisien
3	>41% - 60%	Cukup Efisien
5	>21% - 40%	Kurang Efisien
6	>0% - 20%	Tidak Efisien

Sumber: Nugraheni, dkk (2019)

2. METODE

Rancangan penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dan komparatif. Objek pada penelitian ini adalah *box culvert precast* dan *cast insitu* pada proyek JLS Lot 6 Tulungagung – Trenggalek. Jumlah masing – masing sampel sebanyak 30 buah. Data primer yang digunakan adalah waktu pekerjaan *box culvert precast* dan *cast insitu*, serta data sekunder yaitu AHSP dan HSPK Kabupaten Tulungagung 2022, metode pekerjaan dan *shop drawing box culvert*. Teknik pengumpulan data berupa observasi dan dokumentasi dengan instrument penelitian adalah pedoman observasi dan dokumentasi. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan Gambar 1 diatas, tahapan penelitian dijabarkan sebagai berikut:

- 1) Melakukan studi literatur untuk menentukan topik penelitian
- 2) Melakukan survey lapangan untuk mengamati secara langsung kondisi *rill*
- 3) Menganalisa permasalahan yang akan digunakan dalam penelitian dan menentukan tujuannya
- 4) Mengumpulkan data dengan teknik observasi dan dokumentasi
- 5) Menyusun instrument penelitian berupa pedoman observasi dan dokumentasi untuk mengumpulkan data
- 6) Melakukan uji validitas dengan penilaian ahli, kemudian skor yang diperoleh diuji validitas dan reliabilitas dengan hasil valid dan reliabel. Sehingga data dapat digunakan dalam penelitiannya
- 7) Melakukan pengambilan data primer dan sekunder
- 8) Mengolah data yang diperoleh agar sesuai dengan kebutuhan penelitian
- 9) Melakukan kontrol mutu terhadap *box culvert precast* dan *cast insitu*
- 10) Melakukan perhitungan efektivitas waktu dan efisiensi biaya menggunakan cara manual dan komputasi *software primavera p6*

- 11) Melakukan perhitungan uji homogenitas dan normalitas pada data yang telah dihitung sebagai syarat uji beda
- 12) Data yang telah normal dan homogen kemudian diuji beda (t-test) untuk mengetahui perbedaan signifikansinya
- 13) Melakukan pembahasan pada hasil perhitungan efektivitas waktu dan efisiensi biaya *box culvert precast* dan *cast insitu* serta uji bedanya
- 14) Membuat kesimpulan dari hasil penelitian

3. HASIL

3.1. Deskripsi Efektivitas Waktu Pekerjaan *Box Culvert Precast*

Berdasarkan jабaran variabel penelitian pada Tabel 3.2, dilakukan kontrol mutu pada pekerjaan *box culvert precast* dengan hasil yaitu: (1) elevasi galian 1,75 cm < 3 cm (2) lokasi galian bergeser 3,5 cm < 5 cm (3) uji slump test yaitu 7,5 cm < 12,4 cm < 15 cm (4) uji kuat tekan *precast* 369,25 kg/cm² > 361,54 kg/cm² (5) uji kuat tekan lantai kerja 122,05 kg/cm² > 120,48 kg/cm² (6) uji penetrasi 2,5 cm < 5 cm dan (7) kemiringan 1,81% > 1,5%, sehingga memenuhi spesifikasi mutu *box culvert precast* (Refor dkk, 2022)

Disusun pedoman dokumentasi dan observasi yang telah di sebar dan diuji validitas serta reliabilitas dengan nilai validitas pada setiap butir yaitu: (1) 0,928 > 0,811 (2) 0,919 > 0,811 (3) 0,928 > 0,811 dan (4) 0,919 > 0,811, serta nilai reliabilitas setiap butir yaitu: (1) 0,92 > 0,811 (2) 0,92 > 0,811 (3) 0,919 > 0,811 dan (4) 0,919 > 0,811 dengan interpretasi sangat tinggi dinyatakan valid dan reliabel (Arikunto, 2016)

Dilakukan perhitungan efektivitas waktu dengan cara manual dan komputasi *software primavera p6* dihasilkan yaitu: (1) waktu rencana 150 hari > (2) waktu aktual 83 hari, memiliki selisih 67 hari dengan kategori cepat (Nono dkk, 2019) dan (3) efektivitas waktu sebesar 44,7% dengan kategori cukup efektif (Nugraheni dkk, 2019).

3.2. Deskripsi Efektivitas Waktu Pekerjaan *Box Culvert Cast Insitu*

Berdasarkan jабaran variabel penelitian pada Tabel 3.2, dilakukan kontrol mutu pada pekerjaan *box culvert cast insitu* dengan hasil yaitu: (1) elevasi galian 2,2 cm < 3 cm (2) lokasi galian bergeser 2,5 cm < 5 cm (3) uji slump test yaitu 7,5 < 11,9 cm < 15 cm (4) uji kuat tekan *cast insitu* 370,22 kg/cm² > 361,54 kg/cm² (5) uji kuat tekan lantai kerja 124,70 > 120,48 kg/cm² (6) uji penetrasi 3,4 < 5 cm dan (7) kemiringan 1,74% > 1,5%, sehingga memenuhi spesifikasi mutu *box culvert cast insitu* (Refor dkk, 2022).

Dilakukan perhitungan efektivitas waktu dengan cara manual dan komputasi *software primavera p6* dihasilkan yaitu: (1) waktu rencana 120 hari > (2) waktu aktual 59 hari, memiliki selisih 61 hari dengan kategori cepat (Nono dkk, 2019) dan (3) efektivitas waktu sebesar 51,1% dengan kategori cukup efektif (Nugraheni dkk, 2019).

3.3. Deskripsi Efisiensi Biaya Pekerjaan *Box Culvert Precast*

Dilakukan perhitungan efisiensi biaya dengan cara manual dan komputasi *software primavera p6* dihasilkan yaitu: (1) biaya rencana Rp3.246.991.125 < (2) biaya aktual Rp.3.346.178.247, memiliki selisih Rp 99.187.122 dengan kategori mahal (Nono dkk, 2019) dan (3) efisiensi biaya sebesar -3,1% dengan kategori tidak efisien (Nugraheni dkk, 2019).

3.4. Deskripsi Efisiensi Biaya Pekerjaan *Box Culvert Cast Insitu*

Dilakukan perhitungan efisiensi biaya dengan cara manual dan komputasi *software primavera p6* dihasilkan yaitu: (1) biaya rencana Rp.1.351.413.272 < (2) biaya aktual Rp.1.362.202.284, memiliki selisih Rp. 10.789.012 dengan kategori mahal (Nono dkk, 2019) dan (3) efisiensi biaya sebesar -0,8% dengan kategori tidak efisien (Nugraheni dkk, 2019).

3.5. Uji beda (t-test) Efektivitas Waktu *Box Culvert Precast* dengan *Cast Insitu*

Dilakukan uji normalitas dengan cara manual dan komputasi *SPPS Versi 25* dihasilkan yaitu: (1) manual = $d_{max} (0,287) > d_{tabel} (0,172)$ dan (2) komputasi = nilai signifikansi $(0,17) > p\ value (0,05)$, sehingga berdistribusi normal (Nuryadi dkk, 2017).

Dilakukan uji homogenitas dengan cara manual dan komputasi *SPPS Versi 25* dihasilkan yaitu: (1) manual = $f_{hitung} (0,167) < f_{tabel} (1,540)$ dan (2) komputasi = nilai signifikansi $(0,00) > p\ value (0,05)$, sehingga data homogen (Hasyim, dkk., 2021).

Perhitungan uji beda (*t-test*) menggunakan uji beda berpasangan (*paired t-test*) yang dihitung dengan cara manual dan komputasi *SPSS Versi 25* dihasilkan yaitu: (1) manual = $t_{hitung} (42,129) > t_{tabel} (-1,672)$ dan (2) komputasi = nilai signifikansi $(0,00) < p\ value (0,05)$, sehingga terdapat perbedaan yang signifikan (Priyatno, 2017).

3.6. Uji beda (t-test) Efisiensi Biaya *Box Culvert Precast* dengan *Cast Insitu*

Dilakukan uji normalitas dengan cara manual dan komputasi *SPPS Versi 25* dihasilkan yaitu: (1) manual = $d_{max} (0,287) > p\ value (0,172)$ dan (2) komputasi = nilai signifikansi $(0,07) > p\ value (0,05)$, sehingga berdistribusi normal (Nuryadi dkk, 2017)

Dilakukan uji homogenitas dengan cara manual dan komputasi *SPPS Versi 25* dihasilkan yaitu: (1) manual = $t_{hitung} (0,158) < f_{tabel} (1,540)$ dan (2) komputasi = nilai signifikansi $(0,00) < p\ value (0,05)$, maka data tidak homogen (Hasyim, dkk., 2021).

Perhitungan uji beda (*t-test*) menggunakan uji beda berpasangan (*paired t-test*) yang dihitung dengan cara manual dan komputasi *SPSS Versi 25* dihasilkan yaitu: (1) manual = $t_{hitung} (-1,0,E-03) > t_{tabel} (-1,672)$ dan (2) komputasi = nilai signifikansi $(0,000) < p\ value (0,05)$ sehingga terdapat perbedaan yang signifikan (Priyatno, 2017).

4. PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Efektivitas Waktu Pekerjaan *Box Culvert Precast*

Berdasarkan sub bab 4.1, hasil kontrol mutu pekerjaan *box culvert precast* yaitu: (1) elevasi galian $1,75\ cm < 3\ cm$ (2) lokasi galian bergeser $3,5\ cm < 5\ cm$ (3) uji slump test yaitu $7,5\ cm < 12,4\ cm < 15\ cm$ (4) uji kuat tekan *precast* $369,25\ kg/cm^2 > 361,54\ kg/cm^2$ (5) uji kuat tekan lantai kerja $122,05\ kg/cm^2 > 120,48\ kg/cm^2$ (6) uji penetrasi $2,5\ cm < 5\ cm$ dan (7) kemiringan $1,81\% > 1,5\%$, dinyatakan memenuhi spesifikasi mutu *box culvert precast* (Refor dkk, 2022). Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Ruspriansyah (2019) terutama dalam aspek kontrol mutu *box culvert precast* yang memenuhi standar sehingga dapat digunakan.

Berdasarkan sub bab 3.1, hasil perhitungan efektivitas waktu pekerjaan *box culvert precast* yaitu: (1) waktu rencana 150 hari $>$ (2) waktu aktual 83 hari, memiliki selisih 67 hari dengan kategori cepat (Nono dkk, 2019). Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Haris (2016) terutama dalam aspek kesamaan waktu untuk membuat *box culvert precast*, yaitu dilakukan di area proyek kemudian di angkut dan dipasang pada struktur lapangan dan memiliki waktu yang cepat.

Hasil perhitungan efektivitas waktu pekerjaan *box culvert precast* memiliki persentase sebesar 44,7% dengan kategori cukup efektif (Nugraheni dkk, 2019). Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Parawisa (2021) terutama dalam aspek perbandingan efektivitas waktu, yaitu waktu aktual lebih efektif dalam menyelesaikan pekerjaannya dibanding waktu rencana.

4.2. Deskripsi Efektivitas Waktu Pekerjaan *Box Culvert Cast Insitu*

Berdasarkan sub bab 4.1, hasil kontrol mutu pekerjaan *box culvert cast insitu* yaitu: (1) elevasi galian $2,2\ cm < 3\ cm$ (2) lokasi galian bergeser $2,5\ cm < 5\ cm$ (3) uji slump test

yaitu $7,5 < 11,9 \text{ cm} < 15 \text{ cm}$ (4) uji kuat tekan *cast insitu* $370,22 \text{ kg/cm}^2 > 361,54 \text{ kg/cm}^2$ (5) uji kuat tekan lantai kerja $124,70 > 120,48 \text{ kg/cm}^2$ (6) uji penetrasi $3,4 < 5 \text{ cm}$ dan (7) kemiringan $1,74\% > 1,5\%$, dinyatakan memenuhi spesifikasi mutu *box culvert cast insitu* (Refor dkk, 2022). Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Ruspriansyah (2019) terutama dalam aspek kontrol mutu *box culvert cast insitu* yang memenuhi standar sehingga dapat digunakan.

Hasil perhitungan efektivitas waktu pekerjaan *box culvert cast insitu* yaitu: (1) waktu rencana 120 hari $>$ (2) waktu aktual 59 hari, memiliki selisih 61 hari dengan kategori cepat (Nono dkk, 2019). Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Purwanto (2019) terutama dalam aspek kesamaan waktu pembuatan *box culvert cast insitu*, yaitu pekerjaannya dilakukan langsung pada struktur lapangan dengan waktu yang cepat.

Hasil perhitungan efektivitas waktu *box culvert cast insitu* memiliki persentase sebesar 51,1% dengan kategori cukup efektif (Nugraheni dkk, 2019). Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Parawisa (2021) terutama dalam aspek perbandingan efektivitas waktu yaitu, waktu aktual lebih efektif dalam menyelesaikan pekerjaannya dibanding waktu rencana.

4.3. Deskripsi Efisiensi Biaya Pekerjaan Box Culvert Precast

Berdasarkan sub bab 4.3, waktu pekerjaan *box culvert cast insitu* yaitu: (1) biaya rencana Rp3.246.991.125 $<$ (2) biaya aktual Rp.3.346.178.247, memiliki selisih Rp 99.187.122 dengan kategori mahal. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Refor, dkk (2020) terutama dalam aspek kesamaan biaya pengangkutan dan pemasangan *box culvert precast* dengan menggunakan alat berat *crane on truck* sehingga biayanya mahal.

Hasil perhitungan efisiensi biaya *box culvert precast* memiliki persentase sebesar -3,1% dengan kategori tidak efisien (Nugraheni dkk, 2019). Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Limenta (2018) terutama dalam aspek perbandingan efisiensi biaya, biaya rencana lebih efisien dalam menyelesaikan pekerjaannya dibandingkan biaya aktualnya.

4.4. Deskripsi Efisiensi Biaya Pekerjaan Box Culvert Cast Insitu

Berdasarkan sub bab 4.4, biaya pekerjaan *box culvert cast insitu* yaitu: (1) biaya rencana Rp.1.351.413.272 $<$ (2) biaya aktual Rp.1.362.202.284, memiliki selisih Rp. 10.789.012 dengan kategori mahal. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Prakoso (2018) terutama dalam aspek kesamaan biaya pembuatan *box culvert cast insitu* yang dilakukan langsung di struktur lapangan dengan biaya mahal.

Hasil perhitungan efisiensi biaya *box culvert precast* memiliki persentase sebesar -0,8% dengan kategori tidak efisien (Nugraheni dkk, 2019). Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Limenta (2018) terutama dalam aspek perbandingan efisiensi biaya, biaya rencana lebih efisien dalam menyelesaikan pekerjaannya dibandingkan biaya aktualnya.

4.5. Uji beda (t-test) Efektivitas Waktu Box Culvert Precast dengan Cast Insitu

Berdasarkan sub bab 4.5, hasil uji beda (*t-test*) efektivitas waktu *box culvert precast* dengan *cast insitu* yaitu: (1) manual = t hitung $42,129 > t$ tabel $-1,672$ dan (2) komputasi = nilai signifikansi $0,00 < p \text{ value } 0,05$, sehingga terdapat perbedaan yang signifikan (Priyatno, 2017). Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Haris (2016) terutama dalam aspek hasil uji beda (*t-test*) yaitu terdapat perbedaan yang signifikan, dikarenakan waktu pembuatan dan pemasangan *box culvert precast* dan *cast insitu* berbeda.

4.6. Uji beda (t-test) Efisiensi Biaya *Box Culvert Precast* dengan *Cast Insitu*

Berdasarkan sub bab 4.5, hasil uji beda (*t-test*) efisiensi biaya *box culvert precast* dengan *cast insitu* yaitu: (1) manual = 1393, E-04 > t tabel -1,672 dan (2) komputasi = nilai signifikansi 0,00 < p value 0,05 sehingga terdapat perbedaan yang signifikan (Priyatno, 2017). Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Prakoso (2018), terutama dalam aspek hasil uji beda (*t-test*) yaitu terdapat perbedaan yang signifikan, dikarenakan biaya per meter *box culvert precast* dan *cast insitu* berbeda yang diakibatkan penggunaan alat pengangkut *crane* pada *box culvert precast*.

5. SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Deskripsi efektivitas waktu pekerjaan *box culvert precast* yaitu: (1) waktu rencana 150 hari > (2) waktu aktual 83 hari, memiliki selisih 67 hari dengan kategori cepat, (3) efektivitas waktu sebesar 44,7% dengan kategori cukup efektif dan telah memenuhi spesifikasi mutu *box culvert precast*
- 2) Deskripsi efektivitas waktu pekerjaan *box culvert cast insitu* yaitu: (1) waktu rencana 120 hari > (2) waktu aktual 59 hari, memiliki selisih 61 hari dengan kategori cepat, (3) efektivitas waktu sebesar 51,1% dengan kategori cukup efektif dan telah memenuhi spesifikasi mutu *box culvert cast insitu*
- 3) Deskripsi efisiensi biaya *box culvert precast* yaitu: (1) biaya rencana Rp3.246.991.125 < (2) biaya aktual Rp.3.346.178.247, memiliki selisih Rp 99.187.122 dengan kategori mahal dan (3) efisiensi biaya sebesar -3,1% dengan kategori tidak efisien
- 4) Deskripsi efisiensi biaya *box culvert cast insitu* yaitu: (1) biaya rencana Rp.1.351.413.272 < (2) biaya aktual Rp.1.362.202.284, memiliki selisih Rp. 10.789.012 dengan kategori mahal dan (3) efisiensi biaya sebesar -0,8% dengan kategori tidak efisien
- 5) Uji beda (*t-test*) efektivitas waktu *box culvert precast* dengan *cast insitu* memiliki perbedaan yang signifikan
- 6) Uji beda (*t-test*) efisiensi biaya *box culvert precast* dengan *cast insitu* memiliki perbedaan yang signifikan

DAFTAR RUJUKAN

- Alfred. (2019). Analisis Perbandingan Program Microsoft Project Dan Oracle Primavera Terhadap Penjadwalan Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Proyek Gedung Cadika – Lubuk Pakam)
- Apriyanto, D. (2016). Penerapan Program Primavera 6.0 Untuk Menganalisis Konsep Nilai Hasil (Studi Kasus Proyek Pembangunan Kantor Polres Purworejo)
- Ariadi, T., & Najimuddin, D. (2020). Perencanaan Box Culvert Pada Ruas Jalan Lito-Bageloka Kabupaten Sumbawa. In Jurnal Sainteka (Vol. 1).
- Astrianingsih, B., Abma, V. (2019). Estimasi Biaya Dan Waktu Proses Perencanaan Anggaran Biaya Dan Perjadwanlan Menggunakan Aplikasi Ibuild Dan Microsoft Excel
- Harahap, A. K., Damanik, D. (2020). Evaluasi Pembangunan Drainase di Jalan Jambura Nagori Buntu Banyu STA 0.000 – STA 3.000 Kecamatan Hatanduhan Kabupaten Simalungun
- Haris, A., Dan, H. A., & Abidin, D. (2016). Memilih Alternatif Metode Pelaksanaan Plat Bawah Saluran Box Culvert Kali Tutup Gresik. In Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan IV.
- Hasanah, N., Sholeh, M., Novianto, D., Manajemen, M., Konstruksi, R., Teknik, J., Politeknik, S., Malang, N., Jurusan, D., Sipil, T., & Malang, P. N. (2022). Analisis Perkuatan Tanah Dengan Geotekstil Pada Lereng Jls. Lot 6 Trenggalek-Tulungagung Sta 6+250 (Vol. 3, Issue 3). [Http://Jos-Mrk.Polinema.Ac.Id/](http://Jos-Mrk.Polinema.Ac.Id/)
- Hasyim, A. F., Munawar, B., Ma'arif, M. (2021). Penggunaan Media Video Untuk Meningkatkan Pemahaman Karakteristik Arus Searah Dan Bolak-Balik Pada Peserta didik MAN 1 Pandeglang. Jurnal Pendidikan, Vol.9, No.1
- Jati, A. S., Setiono, S., & Rifai, M. (2022). Analisis Optimasi Biaya Dan Waktu Proyek Dengan Metode Time Cost Trade Off Menggunakan Aplikasi Primavera P6 (Studi Kasus Proyek Gedung Teknik Universitas Jendral Soedirman). Matriks Teknik Sipil, 10(1), 53. <https://doi.org/10.20961/Mateksi.V10i1.155435>
- Kusuma, D. P., Hartono, W., Muttaqien, A. Y. (2015). Pengendalian Biaya Dan Waktu Pada Proyek Pembangunan Hotel Dengan Menggunakan Primavera Project Planner P6 (Studi Kasus Pembangunan Hotel In Yogyakarta)

- Limenta, W.S. (2018). Analisa Perbandingan Metode Pelaksanaan Cast in Situ dengan Precast Pada Proyek Perbaikan Gedung Laboratorium Teknik Industri ITS
- Maulidy, A. A., Pambudi, A. R., Pratiwi, H., Slamet, D., Wahyudi, I., Sipil, T., Teknik, F., Semarang, A., Raya, J. K., Kulon, T., Genuk, K., Semarang, K., & Tengah, J. (N.D.). Klaster Engineering Prosiding Konferensi Ilmiah Mahasiswa Unissula (Kimu) 4 Universitas Islam Sultan Agung Semarang, 28 Oktober 2020 Analisa Perencanaan Waktu Dan Biaya Proyek Kontruksi Menggunakan Software Primavera Project Planner P6.
- Nono, Y., Pratas, P. A. K., Malingkas, G. (2019). Analisis Metode Nilai Hasil Terhadap Waktu Dan Biaya Pada Proyek Office And Distribution Center, Airmadidi, Minahasa Utara-Manado. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.11
- Nugraheni, D. M. K., Alicy, I., Noranita, B. (2019). Usability Evaluation To Approve An Information System Design (Case Study : Immunization Monitoring Interface Design).
- Nuryadi, N., Astuti, T. D., Sri Utami, E., & Budiantara, M. (2017). Dasar-Dasar Statstik Penelitian.
- Octavia, I. K., Tandoyo, E. C., Nugraha, P., & Lukito, S. (N.D.). Perbandingan Aplikasi Program Microsoft Project Dan Primavera Dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi.
- Parawisa, A. (2021). Analisis Perbandingan Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Beton In Situ Dengan Precast (Studi Kasus : Pekerjaan Revetment Tanggul Kolam Pada Proyek Pembangunan Kolam Regulasi Nipa – Nipa Kabupaten Maros).
- Prakoso, D. A. (2018). Perbandingan Metode Pelaksanaan Pada Pekerjaan Box Culvert Dengan Metode Precast Dan Cast In Situ Pada Proyek Jalan Tol Lampung Pt Wika
- Priyanto, D. (2017). Analisis Korelasi, Regresi dan Multivariate dengan SPSS. Yogyakarta: Gava Media
- Purwanto, E. (2019). Analisis Perbandingan Biaya Dan Waktu Pada Pekerjaan Beton Drainase Jalan Raya Menggunakan Metode Sistem Cast In Situ Dan Sistem Precast (Studi Kasus : Proyek Penataan Jalan Baloi Center Dan Jalan Raden Patah Kota Batam)
- Refor, S., Andreas, A., & Tinumbia, N. (N.D.). Analisis Perbandingan Biaya Mutu Dan Waktu Antara Metode Precast Dan Cast In Situ Pada Pekerjaan Saluran Studi Kasus Proyek Rumah Susun Ujung Menteng, Jakarta Timur (Comparative Analysis Of Cost Quality And Time Between Precast And Cast In Situ Methods On Drainage System). In Jurnal Artesis (Vol. 2, Issue 1).
- Rizka, A., Febriani, O., Bengkalis, P. N., & Id, O. A. (2022). Politeknik Negeri Bengkalis. In Seminar Nasional Industri Dan Teknologi (SNIT).
- Ruspiansyah, Maryanto, A. (2021). Perbandingan Biaya Dan Waktu Pekerjaan Drainase Antara Metode Precast Dan Cast In Situ. Jurnal Gradasi Teknik Sipil Vol. 5, No.1 : 28-38
- Sarnuji, A., & Garside, A. K. (2021). Analisis Perencanaan Waktu Dan Biaya Pada Proyek Penambahan Ruang Pukesmas Pogalan Trenggalek Dengan Progam Primavera. Seminar Keinsinyuran.