

## Analisis Metode & Biaya Formwork pada Pekerjaan Sabo Dam (Studi Kasus pada Proyek Construction and Rehabilitation Of Urgent Sabo Facilities in MT.Merapi Area)

\*Buddewi Sukindrawati<sup>1</sup>, Widya Kartika<sup>2</sup>, Royan Rochmandhika P<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Janabadra Yogyakarta, Jl. Tentara Rakyat Mataram 55-57, Yogyakarta

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Negeri Yogyakarta

<sup>\*)</sup>[buddewi\\_sukindrawati@janabadra.ac.id](mailto:buddewi_sukindrawati@janabadra.ac.id); [widyakartika.2023@student.uny.ac.id](mailto:widyakartika.2023@student.uny.ac.id)

### Abstract

Formwork is a medium used to mold concrete which is never separated from construction work. The use of formwork in construction work has a major effect on project costs. The purpose of this study is to determine the differences in sabo formwork construction from the implementation method and costs using both the tie rod and plasticon methods. Formwork costs affect 35% to 60% of a concrete job. Choosing the right materials and methods can reduce the cost of formwork. One of the construction works whose cost is strongly influenced by formwork is the Sabo Dam work. Sabo Dam is a sediment retaining wall and also functions as a lava bag. This research has studied the implementation method for Sabo Dam Formwork work, namely using multiplex panels and hollow frames with tie rod and PVC and plasticon methods. The research method used in this study uses unit price analysis of work from AHSO calculations with HSD. This research has also provided the results of calculations of material, tool, and labor requirements and costs where the average cost of formwork work to use Tie Rod is Rp 180,625.43/m<sup>2</sup> while those using the plasticon method are Rp 196,273.78/m<sup>2</sup>. If all Sabo Dam work and concrete work is carried out by each sub-contractor, the percentage of the RAB by the tie rod method is 21.88% and the plasticon method is 20.83%.

**Keywords:** Formwork, Sabo Dam, method of work, concrete,

### Abstrak

*Formwork* adalah media yang digunakan untuk mencetak beton dimana tidak pernah lepas dari pekerjaan konstruksi. Pemakaian *formwork* dalam pekerjaan konstruksi sangat berpengaruh besar pada biaya proyek. Adapun tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbedaan konstruksi *formwork* sabo dari metode pelaksanaan dan biaya baik dengan metode *tie rod* maupun *plasticon*. Selain itu untuk mengetahui hasil analisis harga satuan, kebutuhan item pekerjaan baik dari metode tie rod maupun *plasticon*. Biaya *formwork* berpengaruh 35% sampai 60% terhadap suatu pekerjaan beton. Pemilihan bahan dan metode yang tepat dapat mengefisiensi biaya pekerjaan *formwork*. Salah satu pekerjaan konstruksi yang biayanya sangat dipengaruhi oleh *formwork* adalah pekerjaan Sabo Dam. Sabo Dam adalah dinding penahan sedimen dan juga berfungsi sebagai kantong lahar. Dari penelitian ini telah dikaji metode pelaksanaan untuk pekerjaan *Formwork* Sabo Dam, yaitu menggunakan panel *multiplex* dan rangka *hollow* dengan metode *tie rod* dan PVC dan *plasticon*. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan analisis harga satuan pekerjaan dari perhitungan AHSO dengan HSD. Penelitian ini juga telah memberikan hasil hitungan kebutuhan bahan, alat, dan tenaga kerja dan biayanya dimana rata-rata biaya pekerjaan *formwork* untuk menggunakan Tie Rod Rp 180.625,43/m<sup>2</sup> sedangkan yang menggunakan metode *plasticon* sebesar Rp 196.273,78/m<sup>2</sup>. Jika seluruh pekerjaan Sabo Dam dan pekerjaan beton dikerjakan oleh masing-masing sub-kontraktor, diperoleh persentase terhadap RAB oleh metode tie rod sebesar 21,88% dan metode *plasticon* sebesar 20,83%.

**Kata Kunci:** *Formwork*, Sabo Dam, metode kerja, analisis harga satuan pekerjaan

## PENDAHULUAN

*Formwork* merupakan salah satu komponen penting yang tidak pernah lepas dalam segala tipe konstruksi bangunan. *Formwork* adalah media pencetak beton. Berbagai bentuk beton dapat direalisasikan dengan metode *formwork* yang tepat sesuai dengan kebutuhan konstruksi *Formwork* yang tepat akan menghasilkan bentuk beton yang berkualitas. *Formwork* yang tidak tepat dapat menyebabkan keropos, kebocoran, ataupun kegagalan konstruksi bangunan. Selain itu, *formwork* juga berpengaruh terhadap biaya suatu konstruksi.

Secara umum terdapat dua macam *formwork* yaitu *formwork* tradisional dan *formwork* sistem. Untuk *formwork* tradisional atau disebut juga konvensional, *formwork* menggunakan kayu yang dihubungkan dengan paku. Sedangkan untuk *formwork* sistem, *formwork* sudah menggunakan sistem *knock down* dan *fiberglass*. *Formwork knock down*, biasanya menggunakan plat baja dan besi *hollow*. *Formwork fiberglass*, biasanya

menggunakan *fiber*. *Formwork* yang paling umum digunakan di Indonesia adalah sistem konvensional dan *knock down*. *Formwork knock down* sering digunakan di konstruksi bangunan tinggi. *Formwork* konvensional lebih sering dimanfaatkan untuk berbagai macam konstruksi dengan berbagai metode.

Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi, semakin besar proyek yang dikerjakan maka semakin besar pula masalah yang akan dihadapi oleh perusahaan jasa konstruksi. Oleh karena itu perusahaan jasa konstruksi harus memiliki pertimbangan yang matang dalam perencanaan maupun dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi. Para pengusaha jasa konstruksi selalu berusaha merealisasikan proyeknya sehingga tercapai efisiensi biaya dan waktu namun tetap memenuhi mutu. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Ilham & Herzanita, (2021) mendapatkan bahwa bekisting aluminium lebih mahal 25,05% dari bekisting konvensional, tetapi dari segi waktu pelaksanaan bekisting aluminium lebih cepat 34,02% dari bekisting aluminium. Penelitian yang dilakukan Khasani &

Pratama, (2017) mendapatkan hasil bahwa *World Trade Center 3*, Jakarta segi biaya lebih tepat menggunakan bekisting semi *system*, segi waktu bekisting sistem (PERI) Ruko Gran Kota Bintang, segi biaya bekisting sudah tepat menggunakan bekisting semi sistem, segi waktu lebih tepat menggunakan bekisting sistem (PERI) proyek pembangunan ruko Gajah Mada segi biaya lebih tepat menggunakan bekisting semi sistem, segi waktu lebih tepat menggunakan bekisting sistem (PERI). Penelitian yang dilakukan Prakoso Nugroho, (2018) pada pembangunan Rumah Sakit JIH mendapatkan hasil bahwa Perhitungan biaya bekesting kolom pada pembangunan Rumah Sakit JIH Solo menggunakan bekesting multiplex lebih murah 7% dari penggunaan material tegofilm.

Seperti halnya pada proyek *Construction and Rehabilitation Of Urgent Sabo Facilities in MT.Merapi Area* menggunakan kontruksi *formwork* sabo Dam pada pekerjaan *revetment* dari segi metode pelaksanaan pemasangan dan biaya dilakukan dengan metode *tie rod* dan *pvc* serta metode *plasticon*. penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan pelaksanaan pemasangan material bahan, alat berat, dan kebutuhan tenaga kerja serta biaya yang diperlukan dari kedua metode *formwork* dari masing-masing metode.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dengan studi kasus pada proyek *Construction and Rehabilitation Of Urgent Sabo Facilities in MT.Merapi Area* yang berlokasi di Muntilan dan D.I. Yogyakarta. Analisis penelitian berfokus pada bangunan sabo Dam yang berlokasi di Sungai Pabelan sabo Dam PA-C Ngemplak dikerjakan dengan metode *tie rod* dan pekerjaan sabo Dam PA-C Prumpung dikerjakan dengan metode *plasticon*.

### 1. Pengumpulan Data

Data Primer adalah data yang diambil secara langsung dari sumbernya, diantaranya sebagai berikut:

- a. Harga Satuan  
Harga alat dan material yang digunakan didapatkan dari wawancara langsung di lapangan. Wawancara dilakukan dari mandor, pemborong, dan pekerja di lapangan serta dengan melakukan survei harga barang dan harga yang ada di kota/kabupaten tempat pekerjaan berlangsung dalam hal ini ada di Kabupaten Magelang.
- b. Tahapan Pekerjaan  
Tahapan pekerjaan dicatat dengan pengamatan langsung. Selain pencatatan, pengambilan gambar juga dilakukan pada beberapa pekerjaan. Beberapa tahapan pekerjaan mengalami kendala saat pengambilan gambar disebabkan oleh medan, lokasi yang sempit, dan area rawan kecelakaan kerja.
- c. Kebutuhan Tenaga Kerja  
Kebutuhan tenaga kerja didapatkan dari wawancara dengan pelaksana pekerjaan (kontraktor).
- d. Peralatan  
Data mengenai alat didapatkan dari pengamatan langsung di lapangan.
- e. Bahan Material

Data mengenai material didapatkan dari laporan nota desain, spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan Sabo Dam.

## 2. Pengukuran Data

Tenaga kerja adalah variabel yang ditemukan di evaluasi. Di kedua proyek, lembur adalah hal yang tidak wajar. Di kedua proyek, jam kerja dimulai sejak pukul 08.00 sampai 16.00. Jika pekerja diharuskan lembur, maka jam kerja kedua dimulai sejak pukul 16.00 sampai 21.00. Selanjutnya, jam kerja ketiga dimulai sejak pukul 21.00 sampai 01.00. Perhitungan jumlah hari kerja untuk upah dilakukan dengan menjumlah jam kerja tersebut. Faktor-faktor yang yang diperhitungkan terhadap tenaga kerja:

### A. Upah

Perhitungan upah dilakukan berdasarkan jam kerja. Upah sehari terhitung sejak pukul 08.00 sampai 16.00. Upah terhitung sebagai dua hari apabila pekerjaan dimulai pada pukul 16.00 sampai 21.00. Selanjutnya upah terhitung tiga hari pada pukul 21.00 sampai 01.00.

### B. Efektifitas Pekerja

Efektifitas dihitung berdasarkan siklus jam. Untuk siklus pertama dimulai pada pukul 08.00 sampai 16.00 terdapat waktu istirahat selama 1 jam. Sehingga waktu efektifnya 7 jam. Untuk siklus kedua dimulai pada pukul 16.00 sampai 21.00 terdapat 1 jam istirahat. Sehingga waktu efektifnya 4 jam. Untuk siklus ketiga dimulai pada pukul 21.00 sampai 01.00 dengan istirahat 1 jam. Sehingga waktu efektifnya 3 jam. Maka 1 hari lembur dimana terdapat dua siklus yang berbeda tersebut dihitung sebagai 1,5 hari dan 1 hari lembur dimana terdapat tiga siklus yang berbeda tersebut dihitung sebagai 2 hari.

Perhitungan Biaya

Perhitungan biaya terdiri atas beberapa aspek, pekerja dan alat.

#### a. Pekerja

Upah tenaga kerja dihitung berdasarkan jam kerja, untuk jam kerja normal dimulai pukul 08.00 – 16.00, jika pekerja diharuskan berlembur jam kerja kedua dimulai pukul 16.00 – 21.00 selanjutnya jam kerja ketiga dimulai pukul 21.00 – 01.00.

#### b. Alat

Alat-alat yang termasuk adalah pick up, truk dan alat bantu ketinggian berupa scaffolding dihitung berdasarkan produktivitas pengangkutan panel dalam satu hari.

#### c. Bahan

Bahan yang digunakan untuk merangkai *formwork* diantaranya *multiplex*, *hollow*, sekrup, dan sapot.

#### d. Perhitungan Volume Bangunan

Perhitungan volume bangunan dilakukan berdasarkan *contract drawing* dari kontraktor pada segmen yang dilakukan penelitian. Gambar kerja digambar menggunakan *autcad*.

## Analisis dan Metode yang Digunakan

Analisis data dibedakan menjadi beberapa bagian, yaitu perhitungan kebutuhan bahan, alat, dan upah dan penentuan AHSP yang mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No

1/PRT/M/ 2016 karena pekerjaan konstruksi dilakukan pada tahun 2018 agar lebih relevan yang dijabarkan sebagai berikut :

1. Perhitungan Kebutuhan Bahan, Alat, dan Upah  
Perhitungan kebutuhan bahan, alat, dan upah dihitung berdasarkan kebutuhan per panel *multiplex* (1,22 x 2,44 m2) dengan perhitungan sebagai berikut:

a. Bahan

Kebutuhan bahan pada dasarnya dihitung kebutuhan per panel dimana dalam penelitian ini, sehingga didapat koefisien bahan untuk pekerjaan *formwork* perhitungan *multiplex*, *hollow*, sekrup, dan sapot sebagai komponen dasar kedua kontraktor memiliki perhitungan yang sama. Contoh perhitungan *hollow* sebagai berikut:

$$L = ( 2xa ) + ( b x ( c - ( 2xd ) ) \quad (1)$$

Keterangan:

L= panjang kebutuhan *hollow*.

a = panjang *multiplex*.

b = Jumlah *hollow* sisi *vertical*.

c = lebar panel.

d = lebar penampang *hollow*

Untuk komponen lain dihitung berdasarkan jumlah kebutuhan per panel biasa, kecuali penggunaan PVC suling, *tie rod*, dan besi las sebagai berikut:

$$L = a + ( \tan ( 90 - b ) x [ c - d ] ) \quad (2)$$

Keterangan:

L = panjang *tie rod*/besi las/PVC suling

a = lebar alas pada dasar *layer*

b = sudut panel bagian dalam terhadap alas

c = elevasi alas struktur

d = elevasi dimana *tie rod* diletakkan

a. Alat

Perhitungan kebutuhan alat dihitung berdasarkan produktivitas pengangkutan panel dalam satu hari.

b. Upah

Perhitungan kebutuhan upah dihitung dengan rumusan sebagai berikut:

Koefisien =

$$\frac{\text{Jumlah Pekerja} \times \text{Jam Kerja}}{\text{Jumlah Produktifitas Panel} \times \text{Jam Kerja Dalam 1 Hari}} \quad (3)$$

Perhitungan koefisien upah pada persamaan 3 digunakan untuk mengkorelasikan antara jumlah pekerja, jam kerja, jumlah produktifitas panel yang dikalikan jam kerja dalam sehari. Nilai koefisien upah tersebut kemudian dikalikan dengan harga satuan pekerjaan di Kabupaten magelang pada tahun 2018 untuk mendapatkan harga.

1. Perhitungan biaya AHSP

Analisis yang digunakan dalam perhitungan biaya dilakukan berdasarkan Permen PU-PR No 1/PRT/M/2016 tentang analisis harga satuan pekerjaan yang terdiri atas beberapa langkah.

a. Koefisien AHSP

Koefisien AHSP untuk pekerjaan Sumber Daya Air (SDA), pekerjaan manual koefisiennya telah ditentukan yang dibedakan berdasarkan jenis pekerjaan dan kondisi atau karakteristik

lapangannya. Sedangkan untuk pekerjaan mekanis koefisiennya perlu dihitung terlebih dahulu sesuai dengan kondisi lapangan pelaksanaan pekerjaan seperti halnya untuk pekerjaan yang menggunakan alat-alat berat ataupun rental basis.

b. Analisis harga satuan dasar

Dalam menyusun AHSP memerlukan HSD tenaga kerja, bahan baku, bahan olahan dan/atau bahan jadi sera peralatan pada lokasi pekerjaan berikut ini.

1) Langkah penentuan HSD tenaga kerja

Menentukan jenis keterampilan tenaga kerja, misal pekerja (L.01), tukang (L.02), kepala tukang (L.03) atau mandor (L.04).

Mengumpulkan data upah hasil survai serta peraturan upah setempat yang ditetapkan oleh Gubernur/Bupati/Walikota yang berlaku di lokasi atau yang berdekatan untuk daerah tempat lokasi pelaksanaan pekerjaan. Pertimbangkan tenaga kerja yang didatangkan dari luar daerah dengan memperhitungkan biaya akomodasi seperti: konsumsi, penginapan dan transportasi.

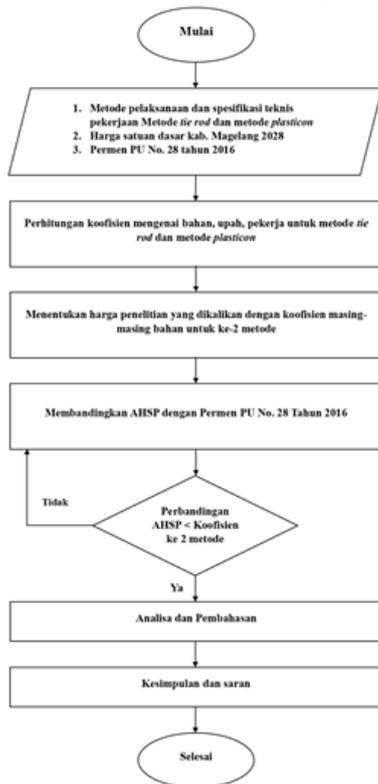
Jumlah jam kerja per hari selama 8 jam per hari dan diperhitungkan efektif selama 7 jam dengan waktu istirahat maksimum 1 jam.

Tentukan masing-masing biaya upah per orang- hari (OH) atau per orang-jam (OJ) sesuai dengan kondisi lokasi pekerjaan.

2) Langkah perhitungan HSD bahan/material

Pada umumnya dihitung berdasarkan harga pasar bahan per satuan ukuran baku (misal volume dalam m3). Analisis ini memerlukan data harga bahan baku (dari toko material dan/atau quarry/borrow area serta biaya transportasi dan biaya produksi bahan baku menjadi bahan olahan atau bahan jadi. Selain itu diperlukan biaya dalam pengiriman dari quarry ke basecamp atau lokasi pekerjaan.

Berikut merupakan bagan alir penelitian pada gambar 1



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

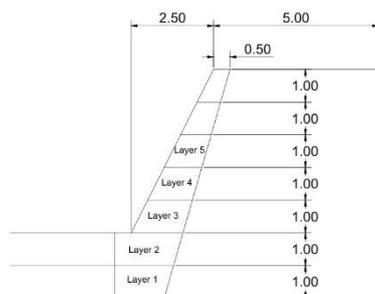
### 1. Pekerjaan Struktur Revertment Sabo DAM

Pekerjaan *Sabo Dam* dilakukan dengan tipe konstruksi yang berbeda-beda, penulis lebih fokus mengambil sampel pada *Revetment*/tanggul beton. Metode pelaksanaan pekerjaan sabo dam dan analisis biayanya. Pada dasarnya instalasi *formwork* pada *Revetment*/tanggul beton terdiri dari :

1. Pekerjaan Fabrikasi
2. Transportasi
3. Instalasi Bekisting
4. Removing Bekisting

### 2. Analisis Metode dan Biaya Formwork pada Metode Tie Rod

Pekerjaan pemasangan formwork dilaksanakan per layer seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Di bawah ini:



Gambar 2. Konstruksi Per Layer

### Layer 1

Langkah pekerjaan *layer 1* terdiri atas:

- 1) Pekerjaan galian  
Pekerjaan galian dilakukan sebagai titik awal dari pekerjaan struktur bawah *revetment*.
- 2) *Formwork*  
Pekerjaan ini terdiri atas transportasi dari fabrikasi ke lokasi pekerjaan, pemasangan *formwork*, dan pembongkaran *formwork*. Langkah pekerjaannya sebagai berikut:
  - a) Panel bagian luar dipasang satu per satu dengan kemiringan seperti pada *shop drawing*.
  - b) Usuk digunakan sebagai penahan agar panel tetap berdiri tegak dan dipasang di dua sisi panel yaitu bagian dalam dan luar.
  - c) Sapot dipasang antar panel untuk memperkaku struktur sehingga kuat menahan beban beton basah dan gaya.
  - d) Hal yang sama juga dilakukan pada panel bagian dalam.
  - e) Pipa untuk *tie rod* dipasang dengan jumlah tertentu.
  - f) *Tie rod* dimasukkan dalam pipa PVC.
  - g) Baja H dipasang untuk menjadi pengaku dari baja *tie rod* yang telah dipasang.
  - h) Mur *tie rod* dipasang untuk menjadikan *tie rod* menjadi kaku.
  - i) Bagian dalam panel dibersihkan sebelum dilakukan pengecoran. Benda yang dibersihkan adalah sampah *plastic*, sisa pipa PVC, dan usuk yang masih tertinggal.

### 3. Spesifikasi Teknis Analisis Sumberdaya dan Biaya

Secara umum pekerjaan *formwork* terdiri atas pekerjaan fabrikasi *formwork*, transportasi dari lokasi fabrikasi ke lokasi pemasangan, pemasangan/penyetelan *formwork* dan pembongkaran *formwork* (Material, 2023).

#### Layer 1

- 1) Pekerjaan Fabrikasi  
Pekerjaan fabrikasi berupa pembuatan panel-panel *formwork*, terdiri atas material *multiplex*, rangka *hollow*, dan sekrup. Panel yang dibuat berukuran 1,22 x 2,44<sup>2</sup>m. Biaya fabrikasi meliputi biaya material dan upah pembuatan panel. Berikut perhitungan kebutuhan bahan dan biayanya (ditinjau per panel 1,22 x 2,44m).
- 2) Bahan  
Berikut dijelaskan mengenai kebutuhan bahan yang digunakan.
  - a. *Multiplex* yang digunakan memiliki dimensi luas 1,22 x 2,44<sup>2</sup> dan tebal 1,5 cm. Kebutuhan *multiplex* adalah 1 lembar
  - b. *Hollow* digunakan sebagai pengaku *multiplex*. Pada proyek ini, digunakan pengaku besi dengan ukuran penampang 4x4cm. Panjang *hollow* yang diperlukan untuk 1 panel adalah 12,86m<sup>2</sup>.
  - c. Sekrup digunakan untuk mengikat *multiplex* dan *hollow*. Satu panel membutuhkan 40 sekrup.
- 3) Perhitungan Koefisien Upah dan Bahan
  - a. Fabrikasi untuk pembuatan panel dilakukan sebelum pekerjaan dimulai. Dalam satu hari, 2 tukang dapat memproduksi 5 panel. Sehingga 1

tukang dapat memproduksi 3 panel/tukang/hari. Untuk mendapatkan kebutuhan dihitung dan mendapatkan 0,4 orang/panel/hari.

- b. Transportasi dari fabrikasi ke lokasi penelitian Untuk mendapatkan waktu bolak-balik, maka nilai rata-rata dikalikan 2 sehingga nilai menjadi 17,33 menit. Proses pengangkutan tidak lepas dari proses menaik-turunkan panel. Sehingga diperlukan waktu tambahan. Untuk satu kali menaikkan barang diperlukan waktu 10 menit dan menurunkan barang diperlukan waktu 10 menit. Sehingga waktu total pengangkutan adalah 0,0078 hari/panel.
- c. Pemasangan *formwork* berupa instalasi panel serta bahan penunjang pemasangan panel tersebut, terdiri atas bahan berupa usuk, sapot, tulangan baja *tie rod* beserta pipa PVCnya, mur *tie rod*, pipa suling, baja h dan minyak panel. Biaya pemasangan meliputi biaya bahan dan upah tenaga kerja instalasi. Berikut perhitungan kebutuhan bahan dan biayanya (ditinjau per panel 21,22 x 2,44m<sup>2</sup>).

#### 4. Tahapan Upah Tenaga Kerja

Berikut kebutuhan tenaga kerja dari pekerjaan pemasangan *formwork*

##### 1) Penurunan *Formwork*

Sebelum panel dipasang, diperlukan menurunkan panel terlebih dahulu karena elevasi bangunan terletak di -2 m. Pindahkan panel dari 0 m ke -2 m memerlukan 14 panel. Sehingga didapat

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Pekerja} &= \frac{\text{Jumlah Pekerja}}{\text{Jumlah Panel}} \\ &= \frac{4}{14} \\ &= 0,286 \text{ orang/panel/hari} \end{aligned}$$

##### 2) Pemasangan Panel

Pemasangan panel dilakukan berdasarkan tahapan yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya. Pemasangan panel dilakukan secara tim. Data didapatkan dari wawancara pekerja. Pada kepala mandor membawahi 5 tim sedangkan wakil mandor membawahi 2 tim. Sehingga diperlukan:

1 tim = 0,2 kepala mandor + 0,5 wakil mandor + 4 tukang + 6 pekerja

Dalam 1 hari diharuskan pemasangan 18 panel atau 1 layer seluruhnya.

Sehingga jumlah dari tenaga kerja adalah:

Kepala mandor = Jumlah kepala mandor / Jumlah panel  
= 0,2 / 18  
= 0,0024 orang/panel/hari

Wakil mandor = Jumlah wakil mandor / Jumlah panel  
= 0,5 / 18  
= 0,0278 orang/panel/hari

Tukang = Jumlah Tukang / Jumlah panel  
= 4 / 18  
= 0,2222 orang/panel/hari

Pekerja = Jumlah pekerja / jumlah panel  
= 6 / 18  
= 0,333 orang/panel/hari Nilai terhitung

dalam tim.

##### 3) Pindahkan *Formwork*

Pembongkaran *formwork* terdiri atas upah tenaga kerja instalasi. Berikut perhitungan kebutuhan bahan dan biayanya (ditinjau per panel 1,22 x 2,44 m<sup>2</sup>). Pembongkaran panel dilakukan 20-24 jam setelah pengecoran.

##### 4) Menaikan *Formwork*

Setelah panel dibongkar, diperlukan menaikkan panel terlebih dahulu karena elevasi bangunan terletak di -2 m. Pindahkan panel dari -1 m ke +0 m memerlukan 4 pekerja untuk dapat menurunkan 13 panel. Jumlah panel yang dapat dinaikkan tergantung perbedaan elevasi dan kecepatan pekerja. Data didapatkan dari wawancara pekerja

Sehingga koefisien menjadi:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pekerja} &= \text{Jumlah pekerja} / \text{Jumlah panel} \\ &= 4/13 \\ &= 0,308 \text{ orang/panel/hari} \end{aligned}$$

Nilai terhitung dalam satu tim

Dari analisis perbandingan koefisien di atas didapat bahwa koefisien bahan yang digunakan untuk konstruksi *formwork* dengan metode *tie rod* dijelaskan oleh tabel dibawah ini:

Tabel1. Hasil Perhitungan Koefisien Metode *Tie Rod*

No	Uraian	Kebutuhan per panel (orang/panel/hari)						
		Layer 1	Layer 2	Layer 3	Layer 4	Layer 5	Layer 6	Layer 7
1	Multiplex	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
2	Hollow	2,572	2,572	2,572	2,572	2,572	2,572	2,572
3	Sekrup	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
4	Usuk	0,643	0,643	0,643	0,643	0,643	0,643	0,643
5	Sapot	1,394	1,394	1,394	1,394	1,394	1,394	1,394
6	<i>Tie rod</i>	0,814	1,029	0,737	0,662	0,589	0,514	0,439
7	Mur <i>tie rod</i>	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
8	PCV <i>tie rod</i>	5,100	6,600	4,560	4,035	3,525	3,000	2,475
9	PVC pipa suling			0,748	0,658	0,572	0,487	0,397
10	Baja H	0,429	0,429	0,429	0,429	0,429	0,429	0,429
11	Minyak Bekisting	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333

Dari table di atas diketahui bahwa harga *Layer 3*, *4*, *5*, *6*, dan *7* akan lebih mahal disbanding dengan harga *layer 1* dan *2* dikarenakan pada *layer 1* dan *2* tidak membutuhkan PVC pipa suling.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Koefisien Metode *Plasticon*

No	Uraian	Kebutuhan per - panel (orang/panel/hari)						
		Layer 1	Layer 2	Layer 3	Layer 4	Layer 5	Layer 6	Layer 7
1	Multiplex	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
2	Hollow	2,572	2,572	2,572	2,572	2,572	2,572	2,572
3	Sekrup	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
4	Sapot	1,394	1,394	1,394	1,394	1,394	1,394	1,394
5	Scaffolding	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
6	Kayu Panahan	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349
7	<i>Plasticon</i>	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857
8	Kompti	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857
9	Avdrat	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
10	Ring kupu dan baut	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857
11	Ring balok	0,129	0,129	0,129	0,129	0,129	0,129	0,129
12	Besi las	11,070	12,573	5,748	5,226	4,705	4,183	3,662
13	Siku				0,200	0,200	0,200	0,200
14	PVC Suling			0,803	0,715	0,627	0,538	0,450
15	Minyak Bekisting	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333

Dari tabel di atas didapat koefisien jumlah pekerja masing- masing bahan konstruksi *formwork* metode *plasticon*. Setelah didapatkan hasil koefisien adalah selanjutnya perhitungan anggaran biaya yaitu dengan mengalikan koefisien tersebut dengan harga satuan yang didapat di Kabupaten Magelang tahun 2018.

Tabel 3. Tabel Perbandingan koefisien bahan Metode Tie Rod dan Metode Plasticon

No	Uraian	Kebutuhan per – panel (orang/panel/hari)						
		Layer 1	Layer 2	Layer 3	Layer 4	Layer 5	Layer 6	Layer 7
1	Multiplex	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
2	Hollow	2,572	2,572	2,572	2,572	2,572	2,572	2,572
3	Sekrup	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
4	Sapot	1,394	1,394	1,394	1,394	1,394	1,394	1,394
5	Scaffolding	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
6	Kayu Panahan	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349
7	Plasticon	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857
8	Kompti	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857
9	Avdrat	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
10	Ring kupu dan baut	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857
11	Ring balok	0,129	0,129	0,129	0,129	0,129	0,129	0,129
12	Besi las	11,070	12,573	5,748	5,226	4,705	4,183	3,662
13	Siku				0,200	0,200	0,200	0,200
14	PVC Suling			0,803	0,715	0,627	0,538	0,450
15	Minyak Besikting	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333

Tabel di atas merupakan tabel perbandingan koefisien bahan yang digunakan oleh kedua metode. Tabel di atas menunjukkan bahwa metode tie rod menggunakan PVC Pipa suling-suling dengan nilai koefisien rata-rata per layer adalah 0,572, sedangkan metode plasticon Panjang PVC pipa suling-suling adalah 0,627 karena untuk menyambungkan lapisan plasticon. Setelah pengelasan plasticon pipa pvc di las Bersama plasticon tersebut.

Tabel 4. Rata – rata biaya untuk pemasangan fromwork Metode Tie Rod

No	Rekap Perhitungan	Kebutuhan Formwork per Layer Metode Tie Rod
1	Layer 1	Rp 182.323.36
2	Layer 2	Rp 188.023.77
3	Layer 3	Rp 182.980.45
4	Layer 4	Rp 180.661.57
5	Layer 5	Rp 178.412.00
6	Layer 6	Rp 176.111.23
7	Layer 7	Rp 175.111.23
A	Total ( 1 + ~ 7)	Rp 1.264.377.98
B	Rata-rata: A / 7 (Layer)	Rp 180.625.43

Dari tabel diatas didapat nilai rata-rata untuk pemasangan fromwork per layer per panel adalah Rp180.625,43. Dengan nilai tertinggi ada pada Layer 2.

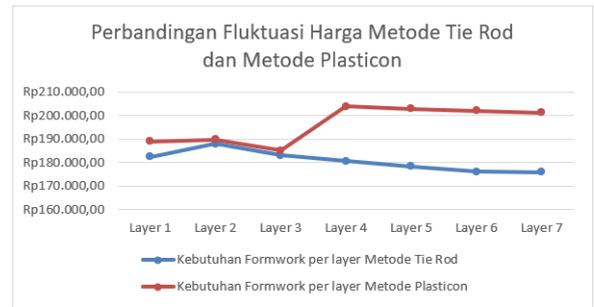
Tabel 5. Rata – rata biaya untuk pemasangan fromwork Metode Plasticon

No	Rekap Perhitungan	Kebutuhan Formwork per Layer Metode Plasticon
1	Layer 1	Rp 188.954.61
2	Layer 2	Rp 189.691.87
3	Layer 3	Rp 185.136.66
4	Layer 4	Rp 203.786,05
5	Layer 5	Rp 202.899.54
6	Layer 6	Rp 202.116.76
7	Layer 7	Rp 201.330.98
A	Total ( 1 + ~ 7)	Rp 1.373.916.47
B	Rata-rata: A / 7 (Layer)	Rp 196.273.78

Pada plasticon ini, nilai tertinggi ada pada Layer 4, dikarenakan pada Layer 4 sudah menggunakan siku pengunci, dengan nilai hasil analisis koefisien lumayan tinggi yaitu 0,2.

**Perbandingan Metode Tie Rod dan Metode Plasticon**

Dari perhitungan diperoleh data perbandingan antar kontraktor sebagai berikut. Nilai menunjukkan biaya yang metode plasticon untuk formwork lebih besar dari biaya yang diperlukan metode tie rod.

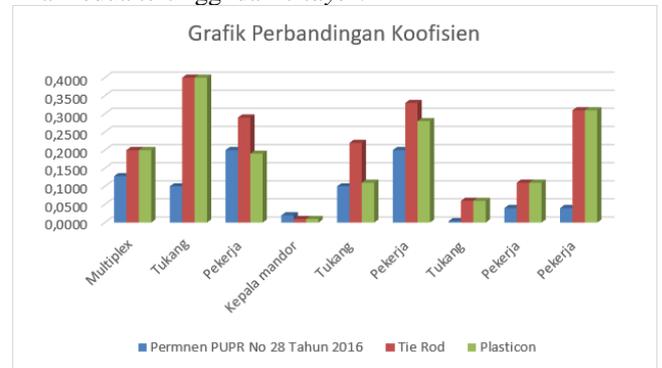


Gambar 2. Grafik Perbandingan Biaya per Layer

Dari setiap layer dicari nilai rata-rata sebagai acuan dalam perhitungan antar layer setiap pekerjaan revetment. Detail biaya tiap layer tiap kontraktor, dijabarkan dalam grafik.

Rata-rata biaya metode tie rod = Rp 180.625,43 / layer/m<sup>2</sup>  
Rata-rata biaya metode plasticon = Rp 196.273,78 / layer/m<sup>2</sup>

Perhitungan koefisien permen dilakukan berdasarkan pemasangan formwork dinding beton biasa dengan multiplex 12 mm atau 18 mm. Perancah formwork dinding beton menggunakan kayu 5/7 dengan tinggi maksimum 2,5 m, dan pembongkaran formwork secara hati-hati per m<sup>2</sup>. Koefisien bahan kedua metode tidak dituliskan dalam tabel karena perbedaan jenis-jenis komponen formwork yang telah dijelaskan sebelumnya. Harga total yang didapatkan dari Permen merupakan harga segala layer (umum) sedangkan dari kedua metode yang digunakan merupakan harga untuk layer 1 dimana nilai ini merupakan nilai kedua tertinggi dari 7 layer.



Gambar 3. Grafik perbandingan Koefisien

Untuk memudahkan pembacaan tabel, dibuat grafik yang menunjukkan perbandingan antara biaya kedua metode yaitu antara tie rod dan plasticon dengan Permen dalam persentase.

**KESIMPULAN**

1. Terdapat dua metode formwork yang berbeda pada proyek ini yang dapat dijadikan referensi dalam metode pelaksanaan formwork, yaitu menggunakan metode tie rod dan metode plasticon.
2. Hal mendasar yang membedakan metode tie rod dan metode plasticon adalah pada 4 tahapan metode pelaksanaan instalasi formwork yaitu; Pekerjaan Fabrikasi, Transportasi, Instalasi Bekisting, dan Removing Bekisting.

3. Dalam hal komposisi dan kebutuhan bahan, metode *plasticon* membutuhkan paling sedikit 15 item komposisi bahan, dan metode *tie rod* hanya membutuhkan 12 item komposisi bahan. Perhitungan kebutuhan bahan, alat, dan tenaga kerja dari kedua kontraktor ini berbeda. Kebutuhan bahan dan produktivitas tenaga kerja juga berbeda pada masing-masing *layer* dari masing-masing metode. Dari analisis harga satuan pekerjaan *bekisting*, didapatkan rata-rata biaya pemasangan *bekisting* dengan menggunakan metode *tie rod* dan PVC dengan rata-rata sebesar Rp 180.625,43 / *layer*/m<sup>2</sup> sedangkan biaya pemasangan *bekisting* dengan menggunakan *plasticon* sebesar Rp 196.273,78 / *layer*/m<sup>2</sup>, yang membedakan perbedaan biaya per *layer* adalah adanya pekerjaan pengelasan pada metode *plasticon* sehingga biaya konstruksi per *layer* lebih tinggi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ilham, M., & Herzanita, A. (2021). Analisis Perbandingan Bekisting Konvensional Dengan Bekisting Aluminium Ditinjau Dari Aspek Biaya Dan Waktu Pelaksanaan. *Jurnal ARTESIS*, 1(1), 23–30. <https://doi.org/10.35814/artesis.v1i1.2704>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2016). *Peraturan menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28 Tahun 2016 tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*. Pemerintah Provinsi DKI Jakarta.
- Khasani, R. R., & Pratama, H. S. (2017). Analisa Perbandingan Penggunaan Bekisting Konvensional, Semi Sistem, Dan Sistem (Peri) Pada Kolom Gedung Bertingkat. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6 Nomor 1, 303–313.
- Material, A. R. (2023). *Koefisien Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bekisting Yang Digunakan Lebih dari Sekali*. [https://www.rumahmaterial.com/2023/04/koefisien-analisa-harga-bekisting.html?m=1#google\\_vignette](https://www.rumahmaterial.com/2023/04/koefisien-analisa-harga-bekisting.html?m=1#google_vignette)
- Prakoso Nugroho, S. (2018). Analisis perbandingan biaya bekisting antara bekisting multiplek dan bekisting tegofilm untuk kolom gedung bertingkat. *Universitas Islam Indonesia*, 1–90.