

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISA PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU**  
**PEKERJAAN *SLAB* MENGGUNAKAN METODE**  
***SLAB IN SITU* DAN METODE *HALF SLAB PRECAST***  
**PADA KONSTRUKSI JEMBATAN *PILE SLAB***

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)  
pada Program Studi S1 Teknik Sipil



**Oleh :**

- 1. Rahmi Yowanda Putri (NIM. 30202300216)**
- 2. Rainy Shinta Nur Halimah (NIM. 30202300217)**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**  
**SEMARANG**

**2025**

## LEMBAR PENGESAHAN

Analisa Perbandingan Biaya Dan Waktu Pekerjaan *Slab*  
Menggunakan Metode *Slab In Situ* dan Metode *Half Slab Precast* Pada  
Konstruksi Jembatan *Pile Slab*



**Rahmi Yowanda Putri**  
NIM : 30202300216



**Rainy Shinta Nur Halimah**  
NIM : 30202300217

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 25 November 2025

Tim Penguji

**Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng.**  
NIDN : 0625059102

**Eko Muliawan Satrio, ST., M.T**  
NIDN : 0610118001

Tanda tangan

Ketua Program Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Islam Sultan Agung

**Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng.**  
NIDN : 0625059102

## **BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

No. 80 / A.2 / SA-T / XII /2024

Pada hari ini tanggal 25-11-2025 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik. Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pendamping :

1. Nama : Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng.  
Jabatan Akademik : Lektor  
Jabatan : Dosen Pembimbing

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir :

Rahmi Yowanda Putri  
NIM : 30202300216

Rainy Shinta Nur Halimah  
NIM : 30202300217

Judul : Analisa Perbandingan Biaya Dan Waktu Pekerjaan *Slab* Menggunakan Metode *Slab In Situ* dan Metode *Half Slab Precast* Pada Konstruksi Jembatan *Pile Slab*

Dengan tahapan sebagai berikut :

No.	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	9 Desember 2024	ACC
2	Seminar proposal	15 Juli 2025	
3	Pengumpulan data	09 Agustus 2025	
4	Analisis data	02 September 2025	
5	Penyusunan laporan	23 Oktober 2025	
6	Selesai laporan	25 November 2025	

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak – pihak yang berkepentingan.

Mengetahui,  
Ketua Program Studi



Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng.

Dosen Pembimbing



Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng.

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. Nama : Rahmi Yowanda Putri  
NIM : 30202300216
2. Nama : Rainy Shinta Nur Halimah  
NIM : 30202300217

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

“Analisa Perbandingan Biaya Dan Waktu Pekerjaan *Slab* Menggunakan Metode *Slab In Situ* dan Metode *Half Slab Precast* Pada Konstruksi Jembatan *Pile Slab*”  
benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka kami bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yang membuat pernyataan 1,



Rahmi Yowanda Putri  
NIM : 30202300216



Semarang, 25 November 2025

Yang membuat pernyataan 2,



Rainy Shinta Nur Halimah  
NIM : 30202300217



## PERNYATAAN KEASLIAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. NAMA : Rahmi Yowanda Putri  
NIM : 30202300216
2. NAMA : Rainy Shinta Nur Halimah  
NIM : 30202300217

Judul Tugas Akhir : Analisa Perbandingan Biaya Dan Waktu Pekerjaan *Slab* Menggunakan Metode *Slab In Situ* dan Metode *Half Slab Precast* Pada Konstruksi Jembatan *Pile Slab*

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli kami sendiri. Kami tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka kami bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian surat pernyataan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 25 November 2025

Yang membuat pernyataan 1,

Yang membuat pernyataan 2,



Rahmi Yowanda Putri  
NIM : 30202300216



Rainy Shinta Nur Halimah  
NIM : 30202300217

## MOTTO

Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia (selama) kamu menyuruh (berbuat) yang makruf, mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik. (*Ali Imron:110*)

Dalam setiap proses menuntut ilmu, Allah memerintahkan kita untuk tidak pernah berhenti belajar sebagaimana firman-Nya “Ya Tuhanku, tambahkanlah kepadaku ilmu” (*QS. Taha: 114*). Ilmu adalah cahaya yang hanya diberikan kepada hati yang bersungguh-sungguh, dan Rasulullah telah bersabda bahwa “Barang siapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga” (*HR. Muslim*). Maka dengan kesabaran, keikhlasan, dan tekad yang kuat, setiap langkah perjuangan akan menjadi ibadah dan setiap rintangan akan menjadi jalan menuju kemudahan



## PERSEMBAHAN

Dengan segala rahmat yang telah Allah SWT berikan, Laporan Tugas Akhir dapat diselesaikan, dengan rasa terima kasih dipersembahkan kepada :

1. Allah SWT, yang telah menolong serta menyertai sepanjang penyusunan Laporan Tugas Akhir ini;
  2. Orang tua serta keluarga tercinta, yang selalu membimbing, memotivasi, memberikan dukungan moril dan material serta selalu mendoakan untuk kesuksesan;
  3. Yang terhormat Bapak Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng. selaku Pembimbing dan Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung yang telah berkenan membimbing dari awal hingga akhir penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini;
  4. Teman - teman kelas sore transfer Unissula yang sudah banyak membantu dan menyemangati selama proses penyusunan Tugas Akhir.
- ;
- mungkin.

Penulis,



Rahmi Yowanda Putri  
NIM : 30202300216



Rainy Shinta Nur Halimah  
NIM : 30202300217

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karuniaNya sehingga penyusunan Tugas Akhir berupa “Analisa Perbandingan Biaya Dan Waktu Pekerjaan *Slab* Menggunakan Metode *Slab In Situ* dan Metode *Half Slab Precast* Pada Konstruksi Jembatan *Pile Slab*” dapat diselesaikan dengan baik. Penyusun menyadari bahwa dalam proses penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, sehingga dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Yang terhormat Bapak Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung dan sekaligus pembimbing tugas akhir yang telah bekenan memberikan bimbingan, nasihat, dan saran atas penyelesaian laporan tugas akhir;
2. Yang terhormat Bapak Eko Muliawan Satrio, ST.,M.T selaku penguji yang telah membimbing dan memberikan arahan dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir;
3. Seluruh staff yang terlibat dalam proyek pembangunan proyek Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi Penulis namun juga bagi pembaca.

Semarang, 25 November 2025

Penulis,



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR .....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO .....	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
ABSTRAK .....	xv
<i>ABSTRACK</i> .....	xvi
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 5
2.1 Konsep dan Dasar Teori.....	5
2.3 Metode <i>Slab In Situ</i> .....	5
2.3.1. Uraian Singkat.....	5
2.3.2. Peralatan yang Digunakan.....	6
2.3.3. Langkah Pelaksanaan Pekerjaan .....	6
2.4 Metode <i>Half Slab Precast</i> .....	9
2.4.1 Uraian Singkat.....	9
2.4.2 Peralatan yang Digunakan.....	10
2.4.3 Langkah Pelaksanaan Pekerjaan .....	10
2.5 Penjadwalan Proyek.....	21
2.5.1 Produktifitas dan Durasi Pekerjaan .....	22
2.6 Analisa Biaya .....	22

2.6.1	Komponen Biaya Langsung (Direct Cost) .....	23
2.6.2	Komponen Biaya Tak Langsung ( <i>Indirect Cost</i> ) .....	23
2.7	Perhitungan Biaya dan Waktu.....	24
2.8	Kerangka Berfikir .....	26
2.9	Penelitian Terdahulu .....	27
BAB III METODE PENELITIAN.....		33
3.1	Lokasi Penelitian.....	33
3.2	Pengumpulan Data .....	33
3.2.1	Data Primer .....	33
3.2.2	Data Sekunder .....	33
3.3	Analisis Data .....	35
3.3.1	Analisis Metode Pelaksanaan.....	35
3.3.2	Analisis Biaya Pelaksanaan.....	37
3.3.3	Analisis Waktu Pelaksanaan .....	38
3.4	Analisis Perbandingan.....	38
3.5	Diagram Alir Metode Penelitian .....	38
BAB IV HASIL DAN ANALISIS.....		40
4.1	Data Kondisi Eksisting.....	40
4.2	Metode <i>Slab In Situ</i> .....	42
4.3	Metode <i>Half Slab Precast</i> .....	46
4.4	Analisis Waktu Metode <i>Slab In Situ</i> .....	50
4.4.1	Pekerjaan Acuan atau Bekisting dan Perancah .....	53
4.4.2	Pekerjaan Pembesian.....	54
4.4.3	Pekerjaan pengecoran .....	56
4.5	Analisis Waktu Metode <i>Half Slab Precast</i> .....	58
4.5.1	Mobilisasi dan Penyimpanan Unit <i>Precast</i> .....	61
4.5.2	Instalasi Unit <i>Precast</i> .....	62
4.5.3	Pemasangan Bekisting <i>Overtopping</i> .....	63
4.5.4	Pekerjaan Pembesian <i>Overtopping</i> .....	65
4.5.5	Pekerjaan pengecoran <i>Overtopping</i> .....	66
4.6	Analisis Biaya .....	68
4.6.1	Harga Satuan .....	69
4.6.2	Harga Satuan Satuan Pekerjaan (AHSP).....	70
4.6.3	Rencana Anggaran biaya (RAB).....	74

4.7 Perbandingan.....	75
BAB V KESIMPULAN .....	77
5.1 Kesimpulan .....	77
5.2 Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA .....	79



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Pekerjaan Pengecoran.....	9
Gambar 2.2 Penyusunan <i>Half Slab Precast</i> .....	11
Gambar 2.3 Penyiapan Lantai Kerja .....	12
Gambar 2.4 Pemasangan Bekisting.....	12
Gambar 2.5 Memasang Kunci.....	13
Gambar 2.6 Membuat Pembesian .....	13
Gambar 2.7 Memasang Pengunci Bekisting .....	14
Gambar 2.8 Pengecoran <i>Half Slab Precast</i> .....	14
Gambar 2.9 Pelepasan Bekisting.....	15
Gambar 2.10 <i>Lifting slab</i> .....	16
Gambar 2.11 Skema Pemasangan <i>Slab Precast</i> .....	16
Gambar 2.12 <i>Crane</i> Bermanuver Masuk .....	17
Gambar 2.13 <i>Erection slab</i> .....	17
Gambar 2.14 <i>Crane</i> Bermanuver Keluar .....	18
Gambar 2.15 <i>Crane</i> Keluar dan Masuk Kembali.....	18
Gambar 2.16 Pembesian <i>Top Slab</i> .....	19
Gambar 2.17 Pengecoran .....	21
Gambar 2.18 Kerangka Berfikir Penelitian.....	26
 Gambar 3.1 Denah Proyek Pembangunan Jembatan <i>Pile Slab</i> Sepanjang 100 M (STA 70+212 – 70+312) Pada Proyek Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2 Menggunakan Metode <i>Slab In Situ</i> .....	 34
Gambar 3.2 Denah Proyek Pembangunan Jembatan <i>Pile Slab</i> Sepanjang 100 M (STA 70+212 – 70+312) Pada Proyek Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2 Menggunakan Metode <i>Half Slab Precast</i> .....	 34
Gambar 3.3 Detail Penulangan Pekerjaan <i>Slab</i> Pada Pekerjaan Jembatan <i>Pile Slab</i> Proyek Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2.....	 36
Gambar 3.4 Detail <i>Precast Type A</i> Pekerjaan <i>Slab</i> Pada Pekerjaan Jembatan <i>Pile Slab</i> Proyek Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2 .....	 37

Gambar 3.5 Diagram Alir Metode Penelitian .....	39
Gambar 4.1 Lokasi Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2) .....	40
Gambar 4.2 Denah Trace Lokasi Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2).....	41
Gambar 4.3 Denah Jembatan <i>Pile Slab</i> STA 70+212 – 70+312.....	41
Gambar 4.4 Potongan Memanjang Jembatan <i>Pile Slab</i> STA 70+212 – 70+312...	42
Gambar 4.5 Pemasangan <i>Scaffolding</i> .....	43
Gambar 4.6 Pemasangan Bekisting.....	43
Gambar 4.7 Detail Penulangan Metode <i>Slab In Situ</i> .....	44
Gambar 4.8 Potongan Memanjang Penulangan Metode <i>Slab In Situ</i> .....	44
Gambar 4.9 Pembesian <i>Slab</i> .....	45
Gambar 4.10 Pengecoran .....	46
Gambar 4.11 Denah Metode <i>Half slab Precast</i> .....	47
Gambar 4.12 Potongan Memanjang Metode <i>Half slab Precast</i> .....	47
Gambar 4.13 <i>Site Layout</i> .....	49
Gambar 4.14 Gambar Kerja <i>Pile Slab</i> STA 70+212 – 70+312 .....	51
Gambar 4.15 Gambar Tipikal <i>Half Slab</i> .....	58
Gambar 4.16 <i>Site Layout Area Pile Slab</i> STA 70+212 – 70+312 .....	62



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu .....	27
Tabel 3.1 Dimensi <i>Precast</i> Pekerjaan <i>Slab</i> .....	36
Tabel 4.1 Rekap Volume Pekerjaan Metode <i>Slab In Situ</i> Total (MR-APS 1 s/d MR-APS 2) .....	53
Tabel 4.2 Waktu Pekerjaan Bekisting Metode <i>Slab In Situ</i> Total (MR-APS 1 s/d MR-APS 2) .....	54
Tabel 4.3 Waktu Pekerjaan Metode <i>Slab In Situ</i> Total (MR-APS 1 s/d MR-APS 2) .....	58
Tabel 4.4 Rekap Volume Pekerjaan Metode <i>Half Slab</i> Total (MR-APS 1 s/d MR-APS 2) .....	60
Tabel 4.5 Waktu Pekerjaan Bekisting Metode <i>Half Slab</i> Total (MR-APS 1 s/d MR-APS 2) .....	64
Tabel 4.6 Waktu Pekerjaan Metode <i>Half Slab</i> Total (MR-APS 1 s/d MR-PS 1) ..	68
Tabel 4.7 Daftar Harga Satuan Bahan.....	69
Tabel 4.8 Daftar Harga Satuan Alat.....	70
Tabel 4.9 Daftar Harga Satuan Upah Tenaga Kerja .....	70
Tabel 4.10 Biaya Pengecoran 1 m <sup>3</sup> Beton Struktur .....	71
Tabel 4.11 Biaya 1 Kg Pembesian Besi Tulangan Sirip BJTS 420B.....	71
Tabel 4.12 Biaya Pemasangan 1 Unit Precast type A.....	72
Tabel 4.13 Biaya Pengecoran 1 m <sup>3</sup> Beton Struktur Beton <i>Overtopping</i> .....	72
Tabel 4.14 Biaya 1 Kg Pembesian Besi Tulangan Sirip BJTS 420B.....	73
Tabel 4.15 Biaya Pemasangan 1 m <sup>2</sup> Bekisting.....	74
Tabel 4.16 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Metode <i>Slab In Situ</i> .....	74
Tabel 4.17 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Metode <i>Half Slab Precast</i> .....	75
Tabel 4.18 Data Perbandingan Harga Total dan Waktu .....	75

**ANALISA PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PEKERJAAN *SLAB*  
MENGUNAKAN METODE *SLAB IN SITU* DAN METODE *HALF SLAB*  
*PRECAST* PADA KONSTRUKSI JEMBATAN *PILE SLAB***

**ABSTRAK**

Pemilihan metode pelaksanaan untuk pembangunan struktur *pile slab* sangat berpengaruh terhadap efisiensi, biaya, dan kualitas hasil akhir pekerjaan. Tantangan utama dalam pembangunan slab struktur *pile slab* adalah menentukan metode yang paling efektif. *Slab in situ* dan *half slab precast* adalah dua metode utama yang sering digunakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan efisiensi biaya dan waktu pelaksanaan kedua metode tersebut. Setelah data primer dan sekunder dikumpulkan, analisis biaya menggunakan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan analisis waktu bergantung pada produktivitas tenaga kerja dan alat di setiap metode.

Hasil analisis menunjukkan bahwa metode *slab in situ* membutuhkan 80 hari kerja dan biaya pelaksanaan sebesar Rp 10.142.984.563,10. Selain itu, metode *precast half slab* membutuhkan 46 hari kerja dan biaya pelaksanaan sebesar Rp 7.113.890.752,35.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *half slab precast* adalah alternatif terbaik. Metode ini dapat menghemat waktu sebesar 34 hari (43%) dan biaya sebesar Rp. 3.029.093.810,75 (30%) dibandingkan dengan metode *slab in situ*. Rekomendasi penelitian ini adalah agar proyek semacam ini mempertimbangkan penerapan metode *half slab precast*, dengan memastikan kesiapan fasilitas fabrikasi *precast* dan perencanaan teknis yang tepat untuk memaksimalkan hasil pelaksanaan di lapangan.

**Kata kunci :** *slab in situ*, *half slab precast*, *pile slab*, biaya konstruksi, durasi pekerjaan, efisiensi metode.

**ANALYSIS OF COST AND TIME COMPARISON FOR SLAB WORKS  
USING THE IN SITU METHOD AND THE HALF SLAB PRECAST  
METHOD ON PILE SLAB BRIDGE CONSTRUCTION**

**ABSTRACK**

*The choice of implementation method for the construction of pile structures significantly influences the efficiency, cost, and quality of the final results. The main challenge in the construction of pile slab structures is determining the most effective method. In-situ slab and precast half-slab are two main methods frequently used. The purpose of this study is to compare the cost efficiency and implementation time of the two methods. After primary and secondary data were collected, cost analysis using the Cost Budget Plan (RAB) analysis and time depended on the productivity of labor and equipment in each method.*

*The analysis results show that the cast in situ slab method requires a construction duration of 80 days with a total cost of Rp 10,142,984,563.10, while the half slab precast method requires 46 days with a total cost of Rp 7,113,890,752.35.*

*Based on the findings, it can be concluded that the half slab precast method is the better alternative, as it can save 34 days (43%) of construction time and Rp 3,029,093,810.75 (30%) in cost compared to the cast in situ method. It is recommended that the application of the half slab precast method be considered for similar projects, ensuring adequate readiness of precast fabrication facilities and precise technical planning to maximize construction performance on site..*

**Keywords** : slab in situ, half slab precast, pile slab, construction cost, work duration, method efficiency.

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Pembangunan Jalan Tol Serang – Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2 sepanjang 8,2 km yang dimulai dari STA 66+075 s/d 74+275 berada pada Provinsi Banten Kabupaten Pandeglang dengan melewati 2 Kecamatan dan 4 desa, kecamatan Sindangresmi, kecamatan Patia, desa Kadumelati, desa Pasirgadung, desa Simpangtiga dan desa Patia. Dalam Pelaksanaan Pembangunan Jalan Tol Serang – Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2 penyedia jasa Utama - Abipraya - Jaya Konstruksi – Yasa (KSO) melaksanakan Pekerjaan Pembangunan jalan tol yang dimana secara geografis merupakan daerah dataran rendah dekat dengan pesisir pantai di sebelah barat daya Banten, daerah ini didominasi oleh dataran pesisir yang mendukung pengembangan pariwisata setempat.

Dari hasil studi kelayakan ekonomi dan finansial yang telah dilakukan Pembangunan Jalan Tol Serang – Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2 merupakan ruas jalan tol yang layak untuk dilakukan pembangunan jalan tol (Jurnal Studi Evaluasi Kelayakan Ekonomi dan Finansial pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang – Panimbang). Pembangunan Jalan Tol Serang – Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2 sendiri terdiri dari pembangunan jalan utama, struktur jembatan *mainlane*, *overpass*, *pile slab*, *box culvert* dan *box pedestrian*.

Dalam pelaksanaan pembangunan struktur *pile slab* pemilihan metode pelaksanaan sangat berpengaruh terhadap efisiensi, biaya, dan kualitas hasil akhir. Salah satu tantangan utama dalam pembangunan jembatan, khususnya dengan sistem *pile slab*, adalah menentukan metode yang paling efektif untuk pembangunan *slab* atau lantai jembatan *pile slab*. Dua metode utama yang sering digunakan adalah *slab in situ* dan *half slab precast*.

Metode *slab in situ* merupakan teknik konvensional yang melibatkan pengecoran langsung di lokasi proyek. Metode ini lebih fleksibel dalam desain dan tidak memerlukan transportasi elemen pracetak, tetapi memiliki kelemahan seperti

waktu pengerjaan yang lebih lama, ketergantungan pada kondisi cuaca, dan kebutuhan bekisting yang lebih besar.

Di sisi lain, metode *half slab precast* merupakan teknik yang menggabungkan beton pracetak dengan pengecoran di lokasi (*cast in place*). Panel beton pracetak digunakan sebagai bekisting permanen, yang kemudian dicor di tempat untuk meningkatkan kekuatan struktur. Keunggulan metode ini antara lain adalah waktu pelaksanaan yang lebih cepat, kualitas beton yang lebih terkontrol, serta efisiensi penggunaan bekisting. Namun, metode ini juga memiliki tantangan seperti biaya produksi dan transportasi elemen pracetak yang dapat meningkatkan anggaran proyek.

Dengan adanya pilihan metode yang berbeda ini, penting untuk melakukan kajian perbandingan berdasarkan faktor biaya, durasi pekerjaan, serta kualitas hasil konstruksi. Seiring dengan berkembangnya teknologi konstruksi, banyak proyek mulai beralih ke metode pracetak untuk meningkatkan efisiensi. Namun, keputusan pemilihan metode harus didasarkan pada kondisi proyek yang spesifik, termasuk faktor lingkungan, tenaga kerja, dan kebutuhan teknis lainnya.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perbedaan antara metode *slab in situ* dan *half slab precast* pada pekerjaan *slab* dalam jembatan *pile slab* Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2. Dengan membandingkan kedua metode ini, diharapkan dapat diperoleh rekomendasi metode yang paling optimal dalam aspek biaya, waktu pelaksanaan, dan kualitas struktur guna meningkatkan efisiensi dalam industri konstruksi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah tugas akhir sebagai berikut :

1. Bagaimana biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan *slab* pada jembatan *pile slab* menggunakan metode *slab in situ*?
2. Bagaimana biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan *slab* pada jembatan *pile slab* menggunakan metode *half slab precast* ?



3. Bagaimana efisiensi biaya dan efektivitas waktu pekerjaan antara metode *slab in situ* dan metode *half slab precast* pada pekerjaan *pile slab* pada jembatan *pile slab*?

### 1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, terdapat beberapa batasan guna mempermudah pembahasan antara lain :

1. Metode Pelaksanaan yang dianalisa yaitu metode *slab in situ* dengan satu kali atau lebih penghamparan yang dilakukan ditempat secara langsung dan metode pelaksanaan *half slab precast* dengan *precast* beton perbuah yang dipasang susun dengan rapi.
2. Penelitian ini membahas mengenai metode pelaksanaan, anggaran biaya, dan waktu pelaksanaan dari metode metode *slab in situ* dan *half slab precast* menggunakan acuan harga satuan dari Peraturan Gubernur Banten Nomor 39 Tahun 2021 Tentang Standar Harga Satuan Barang/Jasa Pemerintah Provinsi Banten Tahun Anggaran 2022 .
3. Objek penelitian yang digunakan adalah pekerjaan *pile slab* sepanjang 100 m (STA 70+212 – 70+312) pada Proyek Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2).
4. Perhitungan waktu dengan metode *half slab precast* dihitung dari material *on site* sampai dengan selesai pekerjaan
5. Penelitian ini tidak memperhitungkan analisis terhadap kekuatan struktur jembatan.
6. Penelitian ini tidak memperhitungkan analisis struktur penunjang jalan tol.
7. Penelitian ini tidak memperhittungkan pengaruh faktor cuaca.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang ada, maka dapat diketahui tujuan dari penelitian ini adalah :

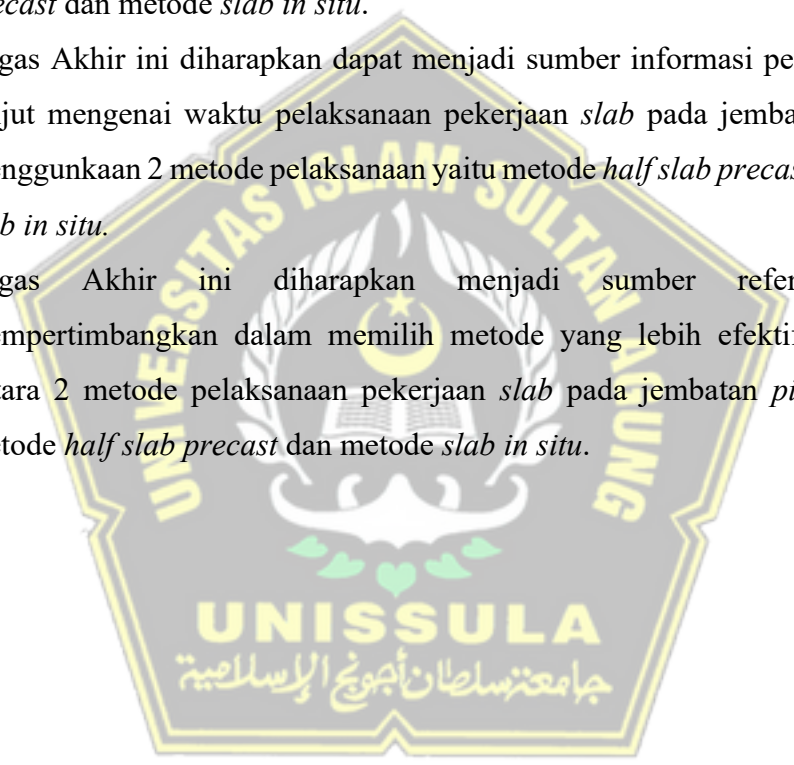
1. Menganalisa biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan slab pada jembatan pile slab menggunakan metode *slab in situ*.
2. Menganalisa biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan slab pada jembatan pile slab menggunakan metode *half slab precast*.

3. Menganalisa efisiensi biaya dan efektivitas waktu pekerjaan antara metode *Slab in Situ* dan metode *half slab precast* pada pekerjaan *slab* pada jembatan *pile slab*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tugas Akhir ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi mengenai biaya perencanaan jalan tol khususnya dalam pelaksanaan pekerjaan *slab* pada jembatan *pile slab* menggunakan 2 metode pelaksanaan yaitu metode *half slab precast* dan metode *slab in situ*.
2. Tugas Akhir ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi penelitian lebih lanjut mengenai waktu pelaksanaan pekerjaan *slab* pada jembatan *pile slab* menggunakan 2 metode pelaksanaan yaitu metode *half slab precast* dan metode *slab in situ*.
3. Tugas Akhir ini diharapkan menjadi sumber referensi untuk mempertimbangkan dalam memilih metode yang lebih efektif dan efisien antara 2 metode pelaksanaan pekerjaan *slab* pada jembatan *pile slab* yaitu metode *half slab precast* dan metode *slab in situ*.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Konsep dan Dasar Teori

Konsep dan dasar teori dari penyusunan tugas akhir ini meliputi struktur pile slab pelat lantai atau *slab* sistem *slab in situ* dengan *half slab precast*.

#### 2.2 Pile Slab

Menurut Zhang et al. (2018) *Pile slab* adalah struktur fondasi yang ditumpu oleh sistem kelompok tiang pancang dan diikat oleh pile cap. Pile slab telah digunakan sebelumnya pada proyek kereta cepat yang melewati tanah lunak untuk menahan beban dari struktur atas ke tanah yang memberikan daya dukung untuk menahannya.

Menurut Astuti (2019) pelat lantai adalah Beban didistribusikan secara merata ke balok atau struktur pendukung di bawahnya, seperti kolom atau dinding, oleh elemen struktural *horizontal* berbentuk lempengan datar yang biasanya terbuat dari beton bertulang. Pelatnya berfungsi sebagai lantai atau atap bangunan.

#### 2.3 Metode *Slab In Situ*

Pelaksanaan pekerjaan slab dengan metode *slab in situ* meliputi beberapa penjabaran sebagai berikut :

##### 2.3.1. Uraian Singkat

Menurut Gunawan et al. (2024) metode pelat konvensional (*cast in situ*) adalah Metode pekerjaan struktur pelat lantai yang digunakan di lokasi struktur, mulai dari pemasangan perancah dan bekisting, pembesian, dan pengecoran. Metode *slab in situ* menghasilkan struktur monolitik yang utuh antara pelat. Metode ini memiliki keunggulan berupa integritas struktural yang tinggi, fleksibilitas desain terhadap bentuk lahan, dan efisiensi untuk proyek atau bentuk kompleks, tetapi juga memiliki keterbatasan karena memerlukan bekisting dan perancah.

### 2.3.2. Peralatan yang Digunakan

Metode *slab in situ* dalam pelaksanaannya memerlukan berbagai jenis peralatan untuk mendukung proses pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Adapun peralatan yang digunakan antara lain sebagai berikut :

- a. *Concrete Batching Plant*
- b. *Concrete Pump*
- c. *Truck Mixer*

### 2.3.3. Langkah Pelaksanaan Pekerjaan

Langkah-langkah serta tahapan pelaksanaan pekerjaan *slab in situ* dapat diuraikan secara sistematis sebagai berikut, mulai dari tahap persiapan hingga proses pemasangan, penyambungan dan pengecoran di lokasi proyek.

#### a. Pekerjaan Persiapan

Dalam persiapan pekerjaan metode *slab in situ* terutama pada persiapan tulang dapat dirincikan sebagai berikut :

##### 1) Pabrikasi Tulangan

Hal yang harus diperhatikan dalam pelaksanaan pabrikasi tulangan yaitu :

- Batang tulangan harus dibuat dengan benar sesuai dengan bentuk dan ukuran yang ditunjukkan dalam gambar, dan tidak merusak material baja. Jika terjadi kesalahan, batang tulangan tidak boleh dibengkokkan lagi tanpa persetujuan.
- Kecuali bila ditentukan lain, semua batang tulangan yang harus dibengkokkan maka harus dibengkokkan dalam keadaan dingin. Bila batang tulangan dibengkokkan dengan pemanasan, maka cara pengerjaannya harus disetujui. Jika disetujui penerapan panas untuk membengkokkan tulangan baja, maka harus dilakukan sedemikian rupa agar sifat fisik baja tidak berubah..
- Tidak boleh menggunakan batang tulangan yang tidak dapat diluruskan. Batang tulangan yang telah tertanam sebagian dalam beton tidak boleh dibengkokkan kecuali ditunjukkan dalam Gambar atau dalam ketentuan lain.
- Untuk pemotongan dan pembengkokkan, harus disediakan tenaga kerja yang ahli dan alat-alat yang memadai.

## 2) Pemasangan Tulangan

Dalam pekerjaan pemasangan tulangan hal yang harus diperhatikan yaitu :

- Sebelum dipasang, batang tulangan harus dibersihkan dari debu, karat, lumpur, serpihan yang mudah lepas, dan zat asing seperti cat minyak.
- Saat beton dituangkan, batang tulangan harus diletakkan pada posisi yang tepat untuk memastikan kekuatan. Jika diperlukan, batang tulangan harus digunakan untuk tujuan yang terkait dengan metode pelaksanaan struktur.
- Batang tulangan harus diikat pada setiap titik pertemuan dengan kawat besi yang diperkuat dengan diameter minimal 0,9 mm atau dengan jepitan yang sesuai.
- Posisi batang-batang tulangan dari cetakan harus dipertahankan agar tetap stabil, menggunakan gantungan logam, balok adukan penopang logam, atau penyokong lain yang disetujui.
- Setelah dipasang, batang-batang tulangan harus diperiksa; jika batang tulangan telah terpasang terlalu lama, harus dibersihkan dan diperiksa kembali sebelum pengecoran beton dilakukan.

## 3) Penyambungan Tulangan

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penyambungan tulangan yaitu :

- Dalam kasus di mana batang tulangan perlu disambung pada titik-titik selain yang ditunjukkan dalam Gambar, lokasi dan metode penyambungan batang harus didasarkan pada perhitungan kekuatan beton yang disetujui.
- Untuk sambungan melingkar, batang harus dilingkarkan dengan panjang tertentu dan diikat dengan kawat besi dengan diameter yang lebih besar dari 0,9 mm pada beberapa titik temu.
- Batang tulangan yang tampak, yang akan disambung nantinya, harus sepenuhnya dilindungi dari karat dan kerusakan.
- Pengelasan baja tulangan hanya boleh dilakukan jika ada detail gambar.
- Dengan izin, batang tulangan dapat diganti dengan ukuran yang berbeda dari ketentuan. Namun, dalam kasus di mana batang baja tulangan perlu diganti, penggantinya harus sama atau lebih besar daripada ukuran sebelumnya.



b. Pelaksanaan Pekerjaan

Berikut merupakan tahapan pelaksanaan pekerjaan *slab in situ* yang dilakukan guna memastikan mutu dan kekuatan struktur sesuai spesifikasi teknis

- 1) Sebelum pengecoran, konstruksi *shoring* dan bekisting dipasang sesuai dengan gambar rencana dan diinspeksi untuk memastikan kekuatan mereka.
- 2) Sebelum dimulai pekerjaan pengecoran, Penyedia Jasa mengajukan izin melaksanakan pekerjaan paling lambat 24 jam sebelum rencana pelaksanaan, dilengkapi dengan syarat-syarat yang diperlukan seperti lokasi, kondisi pekerjaan, mutu beton, tanggal, dan waktu *mixing*.
- 3) Produksi beton dari *Concrete Batching Plant* dengan kapasitas yang disyaratkan harus sesuai dengan JMF (*Job Mix Formula*) yang sudah disetujui, kemudian diangkut menggunakan *Truck Mixer* ke lokasi pekerjaan.
- 4) Sebelum pengecoran, bekisting diolesi minyak di sisi dalamnya.
- 5) Sebelum pengecoran dimulai, acuan harus diolesi dengan minyak yang khusus (*oil form*) di sisi dalamnya dengan minyak yang tidak meninggalkan bekas.
- 6) Pekerjaan beton harus sudah selesai sebelum waktu ikat awalnya (*initial setting time*).
- 7) Pengecoran beton harus dilanjutkan tanpa berhenti sampai dengan sambungan konstruksi (*construction joint*) yang telah disetujui sebelumnya atau sampai pekerjaan selesai.
- 8) Beton tidak boleh jatuh bebas ke dalam acuan dengan ketinggian lebih dari 150 cm dan tidak boleh dicor langsung dalam air untuk menghindari pembagian partikel kasar dan halus dari campuran.
- 9) Untuk pengecoran ditempat yang tinggi pengecoran memerlukan alat *Concrete Pump*.
- 10) Untuk memastikan bahwa campuran beton yang telah dicor masih plastis dan dapat menyatu dengan campuran beton yang baru, pengecoran harus dilakukan dengan cepat.
- 11) *Concrete Slab* dan *girder spans* -*Slab* dan sambungan kolom beton dengan bentang 10 meter atau kurang harus dicor secara bersamaan dalam satu kali pengecoran, kecuali jika ditentukan lain dalam gambar. Beton lantai, atau slab, harus dicor secara kontinyu pada satu kali pengecoran dan satu lapisan untuk

setiap bentang, kecuali ditunjukkan secara terpisah dalam gambar.

- 12) Untuk memastikan pemadatan yang tepat dan memadai, beton harus dipadatkan dengan penggetar mekanis *vibrator* beton dari dalam atau dari luar yang telah disetujui. Penusukan harus dilakukan secara manual dengan alat yang sesuai. Campuran beton dapat ditransfer dari satu tempat dalam acuan ke tempat lain dengan menggunakan *vibrator* beton. Jika tidak ada aliran listrik di lokasi pengecoran, *generator set* digunakan untuk pekerjaan ini
- 13) Perawatan beton dengan cara pembasahan secara teratur untuk menjaga suhu beton. Memerlukan *Water Tank Truck* untuk mensuplai air pada pekerjaan ini.



**Gambar 2.1** Ilustrasi Pekerjaan Pengecoran

(Sumber : Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))

## 2.4 Metode *Half Slab Precast*

Pelaksanaan pekerjaan slab dengan metode *half slab precast* meliputi beberapa penjabaran sebagai berikut :

### 2.4.1 Uraian Singkat

Menurut Ervianto (2006) pracetak adalah teknologi konstruksi struktur beton dengan komponen-komponen penyusun yang dicetak terlebih dahulu pada suatu tempat khusus (*off site fabrication*). komponen-komponen tersebut disusun dan disatukan terlebih dahulu (*pre-assembly*), dan selanjutnya dipasang di lokasi (*installation*).

Menurut Romi (2016) metode *half slab precast* adalah metode kerja pelat lantai yang separuh strukturnya dibangun menggunakan sistem *precast* dan separuhnya lagi dengan cara pengecoran di tempat. Bagian *precast* dapat dibuat di pabrik atau tempat fabrikasi yang disiapkan di lokasi proyek, lalu diangkut ke tempat pemasangan untuk dipasang. Setelah itu, dilakukan pemasangan besi tulangan bagian atas dan pengecoran setengah pelat di lokasi (Daniel Bram Rumahorbo, 2022)

#### **2.4.2 Peralatan yang Digunakan**

Metode *half slab precast* dalam pelaksanaannya memerlukan berbagai jenis peralatan untuk mendukung proses pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Adapun peralatan yang digunakan antara lain sebagai berikut :

- a. *Concrete Vibrator*
- b. *Concrete Pump*
- c. *Truck Mixer*
- d. *Mobile Crane*
- e. *Bar bender*
- f. *Bar Cutting*

#### **2.4.3 Langkah Pelaksanaan Pekerjaan**

Langkah-langkah serta tahapan pelaksanaan pekerjaan *half slab precast* dapat diuraikan secara sistematis sebagai berikut, mulai dari tahap persiapan hingga proses pemasangan, penyambungan dan pengecoran di lokasi proyek.

##### **a. Penyiapan Lahan *Stok Yard***

Penyiapan lahan *stock yard*, diperlukan beberapa hal yang harus diperhatikan, diantaranya:

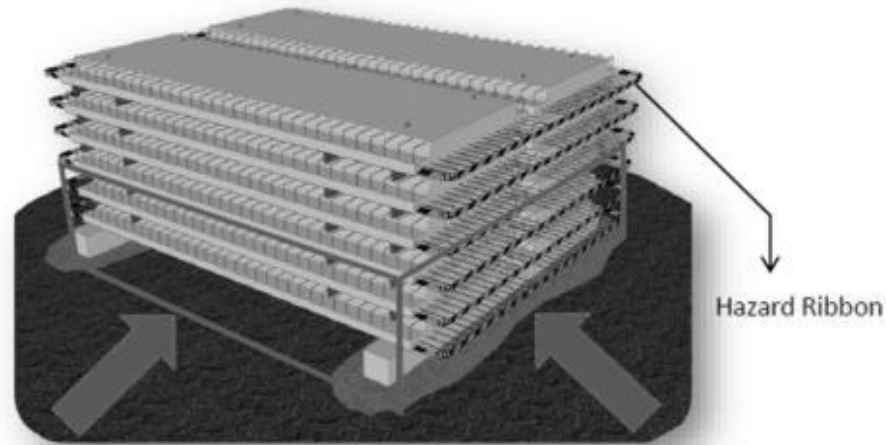
- 1) Lahan harus padat, rata, dan datar
- 2) Terbebas dari genangan air
- 3) Lahan yang memiliki daya dukung kurang baik dapat diperbaiki terlebih dahulu menggunakan material yang diperlukan

##### **b. Penyimpanan *Half Slab Precast***

Dalam penyimpanan elemen *precast*, diperlukan prosedur yang tepat, yaitu sebagai

berikut :

- Menggunakan kayu ganjal menggunakan batang kayu atau yang setara
- Pengamanan tepian *strand slab precast* dengan menggunakan *hazard ribbon*
- Pengangkatan *precast slab* menggunakan *spreader beam* agar beban terbagi merata



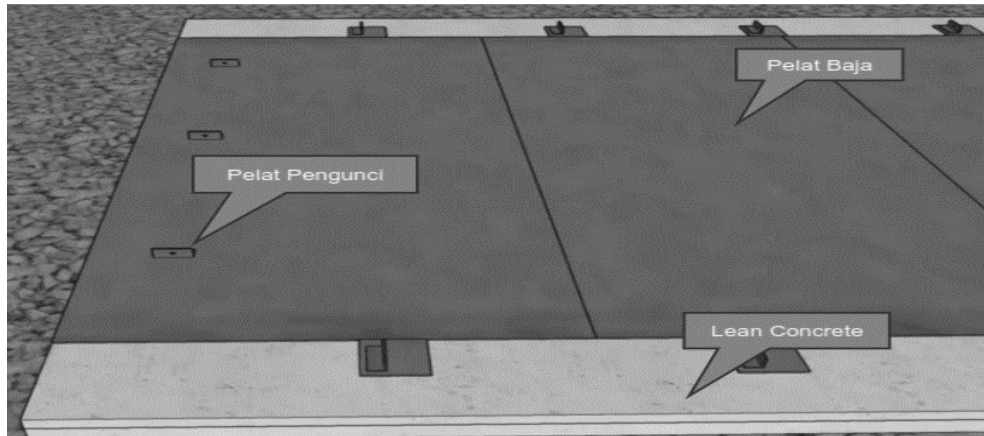
**Gambar 2.2** Penyusunan *Half Slab Precast*

(Sumber : Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))

c. Produksi *Half Slab Precast*

Proses produksi slab precast dalam pekerjaan *half slab precast* merupakan salah satu pekerjaan kritis dalam metode *half slab precast*. Umumnya, tebal dari precast yang digunakan adalah setengah dari tebal keseluruhan dari slab. Langkah Langkah yang harus dilakukan untuk membuat *half slab precast* diantaranya :

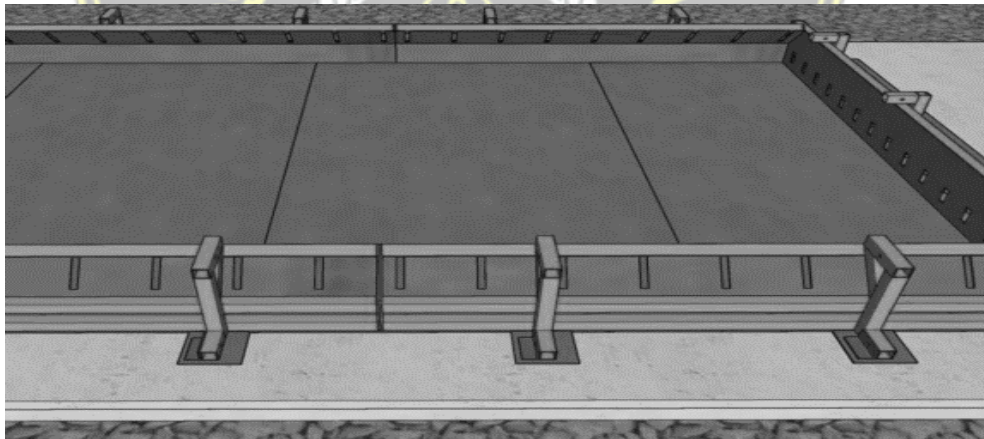
- 1) Menyiapkan lantai kerja yang terdiri dari lean concrete dan pelat baja



**Gambar 2.3** Penyiapan Lantai Kerja

*(Sumber : Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))*

- 2) Memasang bekisting *Half Slab Precast*

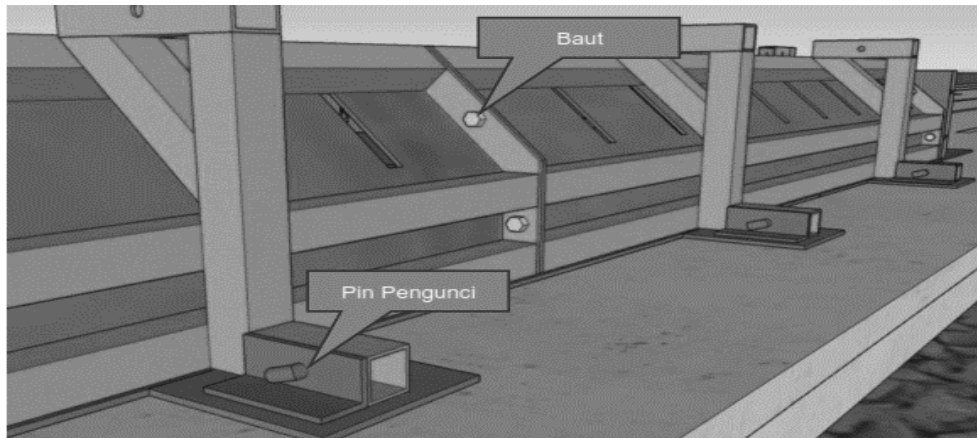


**Gambar 2.4** Pemasangan Bekisting

*(Sumber : Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))*



- 3) Memasang kunci berupa pin serta mur dan baut



**Gambar 2.5** Memasang Kunci

*(Sumber : Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))*

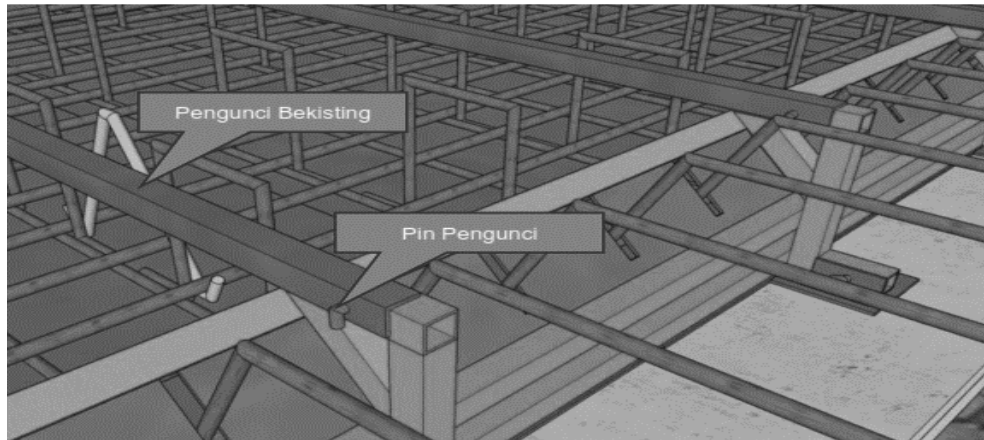
- 4) Membuat pembesian *Half Slab Precast*



**Gambar 2.6** Membuat Pembesian

*(Sumber : Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))*

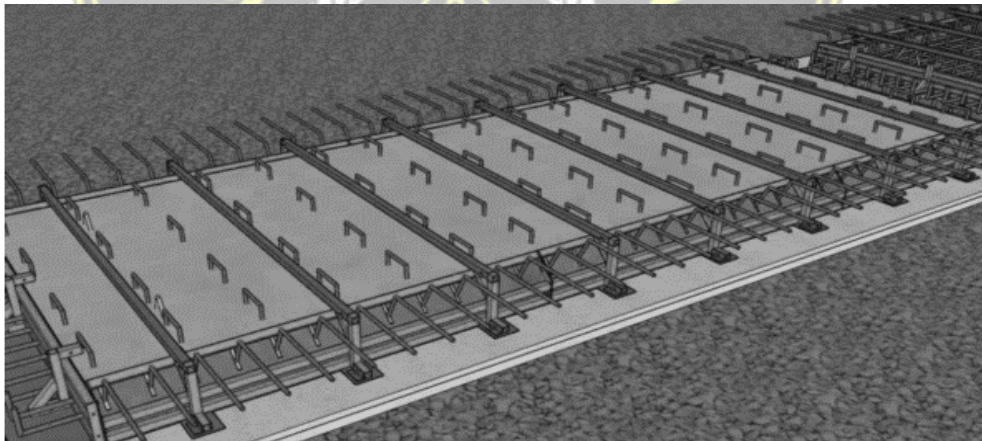
- 5) Berikan kunci pada bagian atas bekisting untuk memperkuat struktur



**Gambar 2.7** Memasang Pengunci Bekisting

*(Sumber : Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))*

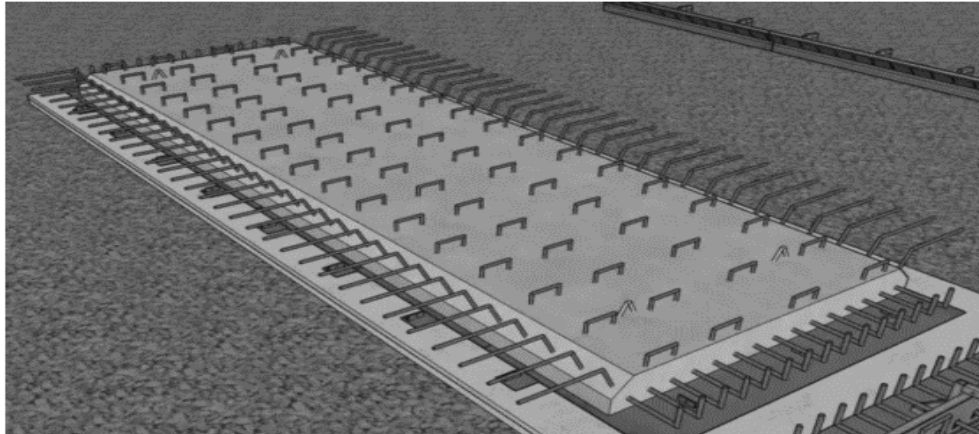
- 6) Lakukan pengecoran *Half Slab Precast*



**Gambar 2.8** Pengecoran *Half Slab Precast*

*(Sumber : Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))*

7) Pelepasan bekisting



**Gambar 2.9** Pelepasan Bekisting

(Sumber : Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))

- 8) Pindahkan *half slab precast* yang sudah jadi ke stok pile untuk membuat precast yang baru

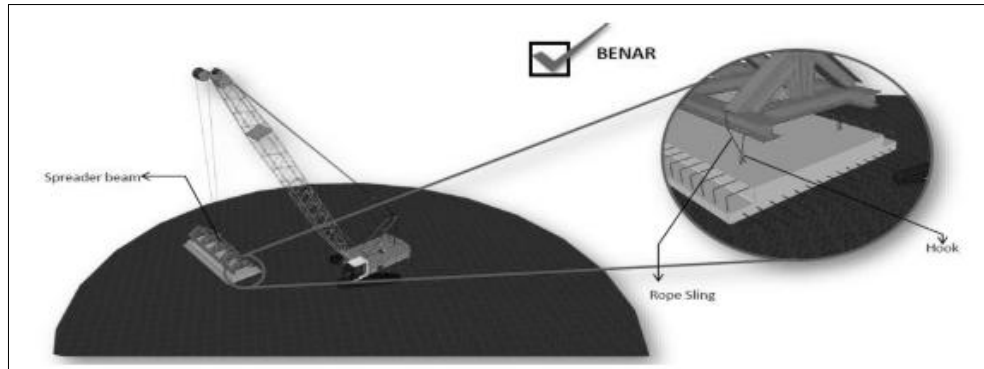
d. Erection *Half Slab Precast*

Dalam pelaksanaan pekerjaan erection girder ada 2 metode yaitu :

1) Metode *Lifting slab*

Beberapa hal yang harus diperhatikan ketika metode *lifting slab* diantaranya :

- Sling harus mampu menahan beban dari *slab precast*.
- Harus digunakan *spreader beam* untuk pengangkatan.
- Patuhi panduan penggunaan truck crane. Perhatikan lengan boom untuk memastikan agar crane tidak terguling, serta kapasitas crane harus mampu mengangkat minimal 1,3 kali dari berat *slab*.
- Pengangkatan *precast slab* dapat menggunakan alat crawler crane atau mobile crane dengan kapasitas sesuai dengan hitungan.
- Sebelum melakukan pengangkatan, crane harus berada pada posisi yang tepat untuk menjangkau precast slab dan dapat mengangkat 130% berat *precast slab*.



**Gambar 2.10** *Lifting slab*

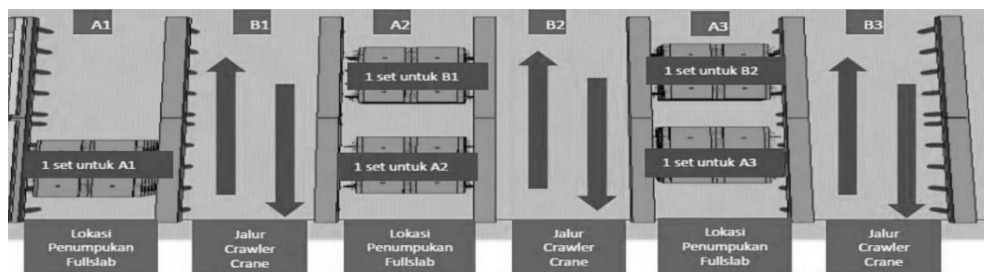
(Sumber : Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))

## 2) *Erection Slab Precast*

Hal-hal yang perlu diperhatikan saat melakukan *erection* adalah :

- Pastikan umur beton *pilehead* telah mencapai umur minimal 28 hari dan umur precast slab telah mencapai minimal 21 hari
- *Rubber sheet* telah dipasang atau digelar pada *pilehead*
- *Stake out* koordinat tepi dimensi *slab* sesuai rencana perletakan tiap tipe *precast slab* terhadap *pilehead*
- Persiapkan alat berat untuk pengangkatan
- Sterilisasi area pengangkatan *slab* dan jalur akses mobilisasi alat dari *stock yard* ke lokasi pengangkatan dari aktifitas yang tidak berhubungan

Skema pemasangan *slab precast* :



**Gambar 2.11** *Skema Pemasangan Slab Precast*

(Sumber : Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))



Langkah-langkah pemasangan *slab precast* yaitu :

- Crane bermanuver masuk pada jalur B1, sambil melakukan *erection slab* pada lokasi A1.



**Gambar 2.12** Crane Bermanuver Masuk

(Sumber : Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))

- *Erection slab* pada area A1 dilakukan hingga ujung.

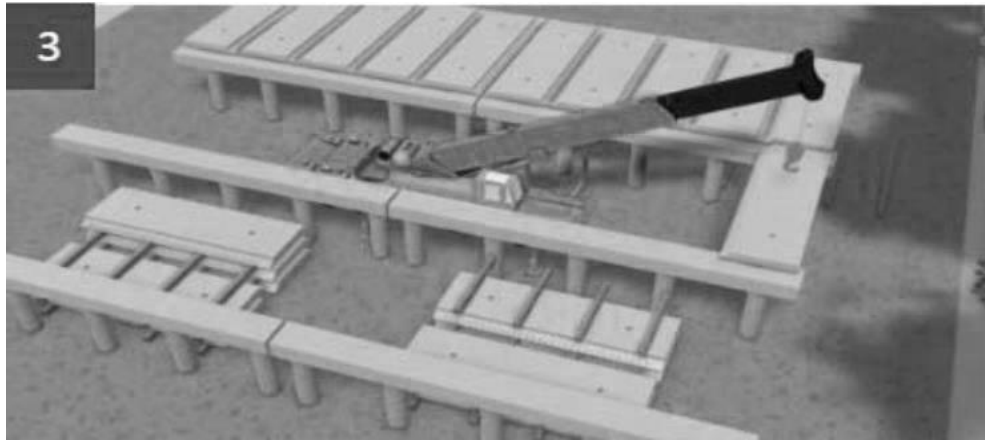


**Gambar 2.13** Erection slab

(Sumber : Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))



- Crane bermanuver keluar pada Jalur B2, sambil melakukan *erection slab* pada lokasi B1



**Gambar 2.14** Crane Bermanuver Keluar

(Sumber : Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))

- Setelah selesai melakukan *erection* pada area B1, crane keluar dan masuk kembali di jalur B2 dengan cara yang sama seperti sebelumnya.



**Gambar 2.15** Crane Keluar dan Masuk Kembali

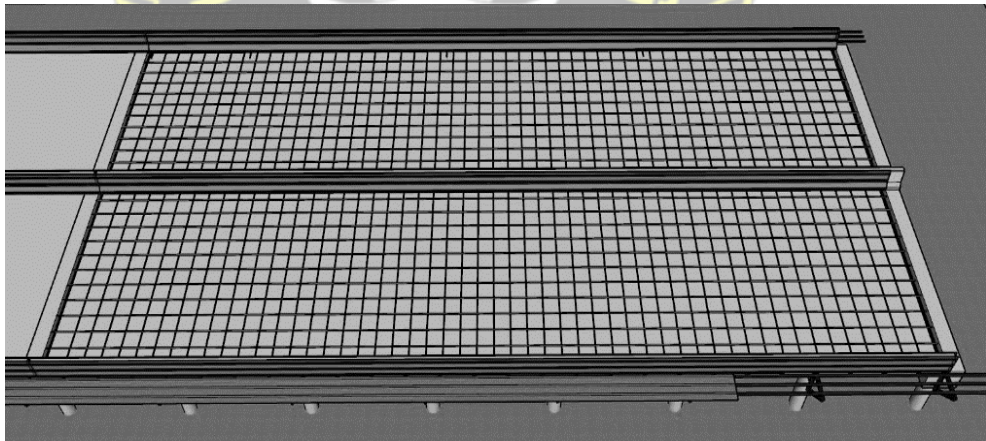
(Sumber : Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))

e. Pemasangan Bekisting *Top Slab*

Pemasangan bekisting pada tahapan ini dilakukan untuk membuat lapisan atas dari *half slab precast* yang mana lapisan ini merupakan lapisan *cast in situ* sehingga membutuhkan bekisting untuk membentuknya.

f. Pembesian *Top Slab*

Perakitan tulangan untuk top slab dilakukan dengan metode perakitan in situ karena keberadaan tulangan stek yang menyulitkan pemasangan tulangan jika menggunakan metode pre-fabrikasi. Tulangan harus terlebih dahulu difabrikasi dengan menggunakan bar bending dan *bar cutter* sesuai dengan bar bending schedule yang tertera pada shop drawing. Selanjutnya, kerangka dipindahkan dengan *crane* ke area kerja dek untuk dirakit oleh tim pekerja pembesian. Fabrikasi pembesian harus sesuai dengan gambar rencana struktur dan disetujui. Pasca pelaksanaan, perlu dilakukan pengecekan Bersama terkait jumlah tulangan, Panjang tulangan, jarak dan dimensi tulangan apakah sudah sesuai dengan shop drawing atau belum. Khusus Panjang penyaluran dalam kondisi Tarik, diatur pada tabel 24.4.2.2 SNI 2847-2019 adalah sebesar 40db (diameter nominal batang tulangan) dan ikatan tulangan harus kuat, kokoh, dan memakai bendrat seluruhnya.



**Gambar 2.16** Pembesian *Top Slab*

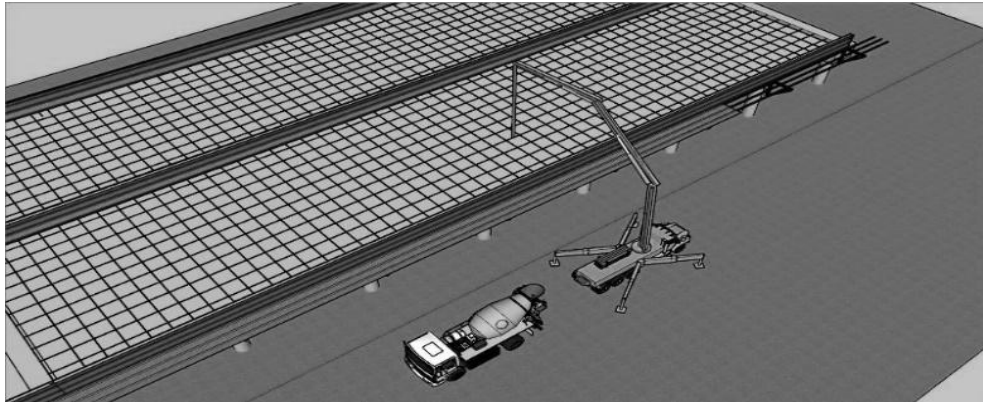
(Sumber : Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))

g. Pengecoran

Dalam proses pengecoran, terdapat beberapa hal penting yang harus diperhatikan guna menjamin kualitas hasil akhir beton serta keberhasilan pekerjaan secara keseluruhan. Adapun aspek yang perlu diperhatikan saat pengecoran antara lain sebagai berikut:

- 1) Melakukan test slump sebelum pengecoran memenuhi syarat yang tercantum pada RKS atau petunjuk konsultan.
- 2) Pengecoran tidak dapat dilakukan sebelum pemeriksaan pemasangan besi tulangan selesai dan mendapatkan izin dari tim pengawas lapangan
- 3) Sebelum pengecoran dilakukan, maka tempat-tempat yang akan dicor terlebih dahulu dibersihkan dari segala kotoran (potongan kayu, batu, tanah, dll)
- 4) Pada saat pengecoran, tidak diperbolehkan menuangkan adukan dengan menjatuhkan dari ketinggian lebih dari 1,5 meter karena dapat menyebabkan pengendapan agregat (agregat beton menjadi tidak homogen)
- 5) Gunakan vibrator sampai kedalaman sekitar 45 sentimeter. Ini dilakukan selama 5–10 detik untuk beton berair *entrained* dan 10–15 detik untuk beton *non-air entrained*
- 6) Lama penggunaan alat vibrator ditentukan oleh nilai slump
- 7) Rapatkan secara merata dan jika mungkin, posisikan vibrator secara vertikal dan biarkan ia turun sendiri karena gravitasi ke dalam beton
- 8) *Vibrator* tidak hanya bekerja pada lapisan yang baru saja dicor, tetapi juga meresap hingga lebih dari sepuluh sentimeter ke lapisan di bawahnya (yang telah dicor sebelumnya) untuk memastikan hubungan yang baik antar lapisan
- 9) Pemadatan yang baik dapat dicapai jika lapisan tipis mortar tampak di permukaan seluruh bekisting dan agregat kasar hilang ke dalam beton atau pasta semen mulai terlihat di sekitar tongkat vibrator dan gelembung udara beton muncul dalam waktu kurang lebih 30 detik
- 10) Stop cor diatur berdasarkan rencana pengecoran dan set bekisting slab yang terpasang
- 11) Pada sambungan pengecoran beton lama dengan beton baru, digunakan lem calbond pada permukaan beton lama guna memastikan sambungan beton memiliki sifat homogen

- 12) Lakukan pembongkaran bekisting setelah umur beton tercapai



**Gambar 2.17** Pengecoran

(Sumber : *Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2*))

h. *Curing* Beton

*Curing* beton dilakukan ketika beton mulai mengeras untuk mencegah kehilangan air dan mempertahankan suhu dan kelembapan. Ini dilakukan agar beton tidak kehilangan terlalu banyak air, yang dapat menyebabkan keretakan. Perawatan beton dilakukan setelah beton mencapai tahap pengerasan (untuk permukaan beton terbuka) atau setelah dibongkar dalam jangka waktu tertentu. Proses perawatan beton dilakukan selama tujuh hari. Slab beton dilapisi dengan membran geotekstil dan disirami dengan air setiap hari.

## 2.5 Penjadwalan Proyek

Menurut Ervianto (2005), Penjadwalan adalah tahap mengubah suatu rencana menjadi diagram aktivitas yang sesuai dengan garis waktu, di mana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai sesuai waktu dan biaya ekonomis.

Salah satu contoh metode penjadwalan adalah PDM. Menurut Soeharto (1999), PDM dikenal adanya konstrain. Satu konstrain hanya dapat menghubungkan dua node, karena setiap node memiliki dua ujung yaitu ujung awal atau mulai = (S) dan ujung akhir atau selesai = (F). Maka di sini terdapat empat macam konstrain yaitu :

1. Finish-to-start (FS) : Suatu aktivitas tidak dapat dimulai selama aktivitas sebelumnya belum berakhir.



2. Start-to-start (SS) : Suatu aktivitas tidak dapat dimulai selama aktivitas lain belum dimulai.
3. Finish-to-finish (FF) : Suatu aktivitas tidak dapat diakhiri selama aktivitas lain berakhir.
4. Start-to-Finish (SF) : Suatu aktivitas tidak dapat diakhiri selama aktivitas A belum dimulai.

Dalam penjadwalan proyek dipengaruhi oleh faktor :

### **2.5.1 Produktifitas dan Durasi Pekerjaan**

Dalam menentukan durasi suatu pekerjaan, yang diperlukan adalah volume pekerjaan serta produktivitas alat yang digunakan. Efisiensi alat tergantung pada kapasitas dan durasi siklus alat yang diukur melalui analisis waktu. Produktivitas karyawan umumnya diperoleh dengan membagi koefisien karyawan yang ada dalam analisis harga satuan dengan jumlah pekerjaan.

### **2.6 Analisa Biaya**

Menurut Sastraatmaja (2006), analisis biaya dilaksanakan untuk mendapatkan estimasi biaya pelaksanaan suatu tugas berdasarkan sumber daya yang tersedia dan metode tertentu. Untuk melakukan analisis biaya, penting untuk mengetahui spesifikasi yang diterapkan dalam perencanaan konstruksi tersebut. Contohnya untuk volume memakai satuan m<sup>3</sup> (meter kubik). Sementara itu, berat dinyatakan dalam satuan kg.

Menurut Wisanggeni (2017), dalam Proyek-proyek besar seperti konstruksi dan penggunaan alat harus dianalisis dari perspektif anggaran yang dialokasikan untuk alat, estimasi waktu, manfaat yang didapat, serta faktor lain, sedangkan biaya proyek dapat dihitung dengan memanfaatkan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Rumus dapat dipakai untuk menghitung anggaran RAB dengan cara berikut :  $RAB = \sum[(Volume\ Pekerjaan) \times Harga\ Satuan\ Pekerjaan]$

Dalam rencana anggaran biaya terdapat dua komponen yang dibutuhkan yaitu sebagai berikut :



### 2.6.1 Komponen Biaya Langsung (Direct Cost)

Berdasarkan Wisanggeni (2017), *direct cost* adalah biaya yang dapat dengan mudah diidentifikasi terkait dengan *cost object*. Jika objek biaya adalah sebuah produk, seperti meja tulis, maka kayu menjadi biaya langsung untuk objek biaya meja tulis karena penggunaannya dapat dengan mudah dilacak ke meja tersebut. Dengan kata lain, dapat dengan mudah dihitung berapa banyak kebutuhan kayu untuk membuat meja. Penetapan *direct cost* kepada *cost object* disebut penelusuran. Komponen biaya langsung meliputi:

#### a. Biaya bahan / material

Merupakan harga bahan atau material yang digunakan dalam proses pelaksanaan konstruksi, yang sudah mencakup biaya transportasi, biaya pemuatan, dan pembongkaran. Biaya kemasan, penyimpanan sementara di gudang, pemeriksaan mutu, dan asuransi.

#### b. Upah tenaga kerja

Pengeluaran yang diberikan kepada pekerja atau buruh dalam menyelesaikan suatu jenis pekerjaan sesuai dengan kemampuan dan keahliannya.

#### c. Biaya peralatan

Biaya yang diperlukan untuk aktivitas sewa, transportasi, pemasangan peralatan, pemindahan, pembongkaran, dan biaya operasional, dapat juga mencakup gaji serta operator mesin dan asisten mereka.

### 2.6.2 Komponen Biaya Tak Langsung (*Indirect Cost*)

Menurut Wisanggeni (2017), menyatakan bahwa biaya *indirect* adalah biaya yang sulit untuk diidentifikasi ke objek biaya. Namun, biaya ini dapat dilacak melalui metode yang tidak efisien. Dalam kasus di mana objek biaya adalah meja, biaya listrik untuk penerangan dianggap sebagai biaya tidak langsung terhadap meja karena sulit untuk mengetahui seberapa banyak penerangan yang digunakan meja. Istilah alokasi mengacu pada biaya tidak langsung ke objek biaya. Biaya tidak langsung mencakup:

#### a. Overhead umum

Overhead umum biasanya tidak dapat segera dimasukkan ke suatu jenis pekerjaan dalam proyek itu, misalnya sewa kantor, peralatan kantor dan alat tulis menulis,

air, listrik, telepon, asuransi, pajak, bunga uang, biaya-biaya notaris, biaya perjalanan dan pembelian berbagai macam barang-barang kecil.

b. *Overload* proyek

*Overhead* proyek adalah pengeluaran yang bisa dibebankan pada proyek tetapi tidak dapat dialokasikan sebagai biaya material, upah tenaga kerja, atau biaya alat, seperti contohnya asuransi, telepon di lokasi proyek, pembelian dokumen kontrak tambahan, survei, izin, dan sebagainya. Persentase *overhead* berkisar antara 12% sampai 30%

c. Profit

Keuntungan yang didapat oleh pelaksana kegiatan proyek (kontraktor) sebagai bentuk kompensasi atas jasa dalam proses pengadaan proyek yang telah dilaksanakan. Secara umum, margin keuntungan yang ditentukan oleh kontraktor dalam penawarannya berada dalam kisaran 10% hingga 12%.

d. Pajak

Beragam jenis pajak seperti PPN, PPh, dan lain-lain terkait hasil kegiatan perusahaan.

## 2.7 Perhitungan Biaya dan Waktu

Menurut Prayogi (2022), perhitungan besarnya biaya yang dibutuhkan untuk setiap metode pelaksanaan dilakukan dengan mengalikan harga satuan yang telah diperoleh melalui analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) dengan volume pekerjaan yang direncanakan.

Selain itu, untuk memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan, mengalikan volume pekerjaan dengan koefisien pemakaian alat pada masing-masing metode. Koefisien ini menunjukkan seberapa besar kapasitas alat untuk menyelesaikan volume pekerjaan dalam satuan waktu tertentu.

Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) untuk pekerjaan slab, baik dengan metode slab in situ maupun half slab precast, menggunakan struktur komponen mata pembayaran yang sama: tenaga kerja, bahan, dan peralatan. Meskipun metode pelaksanaannya berbeda, ketiga komponen ini tetap menjadi dasar perhitungan biaya satuan. Sebagai contoh, rincian AHSP untuk pekerjaan ini adalah sebagai berikut :

- a. Satuan = Jam kerja
- b. Koefisien (Koef.) = Waktu kerja tenaga per satuan output
- c. Harga Satuan = Biaya per jam tiap jenis tenaga kerja
- d. Jumlah Harga = Koefisien  $\times$  Harga Satuan

Jenis pekerjaan yang akan dilakukan menentukan item satuan pekerjaan. Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) digunakan sebagai acuan. Untuk memastikan bahwa pekerjaan konstruksi secara nasional seragam dan sesuai, kedua peraturan ini memberikan standar teknis dan standar satuan yang digunakan saat membuat Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP).

Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) dapat digunakan sebagai referensi untuk item koefisien, yang dihitung melalui analisis teknik dan mencakup rincian komponen yang berkaitan dengan kebutuhan pekerjaan.

Koefisien : Kapasitas Produksi

Contoh perumusan koefisien pada pekerjaan *slab*

1. Alat *Concrete Pump*

Kapasitas Alat (V)

Faktor Efisiensi Alat (Fa)

Waktu Siklus (Ts1)

- Waktu Memompa (T1)
- Waktu Menunggu, Penggantian *Truck Mixer* (T2)
- Lain-lain (T3)

Kapasitas Produksi / jam (Q1) =  $((V \times Fa \times 60) / Ts)$

Koefisien Alat / M3 =  $1 / (Q1)$

2. Alat *Compressor* 4000-6500 L/M

Kapasitas Alat (V)

Faktor Efisiensi Alat (Fa)

Waktu Pembersihan Permukaan / m2 (T)

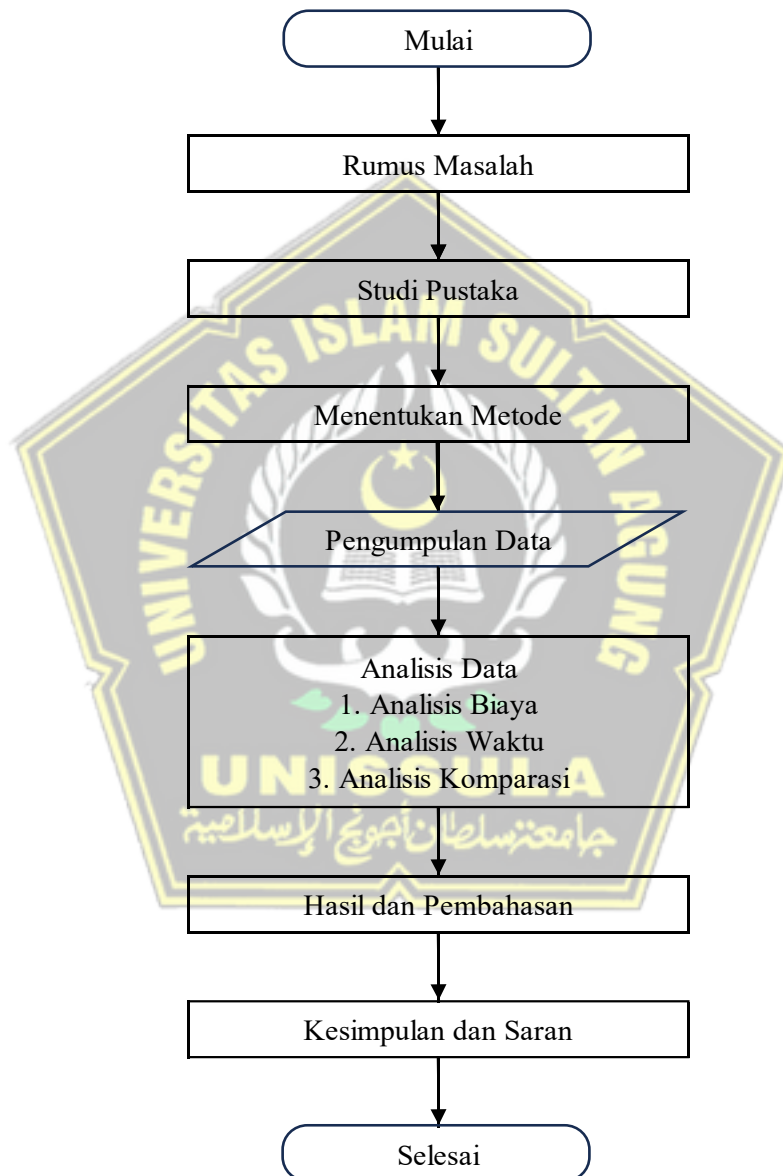
Tebal Hampan (t)

Kapasitas Produksi / jam (Q2) =  $((Fa \times 60) / (t \times T))$

Koefisien Alat / M3 = 1 / (Q2)

Pada item harga satuan didapatkan dari Standar Harga Satuan Barang dan Jasa Pemerintah Provinsi dimana tempat pelaksanaan konstruksi dilakukan.

## 2.8 Kerangka Berfikir



**Gambar 2.18** Kerangka Berfikir Penelitian

*(Sumber : Oleh Penulis)*

## 2.9 Penelitian Terdahulu

**Tabel 2.1** Penelitian Terdahulu

No.	Judul Penelitian	Penulis, Tahun	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Peneliti
1.	Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Metode Pelat Konvensional (Cast In Situ) dengan Metode Half Slab Precast pada Proyek Pembangunan RS UPT Vertikal Surabaya	(Rachmat Gunawan1, I Nyoman Dita Pahang Putra, Nia Dwi Puspitasari, 2024)	Untuk menentukan perbandingan waktu dan biaya metode pelat konvensional (cast in situ) dengan metode half slab precast	<p>Dari hasil analisis dan perhitungan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Metode konvensional (cast in situ) membutuhkan waktu selama 160 hari dan biaya sebesar Rp. 13.315.000.000,00 dengan total pekerja sebanyak 276 orang.</li> <li>2. Metode half slab precast membutuhkan waktu selama 140 hari dan biaya sebesar Rp. 10.736.000.000,00 dengan total pekerja sebanyak 156 orang.</li> <li>3. Dari hasil perbandingan antara kedua metode di atas dapat dilihat bahwa metode half slab precast membutuhkan lebih sedikit 120 orang, membutuhkan waktu lebih sedikit 20 hari atau 12,1%, dan menghemat biaya sebesar Rp. 2.579.000.000,00 atau 18,32%.</li> </ol>	Perbedaan penelitian terletak pada lokasi penelitian dan pada struktur bangunan yang diteliti.



No.	Judul Penelitian	Penulis, Tahun	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Peneliti
2.	Analisa Perbandingan Sistem Pelat Konvensional dengan Sistem Precast Half Slab dalam Segi Waktu dan Biaya	(Ilham Riyadi, Elvira Handayani, Wari Dony, 2022)	Menganalisis perbandingan dari segi biaya dan waktu antara metode konvensional dengan metode precast half slab sekaligus mengkaji metode manakah yang lebih menguntungkan antara metode pelat lantai konvensional dengan metode precast half slab dilihat dari segi biaya dan waktu	Dari hasil analisis dan perhitungan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa : 1. Metode Pelat Lantai Konvensional membutuhkan biaya sebesar Rp. 847.576.000,00 dengan waktu pelaksanaan selama 84 hari kalender dan metode Precast Half Slab membutuhkan biaya sebesar Rp. 809.467.000,00 dengan waktu pekerjaan selama 63 hari kalender. 2. Metode Precast Half Slab lebih menguntungkan dibandingkan dengan metode Pelat Lantai Konvensional dengan selisih biaya sebesar Rp. 38.110.000,00 atau 4,50 % dan selisih waktu pekerjaan selama 21 hari kalender atau 25 %.	Perbedaan penelitian terletak pada struktur bangunan yang diteliti.

No.	Judul Penelitian	Penulis, Tahun	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Peneliti
3.	Analisis Perbandingan Sistem Struktur Pelat Lantai Metode Precast Half Slab Dan Metode Konvensional	(Azizah Istighozah, 2024)	Menganalisis perbandingan antara struktur metode precast half slab dan konvensional menggunakan perhitungan manual dibantu dengan aplikasi Safe 12.	<p>Dari hasil analisis dan perhitungan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kekuatan lentur nominal pelat metode precast half slab dapat memikul beban akibat gaya luar sebesar 10,19274 kNm sedikit lebih besar dari metode konvensional sebesar 9,909 kNm.</li> <li>2. Precast half slab memiliki displacement sebesar 0,145701 mm sedangkan pelat konvensional sebesar 0,101956 mm.</li> <li>3. Pada pelat metode precast half slab, terdapat pertemuan antara beton lama berupa precast half slab dan beton baru berupa pelat konvensional sebagai topping yang mengakibatkan terjadinya gaya geser/slip antara kedua metode pelat.</li> <li>4. Hasil Analisis yang dilakukan dengan bantuan software Safe 12 didapatkan nilai gaya normal pada pelat terbesar yaitu 5,3 kN/m.</li> </ol>	Perbedaan penelitian terletak pada struktur bangunan yang diteliti dan topik penelitian yang diteliti yaitu analisis kekuatan struktur.

No.	Judul Penelitian	Penulis, Tahun	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Peneliti
				5. Beberapa keuntungan menggunakan precast half slab dibanding pelat konvensional adalah dengan adanya topping, dari segi kekuatan, pelat mampu meningkatkan kapasitasnya terhadap pembebanan terpusat tidak terduga yang lebih besar dari rencana.	
4.	Analisis Dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Pelat Lantai Dengan Metode Half Slab Pada Proyek Pembangunan Gedung Manhattan Medan	(Daniel Bram Rumahorbo, 2022)	Menganalisis momen menggunakan metode koefisien momen dan perhitungan biaya menggunakan metode analisa harga satuan pekerjaan	<p>Dari hasil analisis dan perhitungan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :</p> <p>1. Berdasarkan perhitungan momen pelat lantai didapatkan hasil :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tulangan arah X daerah tumpuan menggunakan tulangan D10 – 240mm.</li> </ul> <p>Dengan luas tulangan yang diperlukan (<math>A_s = 278 \text{ mm}^2</math>)</p> <p>Tulangan arah X daerah lapangan menggunakan tulangan D10 – 240mm. Dengan luas tulangan yang diperlukan (<math>A_s = 238 \text{ mm}^2</math>)</p>	Perbedaan penelitian terletak pada struktur bangunan yang diteliti dan topik penelitian yang diteliti yaitu perhitungan momen dan perhitungan biaya.

No.	Judul Penelitian	Penulis, Tahun	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Peneliti
5.	Redesign Struktur Gedung Rusun dengan Half Slab System dan Balok Precast U-Shell	(Jaka Propika, Yanisfa Septiarsilia, Dita Kamarul Fitriyah, 2022)	Menganalisis perbandingan reaksi struktur eksisting, perilaku struktur eksisting, reaksi struktur berat secara keseluruhan. Parameter perbandingan adalah menghitung berapa dimensi penampang dan menghitung berapa penulangan kedua struktur elemen balok precast U-Shell dan pelat lantai Half Slab terhadap kondisi eksisting	<p>Dari hasil analisis dan perhitungan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nilai partisipasi massa pada kedua kondisi pemodelan telah memenuhi syarat. Dengan kondisi eksisting pada arah X mendapatkan nilai 91% dimodal ke-26 dan arah Y mendapatkan nilai sebesar 95% dimodal ke-28, dan sedangkan pada kondisi remodeling pada arah X mendapatkan nilai 95% dimodal ke-26 dan arah Y mendapatkan nilai sebesar 94% dimodal ke-27.</li> <li>2. Pada perbandingan periode, struktur remodeling mendapatkan nilai 1,086 s lebih kecil dari pada pemodelan struktur eksisting 1,281 s.</li> <li>3. Pada Perbandingan simpangan antar lantai, struktur remodeling nilainya lebih kecil dari pada struktur eksisting, dengan demikian</li> </ol>	Perbedaan penelitian terletak pada lokasi penelitian, struktur bangunan yang diteliti dan topik penelitian yang diteliti.

No.	Judul Penelitian	Penulis, Tahun	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Peneliti
				<p>dapat disimpulkan bahwa struktur eksisting lebih fleksibel dibandingkan dengan struktur remodeling.</p> <p>Perbandingan berat struktur dari kedua pemodelan terdapat perbedanaan selisih pada pemodelan eksisting struktur lebih ringan 408,558 ton terhadap struktur kondisi remodeling, hal ini dipengaruhi karena dimensi pada kondisi eksisting lebih bervariasi dibandingkan remodeling dan untuk persentase perbandingan antar pemodelan mendapatkan nilai sebesar 17%.</p>	

*(Sumber : Jurnal atau Penelitian Terdahulu)*



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada pekerjaan *slab* dalam jembatan tipe *pile slab* dengan panjang total 100 meter yang terletak pada penampang jalan antara STA 70+212 - 70+312. Pekerjaan tersebut merupakan bagian dari Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang–Panimbang Seksi III (Cileles–Panimbang) Fase 2 Paket 2, yang menjadi objek studi dalam penelitian ini.

#### 3.2 Pengumpulan Data

Data harus dikumpulkan untuk mendapatkan informasi penelitian. Data yang diperlukan untuk penelitian harus benar dan dapat diidentifikasi melalui pengamatan.

##### 3.2.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung melalui observasi, wawancara atau survei. Pengambilan data primer dilakukan di lokasi penelitian. Lokasi penelitian berada di Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang–Panimbang Seksi III (Cileles–Panimbang) Fase 2 Paket 2. Data primer yang diperoleh berupa tahapan pelaksanaan pekerjaan dan dokumentasi pekerjaan.

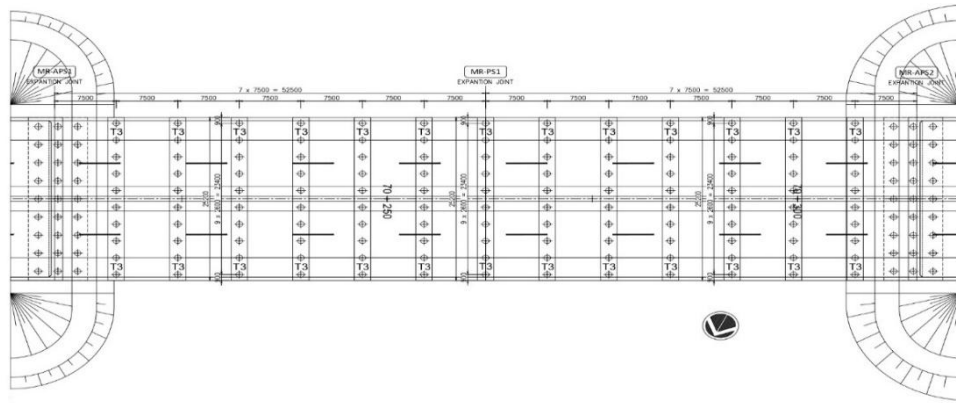
##### 3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder digunakan untuk menyusun tugas akhir dan berasal dari sumber yang dapat dipertanggungjawabkan, seperti literatur resmi dan instansi diantaranya yaitu:

##### 1. Gambar Kerja (*Shop Drawing*)

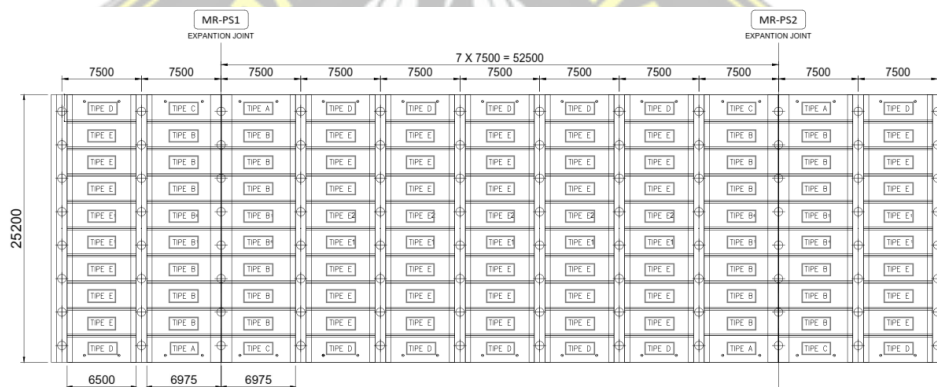
Gambar kerja (*shop drawing*) digunakan untuk menghitung volume pekerjaan yang nantinya digunakan untuk menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Gambar kerja metode *slab in situ* diperoleh dari PT. Wiratman KSO - PT. Lemtek Konsultan Indonesia dan gambar kerja metode *half slab precast* diperoleh dari PT. Ciriayasa Cipta Mandiri – PT. Tata Guna Patria – Delta Tama Waja C (KSO).



**Gambar 3.1** Denah Proyek Pembangunan Jembatan *Pile Slab* Sepanjang 100 M (STA 70+212 – 70+312) Pada Proyek Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2 Menggunakan Metode *Slab In Situ*

(Sumber : Gambar Kerja Proyek Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))



**Gambar 3.2** Denah Proyek Pembangunan Jembatan *Pile Slab* Sepanjang 100 M (STA 70+212 – 70+312) Pada Proyek Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2 Menggunakan Metode *Half Slab Precast*

(Sumber : Gambar Kerja Proyek Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))

## 2 Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) didasarkan pada Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Konstruksi Nomor 68/SE/Dk/2024 Tentang Tata Cara Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. AHSP menggunakan harga satuan yang ditetapkan berdasarkan Peraturan

Gubernur Banten Nomor 39 Tahun 2021 Tentang Standar Harga Satuan Barang/Jasa Pemerintah Provinsi Banten Tahun Anggaran 2022.

### 3. Katalog Sumber Daya Peralatan Konstruksi

Produksi alat berat yang digunakan untuk menghitung durasi pelaksanaan pekerjaan dihitung menggunakan katalog sumber daya peralatan konstruksi oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat tahun 2023.

## 3.3 Analisis Data

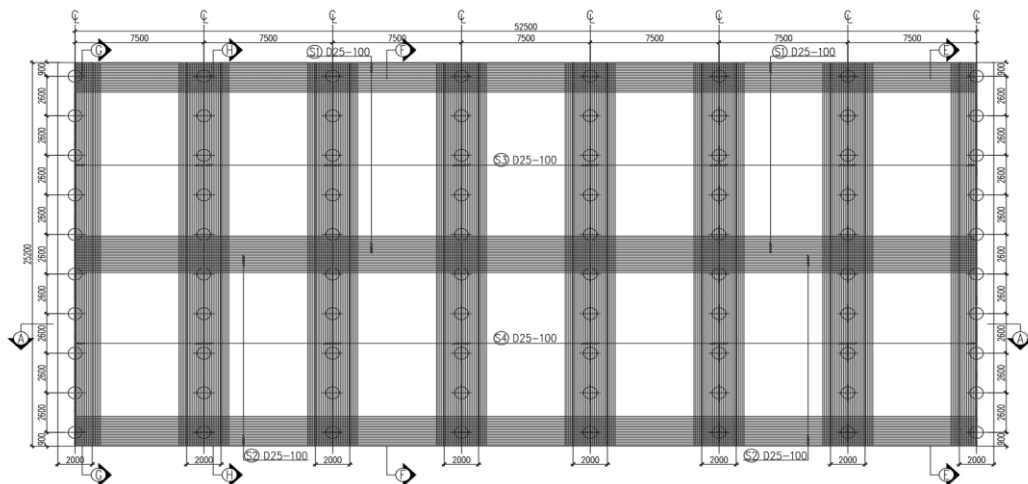
Analisis data dilakukan setelah seluruh data yang diperlukan terkumpul. Pada penelitian ini, terdapat 3 aspek yang dianalisis yaitu metode pelaksanaan, biaya pelaksanaan, dan waktu pelaksanaan.

### 3.3.1 Analisis Metode Pelaksanaan

Menyusun urutan aktivitas untuk metode *slab in situ* dan metode *half slab precast*, serta meninjau setiap langkah tugas. Untuk menentukan biaya dan waktu pelaksanaan setiap metode, analisis metode pelaksanaan digunakan. Secara ringkas, instruksi untuk pelaksanaan adalah sebagai berikut:

#### a. Metode *Slab In Situ*

Dalam metode *slab in situ*, pekerjaan pile slab dimulai dengan pemasangan bekisting dan perancah, diikuti dengan pemasangan tulangan baja, kemudian pengecoran beton dilakukan secara menyeluruh di tempat. Beton dibiarkan mengeras (*curing*) di lokasi untuk membentuk pelat yang monolitik dan terintegrasi.



**Gambar 3.3** Detail Penulangan Pekerjaan Slab Pada Pekerjaan Jembatan Pile Slab Proyek Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2

(Sumber : Gambar Kerja Proyek Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2)

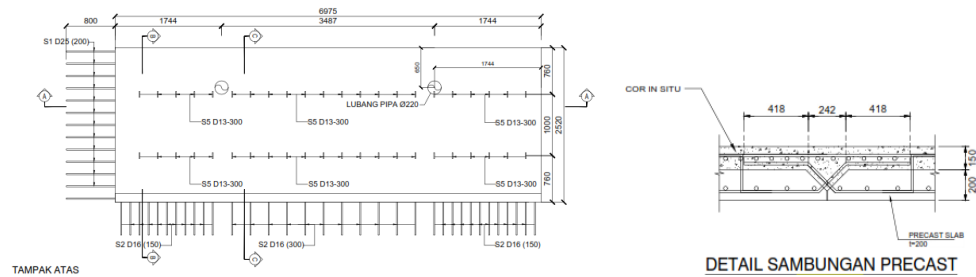
b. Metode *Half Slab Precast*

Dalam metode *half slab precast*, Setengah dari struktur plat dikerjakan menggunakan sistem *precast*, sedangkan setengahnya lagi dilakukan dengan metode pengecoran di lokasi. Bagian *precast* dapat diproduksi di pabrik atau lokasi fabrikasi yang disiapkan di area proyek dan kemudian dikirim ke lokasi pemasangan untuk dipasang.

**Tabel 3.1** Dimensi Precast Pekerjaan Slab

Type	Dimensi
Type A	6,975 m x 2,520 m
Type B	6,975 m x 2,520 m
Type C	6,975 m x 2,520 m
Type D	6,500 m x 2,520 m
Type E	6,500 m x 2,520 m

(Sumber : Gambar Kerja Proyek Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2)



**Gambar 3.4** Detail *Precast Type A* Pekerjaan Slab Pada Pekerjaan Jembatan Pile Slab Proyek Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2

(Sumber : Gambar Kerja Proyek Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2)

### 3.3.2 Analisis Biaya Pelaksanaan

Analisis biaya pelaksanaan dibutuhkan untuk mengetahui besarnya biaya yang dibutuhkan pada masing-masing metode dalam pelaksanaan proyek tersebut. Hal yang diperhatikan dalam analisis biaya pelaksanaan adalah :

#### a. Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Untuk menghitung biaya yang diperlukan untuk setiap pekerjaan dalam proyek, dilakukan analisis harga satuan pekerjaan. Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Konstruksi Nomor 68/SE/Dk/2024 Tentang Tata Cara Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat mengacu pada analisis biaya untuk pekerjaan slab dengan metode slab in situ, sedangkan analisis biaya untuk pekerjaan slab dengan metode half slab precast mengacu pada Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Konstruksi Nomor 68/SE/Dk/2024 Tentang Tata Cara Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum.

#### b. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perhitungan rencana anggaran biaya dihitung berdasarkan AHSP sesuai dengan kegiatan pekerjaan masing-masing metode. Rencana anggaran biaya dihitung berdasarkan pada volume tiap kegiatan pekerjaan dikalikan dengan Harga Satuan Pekerjaan (HSP).



### 3.3.3 Analisis Waktu Pelaksanaan

Analisis waktu pelaksanaan setiap kegiatan pekerjaan dihitung dengan cara membagi volume tiap pekerjaan dengan nilai produktivitas tenaga kerja atau alat. Hal yang diperhatikan dalam analisis waktu pelaksanaan adalah :

#### a. Identifikasi dan Pengurutan Kegiatan

Dalam melaksanakan identifikasi kegiatan, tindakan yaitu menentukan semua jenis kegiatan yang ada pada pekerjaan *slab* jembatan *pile slab* dan membuat *Work Breakdown Structure (WBS)*. Setelah identifikasi kegiatan, urutan kegiatan dianalisis untuk menentukan hubungan antar kegiatan dan mengidentifikasi jalur kritis yang ada pada proyek.

#### b. Produktivitas Tenaga Kerja

Produktivitas tenaga kerja merupakan besarnya volume pekerjaan yang dihasilkan seorang tenaga kerja atau sekelompok tenaga kerja selama periode waktu tertentu. Sehingga, produktivitas tenaga kerja didapatkan dengan cara volume pekerjaan dibagi dengan jumlah tenaga kerja.

#### c. Produktivitas Alat Berat

Dengan menggunakan analisis waktu, produktivitas alat berat dapat dihitung dengan membagi kapasitas alat berat dengan waktu siklusnya.

### 3.4 Analisis Perbandingan

Aspek yang akan dianalisis sebagai pembandingan metode *slab in situ* dan metode *half slab precast* meliputi :

#### 1. Biaya Pelaksanaan metode *slab in situ* dan metode *half slab precast*.

Tujuan dari melakukan perbandingan biaya pelaksanaan antara metode *slab in situ* dan metode *half slab precast* adalah untuk mengetahui efisiensi biaya masing-masing metode. Efisiensi biaya diwakili dengan persentase (%).

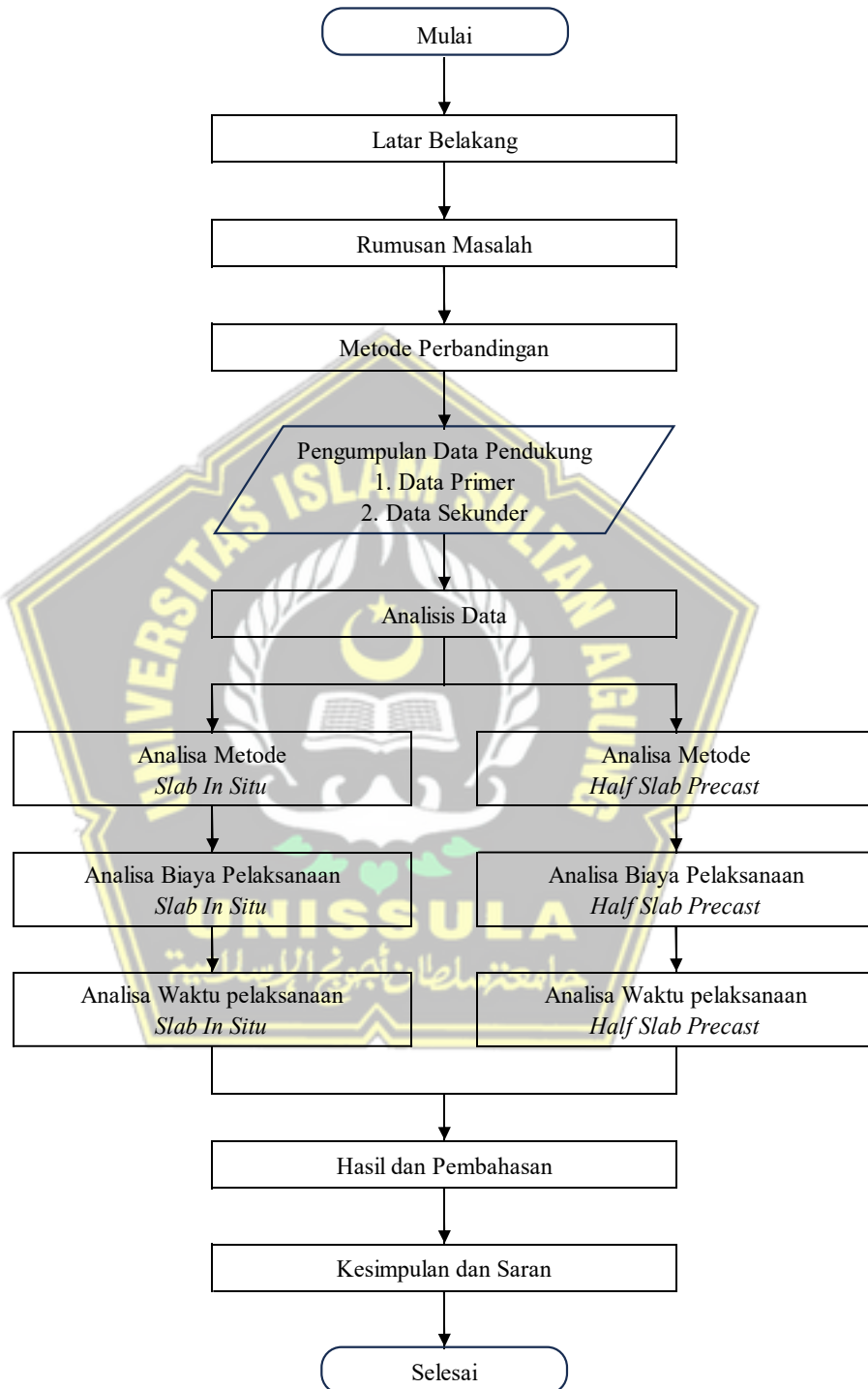
#### 2. Waktu pelaksanaan metode *slab in situ* dan metode *half slab precast*.

Tujuan dari perbandingan waktu pelaksanaan metode *slab in situ* dan *half slab precast* adalah untuk menentukan efektivitas waktu masing-masing metode.

### 3.5 Diagram Alir Metode Penelitian

Representasi visual dari proses dan tahapan-tahapan dalam suatu penelitian. Ini membantu peneliti untuk menentukan alur kerja dan melacak kemajuan penelitian

secara visual. Diagram alir menunjukkan tahapan-tahapan utama dalam penelitian, seperti pengumpulan data, analisis data, dan pengambilan kesimpulan, dan membantu menjaga konsistensi dan logika dalam proses penelitian.



**Gambar 3.5** Diagram Alir Metode Penelitian

(Sumber : Oleh Penulis)

## BAB IV

### HASIL DAN ANALISIS

#### 4.1 Data Kondisi Eksisting

Data kondisi saat ini digunakan untuk mengevaluasi efektivitas biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan *slab* atau lantai jembatan *pile slab*. Informasi umum ini mencakup informasi dasar tentang lokasi, aspek teknis dan administratif yang mendukung analisis menyeluruh dari subjek penelitian. Sebagai contoh, data umum yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- a. Nama Pekerjaan : Pembangunan Jalan Tol Serang – Panimbang  
Seksi III (Cileles – Panimbang ) Fase 2 Paket 2
- b. Lokasi Pekerjaan : Kecamatan Sindangresmi dan Patia,  
Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten
- c. Objek Struktur : Jembatan Pile Slab STA 70+212 – 70+312
- d. Panjang Objek : 100 M



**Gambar 4.1** Lokasi Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III  
(Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2)

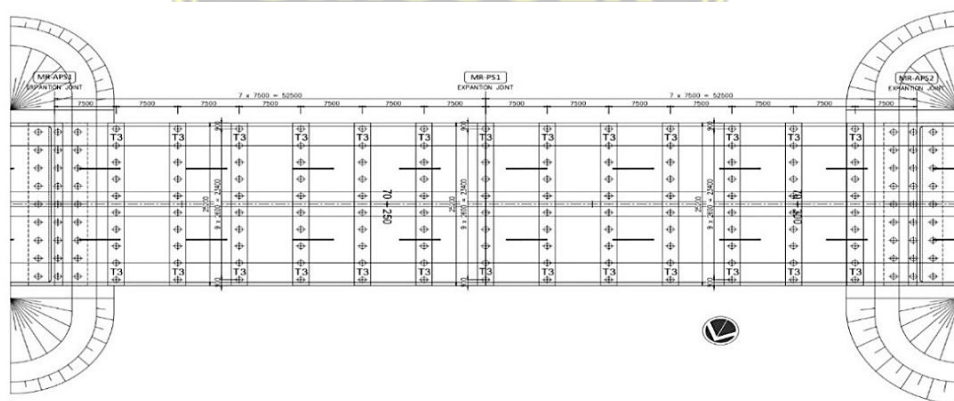
*(Sumber : Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))*



**Gambar 4.2** Denah *Trace* Lokasi Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2)

(Sumber : *Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2*))

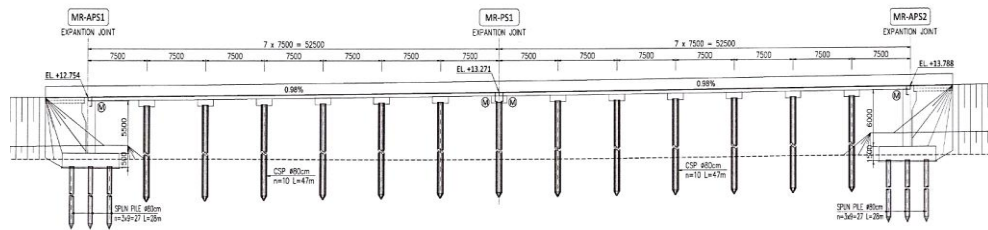
Dalam penelitian ini, kami melihat beberapa metode alternatif untuk menyelesaikan struktur bagian atas. Salah satu metode yang digunakan adalah pengecoran *slab in situ* pada slab beton atau lantai jembatan *pile slab*. Metode precast setengah slab yang menggunakan peralatan berat akan digunakan sebagai alternatif, karena lebih efisien dari segi waktu dan biaya. Adapun bentuk denah dan potongan memanjang bangunan terdapat pada gambar 4.1, 4.2.



**Gambar 4.3** Denah Jembatan *Pile Slab* STA 70+212 – 70+312

(Sumber : *Gambar Kerja Proyek Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2*))





**Gambar 4.4** Potongan Memanjang Jembatan *Pile Slab* STA 70+212 – 70+312

(Sumber : Gambar Kerja Proyek Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))

## 4.2 Metode *Slab In Situ*

Untuk memastikan bahwa kualitas dan kekuatan struktur yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi teknis yang berlaku, pekerjaan dengan metode *slab in situ* dilakukan secara berurutan dan sistematis. Tahapan pengerjaan metode ini adalah sebagai berikut:

### a. Fabrikasi Bekisting

Pekerjaan bekisting slab untuk pemotongan plywood harus dilakukan secara langsung di lokasi dengan mempersiapkan material utama seperti kaso 5/7, balok kayu 6/12, dan papan plywood. Ini harus dilakukan dengan sangat hati-hati dan teliti sehingga hasil akhirnya sesuai dengan luasan pelat yang akan dibuat.

### b. Pemasangan Bekisting

Tahapan pemasangan bekisting adalah sebagai berikut :

1. *Scaffolding* dengan masing – masing jarak 100 cm disusun berjajar sesuai dengan kebutuhan di lapangan.
2. Memperhitungkan ketinggian *scaffolding* dengan mengatur *base jack* atau *U-head jack* nya.
3. Pada U-head dipasang balok kayu 6/12 sejajar dengan arah cross brace dan balok suri kayu 5/7 dengan arah melintangnya,
4. Kemudian dipasang plywood sebagai alas. Pasang juga dinding untuk tepi pada pelat dan dijepit menggunakan siku. Plywood dipasang serapat mungkin, sehingga tidak terdapat rongga yang dapat menyebabkan kebocoran pada saat pengecoran.
5. Semua bekisting rapat terpasang, sebaiknya diolesi dengan minyak bekisting

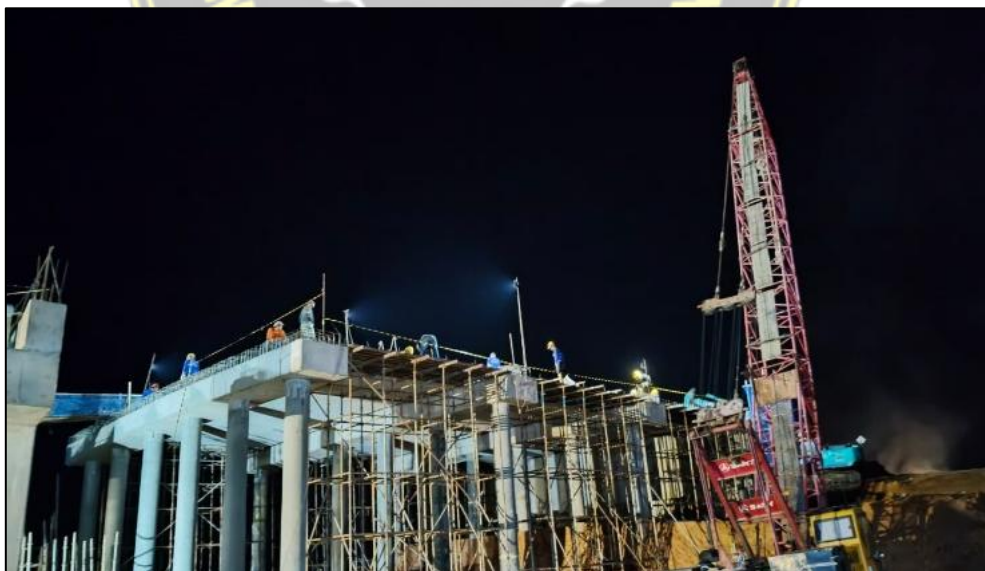


agar beton tidak menempel pada bekisting, sehingga dapat mempermudah dalam pekerjaan pembongkaran dan bekisting masih dalam kondisi layak pakai untuk pekerjaan berikutnya.



**Gambar 4.5 Pemasangan Scaffolding**

*(Sumber : Dokumen)*



**Gambar 4.6 Pemasangan Bekisting**

*(Sumber : Dokumen)*





**Gambar 4.9 Pembesian Slab**

(Sumber : Dokumen)

d. Pengecoran Slab

Peralatan pendukung untuk pekerjaan pengecoran yaitu *truck mixer*, *bucket*, *vibrator*, lampu kerja, papan perata, Adapun prosesnya sebagai berikut :

1. Pengecekan tulangan dan pelat yang sudah terpasang apakah sesuai dengan gambar dan memastikan kebersihan bekisting dan tulangan. Setelah semua oke, *engineer* membuat izin cor dan mengajukan surat izin ke konsultan pengawas dan apabila disetujui pengawas dapat dilakukan pengecoran.
2. Selanjutnya mengambil sampel (tabung silinder) dan *test slump* yang diawasi oleh *engineer* dan pihak pengawas. Untuk pelaksanaan pengecoran, digunakan *concrete pump* yang menyalurkan beton *readymix* dari *truck mixer* ke lokasi pengecoran, dengan menggunakan pipa pengecoran yang di sambung-sambung.
3. Masukkan beton *readymix* ke area pengecoran dan padatkan menggunakan *vibrator*. Setelah selesai, permukaan coran diatur dengan alat manual.





**Gambar 4.10** Pengecoran

(Sumber : Dokumen)

e. Pembongkaran Bekisting dan *Curing*

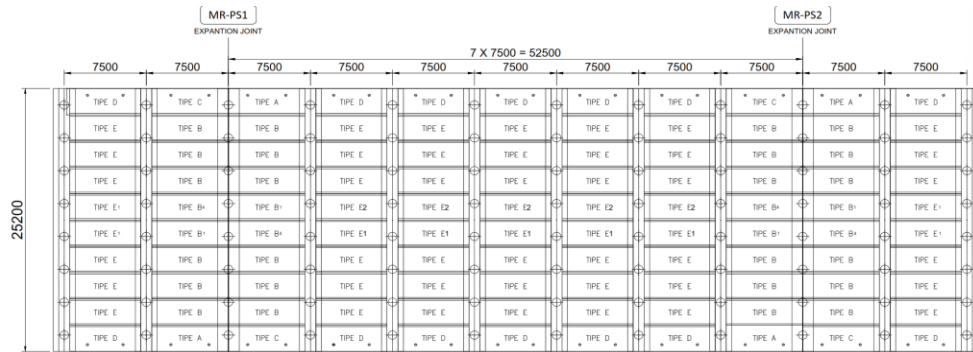
Setelah pengecoran, bekisting dibongkar dalam waktu empat hingga tujuh hari. Untuk membantu hingga pelat mengeras sepenuhnya. Setelah pengecoran, beton dirawat untuk menjaga kualitasnya. Penyiraman beton dilakukan dua kali sehari selama seminggu.

### 4.3 Metode *Half Slab Precast*

Salah satu alternatif untuk metode *slab in situ* adalah metode *half slab precast*. Dalam kasus di mana jenis precast pada sambungan menggunakan jenis sambungan basah, yaitu cor di tempat sebagian atau cor atas *slab precast (overtopping)*, ada beberapa tahapan yang harus dilakukan:

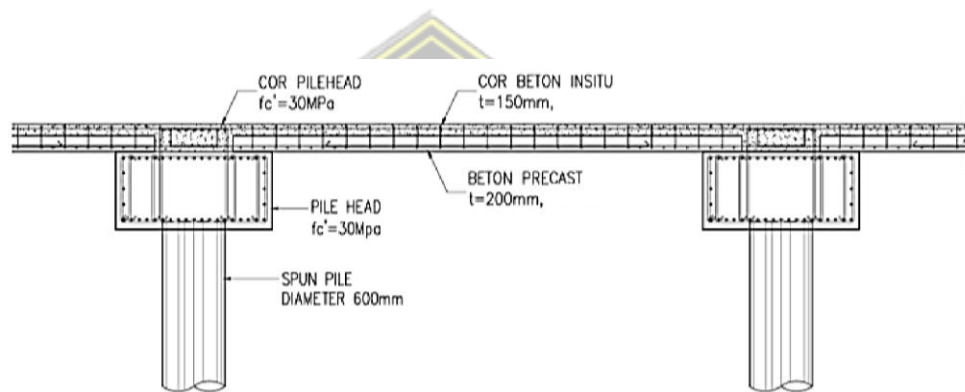
a. Design *Half Slab Precast*

Pada tahap perencanaan desain metode half slab precast, tidak dilakukan perhitungan secara mandiri, desain yang digunakan merupakan hasil perencanaan dan perhitungan yang telah disusun oleh tenaga ahli di bidang perencanaan struktur, yang kompetensinya dapat dipertanggungjawabkan dan telah diakui secara profesional.



**Gambar 4.11** Denah Metode *Half slab Precast*

(Sumber : Gambar Tenaga Ahli Bidang Perencana Struktur))



**Gambar 4.12** Potongan Memanjang Metode *Half slab Precast*

(Sumber : Gambar Tenaga Ahli Bidang Perencana Struktur))

b. Pembuatan dan mobilisasi unit *Precast*

Unit *Precast* diperoleh dengan cara pembelian atau pemesanan dari pihak ketiga (vendor) yang telah ditunjuk, sesuai dengan spesifikasi dan desain yang ditetapkan sebelumnya. Setelah proses fabrikasi selesai, unit *Precast* tersebut dimobilisasi menuju lokasi proyek.

Ada beberapa persyaratan teknis yang harus diperhatikan saat mengangkat atau menggerakkan unit precast. Pertama, unit hanya dapat diangkut setelah 7 hari berlalu. Selain itu, unit harus memenuhi persyaratan hasil pengujian kuat tekan beton selama 7 hari, menurut Spesifikasi Umum Untuk Jalan Bebas Hambatan dan Jalan Tol Agustus 2020, yang menunjukkan bahwa beton yang telah diuji selama 7 hari harus memiliki kekuatan 90 persen dari nilai kuat tekannya.

Pada proses pengangkatan unit saat mobilisasi dilakukan pemasangan



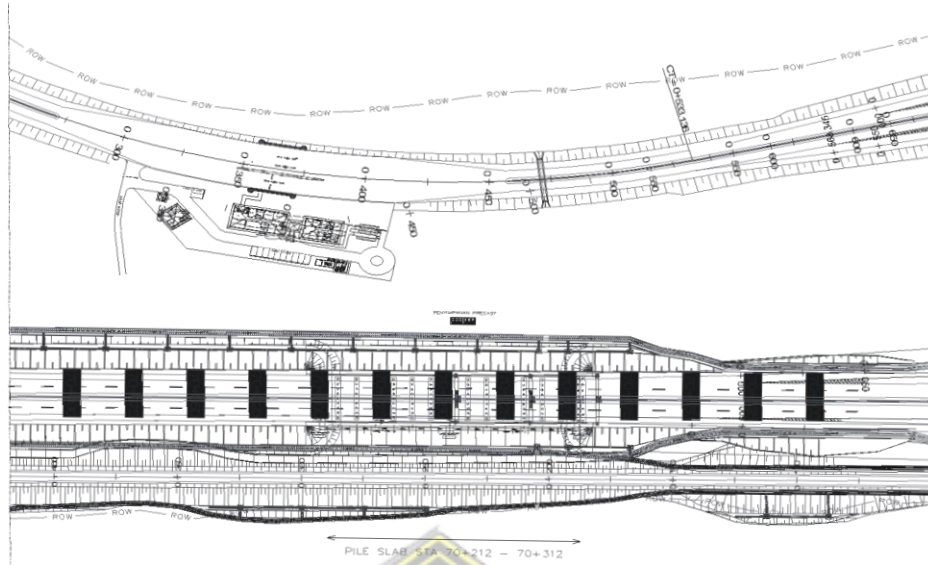
sling berupa kawat baja pada 4 posisi titik angkat dari pelat, pengangkatan pelat dilakukan secara hati-hati untuk menjaga unit tetap dalam kondisi baik.

c. Penyimpanan unit *Precast*

Dalam penyimpanan unit *Precast* harus memperhatikan ketentuan teknis yang dianjurkan agar kualitas unit tetap terjaga sebelum proses pemasangan dilakukan. Penyimpanan dilakukan dengan menyusun atau menumpuk unit dan menjaga kedudukan tetap level atau tidak miring agar tidak terjadi distorsi atau lendutan. Dua buah atau lebih kayu perletakan (dengan ukuran minimum 5 – 10 cm) akan ditempatkan menjadi dudukan dengan kokoh dan dibuat rata sejajar sebelum setiap unit ditaruh di atasnya,

Dalam setiap penyusunan unit perlu disisipkan balok kayu sebagai alas penyekat untuk mencegah terjadinya gesekan dan benturan antar unit, yang dapat menyebabkan kerusakan berupa retak atau pecah pada unit tersebut. Hal yang harus diperhatikan juga dalam penyimpanan unit *precast*, Unit harus disusun dan dikelompokkan sesuai urutan pelaksanaan pemasangan, di mana unit yang akan dipasang terlebih dahulu ditempatkan di posisi paling atas atau paling mudah dijangkau. Hal ini bertujuan untuk mempermudah proses pengambilan serta menjaga efisiensi waktu selama pelaksanaan pekerjaan.

Adapun dalam penyimpanan harus mempertimbangkan *site layout* management yang baik agar tower crane dapat bekerja secara efisien.



**Gambar 4.13 Site Layout**

(Sumber : Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))

d. Instalasi unit *Precast*

Instalasi unit precast menggunakan kran mobil. Unit diangkat dengan sling kawat baja yang dipasang pada empat titik angkat yang telah ditentukan pada pelat. Kemudian, unit ditempatkan dan disusun secara tepat di lokasi yang telah ditentukan sesuai dengan desain dan gambar rencana yang telah disetujui.

e. Bekisting *Overtopping*

Pekerjaan pemasangan bekisting *overtopping* dilakukan pada sisi luar atau samping-samping untuk nantinya pengecoran *overtopping*.

f. Pembesian *Overtopping*

Pemasangan *overtopping* dilakukan secara langsung di atas slab pelat precast yang sudah dipasang sebelumnya. Pelat, yang terdiri dari dua lapisan tulangan (atas dan bawah), dihubungkan dengan tulangan secara silang dan diikat dengan kawat ikat, yang juga dikenal sebagai ikatan ayam.

g. Pengecoran *Overtopping*

Secara umum, proses pengecoran *overtopping* hampir mirip dengan slab in situ, di mana *engineer* melakukan pengecekan terlebih dahulu dan membuat surat izin pengecoran yang ditandatangani oleh pengawas.

Alat-alat yang digunakan antara lain adalah :

1. *Truck Mixer*

*Truck mixer* berguna untuk mengangkut beton sampai ke proyek dimana satu truck mixer mempunyai kapasitas angkut 6-7 m<sup>3</sup>

2. *Concrete Pump*

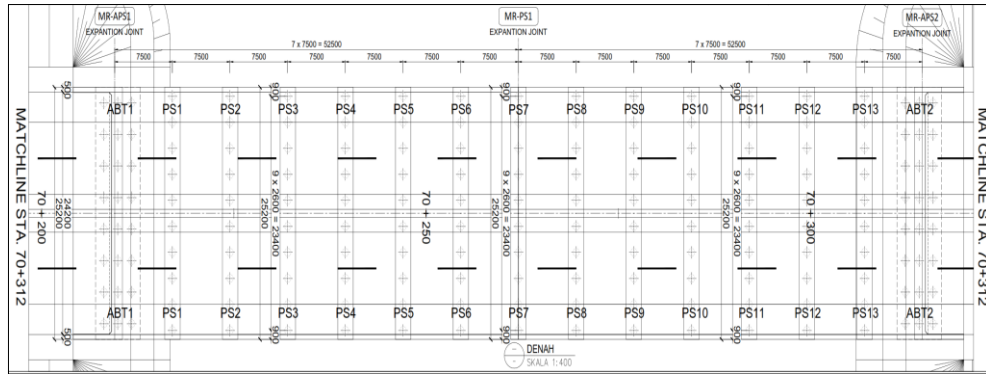
Dalam pekerjaan pengecoran, direncanakan menggunakan beton basah dan *concrete pump*.

h. Pembongkaran Bekisting

Setelah pengecoran, bekisting dibongkar selama empat hingga tujuh hari. Beton dirawat dengan menyiram dua kali sehari selama satu minggu untuk menjaga kualitasnya.

#### 4.4 Analisis Waktu Metode *Slab In Situ*

Dalam metode *slab in situ*, perancah, pembesian, dan pengecoran adalah kegiatan yang dilakukan dalam pelaksanaan sistem *slab in situ*. Analisis waktu menggunakan satuan hari atau hari kalender untuk menghitung waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap tugas berdasarkan volume pekerjaan, produktivitas pekerja, dan alat. Kemudian, jadwal disusun. Analisis waktu berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 1 tahun 2022 mengenai Pedoman Penyusunan Estimasi Biaya Pekerjaan Konstruksi dalam Sektor Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat



**Gambar 4.14** Gambar Kerja Pile Slab STA 70+212 – 70+312

(Sumber : Gambar Kerja Proyek Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))

Perhitungan volume bekisting, pembesian dan pengecoran dapat dihitung dari gambar kerja di atas yang akan dilakukan, berikut ini terlampiran hitungan volume bekisting, besi dan beton area span 1 (MR-APS 1 s/d MR-PS 1) sebagai berikut :

a. Perhitungan Volume Bekisting

Dimensi slab yaitu :

- Panjang 1 span = 52,5 m
- Lebar slab = 25,2 m
- Tingg slab = 0,35 m

Perhitungan volume bekisting yaitu

- Bekisting Alas = Panjang x Lebar  
= 52,5 x 25,2  
= 1.323,00 m<sup>2</sup>

- Bekisting Sisi Kanan = Panjang x Tinggi  
= 52,5 x 0,35  
= 18,38 m<sup>2</sup>

- Bekisting Sisi Kiri = Panjang x Tinggi  
= 52,5 x 0,35  
= 18,38 m<sup>2</sup>

- Bekisting Sisi PS 1 = Lebar x Tinggi  
= 25,2 x 0,35  
= 8,82 m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} & \text{Total volume bekisting 1 span (MR-APS 1 s/d MR-PS 1)} \\ &= \text{Alas} + \text{Sisi Kanan} + \text{Sisi Kiri} + \text{Sisi APS 1} + \text{Sisi PS 1} \\ &= 1.323,00 \text{ m}^2 + 18,38 \text{ m}^2 + 18,38 \text{ m}^2 + 8,82 \text{ m}^2 + 8,82 \text{ m}^2 \\ &= 1.377,39 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Volume Besi

- Besi D25 = 191.738,47 kg
- Besi D16 = 5.280,04 kg

$$\begin{aligned} & \text{Total volume besi 1 span (MR-APS 1 s/d MR-PS 1)} \\ &= \text{Besi D25} + \text{Besi D16} \\ &= 191.738,47 \text{ kg} + 5.280,04 \text{ kg} \\ &= 197.018,51 \text{ kg} \end{aligned}$$

### c. Perhitungan Volume Beton

Dimensi slab yaitu :

- Panjang 1 span = 52,5 m
- Lebar slab = 25,2 m
- Tebal slab = 0,35 m

Volume beton 1 span (MR-APS 1 s/d MR-PS 1)  
 = Panjang x Lebar x Tebal  
 = 52,5 m x 25,2 m x 0,35 m  
 = 463,05 m<sup>3</sup>



**Tabel 4.1** Rekap Volume Pekerjaan Metode *Slab In Situ* Total (MR-APS 1 s/d MR-APS 2)

No.	Lokasi	Volume		
		Bekisting (m <sup>2</sup> )	Besi (kg)	Beton (m <sup>3</sup> )
1	MR-APS 1 s/d MR-PS 1	1.377,39	197.018,51	463,05
2	MR-PS 1 s/d MR-APS 2	1.377,39	197.018,51	463,05
<b>Total</b>		<b>2.754,78</b>	<b>394.037,02</b>	<b>926,10</b>

(Sumber : Analisa Penulis)

#### 4.4.1 Pekerjaan Acuan atau Bekisting dan Perancah

Pekerjaan perancah dan bekisting berhubungan satu sama lain dari awal hingga akhir. Pekerjaan dimulai dengan penyetelan dan pemasangan perancah sebagai penopang, kemudian bekisting dipasang sebagai cetakan beton. Setelah beton mengeras, keduanya dibongkar secara bertahap hingga pekerjaan selesai

Pada pekerjaan acuan dan perancah tenaga kerja, digunakan empat grup kerja, masing-masing terdiri dari dua tukang dan lima pekerja, dengan satu mandor yang mengepalai sumber berdasarkan pengamatan lapangan.

Produktifitas pekerja untuk *slab in situ* untuk luas per 20 m<sup>2</sup> adalah :

- Menyetel : 30 menit / 0,5 jam
- Memasang : 90 menit / 1,5 jam
- Bongkar : 60 menit / 1 jam

Jam kerja per hari yang dimiliki adalah 8 jam/hari. Sebagai contoh digunakan perhitungan span 1 (MR-APS 1 s/d MR-PS 1) dan untuk mendapatkan hitungan waktu per area digunakan rumus sebagai berikut :

Setel acuan dan perancah :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu per area} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas per Jam} \times 8 \text{ Jam Kerja} \times N \text{ Grup}} \\
 &= \frac{1.377,39}{(20/0,5) \times 8 \times 4} \\
 &= 1,076 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Pasang acuan dan perancah :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu per area} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas per Jam} \times 8 \text{ Jam Kerja} \times N \text{ Grup}} \\
 &= \frac{1.377,39}{(20/1,5) \times 8 \times 4} \\
 &= 3,228 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Bongkar acuan dan perancah :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu per area} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas per Jam} \times 8 \text{ Jam Kerja} \times N \text{ Grup}} \\
 &= \frac{1.377,39}{(20/1) \times 8 \times 4} \\
 &= 2,152 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

**Tabel 4.2** Waktu Pekerjaan Bekisting Metode *Slab In Situ* Total (MR-APS 1 s/d MR-APS 2)

No.	Pekerjaan	Waktu (hari)	
		MR-APS 1 s/d MR-PS 1	MR-PS 1 s/d MR-APS 2
1	Setel Acuan / Bekisting dan Perancah	1,076	1,076
2	Pasang Acuan / Bekisting dan Perancah	3,228	3,228
3	Pembongkaran Acuan / Bekisting dan Perancah	2,152	2,152
<b>Total</b>		<b>12.912</b>	

(Sumber : Analisa Penulis)

#### 4.4.2 Pekerjaan Pembesian

Standar Harga Satuan Barang/Jasa Pemerintah Provinsi Banten Tahun Anggaran 2022 dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2016 dapat digunakan untuk menghitung durasi. Untuk satu span lima puluh grup, di mana satu grup kerja terdiri dari satu tukang besi dan satu pekerja, diperlukan lima mandor, lima puluh tukang besi, dan lima puluh pekerja, berdasarkan pengalaman di lapangan. (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan

Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2016) menetapkan indeks pekerja 0,007 OH per kilogram besi tulangan polos dan ulir

$$\text{Produktifitas Orang Hari} = \frac{1}{0,007} = 142,86 \text{ Kg/OH}$$

Maka didapatlah untuk satu grup pekerja mengerjakan 142,86 Kg per harinya

Kebutuhan tulangan *slab in situ* pada span 1 (MR-APS 1 s/d MR-PS 1) yaitu sebesar 197.018,51 Kg. Pada penggunaan waktu didapat berdasarkan dari pengamatan lapangan dan untuk perhitungan waktu pekerja per area digunakan rumus sebagai berikut :

a. Waktu Pekerja 1 span

$$\begin{aligned} \text{Waktu per area} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas per Jam} \times \text{N Grup}} \\ &= \frac{197.018,51}{142,86 \times 50} \\ &= 27,749 \text{ hari} \end{aligned}$$

b. Crane (10 – 15) Ton

Kapasitas produksi alat crane (10 – 15) ton yaitu :

- Kapasitas Angkat (V) = 10000 kg = 10 ton
- Faktor Efisiensi Alat (Fa) = 0,75 (Kondisi Baik)
- Waktu siklus (T)
  - Waktu Mengikat (T1) = 2 menit
  - Waktu Memindahkan (T2) = 6 menit
  - Waktu Kembali (T3) = 2 menit

$$\begin{aligned} \text{Produktifitas Crane} &= \frac{V \times Fa \times 60}{T} \\ &= \frac{10 \times 0,75 \times 60}{(2+6+2)} \\ &= 45 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

Dalam perhitungan menghitung span 1 (MR-APS 1 s/d MR-PS 1). Untuk mendapat hitungan waktu per area digunakan rumus sebagai berikut :

1. Volume Besi = 197.018,51 kg = 197,019 ton
2. Kebutuhan Besi =  $\frac{197,019 \text{ ton}}{10 \text{ ton}} = 19,702 \approx 20 \text{ Kali}$

3. Kemampuan Produksi = 45 ton/jam
4. Waktu Operasional =  $20 \times 10 \text{ ton} / 45 \text{ ton/jam}$   
= 4,444 jam  
= 0,556 hari

Total waktu pembesian 1 span (MR-APS 1 s/d MR-PS 1)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Waktu Pekerja} + \text{Waktu Operasional Alat} \\
 &= 27,582 + 0,556 \\
 &= 28,138 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Jadi, waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian metode *slab in situ* 1 span yaitu 28,138 hari.

#### 4.4.3 Pekerjaan Pengecoran

Pada pekerjaan pengecoran dibutuhkan *concrete pump* yang berguna untuk memindahkan beton saat proses pengecoran dilaksanakan, dilakukan dengan cara memompa dan harus memenuhi kekentalan dan slump tertentu dengan diameter agregat yang disyaratkan dan penggunaan waktu didapatkan berdasarkan dari pengamatan lapangan. Perhitungan *concrete pump* dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut :

##### a. Concrete Pump

Kapasitas produksi alat *Concrete Pump* yaitu:

- Kapasitas Alat (V) =  $6 \text{ m}^3$
- Efisiensi Kerja Alat (E) = 0,75 (Kondisi Baik)
- Waktu Siklus (T)

$$\text{Waktu Mengatur Posisi (T1)} = 2 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Mengatur Pipa (T2)} = 2 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Memompa (T3)} = 10 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Pergantian Truck (T5)} = 5 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Test Slump (T4)} = 3 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produktifitas Concrete Pump} &= \frac{V \times E \times 60}{T} \\
 &= \frac{6 \times 0,75 \times 60}{(2+2+10+5+3)} \\
 &= 12,273 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Dalam perhitungan menghitung span 1 (MR-APS 1 s/d MR-PS 1) dengan kebutuhan beton sebesar 463,05 m<sup>3</sup>. Untuk mendapat hitungan waktu per area digunakan rumus sebagai berikut :

1. Volume Pengencoran = 463,05 m<sup>3</sup>
2. Kebutuhan Ready Mix =  $\frac{463,05 \text{ m}^3}{7 \text{ m}^3} = 66,15 \approx 67 \text{ Kali}$
3. Kemampuan Produksi = 12,273 m<sup>3</sup>/jam
4. Waktu Operasional =  $67 \times 6 \text{ m}^3 / 12,273 \text{ m}^3/\text{jam}$   
= 32,756 jam

5. Waktu persiapan *concrete pump* dan *truck mixer*

- Pengaturan Posisi = 2 menit
- Pengaturan Pipa = 2 menit
- Pergantian *Truck* = 5 menit x 67 kali = 335 menit
- *Test Slump* = 3 menit x 67 kali = 201 menit

Total = 540 menit  $\approx$  9 jam

6. Waktu pasca Pengoperasian

- Pembersihan Pompa = 20 menit
- Bongkar Pipa = 15 menit
- Persiapan Kembali = 5 menit

Total = 40 menit  $\approx$  0,67 jam

Total waktu pengecoran 1 span (MR-APS 1 s/d MR-PS 1)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Waktu Pengoperasian} + \text{Waktu Persiapan} + \text{Waktu Pasca Pengoperasian} \\
 &= 32,756 \text{ jam} + 9 \text{ jam} + 0,67 \text{ jam} \\
 &= 42,426 \text{ jam} \\
 &= 5,303 \text{ hari (1 Concrete Pump)}
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukannya pengecoran selanjutnya diharuskan melakukan curing selama 7 hari untuk menghindari kehilangan air di dalam beton secara drastis yang mengakibatkan beton retak. Dari semua uraian diatas dapat dihitung waktu total pelaksanaan pekerjaan pengecoran dengan metode *slab in situ* pada span 1 (MR-APS 1 s/d MR-PS 1) adalah :



**Tabel 4.3 Waktu Pekerjaan Metode *Slab In Situ* Total**  
(MR-APS 1 s/d MR-APS 2)

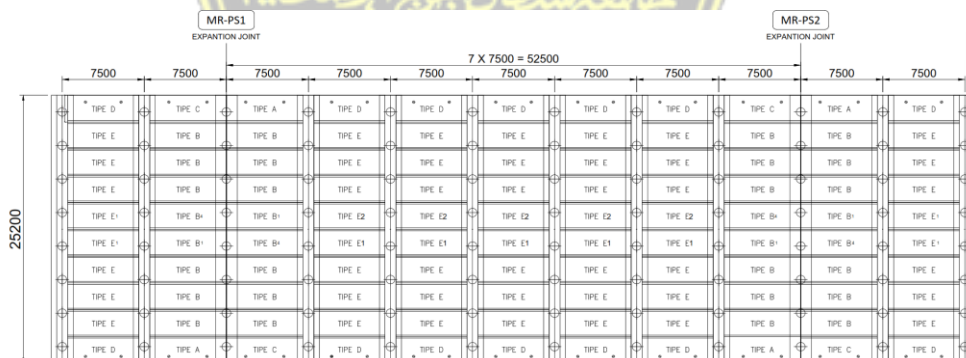
No.	Pekerjaan	Waktu (hari)	
		MR-APS 1 s/d MR-PS 1	MR-PS 1 s/d MR-APS 2
1	Setel Acuan / Bekisting dan Perancah	1,076	1,076
2	Pasang Acuan / Bekisting dan Perancah	3,228	3,228
3	Pembesian	28,138	28,138
4	Pengecoran	5,303	5,303
5	Pembongkaran Acuan / Bekisting dan Perancah	2,152	2,152
<b>Total</b>		<b>79.794</b>	

(Sumber : Analisa Penulis)

Total durasi pekerjaan metode *slab in situ* adalah 79,794 hari atau 80 hari.

#### 4.5 Analisis Waktu Metode *Half Slab Precast*

Analisis waktu untuk metode *half slab precast* menggunakan landasan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 1 tahun 2022 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.



**Gambar 4.15 Gambar Tipikal Half Slab**

(Sumber : Gambar Tenaga Ahli Bidang Perencana Struktur)

Perhitungan volume menjadi langkah awal dalam menganalisis waktu, volume dapat dihitung dari gambar atau desain yang sudah ditetapkan seperti pada gambar di atas, berikut ini terlampiran volume bekisting, besi dan beton untuk span pertama (MR-APS 1 s/d MR-PS 1) sebagai berikut :

a. Jumlah *half slab precast*

- Type A = 2 Buah
- Type B = 12 Buah
- Type B1 = 2 Buah
- Type B4 = 2 Buah
- Type C = 2 Buah
- Type D = 10 Buah
- Type E = 30 Buah
- Type E1 = 5 Buah
- Type E2 = 5 Buah

b. Perhitungan Volume Bekisting *Overtopping*

Dimensi slab yaitu :

- Panjang 1 span = 52,5 m
- Lebar slab = 25,2 m
- Tingg slab = 0,15 m

Perhitungan volume bekisting yaitu

- Bekisting Sisi Kanan = Panjang x Tinggi  

$$= 52,5 \times 0,15$$

$$= 7,875 \text{ m}^2$$
- Bekisting Sisi Kiri = Panjang x Tinggi  

$$= 52,5 \times 0,15$$

$$= 7,875 \text{ m}^2$$
- Bekisting Sisi APS 1 = Lebar x Tinggi  

$$= 25,2 \times 0,15$$

$$= 3,780 \text{ m}^2$$
- Bekisting Sisi PS 1 = Lebar x Tinggi

$$= 25,2 \times 0,15$$

$$= 3,780 \text{ m}^2$$

Total volume bekisting 1 span (MR-APS 1 s/d MR-PS 1)

$$= \text{Sisi Kanan} + \text{Sisi Kiri} + \text{Sisi APS 1} + \text{Sisi PS 1}$$

$$= 7,875 \text{ m}^2 + 7,875 \text{ m}^2 + 3,780 \text{ m}^2 + 3,780 \text{ m}^2$$

$$= 23,310 \text{ m}^2$$

c. Perhitungan Volume Besi *Overtopping*

- Besi D25 = 41.993,563 kg
- Besi D16 = 14.993,563 kg

Total volume besi 1 span (MR-APS 1 s/d MR-PS 1)

$$= \text{Besi D25} + \text{Besi D16}$$

$$= 41.993,563 \text{ kg} + 14.993,563 \text{ kg}$$

$$= 56.983,781 \text{ kg}$$

d. Perhitungan Volume Beton *Overtopping*

Dimensi slab yaitu :

- Panjang 1 span = 52,5 m
- Lebar slab = 25,2 m
- Tebal slab = 0,15 m

Volume beton 1 span (MR-APS 1 s/d MR-PS 1)

$$= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tebal}$$

$$= 52,5 \text{ m} \times 25,2 \text{ m} \times 0,15 \text{ m}$$

$$= 198,45 \text{ m}^3$$

**Tabel 4.4** Rekap Volume Pekerjaan Metode *Half Slab* Total  
(MR-APS 1 s/d MR-APS 2)

No.	Lokasi	Volume				
		<i>Precast</i>		<i>Overtopping</i>		
		<i>Type</i>	Jumlah (buah)	Bekisting (m <sup>2</sup> )	Besi (kg)	Beton (m <sup>3</sup> )
1	MR-APS 1 s/d MR-PS 1	A	2	23,31	56.983,78	198,45
		B	12			
		B1	2			

No.	Lokasi	Volume				
		Precast		Overtopping		
		Type	Jumlah (buah)	Bekisting (m <sup>2</sup> )	Besi (kg)	Beton (m <sup>3</sup> )
		B4	2			
		C	2			
		D	10			
		E	30			
		E1	5			
		E2	5			
		2	MR-PS 1 s/d MR-APS 2			
B	12					
B1	2					
B4	2					
C	2					
D	10					
E	30					
E1	5					
E2	5					
Total			140	46,62	113.967,56	396,90

(Sumber : Analisa Penulis)

#### 4.5.1 Mobilisasi dan Penyimpanan Unit *Precast*

Pelaksanaan mobilisasi dan penyimpanan unit *precast* dari pihak ketiga mencakup pengangkutan, penempatan dan penataan. analisis durasi pada pekerjaan mobilisasi dan penyimpanan unit *precast* diharuskan menghitung kapasitas produksi, penggunaan waktu didapat berdasarkan dari pengamatan lapangan, berikut perhitungan analisis durasi mobilisasi dan penyimpanan yaitu :

a. Crane (10 – 15) Ton

Kapasitas produksi alat crane (10 – 15) ton yaitu :

- Kapasitas Angkat (V) = 1
- Faktor Efisiensi Alat (Fa) = 0,75 (Kondisi Baik)
- Waktu siklus (T)

Waktu Mengikat (T1) = 2 menit

Waktu Memindahkan (T2) = 5 menit

Waktu Kembali (T3) = 2 menit

$$\text{Produktifitas Crane} = \frac{V \times Fa \times 60}{T}$$

$$= \frac{1 \times 0,75 \times 60}{(2+5+2)}$$

$$= 5 \text{ unit/jam}$$

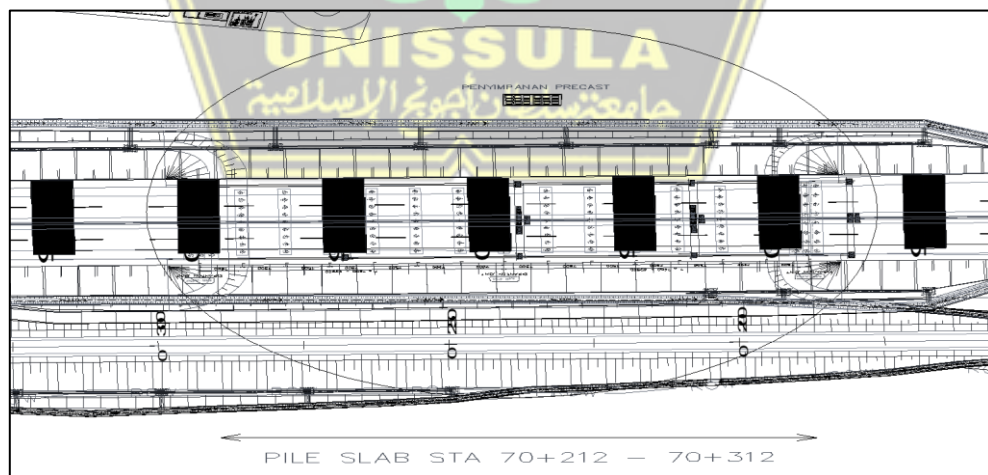
Dalam perhitungan menghitung kebutuhan 70 unit *precast*. Untuk mendapat hitungan waktu per area digunakan rumus sebagai berikut :

1. Volume *precast* = 70 unit
2. Kebutuhan *precast* =  $\frac{70 \text{ Unit}}{1 \text{ Unit}} = 70 \text{ kali}$
3. Kemampuan Produksi = 5 unit/jam
4. Waktu Operasional =  $70 \times 1 \text{ unit} / 5 \text{ unit/jam}$   
= 14 jam  
= 1,75 hari

Jadi, waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pekerjaan penyimpanan unit *precast* 70 unit (untuk 1 span) yaitu 1,75 hari.

#### 4.5.2 Instalasi Unit *Precast*

Pekerjaan instalasi unit *precast* dilakukan dengan mengangkat unit dari tempat penyimpanan dan dipasang disusun presisi pada lokasi yang sudah ditetapkan.



**Gambar 4.16** Site Layout Area Pile Slab STA 70+212 – 70+312

(Sumber : Proyek Pembangunan Jalan Tol Serang Panimbang Seksi III (Cileles – Panimbang) Fase 2 Paket 2))



Adapun perhitungan durasi instalasi precast didapat berdasarkan dari pengamatan lapangan dengan perhitungan sebagai berikut :

a. Crane (10 – 15) Ton

Kapasitas produksi alat crane (10 – 15) ton yaitu:

- Kapasitas Angkat (V) = 1
- Faktor Efisiensi Alat (Fa) = 0,75 (Kondisi Baik)
- Waktu siklus (T)

Waktu Mengikat (T1) = 2 menit

Waktu Memindahkan (T2) = 5 menit

Waktu Perletakan (T3) = 5 menit

Waktu Kembali (T4) = 2 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Produktifitas Crane} &= \frac{V \times Fa \times 60}{T} \\
 &= \frac{1 \times 0,75 \times 60}{(2+5+5+2)} \\
 &= 3,214 \text{ unit/jam} \approx 4 \text{ unit/jam}
 \end{aligned}$$

Dalam perhitungan menghitung span 1 (MR-APS 1 s/d MR-PS 1) dengan kebutuhan 70 unit *precast*. Untuk mendapat hitungan waktu per area digunakan rumus sebagai berikut :

1. Volume *precast* = 70 unit
2. Kebutuhan *precast* =  $\frac{70 \text{ unit}}{1 \text{ unit}} = 70 \text{ Kali}$
3. Kemampuan Produksi = 4 unit/jam
4. Waktu Operasional =  $70 \times 1 \text{ unit} / 4 \text{ unit/jam}$   
 $= 17,5 \text{ jam}$   
 $= 2,188 \text{ hari}$

Jadi, waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pekerjaan instalasi unit *precast* 1 span yaitu 2,188 hari.

#### 4.5.3 Pemasangan Bekisting *Overtopping*

Pada pekerjaan acuan atau bekisting tenaga kerja yang digunakan sebanyak 1 grup kerja dimana 1 regu terdiri dari 1 tukang dan 2 pekerja dengan 1 mandor yang mengepalai.

Produktifitas pekerja untuk bekisting *overtopping* untuk luas per 20 m<sup>2</sup> adalah :

- a. Memasang : 30 menit atau 0,5 jam
- b. Bongkar : 15 menit atau 0,25 jam

Jam kerja per hari yang dimiliki adalah 8 jam/hari. Sebagai contoh digunakan perhitungan span 1 (MR-APS 1 s/d MR-PS 1) dan untuk mendapatkan hitungan waktu per area digunakan rumus sebagai berikut :

Pasang bekisting :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu per area} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas per Jam} \times 8 \text{ Jam Kerja} \times N \text{ Grup}} \\
 &= \frac{23,310}{(20/0,5) \times 8 \times 1} \\
 &= 0.073 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Bongkar bekisting :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu per area} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas per Jam} \times 8 \text{ Jam Kerja} \times N \text{ Grup}} \\
 &= \frac{23,310}{(20/0,25) \times 8 \times 1} \\
 &= 0.036 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

**Tabel 4.5** Waktu Pekerjaan Bekisting Metode *Half Slab* Total  
(MR-APS 1 s/d MR-APS 2)

No.	Pekerjaan	Waktu (hari)	
		MR-APS 1 s/d MR-PS 1	MR-PS 1 s/d MR-APS 2
1	Pasang Acuan / Bekisting	0,073	0,073
2	Pembongkaran Acuan / Bekisting	0,036	0,036
<b>Total</b>		<b>0,218</b>	

(Sumber : Analisa Penulis)

#### 4.5.4 Pekerjaan Pembesian *Overtopping*

Standar Harga Satuan Barang/Jasa Pemerintah Provinsi Banten Tahun Anggaran 2022 dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2016 dapat digunakan untuk menghitung durasi. Untuk satu span lima puluh grup, di mana satu grup kerja terdiri dari satu tukang besi dan satu pekerja, diperlukan lima mandor, lima puluh tukang besi, dan lima puluh pekerja, berdasarkan pengalaman di lapangan. (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2016) menetapkan indeks pekerja 0,007 OH per kilogram besi tulangan polos dan ulir

$$\text{Produktifitas Orang Hari} = \frac{1}{0,007} = 142,86 \text{ kg/OH}$$

Maka didapatkan untuk satu grup pekerja mengerjakan 142,86 kg per harinya

Kebutuhan tulangan *overtopping* pada span 1 (MR-APS 1 s/d MR-PS 1) yaitu sebesar 56.983,781 kg. Untuk mendapat hitungan waktu pekerja per area digunakan rumus sebagai berikut :

a. Waktu Pekerja 1 span

$$\begin{aligned}\text{Waktu per area} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas per Jam} \times \text{N Grup}} \\ &= \frac{56.983,781}{142,86 \times 25} \\ &= 15,955 \text{ hari}\end{aligned}$$

b. Crane (10 – 15) Ton

Kapasitas produksi alat crane (10 – 15) ton yaitu :

- Kapasitas Angkat (V) = 10000 kg = 10 ton
- Faktor Efisiensi Alat (Fa) = 0,75 (Kondisi Baik)
- Waktu siklus (T)

$$\text{Waktu Mengikat (T1)} = 2 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Memindahkan (T2)} = 6 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Kembali (T3)} = 2 \text{ menit}$$

$$\text{Produktifitas Crane} = \frac{V \times Fa \times 60}{T}$$

$$= \frac{10 \times 0,75 \times 60}{(2+6+2)}$$

$$= 45 \text{ ton/jam}$$

Dalam perhitungan menghitung span 1 (MR-APS 1 s/d MR-PS 1) dengan kebutuhan 70 unit *precast*. Untuk mendapat hitungan waktu per area digunakan rumus sebagai berikut :

1. Volume Besi = 56.983,781 kg = 56.984 ton
2. Kebutuhan Besi =  $\frac{56.984 \text{ ton}}{10 \text{ ton}} = 5.698 \approx 6 \text{ Kali}$
3. Kemampuan Produksi = 45 ton/jam
4. Waktu Operasional =  $6 \times 10 \text{ ton} / 45 \text{ ton/jam}$   
= 1.333 jam  
= 0.167 hari

Total waktu pembesian 1 span (MR-APS 1 s/d MR-PS 1)

$$= \text{Waktu Pekerja} + \text{Waktu Operasional Alat}$$

$$= 15,955 \text{ Hari} + 0,167 \text{ Hari}$$

$$= 16,167 \text{ Hari}$$

Jadi, waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian 1 span yaitu 16,167 hari.

#### 4.5.5 Pekerjaan Pengecoran *Overtopping*

Pada pekerjaan pengecoran dibutuhkan *concrete pump* yang berguna untuk memindahkan beton saat proses pengecoran dilaksanakan, dilakukan dengan cara memompa dan harus memenuhi kekentalan dan slump tertentu dengan diameter agregat yang disyaratkan dan penggunaan waktu didapatkan berdasarkan dari pengamatan lapangan. perhitungan *concrete pump* dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut :

##### b. *Concrete Pump*

Kapasitas produksi alat *Concrete Pump* yaitu:

- Kapasitas Alat (V) = 6 m<sup>3</sup>
- Efisiensi Kerja Alat (E) = 0,75 (Kondisi Baik)
- Waktu Siklus (T)

Waktu Mengatur Posisi (T1)	= 2 menit
Waktu Mengatur Pipa (T2)	= 2 menit
Waktu Memompa (T3)	= 10 menit
Waktu Pergantian Truck (T5)	= 5 menit
Waktu Test Slump (T4)	= 3 menit
Produktifitas <i>Concrete Pump</i>	$= \frac{V \times E \times 60}{T}$ $= \frac{6 \times 0,75 \times 60}{(2+2+10+5+3)}$ $= 12,273 \text{ m}^3/\text{jam}$

Dalam perhitungan menghitung span 1 (MR-APS 1 s/d MR-PS 1) dengan kebutuhan beton sebesar 463,05 m<sup>3</sup>. Untuk mendapat hitungan waktu per area digunakan rumus sebagai berikut :

1. Volume Pengencoran = 198,45 m<sup>3</sup>
2. Kebutuhan Ready Mix =  $\frac{198,45 \text{ m}^3}{6 \text{ m}^3} = 33,075 \approx 33 \text{ Kali}$
3. Kemampuan Produksi = 12,273 m<sup>3</sup>/jam
4. Waktu Operasional =  $33 \times 6 \text{ m}^3 / 12,273 \text{ m}^3/\text{Jam}$   
= 15.522 jam
5. Waktu persiapan *concrete pump* dan *truck mixer*
  - Pengaturan Posisi = 2 menit
  - Pengaturan Pipa = 2 menit
  - Pergantian *Truck* = 5 menit x 33 kali = 165 menit
  - *Test Slump* = 3 menit x 33 kali = 99 menit
- Total = 268 menit  $\approx 4.467 \text{ jam}$
6. Waktu pasca Pengoperasian
  - Pembersihan Pompa = 20 menit
  - Bongkar Pipa = 15 menit
  - Persiapan Kembali = 5 menit
- Total = 40 menit  $\approx 0.67 \text{ jam}$



Total waktu pengecoran 1 span (MR-APS 1 s/d MR-PS 1)

$$= \text{Waktu Pengoperasian} + \text{Waktu Persiapan} + \text{Waktu Pasca Pengoperasian}$$

$$= 15,522 \text{ jam} + 4,467 \text{ jam} + 0,67 \text{ jam}$$

$$= 20,659 \text{ jam}$$

$$= 2,582 \text{ hari (1 Concrete Pump)}$$

Setelah dilakukannya pengecoran selanjutnya diharuskan melakukan curing selama 7 hari untuk menghindari kehilangan air di dalam beton secara drastis yang mengakibatkan beton retak. Dari semua uraian diatas dapat dihitung waktu total pelaksanaan pekerjaan pengecoran dengan metode *slab in situ* pada span 1 (MR-APS 1 s/d MR-PS 1) adalah :

**Tabel 4.6** Waktu Pekerjaan *Metode Half Slab* Total  
(MR-APS 1 s/d MR-PS 1)

No.	Pekerjaan	Waktu (hari)	
		MR-APS 1 s/d MR-PS 1	MR-PS 1 s/d MR-APS 2
1	Mobilisasi dan Penyimpanan <i>Precast</i>	1,750	1,750
2	Instalasi <i>Precast</i>	2,188	2,188
3	Pasang Acuan / Bekisting	0,073	0,073
4	Pembesian <i>Overtopping</i>	16,167	16,167
5	Pengecoran <i>Overtopping</i>	2,582	2,582
6	Pembongkaran Acuan / Bekisting	0,036	0,036
<b>Total</b>		<b>45,592</b>	

(Sumber : Analisa Penulis)

Total durasi untuk metode *half slab precast* adalah 45,592 hari atau 46 hari.

#### 4.6 Analisis Biaya

Adapun analisis biaya pelaksanaan untuk pekerjaan *slab* pada jembatan *pile slab*

dengan metode *Slab In Situ* dan metode *Half Slab Precast* adalah sebagai berikut :

#### 4.6.1 Harga Satuan

Harga satuan merupakan dasar dalam penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang mencakup harga bahan, harga alat, dan harga tenaga kerja. Pada penelitian ini, acuan harga satuan diambil dari Peraturan Gubernur Banten Nomor 39 Tahun 2021 Tentang Standar Harga Satuan Barang/Jasa Pemerintah Provinsi Banten Tahun Anggaran 2022.

##### a. Harga Satuan Bahan

**Tabel 4.7** Daftar Harga Satuan Bahan

No	Jenis Bahan	Satuan	Harga
1	Semen	zak	77.500,00
		Kg	1.550,00
2	Pasir Beton	m <sup>3</sup>	457.700,00
		Kg	331,67
3	Agregat Kasar	m <sup>3</sup>	350.800,00
		Kg	250,57
4	Kayu Perancah	m <sup>3</sup>	4.700.200,00
5	Paku	kg	24.800,00
6	Air	L	3.977,00
7	Plasticizer	L	34.100,00
		Kg	34.100,00
8	Baja Tulangan Sirip BJTS 420B	Kg	11.900,00
9	Kawat Beton	Kg	64.100,00
10	Fly Ash	Kg	73,21
11	Minyak Bekisting	Liter	35.200,00
12	Plywood tebal 12 mm	lembar	297.000,00
13	Dolken Kayu 8-10 cm panjang 4 m	batang	355.500,00
14	Scaffolding	m <sup>2</sup>	250.000,00

(Sumber : Analisa Penulis)

b. Harga Satuan Alat

**Tabel 4.8** Daftar Harga Satuan Alat

No	Alat	Satuan	Harga
1	Concrete Mixing Plant 25 m3	Jam	1.363.600,00
2	Truck Mixer 5 m3	Jam	61.985,71
3	Concrete Vibrator	Jam	10.628,57
4	Water Tank Truck 3000 - 4500 L	Jam	360.200,00
5	Wheel Loader	Jam	29.757,14
6	Mobile Crane (5-10 Ton)	Jam	433.900,00
7	Molen/Beton Mixer 0,35 m3	Jam	113.300,00
8	Concrete Pump	Jam	321.400,00

(Sumber : Analisa Penulis)

c. Harga Satuan Upah Tenaga Kerja

**Tabel 4.9** Daftar Harga Satuan Upah Tenaga Kerja

No	Tenaga Kerja	Satuan	Harga	Satuan	Harga
1	Pekerja	OH	155.000,00	Jam	22.142,86
2	Tukang	OH	170.500,00	Jam	24.357,14
3	Kepala Tukang	OH	178.200,00	Jam	25.457,14
4	Mandor	OH	193.700,00	Jam	27.671,43

(Sumber : Analisa Penulis)

#### 4.6.2 Harga Satuan Satuan Pekerjaan (AHSP)

Untuk mengetahui biaya per satuan pekerjaan, yang mencakup bahan, alat, dan tenaga kerja, dilakukan analisis harga satuan pekerjaan (AHSP). Dalam penelitian ini, penyusunan AHSP didasarkan pada Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Konstruksi Nomor 68/SE/Dk/2024 Tentang Tata Cara Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

- Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) *slab* pada jembatan *pile slab* dengan metode *Slab In Situ*.

**Tabel 4.10** Biaya Pengecoran 1 m<sup>3</sup> Beton Struktur

Komponen	Item	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
Tenaga	Pekerja (L01)	Jam	0,2892	22.142,86	6.403,71
	Tukang (L02)	Jam	0,0964	24.357,14	2.348,03
	Mandor (L03)	Jam	0,0482	27.671,43	1.333,76
Bahan	Semen (M12)	Kg	386,5800	1.550,00	599.199,00
	Pasir Beton (M01a)	M <sup>3</sup>	0,5864	457.700,00	268.395,28
	Agregat Kasar (M03)	M <sup>3</sup>	0,7812	350.800,00	274.044,96
	Kayu Perancah (M19)	M <sup>3</sup>	0,0825	4.700.200,00	387.766,50
	Paku (M18)	Kg	0,9900	24.800,00	24.552,00
	Air (M170)	Liter	175,8939	3.977,00	699.530,04
	Scaffolding	m <sup>2</sup>	0,3500	250.000,00	87.500,00
Peralatan	Wheel Loader (E15)	Jam	0,0268	29.757,14	797,49
	Concrete Mixing Plant (E80)	Jam	0,0482	1.363.600,00	65.725,52
	Truck Mixer (E49)	Jam	0,4040	61.985,71	25.042,23
	Concrete Vibrator (E20)	Jam	0,0120	10.628,57	127,54
	Water Tank Truck (E23)	Jam	0,0382	360.200,00	13.759,64
	Concrete Pump	Jam	0,0815	321.400,00	26.187,57
<b>Jumlah Harga Tenaga, Bahan, Dan Peralatan</b>					<b>2.482.713,28</b>
<b>Overhead &amp; Profit 10%</b>					<b>248.271,33</b>
<b>Harga Satuan Pekerjaan</b>					<b>2.730.984,60</b>

(Sumber : Analisa Penulis)

**Tabel 4.11** Biaya 1 Kg Pembesian Besi Tulangan Sirip BJTS 420B

Komponen	Item	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
Tenaga	Pekerja (L01)	Jam	0,1050	22.142,86	2.325,00
	Tukang (L02)	Jam	0,0350	24.357,14	852,50
	Mandor (L03)	Jam	0,0350	27.671,43	968,50

Komponen	Item	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
Bahan	Baja Tulangan Sirip BJTS 420B (M57b)	Kg	1,0200	11.900,00	12.138,00
	Kawat Beton (M14)	Kg	0,0200	64.100,00	1.282,00
<b>Jumlah Harga Tenaga, Bahan, Dan Peralatan</b>					<b>17.566,00</b>
<b>Overhead &amp; Profit 10%</b>					<b>1.756,60</b>
<b>Harga Satuan Pekerjaan</b>					<b>19.322,60</b>

(Sumber : Analisa Penulis)

- b. Analis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) *slab* pada jembatan *pile slab* dengan metode *Half Slab Precast*

**Tabel 4.12** Biaya Pemasangan 1 Unit Precast type A

Komponen	Item	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
Tenaga	Pekerja	Jam	0,5000	22.142,86	11.071,43
	Tukang	Jam	0,2500	24.357,14	6.089,29
	Mandor	Jam	0,2500	27.671,43	6.917,86
Bahan	Beton F'c 35 Mpa	Kg	3,4300	2.737.434,63	9.389.400,77
	Baja Tulangan Sirip BJTS 420B	Kg	1.040,2500	19.322,60	20.100.334,65
Peralatan	Crane (10-15 Ton)	Jam	0,1608	433.900,00	69.771,12
<b>Jumlah Harga Tenaga, Bahan, Dan Peralatan</b>					<b>29.583.585,11</b>
<b>Overhead &amp; Profit 10%</b>					<b>2.958.358,51</b>
<b>Harga Satuan Pekerjaan</b>					<b>32.541.943,62</b>

(Sumber : Analisa Penulis)

Adapun analisa biaya pelaksanaan semua type unit *precast* pada pelaksanaan metode *half slab* yaitu terlampir pada tabel lampiran.



**Tabel 4.13** Biaya Pengecoran 1 m3 Beton Struktur Beton *Overtopping*

Komponen	Item	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
Tenaga	Pekerja	Jam	1,0000	155.000,00	155.000,00
	Tukang	Jam	0,2500	170.500,00	42.625,00
	Kepala Tukang	Jam	0,0250	178.200,00	4.455,00
	Mandor	Jam	0,1000	193.700,00	19.370,00
Bahan	Semen Portland	Kg	408,0000	1.550,00	632.400,00
	Pasir Beton	Kg	629,0000	331,67	208.618,33
	Kerikil	Kg	1009,0000	250,57	252.826,57
	Air	Liter	202,0000	3.977,00	803.354,00
	Fly Ash	Kg	102,0000	73,21	7.467,25
Peralatan	Molen/Beton Mixer 0,35 m3	Jam	0,1475	113.300,00	16.711,75
	Concrete Pump	Jam	0,0815	321.400,00	26.187,57
<b>Jumlah Harga Tenaga, Bahan, Dan Peralatan</b>					<b>2.169.015,47</b>
<b>Overhead &amp; Profit 10%</b>					<b>216.901,55</b>
<b>Harga Satuan Pekerjaan</b>					<b>2.385.917,02</b>

(Sumber : Analisa Penulis)

**Tabel 4.14** Biaya 1 Kg Pembesian Besi Tulangan Sirip BJTS 420B

Komponen	Item	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
Tenaga	Pekerja (L01)	Jam	0,1050	22.142,86	2.325,00
	Tukang (L02)	Jam	0,0350	24.357,14	852,50
	Mandor (L03)	Jam	0,0350	27.671,43	968,50
Bahan	Baja Tulangan Sirip BJTS 420B (M57b)	Kg	1,0200	11.900,00	12.138,00
	Kawat Beton (M14)	Kg	0,0200	64.100,00	1.282,00
<b>Jumlah Harga Tenaga, Bahan, Dan Peralatan</b>					<b>17.566,00</b>
<b>Overhead &amp; Profit 10%</b>					<b>1.756,60</b>
<b>Harga Satuan Pekerjaan</b>					<b>19.322,60</b>

(Sumber : Analisa Penulis)

**Tabel 4.15** Biaya Pemasangan 1 m<sup>2</sup> Bekisting

Komponen	Item	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
Tenaga	Pekerja	Jam	0,6600	155.000,00	102.300,00
	Tukang	Jam	0,3300	170.500,00	56.265,00
	Kepala Tukang	Jam	0,0330	178.200,00	5.880,60
	Mandor	Jam	0,0110	193.700,00	2.130,70
Bahan	Paku	kg	0,4000	24.800,00	9.920,00
	Minyak Bekisting	liter	0,2000	35.200,00	7.040,00
	Balok kayu kelas II	m <sup>3</sup>	0,0047	4.700.200,00	21.855,93
	Plywood tebal 12 mm	lembar	0,1270	297.000,00	37.719,00
	Dolken Kayu 8-10 cm panjang 4 m	batang	1,9500	355.500,00	693.225,00
<b>Jumlah Harga Tenaga, Bahan, Dan Peralatan</b>					<b>936.336,23</b>
<b>Overhead &amp; Profit 10%</b>					<b>93.633,62</b>
<b>Harga Satuan Pekerjaan</b>					<b>1.029.969,85</b>

(Sumber : Analisa Penulis)

#### 4.6.3 Rencana Anggaran biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) disusun untuk mengetahui total biaya yang diperlukan dalam pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan kegiatan pekerjaan masing-masing metode.

- Rencana Anggaran Biaya (RAB) pelaksanaan pekerjaan *slab* pada jembatan *pile slab* dengan metode *Slab In Situ*.

**Tabel 4. 16** Rencana Anggaran Biaya (RAB) Metode *Slab In Situ*

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Beton Struktur	926,10	m <sup>3</sup>	2.730.984,60	2.529.164.840,45
2	Baja Tulangan Sirip BJTS 420B	394.037,02	Kg	19.322,60	7.613.819.722,65
<b>Jumlah Harga Pekerjaan</b>					<b>10.142.984.563,10</b>

(Sumber : Analisa Penulis)

- b. Rencana Anggaran Biaya (RAB) pelaksanaan pekerjaan *slab* pada jembatan *pile slab* dengan metode *Half Slab Precast*.

**Tabel 4.17** Rencana Anggaran Biaya (RAB) Metode *Half Slab Precast*

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pemasangan Precast Type A	4,00	unit	32.541.943,62	130.167.774,49
2	Pemasangan Precast Type B	24,00	unit	28.878.833,03	693.091.992,78
3	Pemasangan Precast Type B1	4,00	unit	28.882.632,43	115.530.529,72
4	Pemasangan Precast Type B4	4,00	unit	28.882.632,43	115.530.529,72
5	Pemasangan Precast Type C	4,00	unit	28.377.372,63	113.509.490,52
6	Pemasangan Precast Type D	20,00	unit	27.561.700,09	551.234.001,87
7	Pemasangan Precast Type E	60,00	unit	28.026.171,05	1.681.570.263,03
8	Pemasangan Precast Type E1	10,00	unit	27.920.705,64	279.207.056,40
9	Pemasangan Precast Type E2	10,00	unit	27.863.493,26	278.634.932,57
10	Beton F'c 35 Mpa	396,90	m <sup>3</sup>	2.385.917,02	946.970.464,47
11	Baja Tulangan Sirip BJTS 420B	113.967,56	Kg	19.322,60	2.202.149.613,50
12	Bekisting	46,62	m <sup>2</sup>	1.029.969,85	48.017.194,55
<b>Jumlah Harga Pekerjaan</b>					<b>7.155.613.843,61</b>

(Sumber : Analisa Penulis)

#### 4.7 Perbandingan

Adapun unsur- unsur yang telah dibandingkan mencakup waktu dan biaya antara metode pekerjaan pelaksanaan pelat lantai *Slab In Situ* dan metode pelaksanaan pekerjaan pelat lantai *half slab* dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.18** Data Perbandingan Harga Total dan Waktu

Metode	Total Waktu (Hari)	Total Biaya (Rp.)
Metode <i>Slab In Situ</i>	80,00	10.142.984.563,10
Metode <i>Half Slab Precast</i>	46,00	7.113.890.752,35
<b>Selisih Perbandingan</b>	<b>34,00</b>	<b>3.029.093.810,75</b>
<b>Presentase</b>	<b>43%</b>	<b>30%</b>

(Sumber : Analisa Penulis)

Berdasarkan hasil analisis waktu dan biaya yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa dengan menggunakan metode *half slab precast* dapat menghemat waktu sebanyak 34 hari dengan presentase 43% dari pelaksanaan metode *slab in situ* dan untuk biaya yang digunakan lebih sedikit dengan selisih perbandingan sebesar Rp. 3.029.093.810,75 dengan presentase 30% bila dibandingkan dengan yang dikeluarkan untuk metode *slab in situ*.

Alasan harga metode *half slab precast* lebih murah dibandingkan sistem metode *slab in situ* dan lebih cepat secara pelaksanaan adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan kilogram besi pada kedua metode berbeda pada metode *slab in situ* total kilogram besi lebih besar dari pada metode *half slab precast*, kedua metode tersebut perhitungan volume besi didapat dari gambar yang sudah diperhitungkan oleh tenaga ahli perencana struktur.
2. Pada metode *half slab precast*, pelat dasar (*half slab*) diproduksi di pabrik (*precast yard*) sekaligus dengan persiapan pekerjaan di lapangan. Ini membuat waktu pelaksanaan lebih efisien karena pekerjaan tidak saling menunggu, berbeda dengan metode *slab in situ* yang baru bisa dilakukan berurutan (dari bekisting ke penulangan lanjut pengecoran setelah itu curing lalu pembongkaran bekisting).
3. Instalasi metode *half slab precast* dibantu oleh *crane*, sehingga pemasangannya lebih cepat dan presisi. Berbeda dengan metode *slab in situ* yang memakan tahap persiapan lebih panjang.

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Hasil analisis dua metode, *slab in situ* dan *half slab precast*, adalah sebagai berikut:

1. Pada pelaksanaan pekerjaan *slab* pada jembatan *pile slab* dengan metode *slab in situ* waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan yaitu 80 hari dengan biaya pekerjaan sebesar Rp. 10.142.984.563,10.
2. Pada pelaksanaan pekerjaan *slab* pada jembatan *pile slab* dengan metode *half slab precast* waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan yaitu 46 hari dengan biaya pekerjaan sebesar Rp. 7.113.890.752,35.
3. Pekerjaan *slab* pada jembatan *pile slab* dengan metode *half slab precast* lebih unggul dari pada menggunakan metode *slab insitu* dari segi waktu dan biaya dengan selisih waktu pelaksanaan pekerjaan 34 hari dengan presentase 43% dan biaya sebesar Rp. 3.029.093.810,75 dengan presentase 30%.

#### 5.2 Saran

Hasil analisis dua metode tersebut yaitu metode *slab in situ* dan metode *half slab precast* adapun saran adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisis waktu dan biaya yang telah dilakukan, diperoleh bahwa metode *half slab precast* merupakan metode pelaksanaan terbaik karena dinilai lebih efisien dan efektif. Oleh karena itu, disarankan untuk menerapkan metode *half slab precast* pada pelaksanaan pekerjaan guna memperoleh hasil yang optimal dari segi waktu dan biaya.
2. Pelaksanaan metode *half slab precast* sangat memungkinkan untuk diterapkan. Namun, metode tersebut memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi serta keahlian khusus, baik dalam proses pembuatan precast di pabrik (*precasting*) maupun saat pelaksanaan pemasangan di lapangan, agar hasil pekerjaan sesuai dengan standar mutu dan toleransi yang ditetapkan.
3. Pelaksanaan pekerjaan dengan metode *half slab precast*, aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3) harus menjadi perhatian utama, karena proses pengangkatan, pemindahan, dan pemasangan elemen precast melibatkan



peralatan berat serta potensi risiko tinggi bagi pekerja di lapangan. Oleh karena itu, diperlukan penerapan prosedur K3 yang ketat, penggunaan alat pelindung diri (APD) secara lengkap, serta pengawasan yang berkelanjutan untuk memastikan pekerjaan berlangsung aman dan sesuai standar.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ervianto, I.W. (2006). Eksplorasi Teknologi dalam Proyek Konstruksi. Penerbit: Andi. Yogyakarta.
- Romi, M. (2016). Perbandingan Sistem Struktur dan Biaya Pelat Lantai Metode *Precast Half Slab* dan Metode Konvensional. Riau: Jurnal Teknik Online Universitas Riau. Vol. 3, No. 2:1-6
- I. Gunawan, R. et al. (2024). Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Metode Pelat Konvensional (*Cast In Situ*) dengan Metode *Half Slab Precast* pada Proyek Pembangunan RS UPT Vertikal. Surabaya.
- Riyadi, I. et al. (2022). Analisa Perbandingan Sistem Pelat Konvensional dengan Sistem *Precast Half Slab* dalam Segi Waktu dan Biaya.
- Istighozah, A. (2024). Analisis Perbandingan Sistem Struktur Pelat Lantai Metode *Precast Half Slab* Dan Metode *Konvensional*.
- Rumahorbo, D.B. (2022). Analisis Dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Pelat Lantai Dengan Metode *Half Slab* Pada Proyek Pembangunan Gedung Manhattan Medan.
- Propika, J. (2022). *Redesign* Struktur Gedung Rusun dengan *Half Slab System* dan Balok *Precast U-Shell*.
- Wisanggeni, D.H. (2017). Perbandingan Sistem Pelat Konvensional Dan *Precast Half Slab* Ditinjau Dari Segi Waktu Dan Biaya Pada Proyek *My Tower Apartement*. Surabaya.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Nomor 1. (2022).
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Nomor : 28/PRT/M/2016.
- Peraturan Gubernur Banten Nomor 39 Tahun 2021. Tentang Standar Harga Satuan Barang/Jasa Pemerintah Provinsi Banten Tahun Anggaran 2022.