



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRAK

Pekerjaan *pier head* merupakan salah satu bagian penting dalam struktur atas jembatan yang berfungsi sebagai tumpuan utama bagi *girder* serta sebagai elemen penyalur beban ke *pier*. Metode pelaksanaan *pier head* umumnya menggunakan sistem *shoring* sebagai penyangga sementara untuk menahan cetakan beton serta beban selama proses pengecoran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode pelaksanaan *pier head* dengan sistem *shoring* secara sistematis berdasarkan studi kasus proyek Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Selatan Paket 2A. Metode yang digunakan meliputi observasi lapangan, dokumentasi, studi literatur, serta analisis tahapan pekerjaan yang mencakup pemasangan *shoring*, pembesian, pengecoran, dan pembongkaran. Dari hasil analisis didapatkan produktivitas alat berat, tenaga kerja, dan waktu yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pekerjaan *pier head*. Pelaksanaan pekerjaan *pier head* dengan metode yang tepat mampu meningkatkan efisiensi waktu pelaksanaan, produktivitas pekerjaan, serta memenuhi standar yang sesuai dengan spesifikasi teknis.

Kata kunci: Konstruksi jembatan, metode pelaksanaan, *pier head*, pengecoran beton, sistem *shoring*



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB II DASAR TEORI

2.1 Jembatan

jembatan adalah suatu struktur konstruksi yang dirancang untuk menghubungkan jalur lalu lintas dengan melewati suatu hambatan yang posisinya lebih rendah, seperti sungai, jalan raya, atau jalur transportasi lainnya (Struyk & Van der Veen, 2016). Menurut Supriyadi (1997) struktur pokok jembatan antara lain sebagai berikut:

1. Struktur atas jembatan

Struktur atas jembatan merupakan elemen konstruksi yang bertugas mentransfer beban dari permukaan lantai jembatan ke sistem perletakan arah horizontal. Komponen-komponen utama dari struktur atas ini antara lain:

a. Girder

Girder adalah elemen utama struktur atas yang berfungsi menahan dan mendistribusikan beban langsung dari pelat lantai tempat kendaraan melintas ke tumpuan di bawahnya.

b. Diafragma

Diafragma berfungsi untuk mengikat beberapa balok girder agar menjadi suatu kesatuan supaya tidak terjadi pergeseran.

c. Pelat lantai jembatan

Pelat lantai jembatan merupakan elemen permukaan atas yang menopang lapisan perkerasan jalan. Komponen ini menahan beban lalu lintas secara langsung dan meneruskannya ke girder sebagai struktur penopang utama.

2. Struktur bawah jembatan

Struktur bawah pada jembatan mencakup elemen-elemen yang berfungsi menahan dan menyalurkan beban dari struktur atas ke tanah dasar. Struktur ini terdiri atas komponen-komponen yang menanggung jenis beban serupa serta memberikan reaksi serupa terhadap beban tersebut. Adapun elemen-elemen utama yang termasuk dalam struktur bawah antara lain:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

a. Pondasi

Pondasi merupakan elemen penghubung yang menyalurkan beban dari struktur atas bangunan ke struktur bawah bangunan yang terletak di bawah permukaan tanah.

b. Abutment

Abutment terletak pada kedua ujung jembatan dan memiliki fungsi utama sebagai penahan tanah timbunan serta sebagai penopang ujung-ujung balok gelagar utama. Umumnya dilengkapi dengan sayap abutment yang membantu menahan tekanan tanah dari sisi samping.

c. Pilar

Pilar adalah struktur vertikal yang dirancang untuk mendistribusikan beban dari bagian atas jembatan, termasuk beban mati, beban hidup, serta berat pilar itu sendiri, ke sistem pondasi di bawahnya..

d. Pier head

Pier head merupakan salah satu struktur bawah jembatan yang berfungsi sebagai tumpuan girder.

2.2 Pier Head

Pier head adalah bagian dari struktur jembatan yang berperan sebagai penopang balok induk (*girder*), yang berfungsi meneruskan beban ke elemen struktur di bawahnya (Riswanto & Sukamdo, 2023). *Pier head* merupakan salah satu komponen pada struktur jembatan yang memiliki fungsi sebagai tumpuan *girder* jembatan. *Pier head* memiliki banyak bentuk tergantung kebutuhan, salah satu bentuknya yaitu berupa balok lebar yang ditempatkan di atas kolom, berfungsi untuk menyalurkan beban vertikal dan horizontal dari girder jembatan ke kolom di bawahnya.

Dalam proyek konstruksi jembatan, penggunaan bekisting (*formwork*) dan perancangan tulangan pier head harus memperhatikan standar teknis dan mutu, seperti yang diatur dalam SNI 2833-2016 tentang perencanaan struktur jembatan dan SNI 1725-2016 tentang beban minimum untuk perencanaan jembatan.

2.2.1 Fungsi Pier Head

Dalam konstruksi jembatan, *pier head* berperan penting sebagai struktur yang memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Menyalurkan beban dari struktur atas (*girder* jembatan dan slab) ke struktur bawah secara merata

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Menopang girder
3. Sebagai tumpuan untuk perletakan bearing pad

2.2.2 Metode Pelaksanaan

Dalam pelaksanaan konstruksi pier head, terdapat beberapa metode yang umum digunakan, yang disesuaikan dengan kondisi teknis lapangan, efisiensi waktu, ketersediaan sumber daya, serta pertimbangan mutu struktur. Secara umum, metode pelaksanaan pier head dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu *cast in situ*, *precast*, dan *hybrid*.

1. Metode *Cast In Situ*

Metode *cast in situ* adalah metode pelaksanaan pier head yang dilakukan dengan cara pengecoran beton langsung di lokasi proyek. Dalam metode ini, struktur pier head dibentuk dengan bantuan bekisting dan sistem perancah (*shoring*) yang dirakit sesuai dimensi dan bentuk yang direncanakan.

2. Metode *Precast*

Pada metode *precast*, pier head dibuat terlebih dahulu di lokasi seperti pabrik pracetak atau *precast yard*, lalu diangkut ke lokasi konstruksi untuk dipasang.

3. Metode *Hybrid*

Metode *hybrid* merupakan kombinasi antara metode *cast in situ* dan *precast*, yang dirancang untuk mengoptimalkan kelebihan dari kedua metode tersebut. Umumnya, sebagian komponen pier head seperti segmen utama dibuat secara pracetak, sementara sambungan atau bagian tertentu dicor langsung di lokasi.

2.2.3 Pengaruh Desain Pier Head terhadap Kinerja Jembatan

Desain pier head memiliki pengaruh penting terhadap kinerja struktur jembatan secara keseluruhan. Beberapa pengaruh utama dari desain pier head terhadap kinerja jembatan antara lain:

1. Mempengaruhi kestabilan struktur
Pier head yang dirancang dengan kekakuan tidak memadai dapat menyebabkan distribusi beban yang tidak merata, sehingga mengakibatkan defleksi berlebih pada girder serta mengurangi stabilitas lateral jembatan.
2. Berperan dalam ketahanan struktur terhadap beban lateral

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pier head juga berfungsi menahan gaya lateral akibat angin, kendaraan, dan gempa. Kinerja lateral yang baik dapat dicapai melalui desain yang memperhitungkan kekakuan dan kekuatan *pier head*.

3. Menentukan efektivitas transfer beban

Desain *pier head* yang baik akan memastikan beban dari *girder* dan *slab* dapat ditransfer dengan baik ke *pier* dan pondasi, tanpa menyebabkan tegangan atau kerusakan pada sambungan.

2.3 Shoring

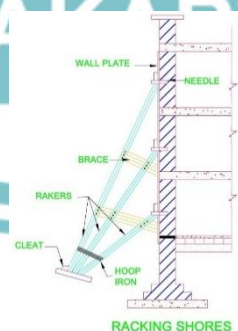
Shoring adalah sistem struktur penyangga sementara yang digunakan untuk menahan beban sementara sebelum struktur mampu berdiri sendiri (Kwak & Kim, 2006). Dalam proyek konstruksi beton bertulang, sistem *shoring* memiliki peran yang krusial sebagai penopang sementara guna menahan beban struktural selama tahap awal pembangunan.

Sistem *shoring* ini digunakan untuk mencegah keruntuhan atau pergeseran yang dapat membahayakan keselamatan pekerja. Dalam pekerjaan konstruksi jembatan atau jalan layang, *shoring* sering digunakan untuk menopang bekisting *pier head* pada saat pengecoran.

2.3.1 Jenis – Jenis Shoring

1. *Raking Shoring*

Raking shoring adalah struktur yang digunakan untuk menopang dinding pada bangunan yang tidak cukup kuat untuk berdiri sendiri. Bentuk *raking shoring* dapat dilihat pada gambar di bawah



Gambar 2. 1 Raking Shoring

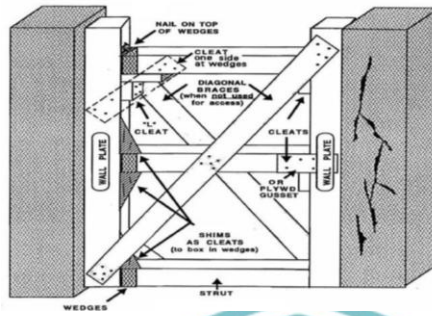
Sumber: engineeringcivil.com

2. *Flying Shoring/Horizontal Shoring*

Flying atau *Horizontal Shoring* adalah sistem penyangga yang menahan dua dinding tetap utuh saat bangunan di tengah dirobohkan atau runtuh.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

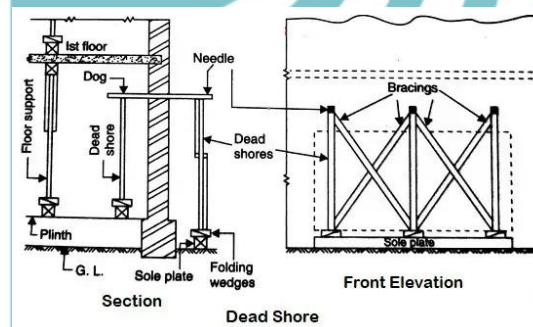


Gambar 2. 2 Horizontal Shoring

Sumber: pinterest.com

3. *Dead Shoring*

Dead Shoring adalah sistem penopang yang digunakan untuk memberikan dukungan vertikal pada dinding, atap, lantai, dll. Bentuk *dead shoring* dapat dilihat pada **Gambar 2.3** di bawah.



Gambar 2. 3 Dead Shoring

Sumber: civilengineeringweb.com

2.3.2 Kelebihan Sistem Shoring

Penggunaan sistem *shoring* memberikan berbagai kelebihan yang mendukung efisiensi pelaksanaan dan keselamatan kerja. Beberapa keunggulan utama dari sistem *shoring* antara lain:

1. Meningkatkan keselamatan kerja di lapangan

Salah satu kelebihan utama dari sistem *shoring* adalah kemampuannya dalam menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman. Dengan memberikan dukungan struktural sementara yang stabil dan kuat, *shoring* mampu mencegah kegagalan struktur selama proses pengecoran beton

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Dapat digunakan kembali

Komponen *shoring* umumnya terbuat dari material baja atau logam tahan lama yang memungkinkan sistem ini digunakan secara berulang pada berbagai proyek.

3. Mampu menopang beban yang besar

Sistem *shoring* dirancang untuk memiliki kapasitas dukung yang tinggi, sehingga mampu menahan beban berat dari beton segar, peralatan konstruksi, serta gaya dinamis selama proses pelaksanaan.

2.3.3 Kelemahan Sistem Shoring

Meskipun sistem *shoring* memiliki banyak keunggulan dalam mendukung pelaksanaan pekerjaan konstruksi, terutama dalam aspek keselamatan dan kestabilan struktural sementara, sistem ini juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan dalam perencanaan dan implementasinya. Adapun kelemahan dari penggunaan sistem *shoring* antara lain sebagai berikut:

1. Proses pemasangan yang rumit dan memakan waktu

Pemasangan sistem *shoring* memerlukan perakitan komponen yang cukup rumit, hal ini dapat memperpanjang durasi waktu pelaksanaan karena dibutuhkan kehati-hatian dan ketelitian tinggi dalam pemasangan.

2. Membutuhkan tenaga kerja yang terampil dan berpengalaman

Agar sistem *shoring* dapat berfungsi secara optimal dan aman, pemasangannya harus dilakukan oleh tenaga kerja yang memiliki keterampilan teknis.

3. Biaya awal yang cukup tinggi

Penggunaan sistem *shoring* seringkali memerlukan biaya awal yang cukup besar, terutama bila menggunakan sistem yang dirancang khusus untuk proyek berskala besar.

2.4 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan merupakan pekerjaan yang paling awal dilakukan pada saat konstruksi akan dimulai. Pekerjaan persiapan dilakukan untuk menjamin kebutuhan dan ketersediaan lahan yang aman.

- a. Mobilisasi Sumber Daya

Pekerjaan mobilisasi bertujuan untuk mendatangkan alat-alat yang dibutuhkan ke lokasi sesuai rencana dengan menggunakan bantuan truk. Pada pekerjaan ini semua material didatangkan ke lokasi pekerjaan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.5 Pekerjaan Pengukuran

Pekerjaan pengukuran atau *stake out* merupakan pekerjaan penting dalam pelaksanaan konstruksi, terutama pada tahap awal pekerjaan. Pekerjaan ini dilakukan oleh tim survey. Pekerjaan pengukuran ini harus dilakukan dengan benar, agar Kebutuhan alat yang digunakan untuk pengukuran adalah sebagai berikut:

a. Total Station

Total station adalah alat yang berfungsi untuk menghitung koordinat, perbedaan ketinggian, sudut, dan jarak secara otomatis. Dalam total station terdapat sebuah prosesor yang dapat menghitung koordinat, perbedaan ketinggian, dan jarak datar tanpa perlu memakai kalkulator.



Gambar 2. 4 Total Station

Sumber: leica-geosystems.com

b. Waterpass

Waterpass adalah alat ukur yang digunakan untuk penyipatan datar, dilengkapi dengan teropong, gelembung nivo, dan sumbu tegak mekanis yang memungkinkan teropong bergerak secara horizontal. (Haerunnas, 2019).



Gambar 2. 5 Waterpass

Sumber: darmasakti.com

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

c. Tripod

Tripod merupakan bagian yang sangat penting dari total station ataupun waterpass. Tripod memiliki tiga buah kaki yang terbuat dari bahan alumunium atau bahan lainnya. Tripod sendiri berfungsi sebagai penyangga alat ukur, seperti Total station dan waterpass.



Gambar 2. 6 Tripod

Sumber: Indonesia.alibaba.com

d. Prisma

Prisma adalah alat yang digunakan untuk memantulkan sinar pengukuran dari alat total station.



Gambar 2. 7 Prisma

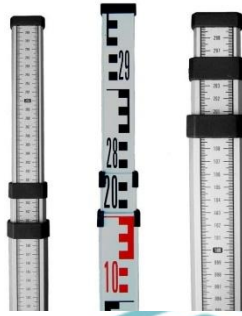
Sumber: indosurta.co.id

e. Rambu Ukur

Rambu ukur merupakan salah satu alat bantu utama yang digunakan untuk mengukur jarak, beda tinggi, dan juga elevasi. Pada rambu ukur terdapat tiga cara pembacaan, yaitu bacaan benang atas, bacaan benang tengah, bacaan benang bawah.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 8 Rambu Ukur

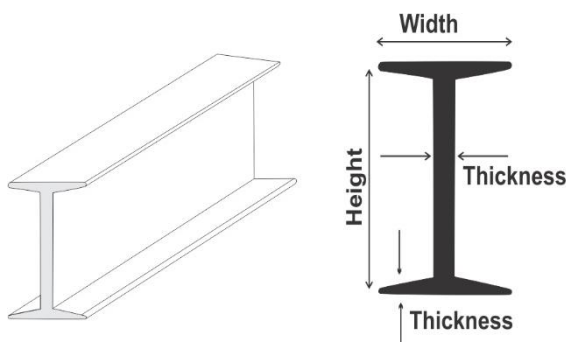
Sumber: Tokopedia.com

2.6 Pekerjaan Support Shoring

Support shoring merupakan system penyangga sementara yang digunakan untuk menahan beban struktur yang belum memiliki kekuatan selama proses konstruksi. Shoring biasanya dibuat dari kombinasi material seperti baja, alumunium, atau kayu dan harus dipasang berdasarkan perhitungan bebannya. Berikut ini adalah material yang digunakan pada pada pekerjaan *support shoring*:

a. Besi WF (*Wide Flange*)

Wide flange merupakan jenis besi yang digunakan pada konstruksi baja. Pada fisiknya terdapat bagian yang disebut dengan *web* dan *flange*. Elemen vertical disebut *web*, sedangkan horizontal disebut *flange*. Besi WF memiliki kekuatan yang sangat baik, sehingga mampu menahan daya tekan aksial dan daya tarik aksial. Fungsi utama dari besi WF pada struktur baja adalah sebagai penyangga bangunan agar tidak mudah mengalami pergeseran.



Gambar 2. 9 Besi Wide Flange

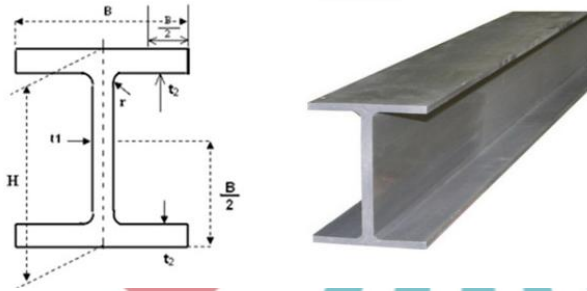
Sumber: jualbesi.com

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

b. H-Beam

Baja dengan tipe *H-beam* mempunyai bentuk seperti huruf H, baja dengan tipe ini digunakan sebagai salah satu bahan untuk konstruksi Gedung, jembatan, dan lain-lain. Baja ini merupakan pasangan dari besi WF yang dapat dijadikan sebagai *tower shoring*/kolom pada bangunan



Gambar 2. 10 H-Beam

Sumber: agpindonesia.com

c. U-Head

U-head merupakan tiang baja yang memiliki bentuk menyerupai huruf U yang digunakan sebagai rangka dasar dan penyangga dinding beton arah vertical. U-head dilengkapi dengan wingnut, sehingga dapat diatur ketinggiannya sesuai dengan rencana pekerjaan.



Gambar 2. 11 U-Head

Sumber: Tokopedia.com

d. Jack Base

Jack base adalah komponen penting dalam sistem perancah yang berfungsi sebagai tumpuan dasar dari perancah. Jack base dapat disesuaikan ketinggiannya sesuai dengan yang direncanakan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 12 Jack Base

Sumber: serwisbudowy.com

e. Diagonal Brace

Diagonal *brace* digunakan sebagai penahan beban dari *long beam* dan menyalurkan beban secara menyilang. Diagonal brace digunakan pada konstruksi bangunan Gedung, jembatan, dan lain-lain.



Gambar 2. 13 Diagonal Brace

Sumber: Data Pribadi

f. Besi CNP

Besi CNP merupakan salah satu profil baja yang berbentuk seperti huruf “C”. besi ini merupakan material konstruksi yang sering digunakan untuk berbagai bangunan.



Gambar 2. 14 Besi CNP

Sumber: smsperkasa.com

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

g. Besi UNP

Besi UNP (U-Channel) adalah profil baja yang berbentuk huruf “U” yang digunakan dalam konstruksi sebagai elemen pendukung struktur. Kegunaan utama dari besi UNP adalah sebagai rangka penopang, balok sekunder, dan bracing pada shoring.



Gambar 2. 15 Besi UNP

Sumber: nimsteel.co.id

h. Angle Beam

Angle beam adalah profil baja yang berbentuk sudut siku-siku 90 derajat yang digunakan sebagai pendukung dalam berbagai struktur bangunan. Profil ini dikenal juga sebagai *L-beam*. Angle beam memiliki beberapa fungsi, yaitu sebagai penguat struktur, baik dalam rangka baja, sambungan, maupun bracing untuk menahan gaya secara lateral.



Gambar 2. 16 Angle Beam

Indiamart.com

2.7 Pekerjaan Penulangan

Pekerjaan penulangan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam konstruksi beton bertulang, karena selain mutu beton, kekuatan dan keamanan struktur sangat dipengaruhi oleh kualitas serta ketepatan pemasangan tulangan. Jenis tulangan pada konstruksi beton bertulang dibagi menjadi dua, yaitu tulangan polos dan tulangan ulir. Tulangan polos dilambangkan dengan simbol ($\emptyset$), memiliki permukaan yang



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

halus tanpa sirip atau ulir. Sementara itu, tulangan ulir dilambangkan dengan simbol (D), memiliki permukaan yang bersirip.

2.7.1 Standar Pekerjaan Penulangan

Standar pekerjaan penulangan di Indonesia mengacu pada SNI 2052:2024.

Untuk ketentuannya adalah sebagai berikut:

A. Toleransi Diameter

Toleransi diameter baja tulangan beton polos sesuai SNI 2052-2024, yaitu pada tabel berikut:

Tabel 2. 1 Ukuran dan Toleransi Diameter BjTP

No	Diameter (d)	Toleransi (t)	Penyimpangan kebundaran maksimum (P)
	mm	mm	mm
1	6	$\pm 0,3$	0,42
2	$8 \leq d \leq 14$	$\pm 0,4$	0,56
3	$16 \leq d \leq 25$	$\pm 0,5$	0,70
4	$28 \leq d \leq 32$	$\pm 0,6$	0,84
5	≥ 36	$\pm 0,8$	1,12

CATATAN:

1. Penyimpangan kebundaran maksimum dengan rumus:

$$P = (d_{\max} - d_{\min}) \leq (2t \times 70\%)$$

2. Toleransi untuk baja tulangan beton polos = $d - d_{\text{aktual}}$

Sumber: SNI 2052-2024

B. Panjang dan Toleransi

Panjang dan toleransi baja tulangan beton sesuai SNI 2052-2024, yaitu pada tabel berikut:

Tabel 2. 2 Toleransi Berat per Batang BjTS

Panjang (m)	Toleransi panjang (mm)
$2 \leq P \leq 6$	+ 400
$6 \leq P \leq 10$	+ 500
$10 \leq P \leq 15$	+ 700

Sumber: SNI 2052-2024

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

C. Toleransi Berat per Batang

Toleransi berat per batang baja tulangan beton sirip/ulir sesuai pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. 3 Toleransi Berat per Batang BjTS

Diameter nominal (mm)	Toleransi
$6 \leq d \leq 8$	$\pm 7 \%$
$10 \leq d \leq 13$	$\pm 6 \%$
$16 \leq d \leq 29$	$\pm 5 \%$
$d > 29$	$\pm 4 \%$

Sumber: SNI 2052-2024

2.7.2 Jenis - Jenis Baja Tulangan

Tulangan beton dibedakan berdasarkan bentuknya adalah sebagai berikut:

1. Baja Tulangan beton polos

Baja tulangan polos merupakan baja tulangan beton yang tidak memiliki ulir dan penampangnya berbentuk lingkaran rata.



Gambar 2. 17 Tulangan Polos

Sumber: besibeton.net

2. Baja Tulangan beton ulir/sirip

Baja tulangan ulir/sirip merupakan baja tulangan beton yang memiliki ulir/sirip secara memanjang dan melintang. Kegunaan ulir/sirip ini adalah untuk meningkatkan daya cengkram pada beton.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 18 Tulangan Ulir

Sumber: besibeton.net

2.7.3 Pemotongan Tulangan

Pemotongan tulangan adalah salah satu tahap penting dalam pekerjaan beton bertulang. Pemotongan tulangan ini bertujuan agar baja tulangan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan di dalam gambar kerja. Proses pemotongan tulangan biasanya menggunakan mesin pemotong tulangan (*bar cutter*).



Gambar 2. 19 Pemotongan Tulangan dengan Bar Cutter

Sumber: rekan konstruksi

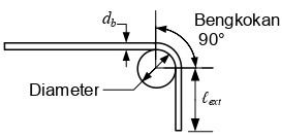
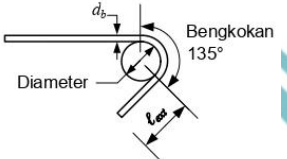
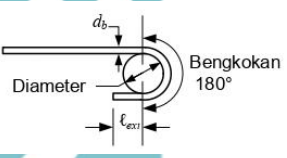
2.7.4 Pembengkokan Tulangan

Pembengkokan tulangan dilakukan untuk membentuk batang tulangan sesuai dengan bentuk yang direncanakan dalam gambar kerja. Proses pembengkokan tulangan dapat dilakukan menggunakan alat sederhana ataupun menggunakan mesin bending (*bar bender*). Berikut ini adalah bentuk bengkokan minimum berdasarkan SNI 2847-2019:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 2. 4 Bentuk Bengkokan Minimum untuk Senggang, Ikat Silang, dan Senggang Pengekang

Tipe kait standar	Ukuran batang	Diameter sisi dalam bengkokan minimum	Perpanjangan lurus [1] ℓ_{ext} , mm	Tipe kait standar
Kait 90 derajat	D10 hingga D16	$4d_b$	Terbesar dari $6d_b$ dan 75 mm	
	D19 hingga D25	$6d_b$	$12d_b$	
Kait 135 derajat	D10 hingga D16	$4d_b$	Terbesar dari $6d_b$ dan 75 mm	
	D19 hingga D25	$6d_b$		
Kait 180 derajat	D10 hingga D16	$4d_b$	Terbesar dari $4d_b$ dan 65 mm	
	D19 hingga D25	$6d_b$		

Sumber: SNI 2847-2019

Dalam pekerjaan konstruksi beton bertulang, proses pemotongan dan pembengkokan baja tulangan merupakan tahapan krusial yang harus dilakukan secara tepat dan sesuai standar. Kesalahan dalam tahap ini dapat berdampak langsung terhadap kekuatan, daya tahan, dan keselamatan struktur secara keseluruhan. Oleh karena itu, diperlukan pedoman teknis yang jelas agar pelaksanaan di lapangan berjalan sesuai dengan ketentuan rekayasa struktur. Berikut adalah aturan-aturan yang berkaitan dengan tahapan pemotongan dan pembengkokan:

1. Baja tulangan yang akan dipotong atau dibengkokan wajib dalam kondisi bersih dari karat, minyak, lumpur, maupun kotoran lainnya.
2. Baja tulangan yang telah dibengkokan, tidak boleh dibengkokan kembali ke arah sebaliknya.
3. Baja tulangan yang sudah dibengkokan lalu diluruskan kembali, tidak boleh dibengkokan lagi dalam jarak 60 cm dari bekas bengkokan sebelumnya
4. Tulangan tidak boleh dibengkokan dalam keadaan panas, tulangan harus dalam keadaan dingin, kecuali bila diizinkan oleh pengawas pekerjaan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Tulangan yang sebagian sudah tertanam di dalam beton tidak boleh ditebuk ataupun diluruskan kembali, kecuali ada persetujuan dari pihak perencana struktur.

2.7.5 Sambungan pada Tulangan

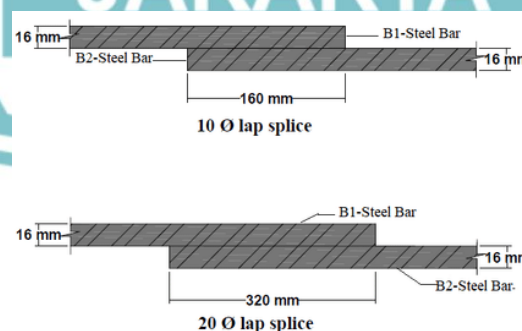
Suatu konstruksi bangunan baja tulangan batang-batang baja yang dirangkai menjadi satu kesatuan melalui berbagai metode sambungan. Sambungan tulangan memiliki beberapa fungsi utama, antara lain:

1. Menyatukan batang-batang baja untuk membentuk struktur sesuai desain
2. Menyesuaikan dimensi baja seperti Panjang, lebar, dan tebal sesuai kebutuhan
3. Memudahkan proses pemasangan dan penyesuaian di lapangan
4. Memudahkan penggantian bagian/batang yang mengalami kerusakan
5. Memberikan kemungkinan adanya bagian/batang konstruksi yang dapat bergerak, misalnya peristiwa muai-susut baja akibat perubahan suhu

Sambungan pada tulangan harus direncanakan dan dilaksanakan dengan tepat agar tidak mengurangi kekuatan struktur secara keseluruhan. Oleh karena itu, pemilihan metode penyambungan harus mempertimbangkan efisiensi, kekuatan, serta kemudahan pelaksanaan di lapangan. Metode penyambungan tulangan dapat dilakukan dengan cara:

1. Sambungan Lapis (*Lap Splice*)

Metode sambungan ini dilakukan dengan cara melekatkan dua batang tulangan secara berdampingan. Panjang sambungan ditentukan berdasarkan diameter tulangan, mutu beton.



Gambar 2. 20 Sambungan Lap Splice

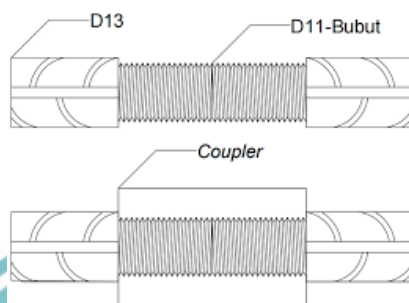
Sumber: Researchgate.net

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Sambungan Mekanis

Sambungan ini menggunakan alat penyambung berupa kopler atau lengan baja untuk menyatukan ujung tulangan.



Gambar 2. 21 Sambungan Mekanis Coupler

Sumber: pdfs.semanticscholar.org

3. Sambungan Las

Sambungan ini dilakukan dengan cara mengelas ujung tulangan. Metode penulangan ini jarang dilakukan di lapangan karena membutuhkan pengawasan khusus dan potensi menurunnya mutu tulangan akibat panas yang berlebihan.

2.7.6 Pemasangan Tulangan

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pemasangan tulangan, yaitu:

1. Semua penempatan tulangan harus mengikuti detail pada gambar kerja
2. Besi tulangan harus dalam keadaan bersih dari kotoran, oli, karat, lumpur.
3. Semua sambungan antar tulangan harus diikat dengan tepat menggunakan kawat dan panjang sambungan antar tulangan harus sesuai dengan spesifikasi teknis
4. Tulangan harus memiliki jarak tertentu dari permukaan beton untuk melindungi besi dari karat dan memastikan lekatan antara beton dan tulangan baik
5. Sebelum dilakukan pengecoran, tulangan yang sudah terpasang harus diperiksa kembali untuk memastikan tulangan terpasang sesuai dengan gambar kerja

2.8 Pekerjaan Bekisting

Menurut Rivankar & Chordiya, (2017) bekisting merupakan cetakan sementara yang berfungsi sebagai penahan beton segar hingga beton tersebut mengeras dan membentuk struktur sesuai desain yang direncanakan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pekerjaan bekisting sangat berkaitan dengan analisis waktu dan produktivitas, karena keduanya berpengaruh langsung terhadap estimasi biaya proyek. Komponen biaya terbesar dalam pelaksanaan bekisting umumnya berasal dari kebutuhan tenaga kerja dan peralatan yang digunakan selama proses pemasangan maupun pembongkarannya.

2.8.1 Persyaratan Bekisting

Bekisting merupakan bagian penting dalam pekerjaan struktur beton yang harus direncanakan secara tepat agar proses pengecoran dapat berlangsung dengan aman dan efisien. Oleh karena itu, sistem bekisting wajib memenuhi sejumlah persyaratan untuk menjamin kualitas dan kestabilan struktur selama pelaksanaan. Berikut ini adalah persyaratan pekerjaan bekisting:

1. *Quality*

Pada pelaksanaannya, bekisting harus dirancang dan dipasang secara tepat sesuai ukuran, bentuk, serta posisi yang telah ditentukan, agar menghasilkan permukaan akhir yang rapi dan sesuai standar.

2. *Safety*

Bekisting harus dibangun dengan kekuatan yang cukup untuk menahan seluruh beban kerja tanpa mengalami perubahan bentuk, serta dirancang sedemikian rupa agar aman bagi pekerja dan tidak membahayakan struktur beton yang dicetak.

3. *Economy*

Pemasangan bekisting perlu dilakukan secara efisien agar dapat menekan biaya dan mempercepat waktu pelaksanaan proyek, sehingga memberikan keuntungan baik bagi pemilik proyek maupun kontraktor.

Menurut Zakaria et al., (2021) bekisting yang baik harus memenuhi lima syarat utama yang menjadi acuan kelayakan dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, Adapun kelima syarat tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kokoh dan kuat
2. Mudah pada saat pemasangan dan pembongkaran
3. Bekisting tidak bocor pada saat pengecoran
4. Ukuran harus sesuai dengan yang direncanakan
5. Mampu menahan beban dari beton

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.8.2 Tipe Bekisting

Menurut Amri, (2005) tipe bekisting dalam pekerjaan beton dibagi menjadi 3, antara lain:

1. Bekisting Sederhana (Tradisional)

Bekisting konvensional adalah bekisting yang menggunakan kayu sebagai bahan utama. Bekisting tipe ini digunakan untuk bentuk yang tidak beraturan atau bentuk khusus sehingga biasanya bekisting tipe ini digunakan satu kali. Karena penggunaannya untuk bentuk khusus, pada proses pembuatan banyak bahan yang terbuang dan membutuhkan tenaga kerja yang berpengalaman.



Gambar 2. 22 Bekisting Konvensional

Sumber: juraganmaterial.id

2. Bekisting Semi Sistem

Bekisting semi sistem merupakan jenis bekisting yang dirancang dengan menyesuaikan material dasarnya terhadap bentuk dan dimensi struktur beton. Karena bentuk konstruksi tidak mengalami banyak perubahan, sistem ini memungkinkan pemakaian ulang dalam jumlah yang lebih banyak. Dengan demikian, biaya investasi dan tenaga kerja yang dibutuhkan menjadi lebih efisien dan ekonomis.



Gambar 2. 23 Bekisting Semi Sistem

Sumber: griyasatria.co.id

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Bekisting Sistem Penuh

Bekisting sistem penuh merupakan pengembangan dari tipe semi sistem dan tipe tradisional, bekisting tipe system penuh dilengkapi gambar kerja sehingga mudah dipahami oleh berbagai tingkat pekerja. Bekisting tipe ini juga dapat digunakan secara berulang-ulang bergantung pada kualitas bahan yang digunakan. Bekisting tipe ini membutuhkan jumlah tenaga kerja rendah, namun biaya investasinya tinggi.



Gambar 2. 24 Bekisting Sistem Penuh

Sumber: Indonesia.concrete-formworksyste.ms.com

2.9 Pekerjaan Pengecoran

Pengecoran adalah proses penuangan adukan beton segar ke dalam cetakan atau bekisting sesuai bentuk dan ukuran yang direncanakan pada gambar kerja. Pengecoran dibantu dengan menggunakan *concrete pump* untuk menjangkau tempat – tempat yang sulit dan tinggi.

2.9.1 Metode Pengecoran Berdasarkan Lokasi

Pekerjaan pengecoran dapat dilakukan dengan dua metode berdasarkan lokasi pengecorannya, yaitu:

1. *Cast In Situ* (Cor di tempat)

Pengecoran dilakukan langsung di lokasi pekerjaan.

2. *Precast* (Beton Pracetak)

Beton dicor di luar lokasi, kemudian diangkut dan dipasang ke lokasi pekerjaan.

2.9.2 Persyaratan Umum Beton

Untuk menghasilkan struktur beton yang kuat, awet, dan sesuai dengan standar keselamatan konstruksi, beton yang digunakan harus memenuhi beberapa persyaratan teknis. Persyaratan umum ini mencakup aspek-aspek sebagai berikut:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- a. Spesifikasi pekerjaan mencakup seluruh jenis struktur yang menggunakan beton bertulang, beton tanpa tulangan, beton prategang, beton pracetak, serta beton yang digunakan dalam struktur komposit dengan baja.
- b. Ruang lingkup pekerjaan juga mencakup penyiapan area pengecoran, pengadaan lapisan penutup beton, lantai kerja, serta kegiatan pemeliharaan pada pondasi, termasuk pengeringan melalui pemompaan atau metode lain untuk memastikan kondisi pondasi tetap kering selama proses pelaksanaan.
- c. Beton yang digunakan dalam pedoman ini mempunyai mutu beton sesuai tabel sebagai berikut:

Tabel 2. 5 Mutu Beton dan Penggunaannya

Jenis Beton	f_c' (MPa)	σ_{bk}' (kg/cm)	Uraian
Mutu tinggi	35 – 65	K400 – K800	Umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang beton prategang, gelagar beton prategang, pelat beton prategang dan sejenisnya.
Mutu sedang	20 - < 35	K250 - < K400	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, kerb, beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan
Mutu rendah	15 - < 20	K175 - < K250	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, trotoar dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu.
	10 - < 15	K125 - < K175	Digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton

Sumber: Pd T-07-2005-B

2.9.3 Perawatan Beton

Perawatan beton atau *curing* adalah proses pemeliharaan beton dengan tujuan untuk menjaga kelembaban dan suhu beton agar beton tidak terlalu cepat kehilangan airnya, sehingga dapat mencapai kekuatan yang sesuai dengan rencana. Perawatan beton dilakukan setelah proses *finishing* selesai dan waktu total *setting* (ikat) tercapai.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Perawatan beton dapat dibedakan menjadi beberapa cara, tergantung pada kondisi lingkungan dan jenis pekerjaan. Berikut ini adalah beberapa metode perawatan beton:

1. Perawatan dengan Penyiraman Air

Penyiraman air pada beton dilakukan untuk mengurangi penguapan air yang berada di dalam beton. Metode ini diterapkan pada area terbuka seperti pelat lantai, trotoar, dan jalan

2. Perawatan dengan Bahan Kimia (*Curing Compound*)

Perawatan ini menggunakan bahan cair yang disemprotkan pada permukaan beton untuk mengurangi dan menghambat penguapan air pada beton. Metode ini diterapkan pada area yang sulit dijangkau

3. Perawatan dengan Uap

Metode perawatan ini biasanya dilakukan di pabrik dengan memberikan uap air ke beton dengan tekanan rendah dan tinggi untuk menyesuaikan suhu antara beton dan lingkungan.

4. Perawatan dengan Membran

Metode ini dilakukan dengan melapisi membran pada permukaan beton agar air tidak menguap dari campuran beton. Perawatan dengan membran ini sangat cocok jika di lokasi pengecoran beton tidak memiliki sumber air yang cukup, karena perawatan ini dapat dilakukan setelah atau sebelum perawatan beton dengan pembasahan.

2.10 Produktivitas

Menurut Laksono, (2007) produktivitas adalah rasio antara hasil yang diperoleh (output) dengan sumber daya yang digunakan (input). Dalam konteks ini, output merujuk pada unit hasil kerja yang dapat diukur secara fisik, sedangkan input mencakup seluruh sumber daya yang digunakan, seperti tenaga kerja, material, dan waktu. Peningkatan produktivitas dapat berdampak pada meningkatnya efisiensi, baik dari segi waktu, biaya, maupun tenaga kerja. Berikut ini adalah rumus perhitungan produktivitas:

1. Produktivitas Alat Berat

Produktivitas pada alat berat bergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat berat (*cycle time*). Berikut ini adalah rumus untuk menghitung produktivitas alat berat:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$Q = q \times \frac{60}{CT} \times E \quad (2.1)$$

Keterangan:

- Q = Produktivitas (ton/jam)
 q = kapasitas alat (ton)
 CT = Waktu Siklus (menit)
 E = Efisiensi

Untuk besarnya nilai factor efisiensi dapat dilihat pada **Tabel 2.7** berikut:

Tabel 2. 6 Faktor Efisiensi Alat

Kondisi Operasi	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,53	0,50	0,47	0,42	0,32

Faktor efisiensi ini adalah didasarkan atas kondisi operasi dan pemeliharaan secara umum. Faktor efisiensi untuk setiap jenis alat bisa berbeda.

2. *Concrete Truck Mixer*

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \quad (2.2)$$

Keterangan:

- Q = Produktivitas alat (m³/jam)
 V = Kapasitas truck mixer (m³)
 Fa = Faktor efisiensi alat

Untuk perhitungan waktu siklus *truck mixer* adalah sebagai berikut:

a. Waktu pengisian (T1)

$$T1 = \frac{V \times 60}{Q1} \quad (2.3)$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

b. Waktu mengangkut (T2)

$$T2 = \frac{L \times 60}{v1} \quad (2.4)$$

c. Waktu menumpah (T3)

Waktu yang diperlukan saat penuangan beton ready mix di lokasi pengecoran

d. Waktu kembali (T4)

$$T4 = \frac{L \times 60}{v2} \quad (2.5)$$

e. Waktu menunggu truck mixer (T5)

Waktu yang diperlukan untuk menunggu truck mixer

Untuk perhitungan total waktu siklus truck mixer adalah sebagai berikut:

$$TS = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 \quad (2.6)$$

Perhitungan jumlah truck mixer adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{\text{total volume (m}^3\text{)}}{\text{volume kapasitas truck mixer (m}^3\text{)}} \quad (2.7)$$

Keterangan:

Q1 = Produktivitas *batching plant* (m³/jam)

V = Kapasitas *truck mixer* (m³)

Fa = Faktor efisiensi alat

v1 = kecepatan rata-rata isi (km/jam)

v2 = kecepatan rata-rata kosong (km/jam)

L = jarak tempuh (km)

T1 = waktu pengisian (menit)

T2 = waktu mengangkut (menit)

T3 = waktu penumpahan (menit)

T4 = waktu kembali (menit)

T5 = waktu menunggu (menit)

TS = waktu siklus (menit)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. *Concrete Vibrator*

Kapasitas produksi (Q)

$$Q = v \times Fa \quad (2.7)$$

Keterangan:

Q = kapasitas produksi (m³/jam)

V = kapasitas pemadatan (m³/jam)

Fa = faktor efisiensi alat. Lihat tabel 3

4. Produktivitas Tenaga Kerja

Produktivitas tenaga kerja merujuk pada kemampuan seorang pekerja atau sekelompok pekerja dalam menghasilkan output (produk atau jasa) dalam periode waktu tertentu dengan input tertentu. Berikut ini adalah rumus dari produktivitas tenaga kerja:

$$p = \frac{\text{Jumlah keluaran persatuan waktu}}{\text{jumlah tenaga kerja persatuan orang}} \quad (2.8)$$

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

Adapun teknik yang digunakan dalam pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

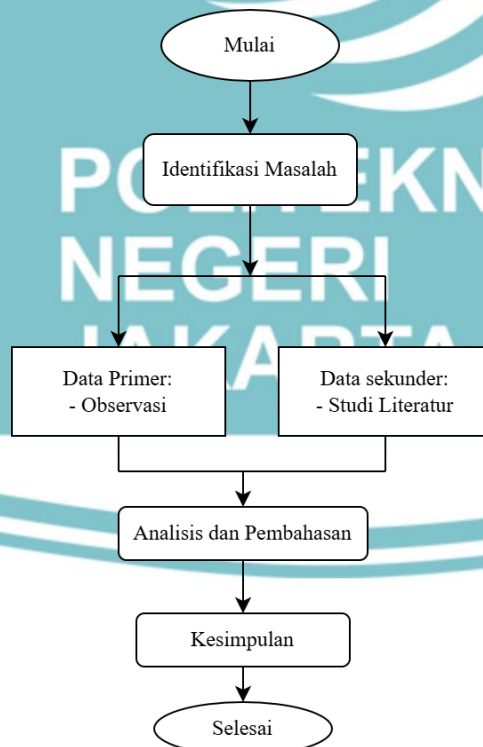
a. Studi Literatur/Kepustakaan

Studi literatur/kepustakaan adalah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan mencari dan membaca berbagai referensi tertulis, seperti buku, artikel, jurnal, dan sumber lainnya yang memberikan gambaran secara umum.

b. Observasi

Observasi dilakukan dengan cara mengamati secara langsung objek penelitian di lapangan. Tujuannya adalah untuk memperoleh data factual berdasarkan kondisi nyata yang ada pada lokasi kegiatan.

3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Sumber: Data Pribadi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahapan awal dalam penulisan tugas akhir. Identifikasi masalah dilakukan untuk menentukan batasan masalah yang akan dibahas. Adapun kegiatan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi hal-hal yang berkaitan dengan metode pelaksanaan pekerjaan
- b. Mengidentifikasi hal-hal yang berkaitan dengan produktivitas tenaga kerja dan alat berat.
- c. Mengidentifikasi jadwal pelaksanaan pekerjaan

3.2.2 Pengumpulan Data

Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengumpulkan data dan informasi tentang studi pengamatan yang dilakukan. Data tersebut berupa:

- a. Data Primer
Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari pengamatan yang dilakukan di lapangan.
- b. Data Sekunder
Data sekunder adalah data yang diperoleh dengan mengumpulkan informasi, berupa dokumen yang sudah ada. Data sekunder berupa gambar kerja dan spesifikasi alat, tenaga kerja, dan lainnya.

3.2.3 Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis dan pembahasan dari data yang telah diperoleh. Analisis data dilakukan untuk menentukan metode pelaksanaan pekerjaan, menghitung kebutuhan tenaga kerja, volume pekerjaan, durasi pekerjaan, peralatan, dan material yang dibutuhkan.

3.2.4 Kesimpulan

Tahap akhir dari penulisan tugas akhir adalah membuat kesimpulan yang berkaitan dengan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya, kesimpulan megacu pada tujuan penulisan tugas akhir.

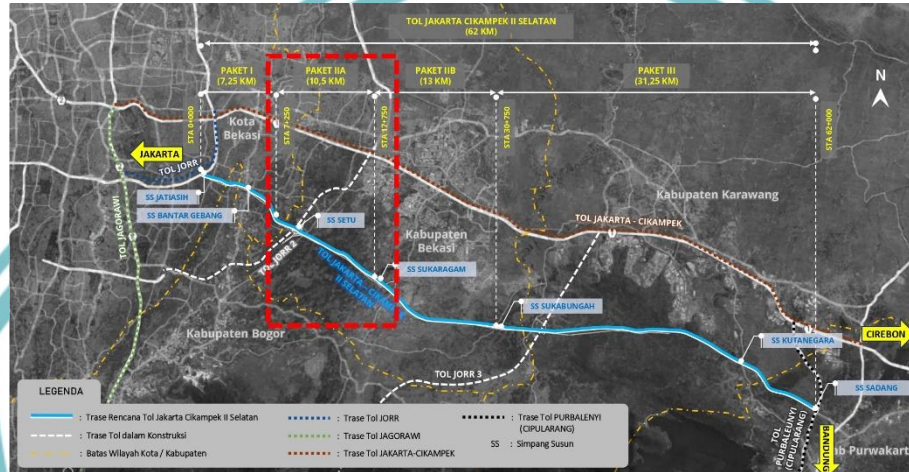
BAB IV

DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Umum

4.1.1 Lokasi Proyek

Proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Selatan Paket 2A berlokasi di Desa Burangkeng, Kecamatan Setu, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat.



Gambar 4. 1 Lokasi Proyek

Sumber: Data Proyek

4.1.2 Deskripsi Proyek

1. Nama Proyek : Proyek Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Selatan Paket 2A
2. Lokasi Proyek : Desa Burangkeng, Kecamatan Setu, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat
3. Pemilik Proyek : PT. Jasamarga Japek Selatan
4. Panjang Proyek : 10,5 Km (STA 7+250 – STA 17+750)
5. Kontraktor : PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk, PT PP (Persero) Tbk, PT. Karya Marga Konstruksi, PT. Utama Karya Infrastruktur KSO
6. Konsultan Supervisi : KSO PT. Mitrapacific Consulindo International, PT. Buana Archicon, PT. Indec Internusa
7. Konsultan PMI : KSO PT. Anugerah Kridapradana, PT. Bina Karya (Persero)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2 Data Teknis Pekerjaan *Pier Head P2 Menggunakan Sistem Shoring*

Pada pelaksanaan pekerjaan *Pier Head P2* dengan menggunakan sistem *Shoring*, diperlukan informasi, seperti data teknis mengenai dimensi, mutu dari material yang digunakan untuk memastikan pekerjaan sesuai dengan standar perencanaan. Untuk data teknis pekerjaan *Pier Head P2* dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 4. 1 Data Teknis Pekerjaan *Pier Head P2 Menggunakan Sistem Shoring*

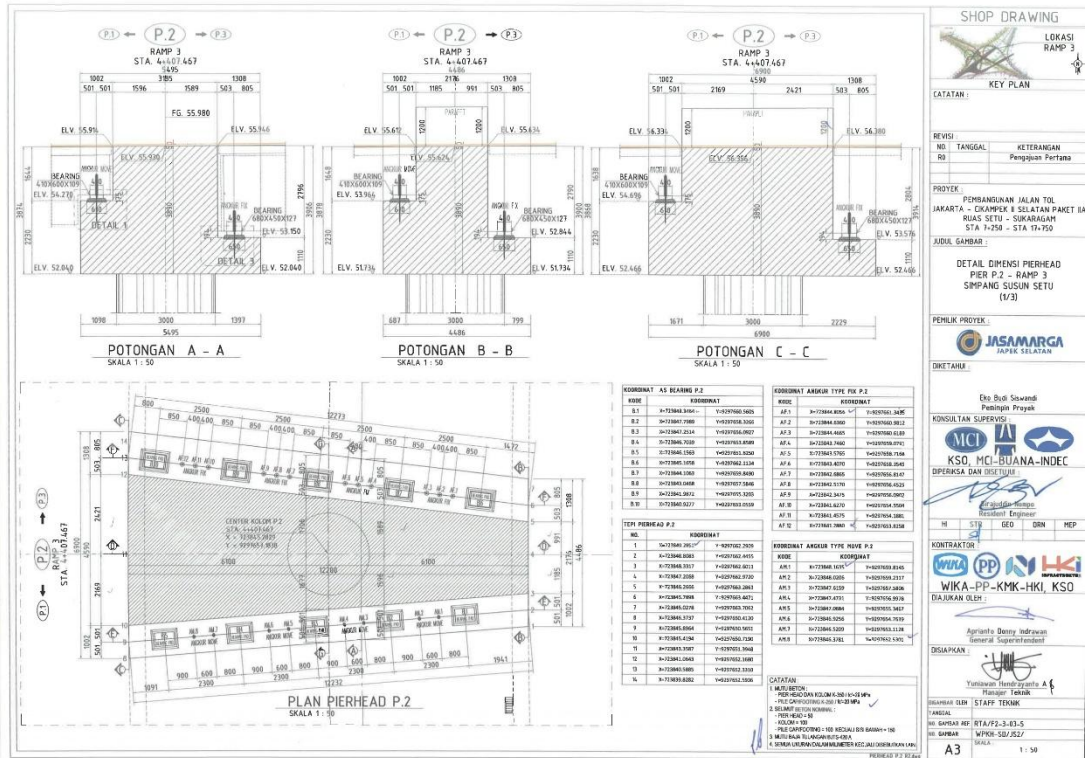
No	Uraian	Spesifikasi
1	Panjang <i>Pier Head P2</i>	12,2 m
2	Lebar <i>Pier Head P2</i> Sisi Kiri	6,9 m
3	Lebar <i>Pier Head P2</i> Sisi Kanan	4,48 m
4	Tinggi <i>Pier Head P2</i>	3,89 m
5	Lebar <i>Pier P2</i>	3 m
6	Tinggi <i>Pier P2</i>	8,14 m
7	Mutu Beton	Fc'29 MPa
8	Selimut Beton	50 mm
9	Mutu Baja <i>Shoring</i>	BJ 37
10	Mutu Baja Tulangan	BJTS-420A

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

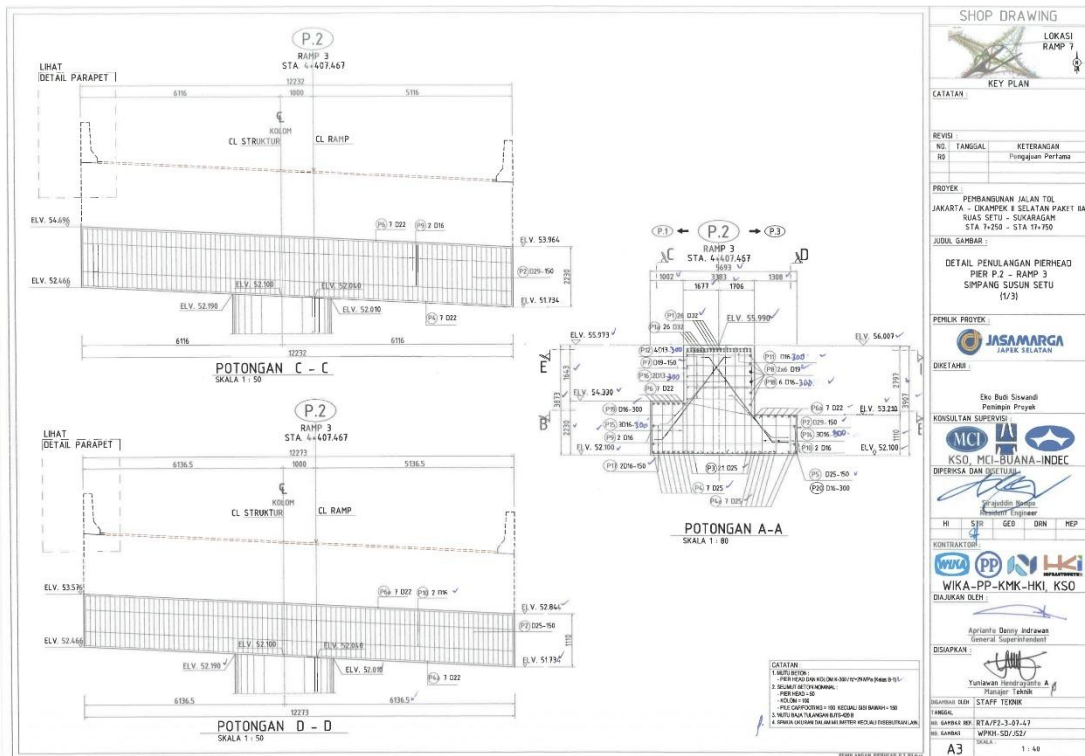
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 2 Shop Drawing Detail Penulangan Pier Head P2

Sumber: Data Proyek

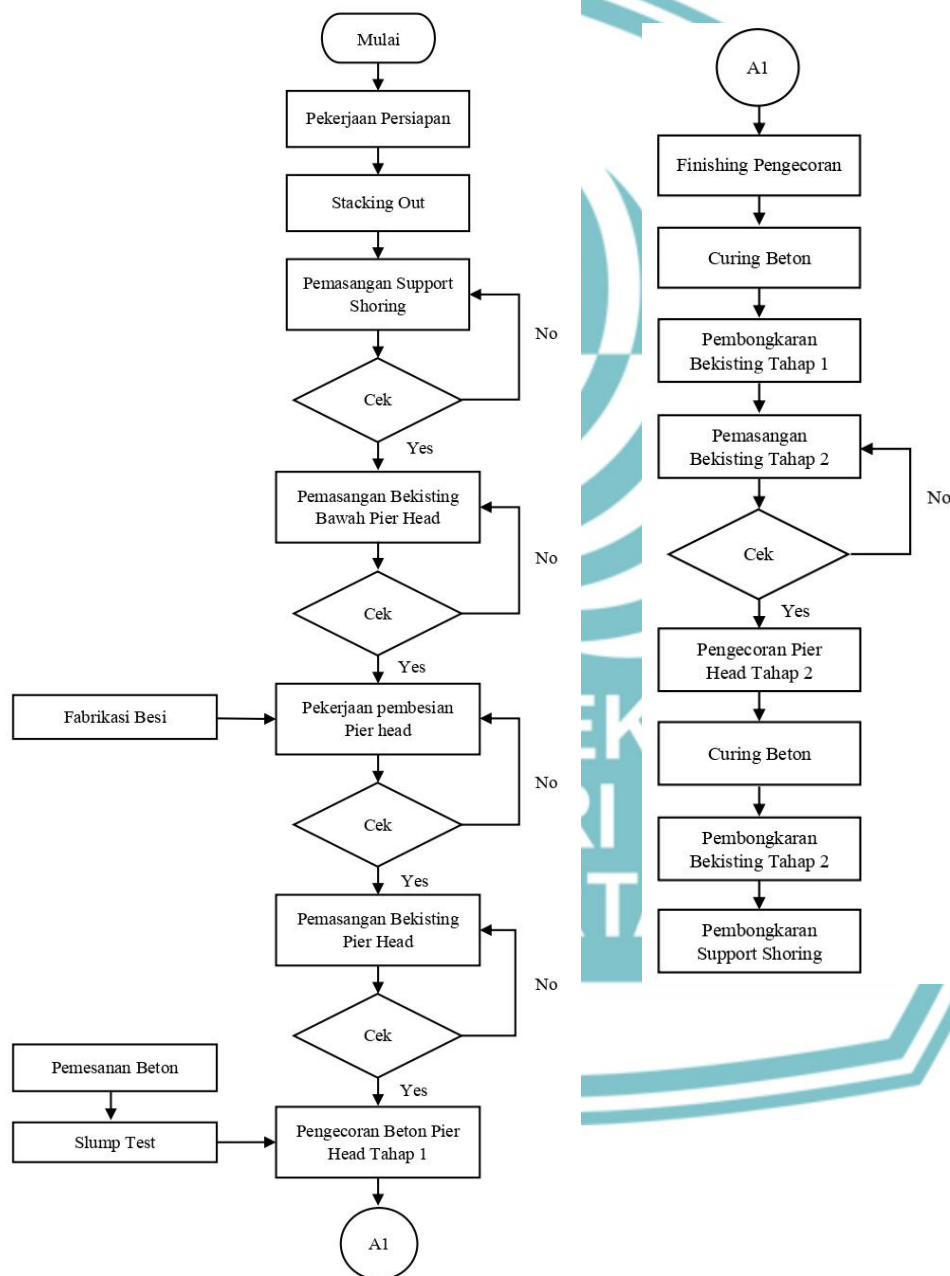


Gambar 4. 3 Shop Drawing Detail Dimensi Pier Head P2

Sumber: Data Proyek

4.3 Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Metode pelaksanaan pekerjaan adalah suatu cara atau langkah-langkah teknis yang direncanakan dan dijalankan secara sistematis untuk menyelesaikan suatu jenis pekerjaan konstruksi agar memenuhi standar mutu, waktu, dan biaya yang telah ditentukan. Berikut ini adalah *flowchart* pelaksanaan pekerjaan *pier head* P2 dengan sistem *shoring*



Gambar 4. 4 Flowchart Pekerjaan Pier Head P2

Sumber: Data Pribadi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3.1 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan terdiri dari pekerjaan pengukuran serta mobilisasi material dan peralatan. Pekerjaan – pekerjaan ini dilakukan oleh kontraktor dan perlu mendapat persetujuan dari konsultan.

4.3.1.1 Mobilisasi Sumber Daya

Sumber daya yang diperlukan untuk pelaksanaan pekerjaan *pier head* P2 dipersiapkan hingga mencapai lokasi. Sumber daya ini berupa alat berat, material yang digunakan pada pekerjaan *pier head*, serta pekerja sesuai kebutuhan di lapangan.



Gambar 4. 5 Mobilisasi Sumber Daya

Sumber: Data Pribadi

4.3.1.2 Pekerjaan Pengukuran/*Stake Out*

Pekerjaan pengukuran dilakukan dengan bantuan tim survey dan menggunakan peralatan seperti waterpass dan total station. Untuk alat *total station* digunakan untuk mengukur sudut dan koordinat pekerjaan *pier head*, sedangkan *waterpass* digunakan untuk mengukur elevasi dan beda tinggi. Area yang diukur kemudian ditandai untuk menentukan posisi kerja untuk posisi support shoring, pipa support, baja tulangan dan pemasangan bekisting.



Gambar 4. 6 Pekerjaan Pengukuran

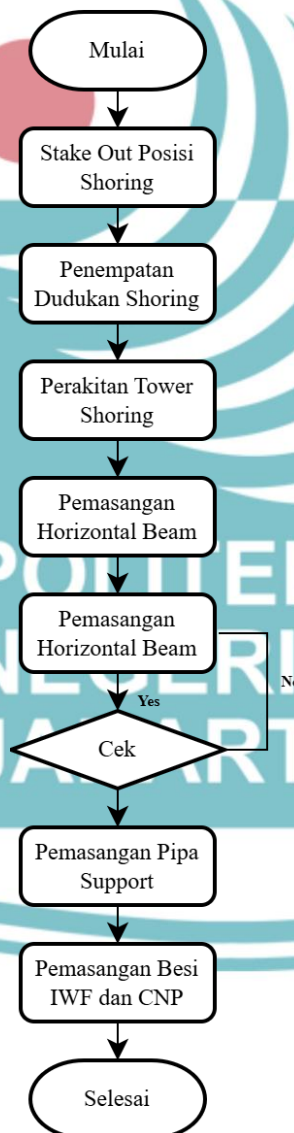
Sumber: Data Proyek

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3.2 Pekerjaan Pemasangan Shoring

Pekerjaan pemasangan *shoring* pada *pier head* bertujuan untuk menopang beban cetakan (formwork), beban beton segar, serta beban peralatan dan pekerja selama proses pengecoran berlangsung. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, seperti *jack base*, pipa support, *U-head*, *tower shoring*, *horizontal beam*, serta pengaku horizontal berupa besi IWF dan besi CNP. Seluruh komponen tersebut harus dipasang secara berurutan, presisi, dan sesuai dengan perencanaan teknis agar dapat bekerja dengan baik. Adapun flowchart dari pekerjaan pemasangan *support shoring* adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 7 Flowchart Pekerjaan Shoring

Sumber: Data Pribadi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Berikut ini adalah metode pelaksanaan pekerjaan pemasangan *shoring* adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran dan *marking* untuk posisi *shoring* dan pipa *support* yang dilakukan oleh tim survey, pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat *total station*.
2. Penempatan dudukan *shoring*. Dudukan *shoring* yang digunakan terbuat dari material *H Beam* 300x300x10x15. Penempatan dudukan *shoring* ini dibantu dengan menggunakan *mobile crane* dan diletakkan di atas *pile cap*.
3. Perakitan *Tower Shoring* dan horizontal *beam*. Komponen tower *shoring* terdiri dari:
 - a. Tiang *shoring* dengan menggunakan *H beam* 300x300x10x15
 - b. Horizontal *bracing* menggunakan UNP 125x65x6x8
 - c. Diagonal *bracing* menggunakan L 100x100x10

Setelah bagian pada tower *shoring* terpasang, dilanjut dengan pemasangan horizontal *beam* dengan menggunakan material *beam* IWF 700x300x13x24. Semua bagian tersebut dirakit sesuai dengan gambar kerja dan untuk pengencangan baut dilakukan sampai baut benar-benar kencang sesuai dengan standar

4. Pemasangan *ringlock scaffolding* dan platform kerja untuk mendukung akses pekerja.
5. Pemasangan pipa *support* untuk mendukung kekuatan bekisting bawah *pier head* dan untuk mengatur elevasi dari ketinggian bekisting bawah *pier head*
6. Pemasangan horizontal *beam* dengan menggunakan besi IWF dan CNP sebagai landasan untuk bekisting bawah *pier head*.

4.3.3 Pemasangan Bekisting Bawah *Pier Head*

Pemasangan bekisting bawah *pier head* dilakukan untuk menahan cetakan beton selama proses pengecoran hingga beton mencapai kekuatan yang cukup. Bekisting bawah *pier head* dipasang di atas *support shoring* dan dipasang dengan rapat untuk menghindari dari kebocoran. Bahan bekisting yang digunakan adalah papan Phenolic ukuran 18 mm. Untuk elevasi dan posisi bekisting disesuaikan dengan elevasi rencana *pier head*.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 8 Pemasangan Bekisting Bawah Pier Head P2

Sumber: Data Proyek

4.3.4 Pembobokan *Pier*

Pekerjaan pembobokan dilakukan untuk membuka permukaan beton eksisting agar mendapatkan ikatan yang kuat antara beton lama (pada *pier*) dan beton baru (pada *pier head*). Proses ini bertujuan untuk menghilangkan lapisan beton yang tidak padat, kotoran, atau bagian beton yang tidak memenuhi standar mutu. Selain itu, pembobokan juga memungkinkan tulangan *pier* yang telah dicor sebelumnya terekspos sesuai kebutuhan sambungan struktural. Pelaksanaan pembobokan harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak merusak tulangan yang telah ada dan tidak mengurangi dimensi struktur. Pada pekerjaan pembobokan *pier* P2 ini menggunakan alat *jack hammer*

Adapun beberapa tahapan dalam pelaksanaan pekerjaan pembobokan *pier*, yaitu sebagai berikut:

1. Pembobokan *pier* dilakukan setelah pemasangan bekisting bawah *pier head* selesai.
2. Sebelum dilakukan pembobokan, area pembobokan pada *pier* ditandai terlebih dahulu sesuai dengan gambar rencana, tujuannya adalah untuk memastikan pembobokan dapat dilakukan dengan tepat.
3. *Pier* dibobok sesuai dengan rencana pekerjaan, di mana pada *pier* P2 dilakukan pembobokan dengan kedalaman 20 cm dari permukaan beton.
4. Pembobokan pada *pier* dilakukan dengan menggunakan alat *Jack Hammer*.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 9 Pembobokan Pier Head P2

Sumber: Data Pribadi

4.3.5 Pemasangan Pembesian *Pier Head*

Pemasangan tulangan pada *pier head* dilakukan secara bertahap, dimulai dari tulangan utama, kemudian dilanjutkan dengan pemasangan sengkang. Penyambungan antar batang baja dilakukan sesuai dengan ketentuan panjang penyaluran yang diatur dalam SNI 2847:2019 atau ketentuan teknis dari perencana. Agar posisi tulangan tidak bergeser selama pengecoran berlangsung, digunakan pengikat berupa kawat bendrat dan beton *decking* untuk menjaga tebal selimut beton sesuai spesifikasi.

Adapun tahapan pelaksanaan pekerjaan pembesian *pier head* P2 adalah sebagai berikut:

1. Tim survey melakukan *stake out* dan *marking* untuk menentukan titik koordinat serta batas tepi dari *pier head*.
2. Tulangan *pier head* difabrikasi di area workshop sesuai dengan spesifikasi dan gambar kerja. Fabrikasi tulangan ini berupa pemotongan dan pembengkokan.
3. Tulangan yang telah difabrikasi kemudian dipasang di lokasi dan sesuai dengan posisi yang sudah ditandai. Pemasangan tulangan *pier head* harus sesuai dengan gambar kerja.
4. Setelah tulangan terpasang, kemudian dilakukan *checklist* bersama oleh Konsultan, Tim QC (*Quality Control*), dan Pelaksana untuk memastikan pemasangan tulangan sudah sesuai dengan gambar kerja.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 10 Pekerjaan Pembesian Pier Head P2

Sumber: Data Pribadi

4.3.6 Pemasangan Bekisting *Pier Head Tahap 1*

Sebelum pemasangan bekisting, dilakukan pengecekan material bekisting seperti papan phenolic, paku, dan alat pendukung lainnya. Bekisting dibersihkan dari sisa-sisa beton yang menempel dan dilumuri minyak. Setelah itu, bekisting dipasang mengikuti bentuk dan dimensi *pier head* P2. Pemasangan bekisting dilakukan secara tepat dan hati-hati agar posisi tidak bergeser dan bekisting kuat menahan beton pada saat pengecoran. Setelah pemasangan bekisting tahap 1 selesai, selanjutnya adalah dilakukan pemeriksaan oleh konsultan, tim QC, dan pelaksana. Bekisting diperiksa dari segi dimensi, kesikuan, kerataan permukaan, dan kekuatan bekisting.



Gambar 4. 11 Pemasangan Bekisting Pier Head P2 Tahap 1

Sumber: Data Pribadi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3.7 Pengecoran *Pier Head* Tahap 1

Pekerjaan pengecoran *pier head* dilakukan dalam dua tahap. Berikut ini adalah tahapan pekerjaan pengecoran *pier head* tahap 1:

1. Tahap awal sebelum pekerjaan pengecoran adalah melakukan pembersihan pada area dalam bekisting dan memastikan tidak ada kotoran yang menempel pada bekisting, tulangan, seperti tanah, serpihan kayu, dan material lainnya yang dapat mengganggu kualitas beton.
2. Beton segara dikirim dari batching plant menuju lokasi pekerjaan pengecoran menggunakan *truck mixer*.
3. Sebelum pengecoran dilaksanakan, dilakukan uji slump untuk mengetahui kekentalan dari adukan beton, setelah itu dilakukan pengambilan beberapa sampel beton untuk dilakukan uji kuat tekan di laboratorium.
4. Pengecoran *pier head* dilakukan dengan menggunakan *concrete pump* dan *truck mixer*. *Concrete pump* berguna untuk membantu menjangkau lokasi pengecoran *pier head*.
5. Saat pengecoran dilakukan, beton harus dipadatkan dengan menggunakan alat *concrete vibrator*. Pemadatan beton dihentikan ketika air semen naik ke permukaan beton.
6. Setelah selesai pengecoran, selanjutnya dilakukan penyiraman pada permukaan beton untuk menjaga agar beton tetap dalam kondisi basah dan tidak cepat kehilangan air



Gambar 4. 12 Pengecoran *Pier Head* P2 Tahap 1

Sumber: Data Pribadi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3.8 Pembongkaran Bekisting *Pier Head* Tahap 1

Pembongkaran bekisting *pier head* tahap 1 dilakukan setelah beton mencapai umur 3 hari dengan mempertimbangkan hasil kuat tekan beton. Pembongkaran bekisting harus dilakukan secara hati-hati agar tidak merusak permukaan beton yang telah dicor.



Gambar 4. 13 Pembongkaran Bekisting Pier Head P2 Tahap 1

Sumber: Data Pribadi

4.3.9 Pemasangan Bekisting *Pier Head* Tahap 2

Setelah pembongkaran bekisting *pier head* tahap 1, selanjutnya adalah pemasangan bekisting *pier head* tahap 2. Bekisting *pier head* tahap 2 dipasang di atas beton *pier head* tahap 1.



Gambar 4. 14 Pemasangan Bekisting Pier Head P2 Tahap 2

Sumber: Data Pribadi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3.10 Pengecoran *Pier Head* Tahap 2

Pekerjaan pengecoran *pier head* dilakukan setelah pemasangan bekisting *pier head* tahap 2 selesai dipasang. Pengecoran *pier head* menggunakan bantuan alat *concrete pump* dan *truck mixer*. Selama proses pengecoran, beton perlu dipadatkan menggunakan alat *concrete vibrator* agar udara yang terperangkap di dalam campuran beton dapat keluar. Tujuannya adalah untuk menghindari terbentuknya rongga pada beton, sehingga yang dihasilkan lebih kuat dan padat.

4.3.11 Pembongkaran Bekisting *Pier Head* Tahap 2

Setelah beton berumur 2 hari, dilakukan pembongkaran bekisting dengan hati-hati untuk menghindari kerusakan pada permukaan beton yang telah dicor. Pembongkaran bekisting ini diawasi oleh tim QC dan pelaksana untuk memastikan hasil pengecoran tetap dalam kondisi baik.



Gambar 4. 15 Pembongkaran Bekisting *Pier Head* Tahap 2

Sumber: Data Pribadi

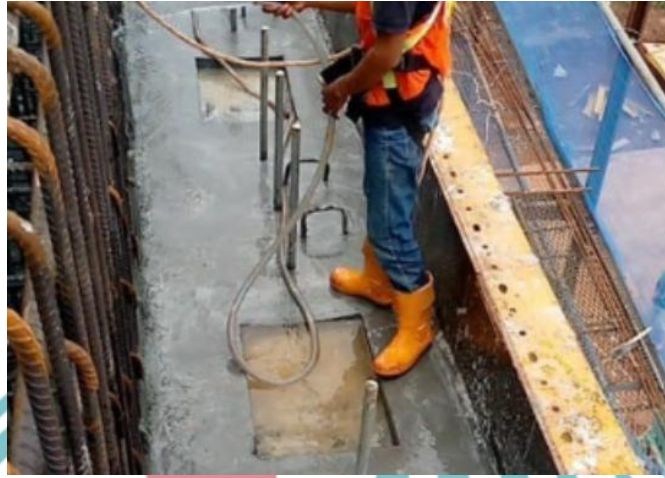
4.3.12 Perawatan Beton (*Curing*)

Pekerjaan perawatan beton dilakukan untuk merawat beton yang baru saja dicor. Pelaksanaan *curing* beton ini dilakukan untuk menjaga kadar air agar mencegah terciptanya rongga di dalam campuran beton. *Curing* beton ini dilakukan sebanyak dua kali. Yang pertama adalah perawatan beton sebelum melepaskan bekisting. Pelaksanaanya adalah dengan mengisi air ke permukaan beton sekitar 5 cm dari permukaan beton. Yang kedua adalah pekerjaan *Curing Compound* setelah bekisting

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dibongkar. Pekerjaan ini dilakukan dengan cara menyemprot beton dengan cairan kimia dan kemudian ditutup dengan geotekstil basah.



Gambar 4. 16 Perawatan Beton Pier Head P2

Sumber: Data Pribadi

4.3.13 Pembongkaran Bekisting Bawah *Pier Head* dan *Shoring*

Setelah beton telah mencapai kekuatan 80% atau beton telah berumur 14 hari, keseluruhan bekisting dapat dibongkar. Pembongkaran bekisting dan *shoring* ini dibantu dengan menggunakan alat *mobile crane* sebagai alat bantu untuk mengangkat material bekisting dan *shoring*.

4.4 Pengendalian Mutu

Pengendalian mutu merupakan aspek penting untuk memastikan setiap tahapan pelaksanaan pekerjaan memenuhi standar dan persyaratan yang telah ditetapkan. Selama proses pelaksanaan pekerjaan *pier head*, pengendalian mutu dilakukan secara menyeluruh mulai dari tahap pembesian, pemasangan bekisting, pengecoran, sampai pembongkaran bekisting. Pada pekerjaan *pier head* P2, dilakukan beberapa pengendalian mutu untuk memastikan hasil yang memenuhi standar dan spesifikasi yang telah ditetapkan, yaitu sebagai berikut:

4.4.1 Checklist

Sebelum pekerjaan pengecoran, dilakukan pemeriksaan pemasangan tulangan dan dilanjut pemeriksaan bekisting *pier head* tahap 1 dan tahap 2

Berikut ini adalah gambar hasil form checklist pada pekerjaan pembesian dan bekisting *pier head* P2:



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

No Dok : CL-WPKH.KSO-TOL.JIS.IIA-003		Tgl : 12 Maret 2025	
CHECKLIST PEKERJAAN			
Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta - Cikampek II Selatan Paket IIA (STA. 7+250 – STA. 17+750)			
Lingkup Pekerjaan	: Pekerjaan <u>Pier head</u>	Seg. No :	
Gambar Referensi	:	Tahap :	<u>19 Maret 2025</u>
Lokasi / Sta	: P2 Romp 3		
No	URAIAN	OK	NOT OK
		✓	X
A. Dokumen Kerja			
1	Shop drawing yang sudah ditandatangani oleh Pemilik Proyek, Konsultan, dan Kontraktor	✓	
2	Hasil pengecekan koordinat dan elevasi berdasarkan Shop Drawing	✓	
3	Hasil uji laboratorium material yang akan dipergunakan (besi dan material beton)	✓	
4	Job mix formula material beton yang akan digunakan	✓	
5	Perancah dan bekisting meliputi : verticality dan horizontality, kelayakan material yang akan digunakan, perkuatan pemasangan perancah dan bekisting.	✓	
B. Tenaga Kerja			
1	Koordinator Lapangan/Site Manager	✓	
2	Pelaksana Pekerjaan	✓	
3	Petugas K3	✓	
4	Geodetic Surveyor	✓	
5	Quality Control	✓	
6	Mandor	✓	
7	Tukang	✓	
8	Pekerja	✓	
C. Peralatan			
1	Truck Mixer	✓	
2	Concrete Pump	✓	
3	Alat Pemadat Beton/Vibrator	✓	
4	Kubus/Silinder Beton	✓	
5	Material untuk Curing	✓	
6	Slump Test	✓	
7	Tangga untuk menuju tempat pengecoran	✓	
8	Lampu penerangan apabila pengecoran dilakukan pada malam hari	✓	
D. Material yang digunakan			
D.1 Pembesian			
1	Bending besi sesuai shopdrawing	✓	
2	Susunan dan jarak antar tulangan sesuai shop drawing	✓	
3	Diameter besi sesuai shop drawing	✓	
4	Ikatan antar besi kokoh	✓	
5	Overlapping besi sesuai dengan shop drawing	✓	
D.2 Bekisting			
1	Material sesuai metode kerja	✓	
2	Dimensi dan pemasangan sesuai shop drawing	✓	
3	Penempatan shoring dan tie rod kokoh sesuai shop drawing	✓	
4	Joint bekisting rata dan tidak bocor / tidak rapat	✓	
5	Pola nat sambungan bekisting segaris	✓	
6	Terdapat stop cor sesuai metode kerja	✓	

Gambar 4. 17 Checklist Pekerjaan Pier Head P2

Sumber: Data Proyek

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.4.2 Uji Slump

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kekentalan atau konsistensi beton segar sebelum dilakukan pengecoran. Kekentalan pada beton mempengaruhi kemudahan dalam pengerjaan beton, seperti mencampur, menuang dalam cetakan, pemadatan, dan finishing. Nilai slump pada *pier head* P2 adalah $10 \pm \text{cm}$.



Gambar 4. 18 Pengujian Slump

Sumber: Data Proyek

4.4.3 Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui sejauh mana beton mampu dalam menahan beban tekan sebelum mengalami kerusakan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan benda uji yang berbentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian dilakukan pada saat beton berumur 7, 14, dan 28 hari. Pada pekerjaan *pier head* P2, dibuat benda uji sebanyak 3 sampel beton untuk umur 7 hari, 2 sampel untuk umur 14 hari, dan 3 sampel untuk umur 28. Kuat tekan yang direncanakan untuk *pier head* P2 adalah beton dengan kuat tekan $f'_c 29 \text{ MPa}$.



PT VICTORY UTAMA BETON

LAPORAN HASIL UJI KUAT TEKAN BETON

PEMBANGUNAN JALAN TOL JAKARTA CIKAMPEK II SELATAN PAKET IIA

RUAS SETU - SUKARAGAM (STA.7+250 - STA 17+750)

Nomer Laporan

Report Number

Pemilik

Owner

kontraktor

Contractor

: 1174/LAB/RCS2025

: PT. JASAMARGA JAPEK SELATAN

: WIKI - PP - KMK - HKI, KSO

Jenis Benda uji

Type Of Specimen

Spesifikasi Mesin

Machine Specification

: SILINDER

: DYE-2000 / 202302102

NO	Sample Code	Grade	Days	Weight (gr)	Dimention (cm)	Date		Load (kN)	Strength (Mpa)	Crack pattern
						Cast	Test			
1	PIERHEAD P2 RAMP 3 STAGE 1	KELAS B1	7	12,435	15 x 30	12/03/2025	19/03/2025	444,27	25,15	3
2	PIERHEAD P2 RAMP 3 STAGE 1	KELAS B1	7	12,342	15 x 30	12/03/2025	19/03/2025	427,71	24,21	3
3	PIERHEAD P2 RAMP 3 STAGE 1	KELAS B1	7	12,410	15 x 30	12/03/2025	19/03/2025	419,28	23,73	2
Average								430,42	24,36	81%

Gambar 4. 19 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Pier Head P2 Umur 7 Hari

Sumber: Data Proyek

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PT VICTORY UTAMA BETON											
LAPORAN HASIL UJI KUAT TEKAN BETON											
PEMBANGUNAN JALAN TOL JAKARTA CIKAMPEK II SELATAN PAKET IIA											
RUAS SETU - SUKARAGAM (STA.7+250 - STA 17+750)											
Nomor Laporan : 1194/LAB/RCS2025						Jenis Benda uji : SILINDER					
Report Number : PT JASAMARGA JAPEK SELATAN						Type Of Specimen : DYE 2000 / 202302102					
Owner : WIKI - PP - KMK - HKI, KSO						Machine Specification : DYE 2000 / 202302102					
Kontraktor : WIKI - PP - KMK - HKI, KSO											
NO	Sample Code	Grade	Days	Weight (gr)	Dimention (cm)	Date		Load (kN)	Strength (Mpa)	Crack pattern	
						Cast	Test				
1	PIERHEAD P2 RAMP 3 STAGE 1	KELAS B1	14	12,165	15 x 30	12/03/2025	26/03/2025	576,16	32,61	3	
2	PIERHEAD P2 RAMP 3 STAGE 1	KELAS B1	14	12,245	15 x 30	12/03/2025	26/03/2025	559,94	31,69	2	
							Average	568,05	32,15	107%	

Gambar 4. 20 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Pier Head P2 Umur 14 Hari

Sumber: Data Proyek

PT VICTORY UTAMA BETON											
LAPORAN HASIL UJI KUAT TEKAN BETON											
PEMBANGUNAN JALAN TOL JAKARTA CIKAMPEK II SELATAN PAKET IIA											
RUAS SETU - SUKARAGAM (STA.7+250 - STA 17+750)											
Nomor Laporan : 1215/LAB/RCS2025						Jenis Benda uji : SILINDER					
Report Number : PT JASAMARGA JAPEK SELATAN						Type Of Specimen : DYE 2000 / 202302102					
Owner : WIKI - PP - KMK - HKI, KSO						Machine Specification : DYE 2000 / 202302102					
Kontraktor : WIKI - PP - KMK - HKI, KSO											
NO	Sample Code	Grade	Days	Weight (gr)	Dimention (cm)	Date		Load (kN)	Strength (Mpa)	Crack pattern	
						Cast	Test				
1	PIERHEAD P2 RAMP 3 STAGE 1	KELAS B1	28	12,225	15 x 30	12/03/2025	09/04/2025	631,90	35,77	3	
2	PIERHEAD P2 RAMP 3 STAGE 1	KELAS B1	28	12,295	15 x 30	12/03/2025	09/04/2025	657,24	37,20	3	
3	PIERHEAD P2 RAMP 3 STAGE 1	KELAS B1	28	12,260	15 x 30	12/03/2025	09/04/2025	619,53	35,07	2	
							Average	636,22	36,01	120%	

Gambar 4. 21 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Pier Head P2 Umur 28 Hari

Sumber: Data Proyek

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton *pier head* P2 yang dilakukan di laboratorium didapatkan bahwa:

1. Pada umur 7 hari didapatkan kuat tekan rata-rata sebesar $f_c'24,36$ MPa atau kekuatan beton telah mencapai 84%. Hasil ini termasuk baik karena beton sudah melampaui kuat tekan rencana pada umur 7 hari yaitu beton dengan kekuatan 65% sesuai dengan PBI-NI-2-1971.
2. Pada umur 14 hari didapatkan kuat tekan rata-rata sebesar $f_c'32,15$ MPa atau kekuatan beton telah mencapai 110,86%. Beton telah melampaui nilai kuat tekan rencana pada umur 14 hari yaitu 88%, bahkan sebelum beton mencapai umur 28 hari.
3. Pada umur 28 hari didapat kuat tekan rata-rata sebesar $f_c'36,01$ MPa atau beton telah mencapai kekuatan 124,17%. Hasil tersebut menunjukkan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

bahwa beton tidak hanya memenuhi kuat tekan rencana, tetapi sudah jauh melampaui kekuatan yang direncanakan yaitu dengan nilai $f_c'29\text{MPa}$ atau kekuatan beton sudah mencapai 100%.

4.5 Perhitungan Volume dan Produktivitas

4.5.1 Pekerjaan Pengukuran

4.5.1.1 Kebutuhan Sumber Daya

Jumlah sumber daya yang dibutuhkan untuk pekerjaan *stake out pier head P2* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Stake Out Pier Head P2

No	Uraian	Jumlah	Satuan
A	Tenaga Kerja		
1	Surveyor	1	Orang
2	Asisten Surveyor	3	Orang
B	Alat		
1	Total Station	1	Buah
2	Tripod	1	Buah
3	Prisma	1	Buah
4	Rambu Ukur	1	Buah
5	Meteran	2	Buah

4.5.1.2 Durasi Pekerjaan

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan untuk pekerjaan pengukuran *pier head P2* berlangsung selama 1 hari

4.5.2 Pekerjaan Pengadaan *Shoring*

Pekerjaan *shoring* dilaksanakan dengan tujuan untuk memberikan penopang sementara yang kuat dan stabil selama proses pekerjaan struktur *pier head*. Adapun perhitungan produktivitas pekerjaan *support shoring* sebagai berikut:

4.5.2.1 Volume Pekerjaan

Berikut ini adalah tabel kebutuhan untuk pekerjaan Support Shoring pada *Pier Head P2*:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 3 Kebutuhan Baja Shoring Pier Head P2

NO	Bagian	Material	Panjang (m)	Berat/m (kg)	Berat	Jumlah	Total Berat (kg)
1	Dudukan Shoring	H Beam 300x300	5	94	470	2	940
2	Tiang Shoring	H Beam 300x300	5	94	470	4	1880
3	Horizontal Bracing	UNP 125x65x6x8	3,5	13,4	47	12	564
4	Horizontal Bracing	H Beam 300x300	3,5	94	329	4	1316
5	Diagonal Bracing	L 100x100x10	3,5	15,1	52,8	8	422,4
6	Horizontal Beam	IWF 700x300	12	185	2220	4	8880
7	Horizontal Beam	H Beam 300x300	8	94	752	4	3008
8	Horizontal Beam	H Beam 300x300	7	94	658	4	2632
9	Horizontal Beam	H Beam 300x300	1,5	94	141	2	282
10	Horizontal Beam	IWF 200x100	12	21,33	256	4	1024
11	Horizontal Beam	IWF 200x100	6	21,33	128	6	768
12	Horizontal Beam	CNP 100x50	6	5,5	33	20	660
Total Berat							22376,4

4.5.2.2 Produktivitas Alat

1. Truk Trailer

Kapasitas angkut (v)

= 40 ton

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Kecepatan saat muat (V1)	= 30 km/jam
Kecepatan saat kosong (V2)	= 40 km/jam
Jarak gudang (S)	= 1,5 km
Faktor efisiensi alat (Fa)	= 0,83
Waktu muat (T1)	= 20 menit
Waktu tempuh isi (T2)	$= \frac{s}{v1} \times 60$ $= \frac{1,5}{30} \times 60$ $= 3 \text{ menit}$
Waktu tempuh kosong (T3)	$= \frac{s}{v2} \times 60$ $= \frac{1,5}{40} \times 60$ $= 2,25 \text{ menit}$
Waktu bongkar (T4)	= 20 menit
Total waktu siklus (TS)	= 45,25 menit
Produksi nyata (Q)	$= \frac{V \times Fa \times 60}{TS}$ $= \frac{40 \times 0,83 \times 60}{45,25}$ $= 44 \text{ ton/jam}$
Produksi per hari	$= 44 \text{ ton} \times 7 \text{ jam}$ $= 308 \text{ ton/hari}$
Koefisien alat	$= 1/Q$ $= 1/44 = 0,0227$
Total berat baja <i>shoring pier head</i> P2	= 22376,4 kg
Jumlah truk <i>trailer</i>	$= \frac{\text{Total berat baja shoring (kg)}}{\text{Kapasitas truk (kg)}}$ $= \frac{22376,4}{40000}$ $= 0,56 \text{ unit} \approx 1 \text{ unit}$

2. *Mobile Crane*

Alat yang digunakan untuk pekerjaan pengadaan *support shoring* pada *pier head* P2 adalah *Mobile Crane* yang memiliki spesifikasi pada **Tabel 4.5** berikut:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 4 Spesifikasi Mobile Crane

No	Uraian	Spesifikasi
1	Tipe/Merk	Zoomlion QY55D
2	Kapasitas Angkut Maksimal	55 ton
3	Kecepatan Hoisting Maksimal	120/menit
4	Kecepatan Slewing	0 – 2 rpm
5	Sudut Slewing	90°

Untuk perhitungan kapasitas produksinya adalah sebagai berikut:

Waktu pergi (T1)

Waktu angkat = 7 detik = 0,12 menit

Waktu putar = 10 detik = 0,17 menit

Waktu turun = 6 detik = 0,1 menit

Total waktu pergi = 0,12 + 0,17 + 0,1

= 0,39 menit

Waktu kembali (T2)

Waktu angkat = 4 detik = 0,07 menit

Waktu putar = 7 detik = 0,12 menit

Waktu turun = 4 detik = 0,07 menit

Total waktu kembali = 0,07 + 0,12 + 0,07

= 0,26 menit

Waktu muat (T3) = 1,30 menit (pengamatan di lapangan)

Waktu bongkar (T4) = 2 menit (pengamatan di lapangan)

Total waktu siklus (TS) = waktu muat + waktu pergi + waktu bongkar + waktu kembali

= 1,30 + 0,39 + 2 + 0,26

= 3,95 menit

Produksi *mobile crane* per jam pada pekerjaan *support shoring* untuk *pier head* P2 adalah:

Produksi per jam (Q) = $\frac{V \times Fa \times 60}{TS}$

= $\frac{55 \times 0,83 \times 60}{3,95}$

= 693, 42 ton/jam

Produksi per hari = 693, 42 ton x 7 jam

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$= 4853,418 \text{ ton/hari}$$

$$\text{Koefisien alat} = \frac{1}{Q}$$

$$= \frac{1}{693,42}$$

$$= 0,0014$$

$$\text{Total berat baja shoring pier head P2} = 22376,4 \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah mobile crane} = \frac{\text{Total berat baja shoring (kg)}}{\text{Kapasitas crane (kg)}}$$

$$= \frac{22376,4}{55000}$$

$$= 0,407 \text{ unit} \approx 1 \text{ unit}$$

4.5.2.3 Kebutuhan Sumber Daya

Jumlah sumber daya yang dibutuhkan pada pekerjaan pengadaan *shoring pier head* P2 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Pengadaan Shoring Pier Head P2

No	Uraian	Jumlah	Satuan
A	Tenaga Kerja		
1	Mandor	1	Orang
2	Pekerja	4	Orang
3	Operator <i>Mobile Crane</i>	1	Orang
4	Operator Truk <i>Trailer</i>	1	Orang
B	Alat		
1	<i>Mobile Crane</i>	1	Unit
2	Truk <i>Trailer</i>	1	Unit

4.5.2.4 Durasi Pekerjaan

Perhitungan durasi pekerjaan pengadaan *shoring pier head* P2 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Durasi pekerjaan } \textit{mobile crane} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas alat berat}} \\
 &= \frac{22,3764 \text{ ton}}{4853,418 \text{ ton/hari}}
 \end{aligned}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$= 0,005 \text{ hari} \approx 1 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Durasi pekerjaan truk } trailer &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas alat berat}} \\ &= \frac{22,3764 \text{ ton}}{308 \text{ ton/hari}} \end{aligned}$$

$$= 0,07 \text{ hari} \approx 1 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ Durasi Pekerjaan} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas total alat berat}} \\ &= \frac{22,3764 \text{ ton}}{5161,418 \text{ ton/hari}} \end{aligned}$$

$$= 0,0043 \text{ hari} \approx 1 \text{ hari}$$

4.5.3 Pekerjaan Pemasangan Shoring

4.5.3.1 Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan pemasangan *support shoring pier head* P2 adalah 22376,4 kg seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 4.4**

4.5.3.2 Kebutuhan Sumber Daya

Jumlah sumber daya yang dibutuhkan pada pekerjaan pemasangan *shoring pier head* P2 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Pemasangan Shoring Pier Head P2

No	Uraian	Jumlah	Satuan
A Tenaga Kerja			
1	Mandor	1	Orang
2	Pekerja	4	Orang
3	Operator <i>Mobile Crane</i>	1	Orang
B Alat			
1	Mobile Crane	1	Unit

4.5.3.3 Durasi Pekerjaan

Untuk durasi pekerjaan pemasangan *support shoring* pada *pier head* P2 berdasarkan pengamatan yang dilakukan di lapangan adalah 5 hari

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.5.4 Pekerjaan Pemasangan Bekisting Bawah *Pier Head*

4.5.4.1 Volume Pekerjaan

Berikut ini adalah perhitungan volume pekerjaan pemasangan bekisting bawah *pier head* P2:

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang sisi atas (a)} &= 12,273 \text{ m} \\
 \text{Panjang sisi bawah (b)} &= 12,232 \text{ m} \\
 \text{Lebar sisi kiri} &= 6,9 \text{ m} \\
 \text{Lebar sisi kanan} &= 4,486 \text{ m} \\
 \text{Lebar rata-rata} &= \frac{6,9 \text{ m} + 4,486 \text{ m}}{2} \\
 &= 5,693 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Karena bentuk permukaan *pier head* P2 seperti trapesium, maka menggunakan rumus luas trapesium sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas trapesium} &= \frac{1}{2} \times (a+b) \times \text{lebar rata-rata} \\
 &= \frac{1}{2} \times (12,273 \text{ m} + 12,232 \text{ m}) \times 5,693 \text{ m} \\
 &= 12,253 \text{ m} \times 5,693 \text{ m} \\
 &= 69,8 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Karena terdapat kolom di tengahnya, sehingga dapat dihitung dengan luas lingkaran dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas lingkaran} &= \pi \times r^2 \\
 &= 3,14 \times 1,5^2 \\
 &= 7,07 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas bekisting} &= \text{Luas trapesium} - \text{Luas lingkaran} \\
 &= 69,8 \text{ m}^2 - 7,07 \text{ m}^2 \\
 &= 62,73 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

4.5.4.2 Kebutuhan Sumber Daya

Untuk kebutuhan bahan pada pekerjaan pemasangan bekisting bawah *pier head* P2 adalah sebagai berikut:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 7 Koefisien Pekerjaan Pemasangan 1 m² Bekisting Bawah Pier Head

No	Uraian	Satuan	Koefisien
A Tenaga Kerja			
1	Mandor	OH	0,033
2	Pekerja	OH	0,660
B Bahan			
1	Paku	Kg	0,400
2	Minyak Bekisting	Liter	0,200

Sumber: (Peraturan Menteri PUPR No.8 Tahun 2023)

1. Papan Phenolic 18 mm

$$\begin{aligned} \text{Ukuran 1 papan phenolic} &= 1,2 \text{ m} \times 2,4 \text{ m} \\ &= 2,88 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan papan phenolic} &= \frac{\text{luas pekerjaan bekisting}}{\text{luas 1 papan phenolic}} \\ &= \frac{62,73 \text{ m}^2}{2,88 \text{ m}^2} \\ &= 21,78 \approx 22 \text{ lembar} \end{aligned}$$

2. Minyak Bekisting

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan minyak bekisting} &= \text{luas bekisting} \times \text{koefisien minyak bekisting} \\ &= 62,73 \text{ m}^2 \times 0,20 \text{ liter/m}^2 \\ &= 12,55 \text{ liter} \end{aligned}$$

3. Paku

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan paku} &= \text{luas bekisting} \times \text{koefisien paku} \\ &= 62,73 \text{ m}^2 \times 0,400 \text{ kg/m}^2 \\ &= 25,09 \approx 25,1 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kebutuhan tenaga kerja pada pekerjaan pemasangan bekisting bawah *pier head*

P2 adalah:

$$\text{Mandor} = 1 \text{ Orang}$$

$$\text{Pekerja} = 5 \text{ Orang}$$

Untuk rekapitulasi kebutuhan sumber daya pada pekerjaan pemasangan bekisting bawah *pier head* P2 dapat dilihat pada **Tabel 4. 9** di bawah:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 8 Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Pemasangan Bekisting Bawah Pier Head P2

No	Uraian	Jumlah	Satuan
A Tenaga Kerja			
1	Mandor	1	Orang
2	Pekerja	5	Orang
B Bahan			
1	Papan Phenolic	22	Lembar
2	Minyak Bekisting	12,55	Liter
3	Paku	25,1	Kg

4.5.4.3 Durasi Pekerjaan

Berdasarkan peraturan Menteri PUPR No.8 Tahun 2023 untuk durasi pekerjaan pemasangan bekisting bawah *pier head* adalah sebagai berikut:

1. Produktivitas

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \frac{\text{jumlah pekerja}}{\text{koefisien}} \\ &= \frac{1}{0,033} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 30,3 \text{ m}^2/\text{hari} \\ \text{Pekerja} &= \frac{\text{jumlah pekerja}}{\text{koefisien}} \\ &= \frac{5}{0,660} \\ &= 7,58 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

2. Durasi

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas}} \\ &= \frac{62,73 \text{ m}^2}{30,3 \text{ m}^2/\text{hari}} \end{aligned}$$

$$= 2,07 \approx 2 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas}} \\ &= \frac{62,73 \text{ m}^2}{7,58 \text{ m}^2/\text{hari}} \end{aligned}$$

$$= 8,28 \approx 9 \text{ hari}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi pekerjaan} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas total}} \\
 &= \frac{62,73 \text{ m}^2}{37,88 \text{ m}^2/\text{hari}} \\
 &= 1,65 \approx 2 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan untuk pekerjaan pemasangan bekisting bawah *pier head* P2 berlangsung selama 1 hari

4.5.5 Pekerjaan Pembobokan *Pier*

4.5.5.1 Volume Pekerjaan

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter } \textit{pier} &= 3 \text{ m} \\
 \text{Kedalaman } \textit{pier} \text{ yang dibobok} &= 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m} \\
 \text{Volume beton yang dibobok} &= \pi r^2 t \\
 &= 3,14 \times 1,5^2 \times 0,23 \\
 &= 1,413 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

4.5.5.2 Produktivitas Alat

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas bongkar (V)} &= 15 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Kapasitas produksi (Q)} &= V \times Fa \\
 &= 15 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,83 \\
 &= 12,45 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

4.5.5.3 Kebutuhan Sumber Daya

Untuk kebutuhan sumber daya pada pekerjaan pembobokan *pier* P2 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Pembobokan *Pier* P2

No	Tenaga Kerja	Jumlah	Satuan
A Tenaga Kerja			
1	Mandor	1	Orang
2	Pekerja	4	Orang
B Alat			
1	<i>Jack Hammer</i>	2	Unit

4.5.5.4 Durasi Pekerjaan

Berikut ini adalah analisis perhitungan durasi pekerjaan pembobokan *pier* P2 berdasarkan peraturan kementerian PUPR No.8 Tahun 2023:

Tabel 4. 10 Koefisien Pekerjaan Pembongkaran 1 m³ Beton dengan Jack Hammer

No	Uraian	Satuan	Koefisien
A	Tenaga Kerja		
1	Pekerja	OH	0,400
2	Mandor	OH	0,020

Sumber: (Peraturan Menteri PUPR No.8 Tahun 2023)

1. Produktivitas

Mandor

$$= \frac{\text{Jumlah orang}}{\text{Koefisien}}$$

$$= \frac{1}{0,020}$$

$$= 50 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Pekerja

$$= \frac{\text{Jumlah orang}}{\text{Koefisien}}$$

$$= \frac{4}{0,400}$$

$$= 10 \text{ m}^3/\text{hari}$$

2. Durasi

Mandor

$$= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas}}$$

$$= \frac{1,413 \text{ m}^3}{50 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= 0,028 \approx 1 \text{ hari}$$

Pekerja

$$= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas}}$$

$$= \frac{1,413 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= 0,14 \approx 1 \text{ hari}$$

Durasi pekerjaan

$$= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas total}}$$

$$= \frac{1,413 \text{ m}^3}{60 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= 0,024 \approx 1 \text{ hari}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sedangkan untuk durasi pekerjaan pembobokan beton *pier* P2 berdasarkan pengamatan yang dilakukan di lapangan adalah 2 hari

4.5.6 Pekerjaan Fabrikasi Tulangan *Pier Head*

4.5.6.1 Volume Pekerjaan

Berikut ini adalah tabel kebutuhan tulangan pada pekerjaan pembesian *pier head* P2:

Tabel 4. 11 Bar Bending Schedule Pier Head P2

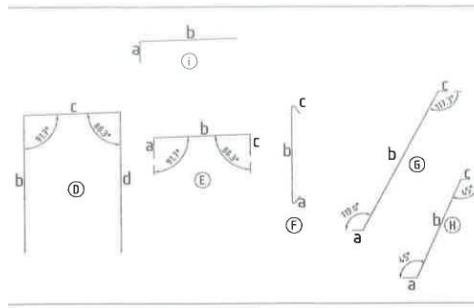
Nama tul	Tipe	Dia	Dimensi (cm)						Panjang Total	Berat (kg/m)	Jumlah	Berat Total	Ket
			a	b	c	d	e	f					
P.1	A	D32	100	1100					1200	6,31	26	1968,72	
		D32			240	100			340	6,31	26	557,80	
P.1a	A1	D32	1200						1200	6,31	26	1968,72	
		D32		140					140	6,31	26	229,68	
P.2	B	D29	100	100	208~449	130	100		759	5,19	82	3228,02	
P.3	A	D25	300	900					1200	3,85	21	970,20	
		D25			413	300			713	3,85	21	576,46	
P.4	A	D25	150	1050					1200	3,85	7	323,40	
		D25			263	150			413	3,85	7	111,30	
P.4a	A	D25	100	1100					1200	3,85	7	323,40	
		D25			213	100			313	3,85	7	84,35	
P.5	C	D25	150	438~679	100				809	3,85	82	2552,43	
P.6	A	D22	100	1100					1200	2,98	7	250,32	
		D22			200	100			300	2,98	7	62,58	
P.6a	A	D22	200	1000					1200	2,98	7	250,32	
		D22			300	200			500	2,98	7	104,30	
P.7	D	D19		377	208~449	380			1086	2,23	82	1984,95	
P.8	A	D19	200	1000					1200	2,23	12	321,12	
		D19			290	200			490	2,23	12	131,12	
P.9	I	D16	250	750					1000	1,58	4	63,20	
P.10	I	D16	250	750					1000	1,58	4	63,20	
P.11	E	D16	15	208~449	15				359	1,58	41	232,24	
P.12	C	D13	10	208~449	51				349	1,04	164	594,40	
P.14	F	D16	10	101	51				121	1,58	123	235,15	
P.15	F	D16	10	213	51				233	1,58	123	452,81	
P.16	G	D13	15	367	15				397	1,04	82	338,56	
P.17	C	D16	15	438~679	15				589	1,58	164	1524,92	
P.18	F	D16	15	377~380	15				409	1,58	246	1587,76	
P.19	H	D16	15	170	15				200	1,58	41	129,56	
P.20	H	D16	15	170	15				200	1,58	41	129,56	
JUMLAH												21350,57	

Sumber: Data Proyek

Hak Cipta :

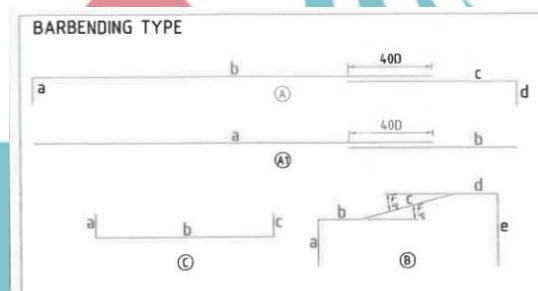
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Di bawah ini merupakan *barbending type* untuk pembesian *pier head* P2:



Gambar 4. 22 Bar Bending Type Pier Head P2

Sumber: Daya Proyek



Gambar 4. 23 Bar Bending Type Pier Head P2

Sumber: Data Proyek

4.5.6.2 Produktivitas Alat

1. Bar Bender SP-42

Total berat besi = 21350,57 kg

Faktor efisiensi (F_a) = 0,83

Total Pembengkokan = 3144 bengkokan

Produksi alat maksimal (v) = 450 kg/jam

Produksi nyata (Q) = $v \times F_a$

$$= 450 \times 0,83$$

$$= 373,5 \text{ kg/jam}$$

Produksi per hari = 373,5 kg x 7 jam

$$= 2614,5 \text{ kg/hari}$$

Jumlah alat

$$= \frac{\text{Total berat besi}}{\text{Produksi per hari}}$$

$$= \frac{21350,57 \text{ kg}}{2614,5 \text{ kg/hari}}$$

$$= 8,17 \approx 9 \text{ Unit}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Bar Cutter SP-42C

$$\text{Total berat besi} = 21350,57 \text{ kg}$$

$$\text{Faktor efisiensi (Fa)} = 0,83$$

$$\text{Produksi alat maksimal (v)} = 450 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi nyata (Q)} &= v \times Fa \\ &= 450 \times 0,83 \end{aligned}$$

$$= 373,5 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Produksi per hari} = 373,5 \text{ kg} \times 7 \text{ jam}$$

$$= 2614,5 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Jumlah alat} = \frac{\text{Total berat besi}}{\text{Produksi per hari}}$$

$$= \frac{21350,57 \text{ kg}}{2614,5 \text{ kg/hari}}$$

$$= 8,17 \approx 9 \text{ Unit}$$

4.5.6.3 Kebutuhan Sumber Daya

Kebutuhan sumber daya yang dibutuhkan untuk pekerjaan fabrikasi baja tulangan *pier head* P2 adalah sebagai berikut:

1. Kebutuhan Kawat Bendrat:

Kebutuhan kawat benrat berdasarkan Peraturan Menteri PUPR No.8 Tahun 2023 adalah bahwa setiap penulangan 100 kg dengan besi polos atau besi sirip dibutuhkan kawat bendrat sebanyak 1,5 kg atau 0,015 kg kawat benrat untuk pekerjaan penulangan per kilogramnya. Sehingga, kawat benrat yang dibutuhkan pada pekerjaan *pier head* P2 adalah sebagai berikut:

$$= 0,015 \times \text{berat total tulangan}$$

$$= 0,015 \times 21350,57 \text{ kg}$$

$$= 320,26 \text{ kg}$$

Tabel 4. 12 Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Fabrikasi Baja Tulangan Pier Head P2

No	Uraian	Jumlah	Satuan
A	Tenaga Kerja		
1	Mandor	1	Orang
2	Tukang Besi	4	Orang
3	Pekerja	6	Orang

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

No	Uraian	Jumlah	Satuan
B Bahan			
1	Baja Tulangan	21350,57	Kg
2	Kawat Bendrat	320,26	Kg
C Alat			
1	Bar Cutter	1	Unit
2	Bar Bender	1	Unit

4.5.6.4 Durasi Pekerjaan

Produktivitas *bar cutter* = 2614,5 kg/hari

Produktivitas *bar bender* = 2614,5 kg/hari

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi pekerjaan} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas total}} \\
 &= \frac{21350,57 \text{ kg}}{5229 \text{ kg/hari}} \\
 &= 4,08 \approx 5 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Untuk durasi pekerjaan fabrikasi tulangan *pier head* P2 berdasarkan pengamatan yang dilakukan di lapangan adalah 3 hari

4.5.7 Pekerjaan Pemasangan Tulangan *Pier Head*

4.5.7.1 Kebutuhan Sumber Daya

Kebutuhan tenaga kerja pembesian *pier head* P2 adalah sebagai berikut:

Mandor = 1 Orang

Pekerja = 8 Orang

Tukang besi = 2 Orang

4.5.7.2 Durasi Pekerjaan

Berikut ini adalah analisis perhitungan durasi pekerjaan pembesian *pier head* P2 berdasarkan peraturan kementerian PUPR No.8 Tahun 2023:

Tabel 4. 13 Koefisien Pekerjaan Pembesian 100kg *Pier Head*

No	Uraian	Satuan	Koefisien
1	Pekerja	OH	0,7
2	Mandor	OH	0,04
3	Tukang Besi	OH	0,7

Sumber: (Peraturan Menteri PUPR No.8 Tahun 2023)



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Produktivitas

$$\text{Mandor} = \frac{\text{jumlah pekerja}}{\text{koefisien}} \times 100 \text{ kg}$$

$$= \frac{1}{0,04} \times 100 \text{ kg}$$

$$= 2500 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{\text{jumlah pekerja}}{\text{koefisien}} \times 100 \text{ kg}$$

$$= \frac{8}{0,700} \times 100 \text{ kg}$$

$$= 1142,857 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Tukang besi} = \frac{\text{jumlah pekerja}}{\text{koefisien}} \times 100 \text{ kg}$$

$$= \frac{2}{0,700} \times 100 \text{ kg}$$

$$= 285,714 \text{ kg/hari}$$

2. Durasi

$$\text{Mandor} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas}}$$

$$= \frac{21350,57 \text{ kg}}{2500 \text{ kg/hari}}$$

$$= 8,5 \approx 9 \text{ hari}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas}}$$

$$= \frac{21350,57 \text{ kg}}{1142,857 \text{ kg/hari}}$$

$$= 18,7 \approx 19 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang besi} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas}}$$

$$= \frac{21350,57 \text{ kg}}{285,714 \text{ kg/hari}}$$

$$= 74,7 \approx 75 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi pekerjaan} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas total}}$$

$$= \frac{21350,57 \text{ kg}}{3928,57 \text{ kg/hari}}$$

$$= 5,4 \approx 6 \text{ hari}$$

Sedangkan berdasarkan hasil pengamatan di lapangan untuk pekerjaan pembesian *pier head* P2 berlangsung selama 4 hari.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.5.8 Pekerjaan Pemasangan Bekisting *Pier Head* Tahap 1

4.5.8.1 Volume Pekerjaan

1. Sisi kiri

Panjang bekisting	= 12,3 m
Lebar bekisting (L1)	= 6,9 m
Tinggi bekisting (T1)	= 1,7 m
Tinggi bekisting (T2)	= 2,8 m
2. Sisi kanan

Panjang bekisting	= 12,3 m
Lebar bekisting (L2)	= 4,5 m
Tinggi bekisting (T3)	= 1,7 m
Tinggi bekisting (T4)	= 2,8 m
3. Tinggi sisi kiri

= (T1 + T2) / 2
= (1,7 + 2,8) / 2
= 2,25 m
4. Tinggi sisi kanan

= (T3 + T4) / 2
= (1,7 + 2,8) / 2
= 2,25 m
5. Lebar rata-rata

= (L1 + L2) / 2
= (6,9 + 4,5) / 2
= 5,7 m
6. Volume bekisting

= (2 x panjang x tinggi) + (2 x lebar x tinggi)
= (2 x 12,3 x 2,25) + (2 x 5,7 x 2,25)
= 55,35 + 25,65
= 81 m ²

4.5.8.2 Kebutuhan Sumber Daya

Kebutuhan material untuk pemasangan bekisting pada *pier head* P2 tahap 1 adalah sebagai berikut:

1. Papan Phenolic

Luas 1 papan phenolic	= 2,4 m x 1,2 m
	= 2,88 m ²
Jumlah papan yang dibutuhkan	= $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{luas papan phenolic}}$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$= \frac{81 \text{ m}^2}{2,88 \text{ m}^2}$$

$$= 28,125 \approx 29 \text{ lembar}$$

2. *Lock Beam*

$$\text{Lebar bekisting sisi kiri} = 6,9 \text{ m}$$

$$\text{Kebutuhan untuk sisi kiri} = 8 \text{ batang}$$

$$\text{Lebar bekisting sisi kanan} = 4,5 \text{ m}$$

$$\text{Kebutuhan untuk sisi kanan} = 6 \text{ batang}$$

3. *Tie Rod*

Kebutuhan arah memanjang

1 sisi bekisting arah memanjang terdapat 40 *tie rod*

Karena bekisting arah memanjang terdapat 2 sisi, maka;

$$= 40 \times 2 = 80 \text{ buah } \textit{tie rod}.$$

Kebutuhan arah melebar

Untuk sisi kiri *pier head* yang memiliki lebar 6,9 m terdapat 20 buah *tie rod*

Untuk sisi kanan dengan lebar 4,486 m terdapat 16 buah *tie rod*.

Jadi total kebutuhan *tie rod* untuk bekisting *pier head* tahap 1 adalah;

$$\text{Jumlah } \textit{tie rod} = 80 + 20 + 16$$

$$= 116 \text{ buah } \textit{tie rod}$$

4. *Wing Nut*

1 sisi bekisting arah memanjang terdapat 40 *wing nut*

Karena 2 sisi arah memanjang, maka;

$$= 40 \times 2 = 80 \text{ buah } \textit{wing nut}$$

Untuk arah melebar sisi kiri terdapat 20 buah *wing nut*

Untuk arah melebar sisi kanan terdapat 16 buah *wing nut*

Jumlah kebutuhan *wing nut* adalah;

$$\text{Jumlah } \textit{wing nut} = 80 + 20 + 16$$

$$= 116 \text{ buah } \textit{wing nut}$$

5. *Adjustable push pull prop*

$$\text{Sisi kiri bekisting} = 8 \text{ buah}$$

$$\text{Sisi kanan bekisting} = 6 \text{ buah}$$

Jumlah kebutuhan *adjustable push pull prop* adalah;

$$\text{Jumlah } \textit{adjustable push pull prop} = 8 + 6$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

= 14 buah *adjustable push pull prop*

6. Minyak Bekisting

Luas bekisting *pier head* P2 tahap 1 = 81m²

Koefisien minyak = 0,200 liter

Kebutuhan minyak = Koefisien minyak x luas bekisting

= 0,200 x 81m²

= 16,2 liter

Berikut ini adalah tabel kebutuhan sumber daya untuk pekerjaan bekisting *pier head* P2 tahap 1:

Tabel 4. 14 Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Bekisting Pier Head P2

No	Uraian	Jumlah	Satuan
A	Tenaga Kerja		
1	Mandor	1	Orang
2	Pekerja	6	Orang
B	Bahan		
1	Papan Phenolic	29	lembar
2	Lock Beam	14	Batang
3	Tie Rod	116	Buah
4	Wing Nut	116	Buah
5	Adjustable push pull prop	14	Buah
6	Minyak Bekisting	16,2	Liter

4.5.8.3 Durasi Pekerjaan

Berikut ini adalah analisis perhitungan durasi pekerjaan pemasangan bekisting *pier head* P2 tahap 1 berdasarkan peraturan kementerian PUPR No.28 Tahun 2016:

Koefisien pekerja = 0,660 OH

Koefisien mandor = 0,033 OH

1. Produktivitas

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} &= \frac{\text{jumlah pekerja}}{\text{koefisien}} \\
 &= \frac{1}{0,033} \\
 &= 30,30 \text{ m}^2/\text{hari}
 \end{aligned}$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \frac{\text{jumlah pekerja}}{\text{koefisien}} \\ &= \frac{8}{0,660} \\ &= 12,12 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

2. Durasi

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas total}} \\ &= \frac{81 \text{ m}^2}{30,30 \text{ m}^2/\text{hari}} \\ &= 2,67 \approx 3 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas}} \\ &= \frac{81 \text{ m}^2}{12,12 \text{ m}^2/\text{hari}} \\ &= 6,68 \approx 7 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi pekerjaan} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas total}} \\ &= \frac{81 \text{ m}^2}{42,42 \text{ m}^2/\text{hari}} \\ &= 1,91 \approx 2 \text{ hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan untuk pekerjaan pemasangan bekisting *pier head* P2 tahap 1 berlangsung selama 2 hari

4.5.9 Pekerjaan Pengecoran *Pier Head* Tahap 1

4.5.9.1 Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan pengecoran *pier head* P2 tahap 1 adalah sebagai berikut;

$$\begin{aligned} \text{Volume 1} &= P \times L \times T \\ &= 12,273 \times 1 \times 2,23 \\ &= 27,4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang kiri (L1)} &= \frac{(a+b)}{2} \times t \\ &= \frac{(2,23+1,11)}{2} \times 4,59 \\ &= 7,67 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Luas penampang kanan (L2)} = \frac{(a+b)}{2} \times t$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(2,23+1,11)}{2} \times 2,176 \\
 &= 3,63 \text{ m}^2 \\
 &= P \times (L1 + L2) / 2 \\
 &= 12,3 \times (7,67 + 3,63) / 2 \\
 &= 69,5 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume 2} &= P \times L \times T \\
 &= 12,273 \times 1,31 \times 1,11 \\
 &= 17,85 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume 3} &= \text{volume 1} + \text{volume 2} + \text{volume 3} \\
 &= 27,4 \text{ m}^3 + 69,5 \text{ m}^3 + 17,85 \text{ m}^3 \\
 \text{Total volume} &= 114,75 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

4.5.9.2 Produktivitas Alat

1. *Truck Mixer*

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas truck mixer} &= 7 \text{ m}^3 \\
 \text{Produktivitas batching plant} &= 60 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Kecepatan angkut rata-rata truck mixer} &= 30 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan kembali rata-rata truck mixer} &= 40 \text{ km/jam} \\
 \text{Jarak batching plant ke proyek} &= 1,5 \text{ km}
 \end{aligned}$$

Perhitungan waktu siklus;

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu isi (T1)} &= \frac{v \times 60}{Q1} \\
 &= \frac{7 \times 60}{60} \\
 &= 7 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu angkut (T2)} &= \frac{L \times 60}{v \text{ pergi}} \\
 &= \frac{1,5 \text{ km} \times 60}{30 \text{ km/jam}}
 \end{aligned}$$

$$= 3 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu tuang (T3)} = 4 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu kembali (T4)} &= \frac{L \times 60}{v \text{ kembali}} \\
 &= \frac{1,5 \text{ km} \times 60}{40 \text{ km/jam}}
 \end{aligned}$$

$$= 2,25 \text{ menit}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\begin{aligned}\text{Waktu mengatur posisi (T5)} &= 6 \text{ menit} \\ \text{Perhitungan waktu siklus (TS)} &= T1 + T2 + T3 + T4 + T5 \\ &= 7 + 3 + 4 + 2,25 + 6 \\ &= 22,25 \text{ menit} = 0,37 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas (Q)} &= \frac{v \times Fa \times 60}{TS} \\ &= \frac{7 \text{ m}^3 \times 0,83 \times 60}{22,25} \\ &= 15,67 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Koefisien alat} &= 1/Q \\ &= 1/15,67 \\ &= 0,064\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan truck mixer (n)} &= \frac{\text{total volume}}{\text{volume kapasitas truck mixer}} \\ &= \frac{114,75 \text{ m}^3}{7 \text{ m}^3} \\ &= 16,39 \approx 17 \text{ truck mixer}\end{aligned}$$

2. *Concrete Pump*

Untuk spesifikasi *concrete pump* tipe Sany SYG5230THB 370C-8 dapat dilihat pada **Tabel 4. 16** berikut:

Tabel 4. 15 Spesifikasi Concrete Pump

No	Uraian	Spesifikasi
1	Tipe/Merk	SYG5230THB 370C-8 (SZ-IN)
2	Vertical reach	36,5 m
3	Horizontal reach	31,8 m
4	Reach depth	23,9 m
5	End hose length	3 m
6	Output	50 m ³ /h

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas output (v)} &= 50 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Faktor efisiensi alat} &= 0,83 \\ \text{Kapasitas produksi (Q)} &= v \times Fa \\ &= 50 \times 0,83\end{aligned}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\begin{aligned}
 &= 41,5 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Koefisien alat} &= 1/Q \\
 &= 1/41,5 \\
 &= 0,024
 \end{aligned}$$

3. *Concrete Vibrator*

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas pemadatan (v)} &= 10 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Faktor efisiensi alat} &= 0,83 \\
 \text{Kapasitas produksi (Q)} &= v \times Fa \\
 &= 10 \times 0,83 \\
 &= 8,3 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Koefisien alat} &= 1/Q \\
 &= 1/8,3 \\
 &= 0,120
 \end{aligned}$$

4.5.9.3 Kebutuhan Sumber Daya

Sumber daya yang dibutuhkan untuk pekerjaan pengecoran *pier head* P2 tahap 1 dapat dilihat pada **Tabel 4.17** berikut:

Tabel 4. 16 Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Pengecoran Pier Head P2 Tahap 1

No	Tenaga Kerja	Jumlah	Satuan
A	Tenaga Kerja		
1	Mandor	1	Orang
2	Pekerja	7	Orang
3	Operator <i>Truck Mixer</i>	1	Orang
4	Operator <i>Concrete Pump</i>	1	Orang
B	Alat		
1	<i>Truck Mixer</i>	17	Unit
2	<i>Concrete Pump</i>	1	Unit
3	<i>Concrete Vibrator</i>	5	Unit

4.5.9.4 Durasi Pekerjaan

Berikut ini adalah perhitungan durasi dari pekerjaan pengecoran *pier head* P2 tahap 1:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. *Truck Mixer*

$$= \frac{\text{Volume Pengecoran}}{\text{Kapasitas Produksi}}$$

$$= \frac{114,75 \text{ m}^3}{15,67 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 7,32 \text{ jam}$$
2. *Concrete Pump*

$$= \frac{\text{Volume Pengecoran}}{\text{Kapasitas Produksi}}$$

$$= \frac{114,75 \text{ m}^3}{41,5 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 2,77 \text{ jam}$$
3. *Concrete Vibrator*

$$= \frac{\text{Volume Pengecoran}}{\text{Kapasitas Produksi}}$$

$$= \frac{114,75 \text{ m}^3}{8,3 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 13,83 \text{ jam}$$
4. Durasi pekerjaan

$$= \frac{\text{Volume Pengecoran}}{\text{Produktivitas Total}}$$

$$= \frac{114,75 \text{ m}^3}{15,67 \text{ m}^3 + 41,5 \text{ m}^3 + 8,3 \text{ m}^3}$$

$$= 1,75 \text{ jam}$$

Sedangkan berdasarkan pengamatan yang dilakukan di lapangan, durasi pekerjaan pengecoran pier head P2 tahap 1 adalah 4 jam

4.5.10 Pekerjaan Pembongkaran Bekisting *Pier Head* Tahap 1

4.5.10.1 Volume Pekerjaan

1. Sisi kiri

Panjang bekisting	= 12,3 m
Lebar bekisting (L1)	= 6,9 m
Tinggi bekisting (T1)	= 1,7 m
Tinggi bekisting (T2)	= 2,8 m
2. Sisi kanan

Panjang bekisting	= 12,3 m
Lebar bekisting (L2)	= 4,5 m
Tinggi bekisting (T3)	= 1,7 m
Tinggi bekisting (T4)	= 2,8 m
3. Tinggi sisi kiri

= (T1 + T2) / 2
= (1,7 + 2,8) / 2



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Tinggi sisi kanan $= 2,25 \text{ m}$
 $= (T3 + T4) / 2$
 $= (1,7 + 2,8) / 2$
 $= 2,25 \text{ m}$
5. Lebar rata-rata $= (L1 + L2) / 2$
 $= (6,9 + 4,5) / 2$
 $= 5,7 \text{ m}$
6. Volume bekisting $= (2 \times \text{panjang} \times \text{tinggi}) + (2 \times \text{lebar} \times \text{tinggi})$
 $= (2 \times 12,3 \times 2,25) + (2 \times 5,7 \times 2,25)$
 $= 55,35 + 25,65$
 $= 81 \text{ m}^2$

4.5.10.2 Kebutuhan Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja pada pekerjaan pembongkaran bekisting *pier head* P2 tahap 1 adalah:

- Mandor $= 1 \text{ orang}$
 Pekerja $= 6 \text{ orang}$

4.5.10.3 Durasi Pekerjaan

Berikut ini adalah analisis perhitungan durasi pekerjaan pemasangan bekisting *pier head* P2 tahap 1 berdasarkan peraturan kementerian PUPR No.1 Tahun 2022:

Tabel 4. 17 Koefisien Pekerjaan Pembongkaran 1 m^2 Bekisting Pier Head P2 Tahap1

No	Uraian	Satuan	Koefisien
1	Pekerja	OH	0,040
2	Mandor	OH	0,004

Sumber: (Peraturan Menteri PUPR No.1 Tahun 2022)

1. Produktivitas

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \frac{\text{jumlah pekerja}}{\text{koefisien}} \\ &= \frac{1}{0,004} \\ &= 250 \text{ m}^2/\text{hari} \\ \text{Pekerja} &= \frac{\text{jumlah pekerja}}{\text{koefisien}} \end{aligned}$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$= \frac{6}{0,040}$$

$$= 150 \text{ m}^2/\text{hari}$$

2. Durasi

Mandor

$$= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas}}$$

$$= \frac{81 \text{ m}^2}{250 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 0,324 \approx 1 \text{ hari}$$

Pekerja

$$= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas}}$$

$$= \frac{81 \text{ m}^2}{150 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 0,54 \approx 1 \text{ hari}$$

Durasi pekerjaan

$$= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas total}}$$

$$= \frac{81 \text{ m}^2}{250 \text{ m}^2/\text{hari} + 150 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 0,20 \approx 1 \text{ hari}$$

Sedangkan berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan untuk pekerjaan pembongkaran bekisting *pier head* P2 tahap 1 berlangsung selama 1 hari

4.5.11 Pekerjaan Pemasangan Bekisting *Pier Head* Tahap 2

4.5.11.1 Volume Pekerjaan

1. Sisi Kiri

Panjang bekisting = 12,3 m

Lebar bekisting (L1) = 4,6 m

Tinggi bekisting (T1) = 1,64 m

Tinggi bekisting (T2) = 2,8 m

2. Sisi Kanan

Panjang bekisting = 12,3 m

Lebar bekisting (L2) = 2,176 m

Tinggi bekisting (T3) = 1,65 m

Tinggi bekisting (T4) = 2,79 m

3. Tinggi sisi kiri

$$= \frac{T1 + T2}{2}$$

$$= \frac{1,64 + 2,8}{2}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$= 2,22 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} 4. \text{ Tinggi sisi kanan} &= \frac{T3 + T4}{2} \\ &= \frac{1,65 + 2,79}{2} \end{aligned}$$

$$= 2,22 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} 5. \text{ Tinggi rata-rata kedua sisi} &= (\text{Tinggi sisi kiri} + \text{Tinggi sisi kanan}) / 2 \\ &= (2,22 + 2,22) / 2 \\ &= 2,22 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6. \text{ Volume} &= (2 \times \text{panjang} \times \text{tinggi}) + (2 \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \\ &= (2 \times 12,3 \times 2,22) + (2 \times 4,6 \times 2,22) \\ &= 54,612 + 20,424 \\ &= 75,036 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

4.5.11.2 Kebutuhan Sumber Daya

Kebutuhan material untuk pemasangan bekisting pada *pier head* P2 tahap 2 adalah sebagai berikut:

1. Papan Phenolic

$$\begin{aligned} \text{Luas 1 papan phenolic} &= 2,4 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} \\ &= 2,88 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah papan yang dibutuhkan} &= \frac{\text{luas bekisting}}{\text{luas papan phenolic}} \\ &= \frac{75,036 \text{ m}^2}{2,88 \text{ m}^2} \\ &= 26,054 \approx 27 \text{ lembar} \end{aligned}$$

2. *Lock Beam*

$$\text{Lebar bekisting sisi kiri} = 4,6 \text{ m}$$

$$\text{Kebutuhan untuk sisi kiri} = 6 \text{ batang}$$

$$\text{Lebar bekisting sisi kanan} = 2,176 \text{ m}$$

$$\text{Kebutuhan untuk sisi kanan} = 4 \text{ batang}$$

3. *Tie Rod*

Kebutuhan arah memanjang

1 sisi bekisting arah memanjang terdapat 24 *tie rod*

Karena bekisting arah memanjang terdapat 2 sisi, maka;

$$= 24 \times 2 = 48 \text{ buah } \textit{tie rod}.$$

Kebutuhan arah melebar

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Untuk sisi kiri *pier head* yang memiliki lebar 4,59 m terdapat 18 buah *tie rod*

Untuk sisi kanan dengan lebar 2,176 m terdapat 12 buah *tie rod*.

Jadi total kebutuhan *tie rod* untuk bekisting *pier head* tahap 1 adalah;

$$\begin{aligned}\text{Jumlah } tie rod &= 48 + 18 + 12 \\ &= 78 \text{ buah } tie rod\end{aligned}$$

4. *Wing Nut*

1 sisi bekisting arah memanjang terdapat 24 *wing nut*

Karena 2 sisi arah memanjang, maka;

$$= 24 \times 2 = 48 \text{ buah } wing nut$$

Untuk arah melebar sisi kiri terdapat 18 buah *wing nut*

Untuk arah melebar sisi kanan terdapat 12 buah *wing nut*

Jumlah kebutuhan *wing nut* adalah;

$$\begin{aligned}\text{Jumlah } wing nut &= 48 + 18 + 12 \\ &= 78 \text{ buah } wing nut\end{aligned}$$

5. Minyak Bekisting

$$\text{Luas bekisting } pier head P2 \text{ tahap 2} = 75,036 \text{ m}^2$$

$$\text{Koefisien minyak} = 0,200 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan minyak} &= \text{Koefisien minyak} \times \text{luas bekisting} \\ &= 0,200 \times 75,036 \text{ m}^2 \\ &= 15 \text{ liter}\end{aligned}$$

Berikut ini adalah kebutuhan sumber daya pekerjaan pemasangan bekisting *pier head* P2 tahap 2:

Tabel 4. 18 Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Pemasangan Bekisting Pier Head P2 Tahap 2

No	Material	Jumlah	Satuan
A Tenaga Kerja			
1	Mandor	1	Orang
2	Pekerja	6	Orang
B Bahan			
1	Papan Phenolic	27	lembar
2	Lock Beam	10	Batang



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

No	Material	Jumlah	Satuan
3	Tie Rod	78	Buah
4	Wing Nut	78	Buah
5	Minyak Bekisting	15	Liter

4.5.11.3 Durasi Pekerjaan

Berikut ini adalah analisis perhitungan durasi pekerjaan pemasangan bekisting *pier head* P2 tahap 2 berdasarkan peraturan kementerian PUPR No. 28 Tahun 2016:

$$\text{Koefisien pekerja} = 0,660 \text{ OH}$$

$$\text{Koefisien mandor} = 0,033 \text{ OH}$$

1. Produktivitas

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \frac{\text{jumlah pekerja}}{\text{koefisien}} \\ &= \frac{1}{0,033} \\ &= 30,30 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \frac{\text{jumlah pekerja}}{\text{koefisien}} \\ &= \frac{8}{0,660} \\ &= 12,12 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

2. Durasi

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas total}} \\ &= \frac{75,036 \text{ m}^2}{30,30 \text{ m}^2/\text{hari}} \\ &= 2,48 \approx 3 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas}} \\ &= \frac{75,036 \text{ m}^2}{12,12 \text{ m}^2/\text{hari}} \\ &= 6,19 \approx 7 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi pekerjaan} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas total}} \\ &= \frac{75,036 \text{ m}^2}{42,42 \text{ m}^2/\text{hari}} \\ &= 1,77 \approx 2 \text{ hari} \end{aligned}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan untuk pekerjaan pemasangan bekisting *pier head* P2 tahap 2 berlangsung selama 1 hari

4.5.12 Pekerjaan Pengecoran *Pier Head* Tahap 2

4.5.12.1 Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan pengecoran *pier head* P2 tahap 2 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Luas penampang kiri (L1)} &= \frac{(a+b)}{2} \times t \\ &= \frac{(1,638 + 2,804)}{2} \times 4,59 \\ &= 10,19 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas penampang kanan (L2)} &= \frac{(a+b)}{2} \times t \\ &= \frac{(1,648 + 2,790)}{2} \times 2,176 \\ &= 4,83 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= P \times (L1 + L2) / 2 \\ &= 12,3 \times (10,19 + 4,83) / 2 \\ &= 92,37 \text{ m}^3\end{aligned}$$

4.5.12.2 Produktivitas Alat

1. *Truck Mixer*

$$\text{Kapasitas truck mixer} = 7 \text{ m}^3$$

$$\text{Produktivitas batching plant} = 60 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Kecepatan angkut rata-rata truck mixer} = 30 \text{ km/jam}$$

$$\text{Kecepatan kembali rata-rata truck mixer} = 40 \text{ km/jam}$$

$$\text{Jarak batching plant ke proyek} = 1,5 \text{ km}$$

Perhitungan waktu siklus;

$$\begin{aligned}\text{Waktu isi (T1)} &= \frac{v \times 60}{Q1} \\ &= \frac{7 \times 60}{60} \\ &= 7 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu angkut (T2)} &= \frac{L \times 60}{v \text{ pergi}} \\ &= \frac{1,5 \text{ km} \times 60}{30 \text{ km/jam}}\end{aligned}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Waktu tuang (T3)

= 3 menit

Waktu kembali (T4)

= 4 menit

$$= \frac{L \times 60}{v \text{ kembali}}$$

$$= \frac{1,5 \text{ km} \times 60}{40 \text{ km/jam}}$$

= 2,25 menit

Waktu mengatur posisi (T5)

= 6 menit

Perhitungan waktu siklus (TS)

$$= T1 + T2 + T3 + T4 + T5$$

$$= 7 + 3 + 4 + 2,25 + 6$$

$$= 22,25 \text{ menit} = 0,37 \text{ jam}$$

Produktivitas (Q)

$$= \frac{v \times Fa \times 60}{TS}$$

$$= \frac{7 \text{ m}^2 \times 0,83 \times 60}{22,25}$$

$$= 15,67 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kebutuhan *truck mixer* (n)

$$= \frac{\text{total volume}}{\text{volume kapasitas truck mixer}}$$

$$= \frac{92,37 \text{ m}^3}{7 \text{ m}^3}$$

$$= 13,2 \approx 14 \text{ truck mixer}$$

2. *Concrete Pump*

Spesifikasi *concrete pump* tipe Sany SYG5230THB 370C-8 dapat dilihat pada Tabel 4.20 berikut:

Tabel 4. 19 Spesifikasi Concrete Pump

No	Uraian	Spesifikasi
1	Tipe/Merk	SYG5230THB 370C-8 (SZ-IN)
2	Vertical reach	36,5 m
3	Horizontal reach	31,8 m
4	Reach depth	23,9 m
5	End hose length	3 m
6	Output	50 m ³ /h

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas output (v)} &= 50 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Faktor efisiensi alat} &= 0,83 \\
 \text{Kapasitas produksi (Q)} &= v \times Fa \\
 &= 50 \times 0,83 \\
 &= 41,5 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Koefisien alat} &= 1/Q \\
 &= 1/41,5 \\
 &= 0,024
 \end{aligned}$$

3. *Concrete Vibrator*

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas pemadatan (v)} &= 10 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Faktor efisiensi alat} &= 0,83 \\
 \text{Kapasitas produksi (Q)} &= v \times Fa \\
 &= 10 \times 0,83 \\
 &= 8,3 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Koefisien alat} &= 1/Q \\
 &= 1/8,3 \\
 &= 0,120
 \end{aligned}$$

4.5.12.3 Kebutuhan Sumber Daya

Sumber daya yang dibutuhkan untuk pekerjaan pengecoran *pier head* P2 tahap 2 dapat dilihat pada **Tabel 4.21** berikut:

Tabel 4. 20 Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Pengecoran Pier Head P2 Tahap 2

No	Uraian	Jumlah	Satuan
A Tenaga Kerja			
1	Mandor	1	Orang
2	Pekerja	7	Orang
3	Operator <i>Truck Mixer</i>	1	Orang
4	Operator <i>Concrete Pump</i>	1	Orang
B Alat			
1	<i>Truck Mixer</i>	14	Unit
2	<i>Concrete Pump</i>	1	Unit

4.5.12.4 Durasi Pekerjaan

Berikut ini adalah perhitungan durasi dari pekerjaan pengecoran *pier head* P2 tahap 2:

1. <i>Truck Mixer</i>	$= \frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Produktivitas}}$ $= \frac{92,37 \text{ m}^3}{15,67 \text{ m}^3/\text{jam}}$ $= 5,89 \text{ jam}$
2. <i>Concrete Pump</i>	$= \frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Produktivitas}}$ $= \frac{92,37 \text{ m}^3}{41,5 \text{ m}^3/\text{jam}}$ $= 2,23 \text{ jam}$
3. <i>Concrete Vibrator</i>	$= \frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Produktivitas}}$ $= \frac{92,37 \text{ m}^3}{8,3 \text{ m}^3/\text{jam}}$ $= 11 \text{ jam}$
4. Durasi pekerjaan	$= \frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Produktivitas total}}$ $= \frac{92,37 \text{ m}^3}{15,67 \text{ m}^3 + 41,5 \text{ m}^3 + 8,3 \text{ m}^3}$ $= 1,41 \text{ jam}$

Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan untuk pekerjaan pengecoran *pier* P2 tahap 2 berlangsung selama 4 jam

4.5.13 Pekerjaan Pembongkaran Bekisting *Pier Head* Tahap 2

4.5.13.1 Volume Pekerjaan

1. Sisi Kiri	
Panjang bekisting	= 12,3 m
Lebar bekisting (L1)	= 4,6 m
Tinggi bekisting (T1)	= 1,64 m
Tinggi bekisting (T2)	= 2,8 m
2. Sisi Kanan	
Panjang bekisting	= 12,3 m
Lebar bekisting (L2)	= 2,176 m
Tinggi bekisting (T3)	= 1,65 m

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\text{Tinggi bekisting (T4)} = 2,79 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ Tinggi sisi kiri} &= \frac{T1 + T2}{2} \\ &= \frac{1,64 + 2,8}{2} \end{aligned}$$

$$= 2,22 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} 4. \text{ Luas sisi kanan} &= \frac{T3 + T4}{2} \\ &= \frac{1,65 + 2,79}{2} \end{aligned}$$

$$= 2,22 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi rata-rata kedua sisi} &= (\text{Tinggi sisi kiri} + \text{Tinggi sisi kanan}) / 2 \\ &= (2,22 + 2,22) / 2 \\ &= 2,22 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= P \times T \times 2 \\ &= 12,3 \times 2,22 \times 2 \\ &= 54,612 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

4.5.13.2 Kebutuhan Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan untuk pekerjaan pembongkaran bekisting *pier head* P2 tahap 2 adalah:

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 1 \text{ orang} \\ \text{Pekerja} &= 6 \text{ orang} \end{aligned}$$

4.5.13.3 Durasi Pekerjaan

Berikut ini adalah analisis perhitungan durasi pekerjaan pembongkaran bekisting *pier head* P2 tahap 2 berdasarkan peraturan kementrian PUPR No.1 Tahun 2022:

Tabel 4. 21 Koefisien Pekerjaan Pembongkaran 1 m² Bekisting Pier Head P2 Tahap 2

No	Uraian	Satuan	Koefisien
1	Pekerja	OH	0,040
2	Mandor	OH	0,004

Sumber: (Peraturan Menteri PUPR No.8 Tahun 2023)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Produktivitas

$$\text{Mandor} = \frac{\text{jumlah pekerja}}{\text{koefisien}}$$

$$= \frac{1}{0,004}$$

$$= 250 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{\text{jumlah pekerja}}{\text{koefisien}}$$

$$= \frac{6}{0,040}$$

$$= 150 \text{ m}^2/\text{hari}$$

2. Durasi

$$\text{Mandor} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas}}$$

$$= \frac{54,612 \text{ m}^2}{250 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 0,22 \approx 1 \text{ hari}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas}}$$

$$= \frac{54,612 \text{ m}^2}{150 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 0,36 \approx 1 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi pekerjaan} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas total}}$$

$$= \frac{54,612 \text{ m}^2}{250 \text{ m}^2/\text{hari} + 150 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 0,14 \approx 1 \text{ hari}$$

Sedangkan berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan untuk pekerjaan pembongkaran bekisting *pier head* P2 tahap 2 berlangsung selama 1 hari

4.5.14 Pembongkaran Bekisting Bawah *Pier Head*

4.5.14.1 Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan pembongkaran bekisting bawah *pier head* P2 adalah sebagai berikut:

$$\text{Panjang sisi atas (a)} = 12,273 \text{ m}$$

$$\text{Panjang sisi bawah (b)} = 12,232 \text{ m}$$

$$\text{Lebar sisi kiri} = 6,9 \text{ m}$$

$$\text{Lebar sisi kanan} = 4,486 \text{ m}$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\begin{aligned}\text{Lebar rata-rata} &= \frac{6,9 \text{ m} + 4,486 \text{ m}}{2} \\ &= 5,693 \text{ m}\end{aligned}$$

Karena bentuk permukaan *pier head* P2 seperti trapesium, maka menggunakan rumus luas trapesium sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Luas trapesium} &= \frac{1}{2} \times (a+b) \times \text{lebar rata-rata} \\ &= \frac{1}{2} \times (12,273 \text{ m} + 12,232 \text{ m}) \times 5,693 \text{ m} \\ &= 12,253 \text{ m} \times 5,693 \text{ m} \\ &= 69,8 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Karena terdapat kolom di tengahnya, sehingga dapat dihitung dengan luas lingkaran dengan rumus:

$$\begin{aligned}\text{Luas lingkaran} &= \pi \times r^2 \\ &= 3,14 \times 1,5^2 \\ &= 7,07 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas bekisting} &= \text{Luas trapesium} - \text{Luas lingkaran} \\ &= 69,8 \text{ m}^2 - 7,07 \text{ m}^2 \\ &= 62,73 \text{ m}^2\end{aligned}$$

4.5.14.2 Kebutuhan Sumber Daya

Tenaga kerja yang dibutuhkan untuk pekerjaan pembongkaran bekisting bawah *pier head* P2 adalah:

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= 1 \text{ orang} \\ \text{Pekerja} &= 6 \text{ orang}\end{aligned}$$

4.5.14.3 Durasi Pekerjaan

Berikut ini adalah analisis perhitungan durasi pekerjaan pembongkaran bekisting bawah *pier head* P2 berdasarkan peraturan kementerian PUPR No.1 Tahun 2022:

Tabel 4. 22 Koefisien Pekerjaan Pembongkaran 1 m2 Bekisting Pier Head Tahap 2

No	Uraian	Satuan	Koefisien
1	Pekerja	OH	0,040
2	Mandor	OH	0,004

Sumber: (Peraturan Menteri PUPR No.8 Tahun 2023)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Produktivitas

Mandor $= \frac{\text{jumlah pekerja}}{\text{koefisien}}$

$$= \frac{1}{0,004}$$

$$= 250 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Pekerja $= \frac{\text{jumlah pekerja}}{\text{koefisien}}$

$$= \frac{6}{0,040}$$

$$= 150 \text{ m}^2/\text{hari}$$

2. Durasi

Mandor $= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas}}$

$$= \frac{62,73 \text{ m}^2}{250 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 0,25 \approx 1 \text{ hari}$$

Pekerja $= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas}}$

$$= \frac{62,73 \text{ m}^2}{150 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 0,42 \approx 1 \text{ hari}$$

Durasi pekerjaan $= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas total}}$

$$= \frac{62,73 \text{ m}^2}{250 \text{ m}^2/\text{hari} + 150 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 0,16 \approx 1 \text{ hari}$$

Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan untuk pekerjaan pembongkaran bekisting bawah *pier head* P2 berlangsung selama 1 hari

4.5.15 Pembongkaran *Shoring*

4.5.15.1 Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan pembongkaran *shoring* adalah dapat dilihat pada **Tabel 4.24** berikut:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 23 Volume Pekerjaan Pembongkaran Shoring Pier Head P2

NO	Bagian	Material	Panjang (m)	Berat/m (kg)	Berat	Jumlah	Total Berat (kg)
1	Dudukan Shoring	H Beam 300x300	5	94	470	2	940
2	Tiang Shoring	H Beam 300x300	5	94	470	4	1880
3	Horizontal Bracing	UNP 125x65x6	3,5	13,4	47	12	564
4	Horizontal Bracing	H Beam 300x300	3,5	94	329	4	1316
5	Diagonal Bracing	L 100x100x10	3,5	15,1	52,8	8	422,4
6	Horizontal Beam	IWF 700x300	12	185	2220	4	8880
7	Horizontal Beam	H Beam 300x300	8	94	752	4	3008
8	Horizontal Beam	H Beam 300x300	7	94	658	4	2632
9	Horizontal Beam	H Beam 300x300	1,5	94	141	2	282
10	Horizontal Beam	IWF 200x100	12	21,33	256	4	1024
11	Horizontal Beam	IWF 200x100	6	21,33	128	6	768
12	Horizontal Beam	CNP 100x50	6	5,5	33	20	660
Total Berat							22376,4

4.5.15.2 Kebutuhan Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan untuk pekerjaan pembongkaran *shoring pier head* P2 adalah:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Mandor = 1 orang
Pekerja = 5 orang

4.5.15.3 Durasi Pekerjaan

Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan untuk pekerjaan pembongkaran *shoring pier head* P2 berlangsung selama 2 hari

4.6 Rekapitulasi Pekerjaan

Berikut ini adalah rekapitulasi hasil perhitungan pekerjaan *pier head* P2, yang mencakup seluruh tahap pelaksanaan mulai dari tahap awal pekerjaan sampai akhir pekerjaan:

Tabel 4. 24 Rekapitulasi Pekerjaan Pier Head P2

No	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Alat	Waktu
1	Pengukuran / <i>Stake Out</i>	1 Surveyor 1 Asisten Surveyor 2 Helper	1 <i>Total Station</i>	2 jam
2	Mobilisasi Baja <i>Shoring</i>	1 Mandor 4 Pekerja 1 Operator Truk <i>Trailer</i> 1 Operator <i>Mobile Crane</i>	1 Truk <i>Trailer</i> 1 <i>Mobile Crane</i>	1 hari
3	Pemasangan <i>Shoring</i>	1 Mandor 4 Pekerja	1 <i>Mobile Crane</i>	5 hari
4	Pemasangan Bekisting Bawah <i>Pier Head</i>	1 Mandor 5 Pekerja	Palu	1 hari
5	Pembobokan <i>Pier</i>	1 Mandor 4 Pekerja	2 <i>Jack Hammer</i>	2 hari
6	Fabrikasi Tulangan	1 Mandor 4 Tukang Besi 6 Pekerja	1 <i>Bar Cutter</i> 1 <i>Bar Bender</i>	3 hari
7	Pemasangan Tulangan	1 Mandor 2 Tukang Besi		4 hari

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

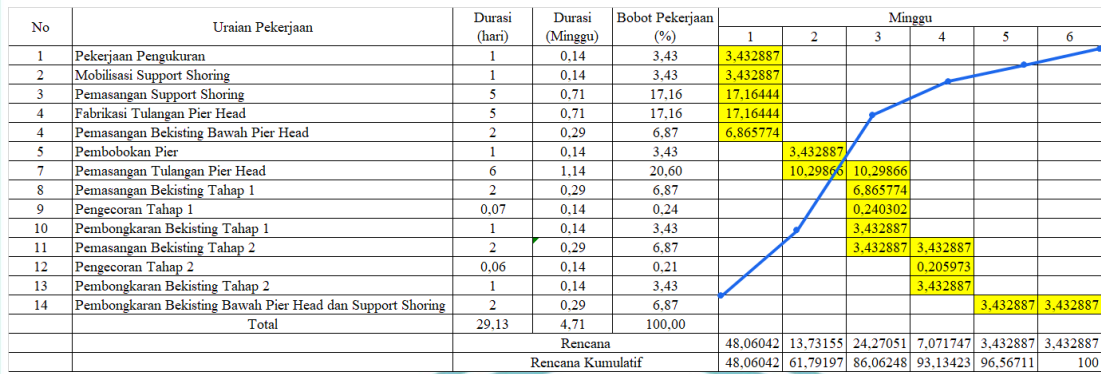
8 Pekerja				
No	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Alat	Waktu
8	Pemasangan	1 Mandor		
	Bekisting <i>Pier Head</i>	6 Pekerja	Palu	2 hari
	Tahap 1			
9	Pengecoran <i>Pier Head</i> Tahap 1	1 Mandor	1 Concrete	
		7 Pekerja	Pump	
		1 Operator <i>Truck Mixer</i>	17 <i>Truck Mixer</i>	4 jam
		1 Operator <i>Concrete</i>	5 Concrete	
		Pump	Vibrator	
10	Pembongkaran	1 Mandor		
	Bekisting <i>Pier Head</i>	6 Pekerja	Palu Linggis	1 hari
	Tahap 1			
11	Pemasangan	1 Mandor		
	Bekisting <i>Pier Head</i>	6 Pekerja	Palu	1 hari
	Tahap 2			
12	Pengecoran <i>Pier Head</i> Tahap 2	1 Mandor	1 Concrete	
		7 Pekerja	Pump	
		1 Operator <i>Truck Mixer</i>	14 <i>Truck Mixer</i>	4 jam
		1 Operator <i>Concrete</i>	5 Concrete	
		Pump	Vibrator	
13	Pembongkaran	1 Mandor		
	Bekisting <i>Pier Head</i>	6 Pekerja	Palu Linggis	1 hari
	Tahap 2			

4.7 Kurva S

Berikut ini disajikan Kurva S yang menggambarkan rencana pelaksanaan pekerjaan *pier head* pada titik P2. Kurva ini digunakan sebagai alat bantu untuk memantau kemajuan pekerjaan di lapangan secara visual, sekaligus sebagai acuan dalam mengevaluasi kesesuaian antara progres aktual dengan jadwal yang telah direncanakan. Berikut ini adalah kurva S yang menggambarkan perencanaan pekerjaan *pier head* P2:

Hak Cipta :

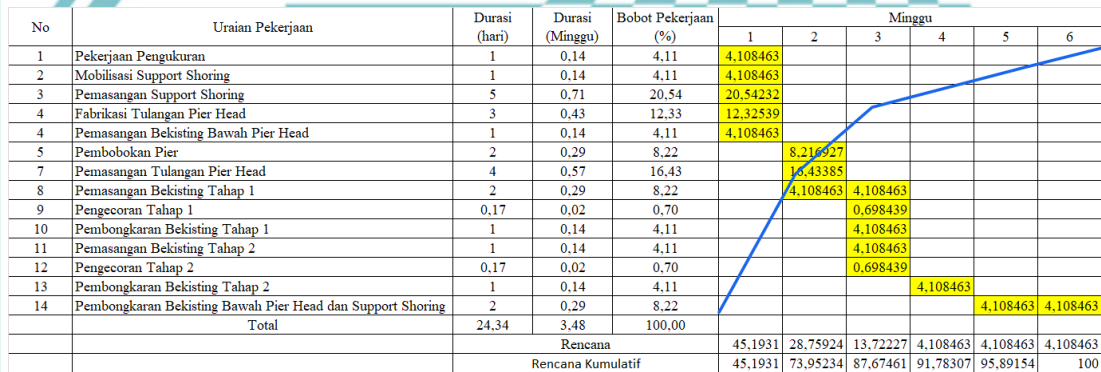
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 24 Kurva S Perencanaan Pekerjaan Pier Head P2

Sumber: Data Pribadi

Berikut ini adalah kurva S yang menggambarkan realisasi pelaksanaan pekerjaan *pier head* pada titik P2:



Gambar 4. 25 Kurva S Realisasi Pekerjaan Pier Head P2

Sumber: Data Pribadi



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI JAKARTA JURUSAN TEKNIK SIPIL	Formulir TA-4
---	--	--------------------------

LEMBAR ASISTENSI

Nama :

1. Difa Ulhaq NIM : 2201321054

2. NIM :

Program Studi : D3 Konstruksi Sipil

KBK : Teknologi Konstruksi

Judul Tugas Akhir : Pelaksanaan pekerjaan Pier Head P2 Menggunakan
Sistem Shoring Pada Proyek Jalan Tol Jakarta - Cikampek II Selatan Paket 2A

Pembimbing : Mudiono Kasmuri, S.T., M.T., Ph.D.

No.	Tanggal	Uraian	Paraf
1	11/03/2025	Perbaiki judul Penelitian	
2	14/03/2025	Perbaiki Rumusan Masalah	
3	22/04/2025	Perbaiki Bab I & II	
4	30/04/2025	Perbaiki Maksud & Tujuan Penelitian	
5	5/05/2025	Perbaiki Bab III	
6	19/05/2025	Bab IV & V Perbaiki	
7	21/05/2025	Perbaiki Kesimpulan dan saran	
8	3/6/2025	Ace sedang 2 TA	

Lampiran 1 Lembar Asistensi



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI JAKARTA JURUSAN TEKNIK SIPIL	Formulir TA-5
--	---	--------------------------

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mukiono Kasmuri, S.T., M.T., Ph.D.

NIP : 198012042020121001

Jabatan : Pembimbing Tugas Akhir

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa di bawah ini:

1. Difa Ulhaq NIM : 2201321054

2. NIM :

Program Studi : D3 Konstruksi Sipil

KBK : Teknologi Konstruksi

Judul Tugas Akhir : Pelaksanaan Pekerjaan Pier Head P2 Menggunakan Sistem
Shoring Pada Proyek Jalan Tol Jakarta - Cikampek II Satuan
Paket 2 A

☒ Sudah dapat mengikuti Ujian Sidang Tugas Akhir

☐ Sudah dapat menyerahkan Revisi Naskah Tugas Akhir

Keterangan:

☐ Beri tanda cek (✓) untuk
pilihan yang dimaksud

Depok, 20 Juni - 2025
Yang menyatakan,

(MUKIONO KASMURI)

Lampiran 2 Lembar Persetujuan Dosen Pembimbing



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI JAKARTA JURUSAN TEKNIK SIPIL	Formulir TA-5
--	---	--------------------------

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP : NIP 198012042020121001

Jabatan : Pembimbing Tugas Akhir

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa di bawah ini:

1. Difa Ulhaq NIM : 2201321054

Program Studi : D3 Konstruksi Sipil

KBK : Teknologi Konstruksi

Judul Tugas Akhir : Pelaksanaan Pekerjaan Pier Head P2 Menggunakan Sistem Shoring Pada Proyek Jalan Tol Jakarta - Cikampek II Selatan Paket 2A

☐ Sudah dapat mengikuti Ujian Sidang Tugas Akhir

☒ Sudah dapat menyerahkan Revisi Naskah Tugas Akhir

Depok, 17 Juli 2025
Yang menyatakan,

Keterangan:

☐ Beri tanda cek (✓) untuk pilihan yang dimaksud

(.....)
Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D.

Lampiran 3 Lembar Persetujuan Revisi Naskah Tugas Akhir Dosen Pembimbing



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI JAKARTA JURUSAN TEKNIK SIPIL	Formulir TA-4
---	--	--------------------------

LEMBAR ASISTENSI

Nama :

1. Difa Ulhaq

NIM : 2201321054

Program Studi

: Konstruksi Sipil

KBK

: Teknologi Konstruksi

Judul Tugas Akhir

: Pelaksanaan Pekerjaan Pier Head P2 Menggunakan Sistem
Shoring Pada Proyek Jalan Tol Jakarta-Cikampek II Selatan
Paket 2A

Penguji

: Sutikno, S.T., M.T.

No.	Tanggal	Uraian	Paraf
1	17/7/15		

Lampiran 4 Lembar Asistensi Dosen Penguji



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI JAKARTA JURUSAN TEKNIK SIPIL	Formulir TA-4
--	--	--------------------------

LEMBAR ASISTENSI

Nama :

1. Difa Ulhaq

NIM : 2201321054

Program Studi

: Konstruksi Sipil

KBK

: Teknologi Konstruksi

Judul Tugas Akhir

: Pelaksanaan Pekerjaan Pier Head P2 Menggunakan Sistem Shoring Pada Proyek Jalan Tol Jakarta-Cikampek II Selatan Paket 2A

Penguji

: Sukarman, S.Pd., M.Eng.

No.	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	16/07/25	Revisi Tujuan	
2.	16/07/25	Kesimpulan pada tugas akhir	
3.	16/07/25	Perubahan rumus rumus	
4.	16/07/25	Penambahan Deasasi kurva S	
5.	16/07/25	Penambahan Data Teori pier head dan shoring	



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI JAKARTA JURUSAN TEKNIK SIPIL	Formulir TA-4
--	--	--------------------------

LEMBAR ASISTENSI

Nama :

1. Difa Ulhaq

NIM : 2201321054

Program Studi

: Konstruksi Sipil

KBK

: Teknologi Konstruksi

Judul Tugas Akhir

: Pelaksanaan Pekerjaan Pier Head P2 Menggunakan Sistem
Shoring Pada Proyek Jalan Tol Jakarta-Cikampek II Selatan
Paket 2A

Penguji

: Rikki Sofyan Rizal, S.Tr., M.T.

No.	Tanggal	Uraian	Paraf
1.		Revisi Tujuan	
2.	15/07-25	Penambahan Dasar Teori Pier Head dan Shoring	
3.		Penambahan Revisi Kurva S Pekerjaan	
4.		Revisi kesimpulan	
	17/07-25	Acc	



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI JAKARTA JURUSAN TEKNIK SIPIL	<i>Formulir TA-6</i>
---	--	--------------------------

PERSETUJUAN PENGUJI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sutikno, S.T., M.T.

NIP : 196201031985031004

Jabatan : Ketua Sidang Tugas Akhir

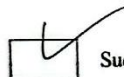
Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa di bawah ini:

1. Difa Ulhaq NIM : 2201321054

Program Studi : D3 Konstruksi Sipil

KBK : Teknologi Konstruksi

Judul Tugas Akhir : Pelaksanaan Pekerjaan Pier Head P2 Menggunakan Sistem
Shoring Pada Proyek Jalan Tol Jakarta - Cikampek II Selatan
Paket 2A



Sudah dapat menyerahkan Revisi Naskah Tugas Akhir

Depok, 17/7/2025
Yang menyatakan,

Keterangan:



Beri tanda cek (✓) untuk
pilihan yang dimaksud

Lampiran 5 Lembar Persetujuan Dosen Penguji



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI JAKARTA JURUSAN TEKNIK SIPIL	<i>Formulir TA-6</i>
--	--	--------------------------

PERSETUJUAN PENGUJI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sukarman, S.Pd., M.Eng.

NIP : 199306052020121013

Jabatan : Penguji Sidang Tugas Akhir

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa di bawah ini:

1. Difa Ulhaq NIM : 2201321054

Program Studi : D3 Konstruksi Sipil

KBK : Teknologi Konstruksi

Judul Tugas Akhir : Pelaksanaan Pekerjaan Pier Head P2 Menggunakan Sistem
Shoring Pada Proyek Jalan Tol Jakarta - Cikampek II Selatan
Paket 2A



Sudah dapat menyerahkan Revisi Naskah Tugas Akhir

Depok, 17 Juli 2025
Yang menyatakan,

(Sukarman, S.Pd., M.Eng.)

Keterangan:



Beri tanda cek (✓) untuk
pilihan yang dimaksud



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI JAKARTA JURUSAN TEKNIK SIPIL	Formulir TA-6
---	---	--------------------------

PERSETUJUAN PENGUJI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rikki Sofyan Rizal, S.Tr., M.T.

NIP : 199304302020121012

Jabatan : Penguji Sidang Tugas Akhir

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa di bawah ini:

1. Difa Ulhaq NIM : 2201321054

Program Studi : D3 Konstruksi Sipil

KBK : Teknologi Konstruksi

Judul Tugas Akhir : Pelaksanaan Pekerjaan Pier Head P2 Menggunakan Sistem
Shoring Pada Proyek Jalan Tol Jakarta - Cikampek II Selatan
Paket 2A



Sudah dapat menyerahkan Revisi Naskah Tugas Akhir

Depok, 13 Juli 2025
Yang menyatakan,


(Rikki Sofyan Rizal, S.Tr., M.T.)

Keterangan:



Beri tanda cek (✓) untuk
pilihan yang dimaksud



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- SHOP DRAWING

LOKASI RAMP 3

KEY PLAN

REVISI NO. TANGGAL KETERANGAN

PROYEK PERBANGUNAN JALAN TOL JAKARTTA - SURABAYA RING ROAD

LOKASI RAMP 3

DETAIL DIMENSI PIERHEAD PIER P.2 - RAMP 3 SEMPANG SUSUN SETU (1/3)

PEMILIK PROYEK: PT. JASAMARGA JAFEP SELATAN

DIKETAHUI:

Eko Budi Swardito
Pimpinan Proyek

KONSULTAN SUPERVISI: PT. MCI-BUANA-INDECO

KSO MCI-BUANA-INDECO
DIPERINTSA DAN DISTEMBAH

Resident Engineer

HI STR GEO DRN PWP

KONTAKTOR: WKA-PP-KVM-HKI, KSO

DIAJUKAN OLEH: Agrianto Donyo Indrayanto
General Superintendent

DISIAPKAN: Yohannes Henderganto

REVISI NO. TANGGAL KETERANGAN

PROYEK PERBANGUNAN JALAN TOL JAKARTTA - SURABAYA RING ROAD

LOKASI RAMP 3

SKALA: 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

POTONGAN B - B

SKALA 1 : 50

POTONGAN C - C

SKALA 1 : 50

POTONGAN A - A

SKALA 1 : 50

103



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

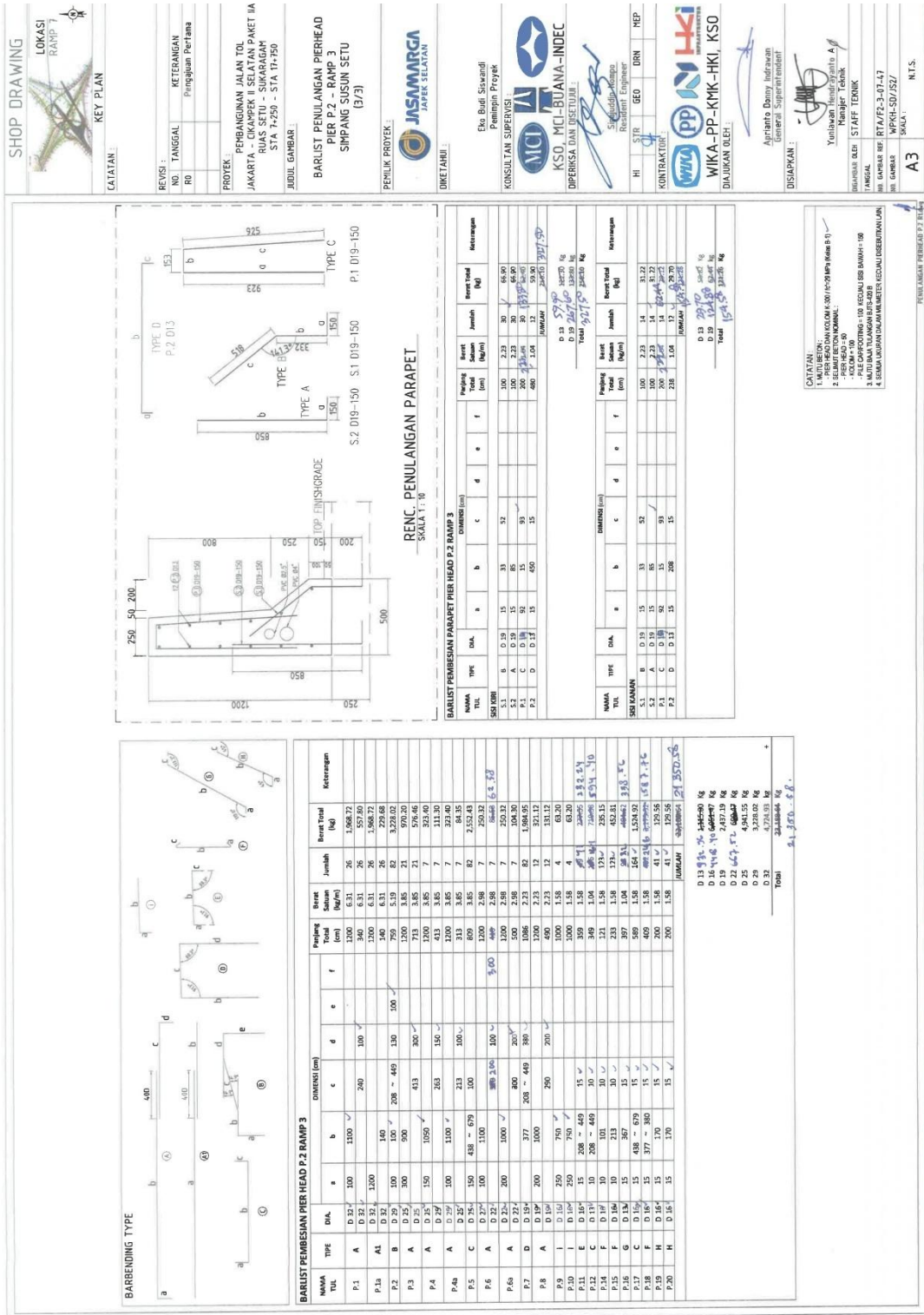




Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 8 Gambar Kerja Barlist Penulangan Pier Head P2 Ramp 3



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tested by, _____ Checked by, _____ Witnessed by, _____ Review by, _____

PT. VANCE QUALITY CONTROL

106



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

[illegible]

TEST	TEST	TEST	TEST	TEST
 TEST 1 Check for squareness of the wall.	 TEST 2 Check for squareness of the wall.	 TEST 3 Check for squareness of the wall.	 TEST 4 Check for squareness of the wall.	 TEST 5 Check for squareness of the wall.
 TEST 6 Check for squareness of the wall.	 TEST 7 Check for squareness of the wall.	 TEST 8 Check for squareness of the wall.	 TEST 9 Check for squareness of the wall.	 TEST 10 Check for squareness of the wall.

Tested by, _____
 Checked by, _____
 Witnessed by, _____
 Review by, _____

107



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

[illegible]

Tested by,  Aron

Checked by,  Thuy

Witness,  Vinh

PLM 4800-101-01
QUALITY CONTROL

108