

ANALISIS WAKTU DAN BIAYA PEKERJAAN *PIER HEAD CAST IN SITU* DAN *PIER HEAD PRECAST* PADA PROYEK PEMBANGUNAN TOL ANCOL TIMUR-PLUIT (*ELEVATED*) HARBOUR ROAD II JAKARTA UTARA

Pipi Alini^{1✉}, Eko Nurlita Widayati², Elly Noriza²

¹Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Pekerjaan Umum, Jakarta

²Dosen Program Studi S1 Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Pekerjaan Umum, Jakarta

Email: Pepyaliny@gmail.com

Abstrak

Dalam pembangunan proyek jalan tol, pekerjaan *pier head* merupakan elemen penting yang mendukung struktur jembatan dan jalan. Dua metode utama yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan *pier head* adalah *cast in situ* dan *precast*. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan yang mempengaruhi pemilihan metode sesuai dengan kondisi proyek. *Pier head* umumnya membutuhkan perancah untuk penyokong agar bekisting *pier head* kuat untuk menahan beban sendiri *bekisting* dan beban beton yang akan dicor sehingga sedikit sulit untuk menerapkan metode ini, karena dengan adanya perancah dan alat-alat berat untuk pelaksanaannya akan menyebabkan kemacetan yang cukup lama di jalan sekitarnya. Tulisan ini meneliti metode pelaksanaan pekerjaan *pier head cast in situ* dan metode *pier head precast* pada pembangunan Proyek Jalan Tol Ancol Timur-Pluit (*Harbour Road II*); waktu dan biaya dari kedua metode pekerjaan; serta metode yang paling efisien dari keduanya. Penelitian ini hanya mencakup pada area P 7 bagian *pier head* pada zona 0. Dari hasil analisis diperoleh bahwa biaya pekerjaan *pier head cast in situ* sebesar Rp. 400,930,805.56. untuk satu unit *pier head*, dan pekerjaan *pier head precast* sebesar Rp. 1.089.425.330,63. Selisih biaya antara pekerjaan *pier head cast in situ* dengan pekerjaan *pier head precast* sebesar Rp. 688.494.525,07. Pekerjaan *pier head precast* membutuhkan waktu 10 hari, lebih cepat 11 hari *pier head cast in situ* yang membutuhkan waktu sampai 21 hari. sehingga pelaksanaan pekerjaan *pier head in situ* lebih efisien daripada *pier head precast*.

Kata kunci: biaya, *cast in situ pier head*, , *precast*, waktu

Abstract

In the construction of toll road projects, pier head work is an important element that supports the structure of bridges and roads. The two main methods used in the implementation of pier head work are cast in situ and precast. Each method has advantages and disadvantages that affect the choice of method according to project conditions. Pier heads generally require scaffolding for support so that the pier head formwork is strong enough to withstand the weight of the formwork itself and the load of the concrete to be cast so that it is a little difficult to apply this method, because the presence of scaffolding and heavy equipment for its implementation will cause quite long traffic jams on the surrounding roads. This paper examines the method of implementing pier head cast in situ work and pier head precast methods in the construction of the Ancol Timur-Pluit Toll Road Project (Harbour Road II); the time and cost of both work methods; and the most efficient method of the two. This study only covers the P 7 area of the pier head in zone 0. From the analysis results, it was obtained that the cost of pier head cast in situ work was Rp. 400,930,805.56. for one pier head unit, and pier head precast work was Rp. 1,089,425,330.63. The cost difference between the pier head cast in situ work and the pier head precast work is Rp. 688,494,525.07. The pier head precast work takes 10 days, 11 days faster than the pier head cast in situ which takes up to 21 days. so that the implementation of the pier head in situ work is more efficient than the pier head precast

Keywords: cost, cast in situ, pier head, , precast, Time

PENDAHULUAN

Kebutuhan infrastruktur jalan yang lebih memadai untuk menampung jumlah kendaraan yang semakin lama semakin bertambah menjadi salah satu hal yang harus diperhatikan untuk menyokong aktivitas masyarakat di kota Jakarta. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut adalah melanjutkan Pembangunan Jalan Tol Ancol Timur-Pluit (*Harbour Road II*). Jalan Tol Ancol Timur-Pluit berbentuk *fly over* yang berdiri di sepanjang jalan tol Ancol Timur-Pluit, dengan dua ruas. Satu ruas ke arah Pluit (sisi jalan raya eksisting) dan satu ruas ke arah Jakarta (sisi lahan warga). Struktur dari *fly over* terdiri dari struktur bawah dan struktur atas. Struktur bawah berupa pondasi, *pile cap*, hingga kolom dan struktur atas terdiri dari *pier head*, *girder*, diafragma dan slab.

Pier head atau kepala pilar adalah salah satu bagian dari jembatan yang berfungsi sebagai tumpuan pemikul seluruh beban pada ujung-ujung bentang dan gaya-gaya lainnya, serta menyalurkan beban ke kolom dan akan diteruskan ke pondasi. Metode pelaksanaan struktur bawah umumnya menggunakan metode *cast in situ* atau cor di tempat, namun untuk struktur atas metode *cast in situ* agak sulit dilakukan.

Oleh karena itu, untuk pelaksanaan pekerjaan *pier head* pada sisi jalan raya dilakukan dengan metode *precast*, dimana pengecoran sebagian *pier head* dilaksanakan secara *precast* atau pracetak. Penerapan pelaksanaan *pier head precast* ini akan lebih efektif diterapkan pada ruas jalan di sisi jalan raya. Dengan demikian, metode yang akan dilaksanakan yaitu pelaksanaan pekerjaan *pier head cast in situ* dibandingkan dengan *pier head precast*, sehingga dapat diketahui metode pelaksanaan yang akan dipakai dan waktu yang dibutuhkan terhadap pekerjaan tersebut, serta biaya yang dikeluarkan pada masing-masing metode.

Pada penelitian dilakukan analisis perbandingan terhadap dua macam metode pelaksanaan *pier head* secara *cast in situ* dan *pier head precast*. Analisis perbandingan akan dilakukan terhadap dua parameter yang seringkali menjadi dasar perbandingan dalam pemilihan metode pelaksanaan, yaitu biaya dan waktu pelaksanaan, dengan permasalahan berupa metode pelaksanaan pekerjaan *pier head cast in situ* dan metode *pier head precast* pada pembangunan Proyek Jalan Tol Ancol Timur-Pluit (*Harbour Road II*); waktu yang diperlukan dan besar biaya dari kedua metode pekerjaan *pier head cast in situ* dan metode *pier head precast* pada pembangunan Proyek Jalan Tol Ancol Timur-Pluit (*Harbour Road II*); metode yang paling efisien dilihat dari segi waktu dan biaya pada dua metode tersebut.

Tujuan penulisan adalah mengetahui metode pelaksanaan pekerjaan *pier head cast in situ* dan metode *pier head precast* pada pembangunan Proyek Jalan Tol Ancol Timur-Pluit (*Harbour Road II*); mengetahui waktu yang diperlukan dan besar biaya dari kedua metode pekerjaan *pier head cast in situ* dan metode *pier head precast* pada pembangunan Proyek Jalan Tol Ancol Timur-Pluit (*Harbour Road II*); menentukan metode yang paling efisien dilihat dari segi waktu dan biaya pada dua metode tersebut. Penelitian ini hanya mencakup pada area P 7 bagian *pier head* pada zona 0

TINJAUAN PUSTAKA

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah nilai estimasi biaya yang harus disediakan untuk pelaksanaan sebuah kegiatan proyek. Adapun beberapa praktisi mendefinisikan Rencana Anggaran Biaya (RAB) sebagai berikut: Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perkiraan nilai uang dari suatu kegiatan (proyek) yang telah memperhitungkan gambar rencana serta rencana kerja, daftar upah, daftar harga bahan, buku analisis, daftar susunan rencana biaya, serta daftar jumlah tiap jenis pekerjaan (J. A. Mukomoko, 1987). Menurut Sugeng Djojowiriono (1984), Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan perkiraan biaya yang diperlukan untuk setiap pekerjaan dalam suatu proyek konstruksi sehingga akan diperoleh biaya total yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek. Menurut Firmansyah (2011:25) dalam bukunya Rancang Bangun Aplikasi Rencana Anggaran Biaya Dalam Pembangunan

Rumah. Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek pembangunan.

Analisis harga satuan pekerjaan merupakan analisis material, upah, tenaga kerja, dan peralatan untuk membuat suatu satuan pekerjaan tertentu yang diatur dalam analisis Permen PUPR pada tahun 2001, dari hasilnya ditetapkan koefisien pengali untuk material, upah tenaga kerja, dan peralatan segala jenis pekerjaan.

Koefisien atau indeks biaya diperoleh dengan cara mendata kemajuan proyek setiap harinya dan juga pendataan terhadap jumlah pekerja yang dikerjakan setiap harinya. Dari volume pekerjaan didapatkan nilai produktivitas harian untuk pekerjaan pembetonan, pembesian, dan pembekistingan. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan disusun dalam tabel, kemudian dianalisis:

Menghitung *Time factor* untuk setiap jenis pekerja *Time factor* ditentukan untuk mengetahui besarnya indeks waktu produktif tenaga kerja. Besarnya *Time factor* dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\text{Time Factor} = \frac{\text{Waktu Produktif Total}}{\text{Waktu yang Disediakan}}$$

Menentukan besarnya koefisien tenaga kerja Koefisien tenaga kerja ditentukan untuk mengetahui jumlah tenaga kerja dan waktu yang digunakan untuk menyelesaikan satu item pekerjaan dengan volume tertentu, dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{Koefisien man Hour} = \frac{\text{Jumlah Tenaga Kerja X Durasi Pekerjaan}}{\text{Volume Pekerjaan}}$$

Alat ini sama dengan sub harga satuan upah, yaitu mempertimbangkan tingkat produktivitas alat tersebut. Keluaran harga satuan dasar alat adalah Harga Satuan Dasar Alat yang meliputi biaya pasti, biaya operasi dan pemeliharaan dan biaya operatornya.

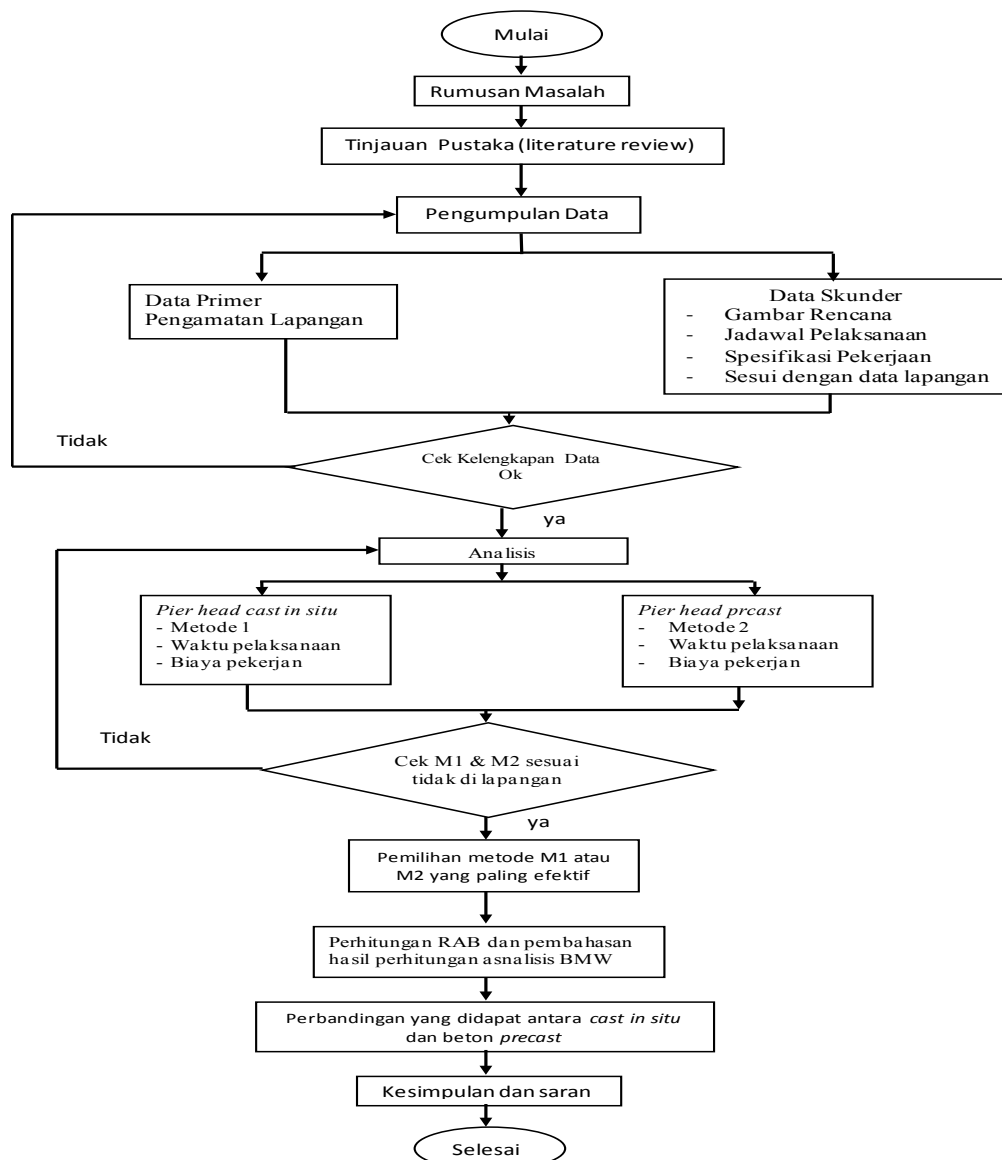
METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif. Menurut Arikunto (2007:310), penelitian deskriptif tidak dimaksudkan untuk menguji hipotesis tertentu tetapi hanya menggambarkan apa adanya tentang suatu variable, gejala atau keadaan. Menurut Triwikromo (2003:15), metode kuantitatif adalah jenis penelitian apapun yang menggunakan nilai-nilai numerik seperti penelitian statistik, beberapa penelitian survey atau metode apapun yang menghasilkan angka-angka.

Pada penelitian ini menjabarkan data sesuai dengan hasil temuan di lapangan pada pekerjaan *pier head cast in situ* dan *pier head precast* dengan menggunakan lembar pengamatan data volume dan waktu kerja efektif pekerjaan *pier head*. Lokasi penelitian dilakukan di Jalan Tol Ancol Timur-Pluit (*Elevated*) Harbour Road II Jakarta Utara. Waktu penelitian dilakukan selama bulan April sampai dengan Agustus 2024. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 2.



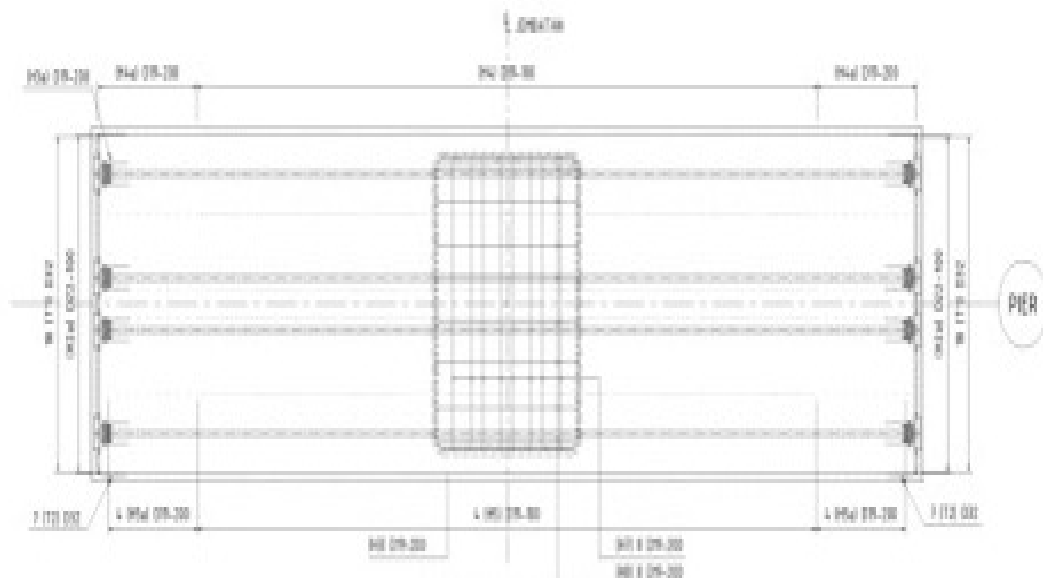
Tahapan Penelitian



ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Metode *cast in situ* merupakan metode konvensional dimana pengecoran beton dilakukan secara manual dengan bantuan *formwork* dan supportingnya. Untuk pekerjaan *pier head* tentunya akan dibutuhkan perancah untuk menopang beban sendiri bekisting dan beban beton yang akan di cor sebelum beton cukup umur dan mencapai kekuatannya.

Pekerjaan persiapan dengan pemasangan tangga *peri-up* pada bagian depan *pier head* yang digunakan untuk akses ke ketinggian. Memasang *stress bar* diameter 32 ke dalam lubang yang sudah disediakan pada kolom, dimana satu kolomnya terdapat 4 lubang. *Stress bar* nantinya menembus kolom dan akan dijepit oleh *bracket*. Tim *survey* juga akan melakukan marking posisi *sparing falls* segmen yang digunakan untuk pengunci *fall* segmen saat *erection* dan *sparing pier* segmen yang digunakan untuk pengunci span box sebelum LRB diaktifkan. Titik *Sparing* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Titik *Sparing* pada *Pier Head*

Sumber: PT.Girder Indonesia

Analisis Waktu *Pier Head Cast In Situ*

Analisis pekerjaan *pier head cast in situ* hanya dibandingkan berdasarkan waktu pengerjaan secara umum (*cycle time*). Waktu pengerjaan yang dibandingkan dimulai sejak kolom siap untuk dibebani *pier head cast in situ* yaitu ketika kekuatan beton mencapai 95% sesuai hasil pengujian oleh *Quality Control* yang disetujui oleh Konsultan Supervisor. Untuk pekerjaan pelaksanaan *pier head cast in situ* secara real di lapangan dibutuhkan waktu sekitar 21 hari untuk pengerjaannya. Secara terpendek dapat dilihat pada tabel 1. seperti berikut:

Tabel 1. Waktu Pelaksanaan *Pier head Cast in situ*

NO	ITEM PEKERJAAN	LAMA PEKERJAAN	
1	Pasang shoring pier head	3.00	Hari
2	Pasang bekisting bottom pier head	4.00	Hari
3	Instal besi pier head	1.00	Hari
4	Pasang bekisting samping tahap 1	2.00	Hari
5	Cor pier head tahap 1	1.00	Hari
6	Pasang bekisting samping tahap 2	2.00	Hari
7	Cor pier head tahap 2	1.00	Hari
8	Umur beton + bongkar bekisting samping pier head	5.00	Hari
9	Bongkar bekisting bottom + shoring	2.00	Hari
TOTAL LAMA PEKERJAAN		21.00	Hari

Sumber : PT. Girder Indonesia

Waktu Pekerjaan *Pier Head Precast*

Pada pelaksanaan *pier head precast* tidak lagi diperlukan pemasangan perancah (*shoring*) dan *bekisting bottom*. *Pier head precast* tersebut telah menjadi *bekisting* yang siap pakai tanpa harus dibongkar lagi. Selain itu didapat pula penghematan karena tidak perlu melakukan pembongkaran *bekisting bottom* dan *shoring*. Waktu yang didapat adalah waktu real pelaksanaan pekerjaan *pier head* tersebut. Secara terperinci dapat dilihat pada tabel 2. seperti berikut:

Tabel 2. Waktu Pelaksanaan Pekerjaan *Pier head Precast*

NO	ITEM PEKERJAAN	LAMA PEKERJAAN	
1	Pasang bracket	1.00	Hari
2	Mob lokal crane	1.00	Hari
3	Erection & setting pier head	1.00	Hari
4	Pasang bekisting joint kolom pier head	1.00	Hari
5	Cor void + stage 1	1.00	Hari
6	Pasang bekisting back wall	1.00	Hari
7	Cor back wall	1.00	Hari
8	Bongkar bracket	1.00	Hari
9	Stressing back wall	1.00	Hari
10	Stressing lopping back wall	1.00	Hari
TOTAL LAMA PEKERJAAN		10.00	Hari

Sumber : PT. Girder Indonesia

Biaya Pelaksanaan Pekerjaan *Pier Head In situ*

Dalam menghitung biaya pelaksanaan pekerjaan *pier head cast in situ*, terlebih dahulu dihitung indeks bahan dan upah tenaga kerja. Untuk menghitung indeks tenaga kerja yang didapat di PT. Girder Indonesia. Berikut adalah biaya pelaksanaan *pier head cast in situ*.

Tabel 3. Biaya pelaksanaan pekerjaan *pier head cast in situ*

NO.	ITEM	SAT.	VOLUME	HARGA SATUAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA
1	Pekerjaan bekisting	m ²	124.29	713,853.42	88,724,840.95
2	Pekerjaan shoring	m ²	42.00	1,320,000.00	55,440,000.00
3	Pekerjaan stressing	kg	56.00	385,000.00	21,560,000.00
4	Pekerjaan pembesian	m'	11,764.21	13,255.15	157,352,661.42
5	Pekerjaan beton K-350	m ³	69.18	1,125,763.27	77,880,303.19
TOTAL					400,930,805.56

Sumber : PT. Girder Indonesia

Berdasarkan perhitungan biaya pekerjaan *pier head cast in situ* didapat harga sebesar Rp. 400,930,805.56,-. Biaya tersebut sudah termasuk biaya *over head* di setiap item pekerjaan.

Harga Satuan Pekerjaan *Pier Head In situ*

Analisis perbandingan biaya perlu dilakukan untuk mengetahui metode mana yang lebih efektif penggunaannya di lapangan dari segi harga. Pada penelitian ini komponen pembayaran untuk pekerjaan *pier head* dibagi menjadi bahan, alat, upah dan subkon. Untuk menghitung biaya dibutuhkan data volume pekerjaan berdasarkan ukuran sebenarnya yang terdapat di lapangan dalam satu *pier head*. Di bawah ini tabel volume pekerjaan *pier head cast in situ*.

Tabel 4. Tabel volume Pekerjaan *Pier head Cast in situ*

No	Uraian Pekerjaan	Volume	
A.	PIER HEAD CAST IN SITU		
1	Pekerjaan beton K-350	69.18	m ³
2	Pekerjaan bekisting	124.29	m ²
3	Pekerjaan shoring	42.00	M ²
4	Pekerjaan pembesian	11,764.21	kg
5	Pekerjaan stressing	56.00	m'

Sumber : PT. Girder Indonesia

Rekapitulasi Biaya

Tabel 5. Daftar Rekapitulasi Biaya Pelaksanaan

No	Jenis Pekerjaan	Harga (Rp)
a	Harga satuan bahan bangunan	2.158.799.00
b	Harga satuan alat	501.801.00
c	Harga satuan pekerjaan	1.570.000.00
d	Harga satuan upah pekerjaan pengecoran dan pembesian	312.640.00
e	Harga satuan pekerjaan Beton K-350	1,164,766.36
f	Harga satuan pekerjaan bekisting	713,853.42
g	Harga satuan pekerjaan shoring	1,320,000.00
h	Harga satuan pekerjaan stressing	385,000.00
i	Harga satuan pekerjaan pembesian	13,375.54

Sumber : PT. Grider Indonesia

Biaya Pelaksanaan Pekerjaan *Pier Head precast*

Dalam menghitung biaya pelaksanaan pekerjaan *pier head precast*, terlebih dahulu dihitung indeks bahan dan upah tenaga kerja. untuk menghitung indeks tenaga kerja yang didapat di PT. Girder Indonesia Ancol Timur-Pluit (*Elevated*) Harbour Road II Jakarta Utara. Di lapangan untuk tiap item pekerjaan. Berikut adalah Tabel Volume pelaksanaan pekerjaan *pier head precast*.

Tabel 6. Tabel Volume Pelaksanaan Pekerjaan *Pier head precast*

No	Item	Sat.	Volume	Harga Satuan Pekerjaan	Jumlah Harga
1	<i>Pier Head Precast</i>	Pcs	1	797.341.730,63	797.341.730,63
2	Mobilisasi Produk	Ritase	5	8.700.000,00	43.500.000,00
3	<i>Erection</i> Produk (2 Crane 150 ton)	Jam	48	3.025.000,00	145.200.000,00
4	Biaya <i>Crane Setting</i>	Jam	24	385.000,00	9.240.000,00
5	Pekerjaan <i>Setting & Stressing</i>	m ²	113,7	478.000,00	54.348.600,00
6	Pekerjaan <i>Grouting</i>	m ²	113,7	350.000,00	39.795.000,00
Total Biaya Pekerjaan					1.089.425.330,63

Sumber : PT. Girder Indonesia

Berdasarkan perhitungan biaya pekerjaan *pier head precast* didapat harga sebesar Rp.1.089.425.330,63,-. Biaya tersebut sudah termasuk biaya *over head* di setiap item pekerjaan.

Harga Satuan Biaya *Pier Head Precast*

Dalam pelaksanaan *pier head precast* dilakukan produksi *pier head* dibawah dan bersamaan dengan kolom, sehingga dalam pelaksanaannya tidak membutuhkan *shoring* untuk penyangga sementara. Untuk perhitungan biaya pelaksanaan *pier head precast* tidak jauh berbeda dengan *pier head cast in situ*. Dalam perhitungannya yang membedakan adalah material beton, begitu juga untuk *stressing* lebih panjang dibandingkan dengan *pier head precast*. Selain itu ada tambahan biaya untuk peralatan karena membutuhkan *crane* untuk *erection/instalasi pier head precast*.

Rencana Anggaran Biaya *Pier Head Precast*

Tabel 7. Biaya Pelaksanaan Pekerjaan untuk *Pier Head Precast* adalah sebagai berikut:

NO.	ITEM	SAT.	VOLUME	HARGA SATUAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA
1	Pekerjaan bekisting	m ²	133.74	713,853.42	95,467,534.10
2	Pekerjaan stressing	m'	113.70	385,000.00	43,774,500.00
3	Pekerjaan pembesian	kg	12,275.64	13,255.15	162,715,499.25
4	Pekerjaan erection pier head precast	jam	48.00	3,025,000.00	145,200,000.00
TOTAL					316,477,533.35

Sumber : PT. Girder Indonesia

Rekapitulasi Biaya

Tabel 8. Daftar Rekapitulasi Biaya Pelaksanaan

No.	Jenis Pekerjaan	Harga (Rp)
a	Harga satuan bahan bangunan	107.430.00
b	Harga satuan alat	1.814.404.00
c	Harga satuan pekerjaan	5.170.000.00
d	Harga satuan upah pekerjaan pengecoran dan pembesian	312.640.00
e	Harga satuan pekerjaan bekisting	713,853.42
f	Harga satuan pekerjaan stressing	385,000.00
g	Harga satuan pekerjaan Pembesian	13,466.58
h	Harga satuan pekerjaan erection/instal	3,850,000.00

Sumber : PT. Girder Indonesia

Rekapitulasi Hasil Perhitungan

Dalam hasil perhitungan didapat biaya pekerjaan pier head cast in situ sebesar Rp.400,930,805.56,-. Untuk satu unit *pier head*, dan pekerjaan *pier head precast* sebesar Rp.1.089.425.330,63,-. Terdapat selisih biaya antara pekerjaan *pier head cast in situ* dengan pekerjaan *pier head precast* sebesar Rp 688.494.525,07,-. Selisih biaya tersebut disebabkan oleh ada beberapa material yang berbeda dan volume pekerjaan yang tidak sama serta metode pelaksanaan yang berbeda pula. Hal itu dikarenakan menggunakan peralatan dan material yang berbeda. Sedangkan hasil perhitungan waktu pekerjaan *pier head precast* membutuhkan waktu 10 hari, Ini lebih cepat dibandingkan dengan metode *cast in situ*, yang memerlukan waktu hingga 21 hari. Dengan demikian, pekerjaan *pier head precast* lebih cepat 11 hari dibandingkan dengan pekerjaan *pier head cast in situ*. Sedangkan dari segi biaya pekerjaan *pier head precast* lebih mahal dibandingkan dengan pekerjaan *pier head cast in situ*. Berdasarkan hasil pengamatan tentang metode pekerjaan *pier head cast in situ* dan pekerjaan *pier head precast*, maka

- Dari segi metode pelaksanaan metode *pier head cast in situ* lebih mudah dari pada *pier head precast* karena untuk pelaksanaan tidak memerlukan peralatan dan metode pelaksanaan yang rumit.
- Pier head precast* jarang digunakan, tenaga kerja yang bisa menangani pemasangan dan perawatan struktur tersebut juga masih terbatas.

KESIMPULAN

Dalam pembangunan proyek jalan tol, pekerjaan *pier head* merupakan elemen penting yang mendukung struktur jembatan dan jalan. Dua metode utama yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan *pier head* adalah *cast in situ* dan *precast*. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan yang mempengaruhi pemilihan metode sesuai dengan kondisi proyek. Pemilihan metode pekerjaan *pier head* baik *cast in situ* maupun *precast* akan mempengaruhi lama waktu pelaksanaan dan biaya total proyek. Kedua metode dapat memakan waktu yang sama, namun metode *precast* memungkinkan pekerjaan di lokasi lain untuk dilakukan secara bersamaan, sehingga bisa lebih efisien. Pemilihan metode pelaksanaan pekerjaan *pier head* pada proyek jalan tol sangat krusial, mengingat dampaknya terhadap waktu penyelesaian, biaya proyek, dan kualitas konstruksi.

Hasil perhitungan didapat bahwa *Pier head cast in situ* dikerjakan dalam waktu 11 hari dengan biaya Rp 400.930.805,56, sedangkan *pier head precast* membutuhkan waktu 10 hari dengan biaya Rp. 1.089.425.330,63.

Dari segi waktu pelaksanaan *pier head precast* membutuhkan waktu 1 hari lebih cepat daripada pelaksanaan pekerjaan *pier head in situ*. Namun dari segi biaya, pelaksanaan *Pier head in situ* membutuhkan biaya lebih murah jauh daripada *pier head precast*. Selisih biayanya sebesar Rp 688.494.525,07 sehingga dari segi waktu tidak terlalu signifikan perbedaannya, namun dari segi biaya perbedaannya terlihat cukup besar, sehingga pelaksanaan pekerjaan *pier head in situ* lebih efisien daripada *pier head precast*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar Husen, MT, 2010. *“Manajemen Proyek”*. Penerbit Andi. Yogyakarta
- Akbar, Amirul dkk 2013. *“Perencanaan Metode Kerja, Waktu Pelaksanaan, Dan Anggaran Biaya Box Girder Dengan Metode Launching Gantry Dan Traveller Pada Proyek Pembangunan Jalan Layang Non-Tol Antasari-Blok M, Jakarta”*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Choirur Rozikin, M. A. 2021. *Perbandingan Biaya Dan Waktu Struktur Precast U-Ditch Dengan Struktur Konvensional Pada Proyek Drainase*. Jurnal Teknik Sipil, 7(2).
- Dewi Ayu Sofia, A., & Ananda Aulia. 2023. *Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Pekerjaan Dinding Bata Ringan dan Dinding Precast*. Jurnal Konstruksi, 8(01).
- Diansyah, Asmar 2014. *“Analisis Biaya Perbandingan Metode Kerja Sistem Shoring Dengan Sistem Bracket Pada Konstruksi Pier Head Jembatan”*. Jakarta: Universitas Muhammadiyah.
- Firmansyah 2011. *Rancang Bangun Aplikasi Rencana Anggaran Biaya Dalam Pembangunan Rumah*.
- Hedy, Krisna Permana dkk 2013. *“Analisa Perbandingan Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Bekisting Metode Semi Sistem Berdasarkan Strategi Rotasi Pada Proyek Gedung Bertingkat Tinggi (Studi Kasus: Proyek FMIPA ITS Surabaya)”*. Surabaya: Universitas Teknologi Sepuluh November.
- Hardivanta, I Dewa Made Yudi 2015. *“Optimalisasi Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Metode Least Cost Analysis (Studi Kasus: Proyek Pembangunan dan Perluasan Kantor Bupati Klungkung)”*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Milka Oni, A., & Jermias Tjakra, R. 2018. *Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode Crash (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado)*. Jurnal Teknik, 16(69).
- M. Julian Idham. 2021. *Analisis Perbandingan Estimasi Biaya dan Waktu Pelaksanaan Dinding Konvensional dan Dinding Precast pada Facade*. Jurnal Teknik, 7(2).
- Messah, Yunita Afliana dkk 2013. *“Pengendalian Waktu Dan Biaya Pekerjaan Konstruksi Sebagai Dampak Dari Perubahan Desain (Studi Kasus Embung Irigasi Oenaem, Kecamatan Biboki Selatan, Kabupaten Timor Tengah Utara)”*. Kupang: Universitas Nusa Cendana.
- Rosadi, Tiara Marlita 2013. *“Analisa Efisiensi antara Waktu dan Biaya Percepatan Pelaksanaan pada Kegiatan Pembangunan Jalan H.M. Ardan di Kota Samarinda”*. Samarinda: Universitas 17 Agustus 1945.

KAJIAN MANFAAT UHPC (*ULTRA-HIGH PERFORMANCE CONCRETE*) PADA PERKEMBANGAN BETON PRACETAK

Gunawan Wibisono¹

¹Dosen Program Studi S1 Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Pekerjaan Umum, Jakarta

Email : g.wibisono17125@gmail.com

Abstrak

Pengembangan struktur konstruksi beton terus berkembang, termasuk perkembangan betak pracetak yang memerlukan penanganan khusus dalam hal kondisi *handling-unhandling* dan biaya transportasi, sehingga biaya konstruksi beton pracetak menjadi mahal. Beton pracetak memerlukan bahan yang kuat, tahan lama dan efisien, sehingga *Ultra-High Performance Concrete* (UHPC) menawarkan solusi optimal. Penelitian ini membahas manfaat UHPC pada beton pracetak, termasuk kekuatan mekanis, ketahanan dan efisiensi biaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa UHPC dapat meningkatkan kekuatan beton hingga 300%, mengurangi waktu pemasangan hingga 50%, dan menghemat biaya 30%. Kelebihan UHPC tersebut sangat mendukung kemajuan teknologi beton selanjutnya.

Kata Kunci: efisiensi, kekuatan mekanis, ketahanan, manfaat, UHPC,

Abstract

The development of concrete construction structures continues to grow, including the development of precast concrete that requires special handling in terms of handling-unhandling conditions and transportation costs, so that the cost of precast concrete construction becomes expensive. Precast concrete requires strong, durable and efficient materials, so Ultra-High Performance Concrete (UHPC) offers an optimal solution. This study discusses the benefits of UHPC in precast concrete, including mechanical strength, durability and cost efficiency. The results of the study show that UHPC can increase concrete strength by up to 300%, reduce installation time by 50%, and save costs by 30%. The advantages of UHPC greatly support the progress of further concrete technology.

Keywords: benefits durability, efficiency, mechanical strength, UHPC

PENDAHULUAN

Beton pracetak merupakan teknologi bangunan yang populer, karena efisiensi mutu, waktu dan biaya, namun memiliki keterbatasan dalam hal kekuatan dan ketahanan. *Ultra High Performance Concrete* (UHPC) dengan komposisi khusus, menawarkan alternatif yang lebih baik. Teknologi beton dan mekanika bahan terus berkembang untuk dapat memenuhi peradaban manusia dimana penelitian tentang beton dan kebutuhan konstruksi terus dikembangkan.

Berdasarkan Asta Cita Presiden ke-8, point ketiga tentang meningkatkan lapangan kerja yang berkualitas, mendorong kewirausahaan, mengembangkan industri kreatif dan melanjutkan industri infrastruktur. Pembangunan berkelanjutan perlu adanya kolaborasi antara pemerintah, akademisi, industri, media dan komunitas.

Teknologi tidak hanya menawarkan efisiensi dan ketahanan yang lebih baik, tetapi juga akan menjawab tantangan keberlanjutan dengan mengurangi jejak karbon dan memperpanjang umur layanan infrastruktur, dimana penerapannya harus sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Pengembangan teknologi UHPC ke depan perlu ada pengujian dan validasi secara komprehensif dari Lembaga berwenang guna memastikan bahwa teknologi ini sudah sesuai dengan standar nasional yang telah ditetapkan. Keberhasilan penerapan teknologi UHPC tidak hanya ditetapkan oleh aspek teknis, tetapi juga oleh dukungan terhadap ekosistem industri lokal.

TINJAUAN PUSTAKA

Ultra High Performance Concrete (UHPC) merupakan beton dengan kekuatan tekan yang sangat tinggi (150 MPa–300 MPa), rendah porositas dan daya tahan terhadap lingkungan ekstrem sangat baik.

Tabel 1. Kuat tekan Beton UHPC

KLASIFIKASI BETON BERDASARKAN KUAT TEKAN (Teresa zych,2014)

No	Kekuatan Tekan	Keterangan
1	< 40 MPa	Normal Concrete (NC)
2	40 – 60 MPa	High Strength Concrete (HSC)
3	60 – 120 MPa	High Performance Concrete (HPC)
4	120 – 150 MPa	Very High Performance Concrete (VHPC)
5	> 150	Ultra High Performance Concrete (UHPC)

KEKUATAN TEKAN BETON UHPC BERDASARKAN CODE

No	Standar	Nilai kekuatan tekan UHPC
1	ACI 239	150 – 250 MPa
2	PrSIA 2015	>120MPa
3	CSA A23.1	Klas 1 : 120-150 & Klas 2 : >150MPa
4	ACHE	120 – 225 MPa (6 kategori)
5	NF P18-470	130 – 250 MPa (5 kategori)

Sumber: Webinar AP3I 20 Nov 2024

Campuran UHPC mengandung bahan khusus seperti semen berkualitas tinggi (PC Type V, serat baja, pasir silika dan aditif lainnya yang membuat beton ini lebih kuat dan tahan lama. Keunggulan kekuatan tekan dan lentur tinggi memungkinkan desain lebih ramping dan efisien, daya tahan terhadap korosi ideal untuk lingkungan dengan paparan kimia sulfat atau air laut. Masa pakai yang panjang meminimalkan kebutuhan perawatan dan perbaikan jangka panjang.

Peran fiber steel yang merupakan serat baja meningkatkan ketahanan UHPC terhadap retakan mikro dan meningkatkan kekuatan Tarik pada beton UHPC.

Manfaat *Ultra High Performance Concrete* (UHPC) pada Beton Precast dengan UHPC memiliki kekuatan tekan hingga 300 MPa melebihi beton konvensional; resisten terhadap korosi dan perubahan

cuaca; efisiensi waktu dengan memungkinkan pemasangan cepat dan penghematan waktu pemasangan UHPC; hemat biaya karena UHPC mengurangi biaya perawatan dan penggantian serta kualitas tinggi menawarkan tekstur dan warna beton yang konsisten.

Komposisi *Ultra High Performance Concrete* (UHPC) terdiri dari Semen : 15-20% dari berat total, jenis semen yang digunakan adalah semen Portland atau semen Khusus UHPC PC Type V; Agregat : 40 – 50% dari berat total, agregat yang digunakan adalah agregat halus dan kasar dengan ukuran yang sangat kecil; Serat baja: 2-5% dari berat total. Serat yang digunakan adalah serat baja atau serat polimer; Admixture: 1 – 3% dari berat total, admixture yang digunakan adalah Superplastisizer, retarding, dan lain lain.; Air: 10-15% dari berat total, air yang digunakan adalah air yang sangat murni (bening)



Gambar 1. Properti Material UHPC

Sumber: Webinar AP3I 20 Nov 2024

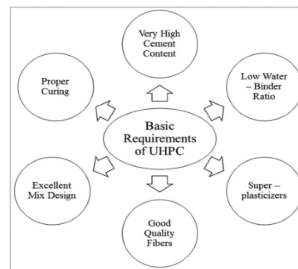
Tabel 2. Komposisi UHPC

Spesifikasi	Unit	Branch & Kim (2018)	Giesler et al. (2018)	Zych (2014)	Hardjasaputra et al. (2013)	Nurjanah et al. (2014)
w/c		0.220	0.199	0.208	0.208	0.219
w/cm		0.186	0.159	0.164	0.164	0.196
Air	Kg/m ³	198	153	168	177	209
Semen	Kg/m ³	900 (Tipe III)	769 (Tipe I/II)	700 (Tipe I)	850 (Tipe I)	950 (Tipe I)
Silica fume	Kg/m ³	166	120	140	230	114
Fly Ash	Kg/m ³	-	72	-	-	-
Bubuk silika	Kg/m ³	304	-	238	-	66
Bubuk marble	Kg/m ³	-	-	-	160	-
Pasir silika	Kg/m ³	907	1075	567	935	1064
Superplasticizer		330	49	NA	32	27
Steel fiber	Kg/m ³	180	117	150	17	0.6
Volume serat	%	2.3	1.5	1.9	1.87	0.07
Jenis serat		Steel fiber	Steel fiber		Polypropilene	Polypropilene
Kuat tekan	MPa	148	150		120	139
Kuat lentur	MPa	13.2	-		-	14.4
Kuat tarik	MPa	-	-		-	8.2
Mod. Elastisitas	GPa	-	-		-	40.6

Sumber : Webinar AP3I 20 Nov 2024

Sifat UHPC adalah kekuatan tekan yang sangat tinggi, sekitar 200–300 MPa, Kekuatan Tarik yang sangat tinggi yaitu sekitar 10 – 20MPa; ketahanan korosi yang sangat baik, yaitu dapat menahan korosi selama lebih dari 50 tahun; Ketahanan terhadap perubahan suhu yang sangat baik yaitu dapat menahan perubahan suhu yang sangat ekstrem/besar; kualitas tekstur yang sangat baik yaitu dapat memiliki tekstur yang sangat halus dan rata.

Faktor yang mempengaruhi sifat UHPC adalah komposisi, proses produksi, kondisi lingkungan, penggunaan admixture yang tepat. Pengujian mekanis (Tekan, Tarik, Lentur)



Gambar 2. Persyaratan dasar UHPC

Ultra High Performance Concrete (UHPC) menawarkan efisiensi biaya, mutu dan waktu melalui beberapa-beberapa aspek Efisiensi Biaya berupa Pengurangan biaya perawatan, dimana UHPC tahan terhadap korosi, perubahan cuaca dan kerusakan, mengurangi biaya perawatan jangka panjang; Pengurangan biaya penggantian dimana UHPC memiliki umur yang lebih panjang (50-100 tahun) dibandingkan beton konvensional (20–50 tahun); Penghematan biaya material, dimana UHPC menggunakan agregat yang lebih sedikit dan semen yang lebih efisien; pengurangan biaya tenaga kerja karena pemasangan UHPC lebih cepat dan efisien, bobot UHPC lebih ringan; Penghematan biaya energi dimana UHPC dapat mengurangi konsumsi energi untuk pendinginan dan pemanasan;

Jika ditinjau dari aspek efisiensi Mutu, UHPC memiliki kekuatan tekan hingga 300 MPa; Ketahanan Korosi, dimana UHPC resisten terhadap korosi dan perubahan cuaca; Menawarkan tekstur yang konsisten dan halus; Ketahanan terhadap perubahan suhu ekstrim.

Untuk aspek Efisiensi Waktu, pemasangan UHPC lebih cepat karena tidak memerlukan perawatan yang intensif; Waktu pengerasan UHPC singkat dimana UHPC mengeras lebih cepat dibandingkan beton konvensional; Pengurangan waktu perawatan.

Dari aspek Biaya Handling dan Transportasi, terjadi pengurangan berat karena UHPC memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan beton konvensional; terjadi pengurangan Volume karena UHPC dapat dipadatkan, dapat menggunakan Teknologi Pengangkutan Modern sehingga lebih efisien; . Pengurangan biaya penyimpanan.

Strategi Penghematan Biaya dengan Optimasi desain struktur untuk mengurangi penggunaan material; Penggunaan teknologi produksi lebih efisien; Pengurangan Limbah material yang digunakan; Penggunaan material local untuk mengurangi biaya transportasi dan meningkatkan nilai TKDN.

Contoh konstruksi yang bisa diaplikasikan menggunakan UHPC adalah jembatan konstruksi beton, bangunan tingkat tinggi; struktur infrastruktur; bangunan industri; pekerjaan sipil pelabuhan dan lapangan terbang; retaining wall; saluran infrastruktur , dan sebagainya.

Penerapan UHPC dengan Fibre Steel

Jembatan Pedestrian di Kanada
(Peace Bridge):

Menggunakan UHPC untuk
elemen jembatan dengan
ketahanan beban tinggi dan
daya tahan cuaca ekstrem

Gambar 2. Jembatan Pedestrian di Canada (*Peace Bridge*)

Sumber : Webinar AP3I 20 Nov 2024

Jembatan Pultruded di AS:

Menggunakan UHPC dengan fibre steel untuk balok dan girder ringan namun kuat, memungkinkan pengangkutan dan pemasangan yang efisien.



Gambar 3. Jembatan UHPC Pultruded USA

Sumber: Webinar AP3I 20 Nov 2024

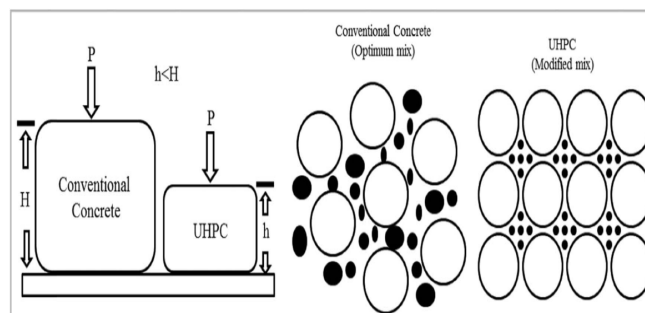
Balok UHPC oleh UHPC India Pvt Ltd:

UHPC India memproduksi balok pracetak UHPC yang digunakan dalam sistem lantai komposit UHPC-beton, menawarkan solusi struktural yang efisien



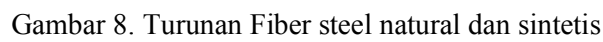
Gambar 4. Balok UHPC I Girder Material India

Sumber: Webinar AP3I 20 Nov 2024



Gambar 7. Perbedaan komposisi partikel beton konvensional dgn UHPC

Sumber : <https://doi.org/101515/rams-2022-0310>



The diagram illustrates a composite material cross-section. It features several components labeled with lines pointing to them: 'Cement' (represented by small grey spheres), 'Silica fume' (represented by very small black dots), 'Filling powder' (represented by small blue spheres), 'Fine aggregate' (represented by larger brown spheres), and 'Fiber' (represented by two long, thin orange rods). A large red 'X' is drawn over the entire diagram, indicating that this configuration is not the correct or intended structure.

Sumber : <https://doi.org/10.1515/rams-2022-0310>



68

Pengujian Mekanis Tekan

Metode pengujian tekan dilakukan menggunakan mesin uji tekan dengan kecepatan penekanan 0,5-1,0 MPa/detik, dengan spesimen uji tekan berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Hasil kekuatan tekan UHPC dapat mencapai 200 – 300 MPa.

Pengujian Tarik

Metode Pengujian Tarik dilakukan menggunakan mesin uji Tarik dengan kecepatan penarikan 0,5 – 1,9 mm/menit. Spesimen uji Tarik berbentuk silinder diameter 100 mm dan tinggi 200 mm. Hasil kekuatan Tarik UHPC dapat mencapai 10 – 20 MPa

Pengujian Lentur

Metode Pengujian lentur dilakukan menggunakan mesin uji lentur dengan kecepatan penekanan 0,5 – 1,0 mm/menit, Spesimen uji lentur berbentuk balok ukuran 100 x 100 x 400 mm. Hasil kekuatan lentur UHPC dapat mencapai 20 – 30 MPa.

Pengujian Kombinasi (Tekan, Tarik dan Lentur)

Metode pengujian kombinasi dilakukan menggunakan mesin uji kombinasi dengan kecepatan 0,5 – 1,9 MPa/detik. Spesimen uji kombinasi berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Hasil kekuatan UHPC terhadap uji kombinasi beban dapat mencapai 150 – 250 MPa.

Standard Acuan dalam Pengujian UHPC

- ASTM C39 / C39M Standard pengujian kekuatan tekan Beton
- ASTM C293 / C293M . Standard pengujian kekuatan Tarik beton
- ASTM C78 / C78M , Standard pengujian kekuatan Lentur Beton
- EN 12390 – 3 , Standard pengujian kekuatan tekan Beton
- EN 12390 – 5 Standard pengujian kekuatan lentur beton.

Pengamatan ketahanan korosi

Metode Pengamatan UHPC terhadap ketahanan Korosi

- Pengujian korosi dilakukan dengan cara memasukkan specimen UHPC ke dalam larutan korosi (seperti larutan garam, atau asam selama waktu tertentu (sekitar 30 hari).
- Pengamatan Visual dilakukan untuk melihat perubahan warna, tekstur atau kerusakan pada permukaan specimen UHPC.
- Pengujian Berat dilakukan untuk mengukur perubahan berat specimen UHPC sebelum dan setelah pengujian korosi.
- Pengujian Mikroskop dilakukan untuk melihat perubahan struktur mikro specimen UHPC sebelum dan setelah dilakukan pengujian ketahanan korosi.

Parameter Pengamatan Pengujian UHPC

- Waktu pengujian korosi dapat bervariasi dari beberapa hari hingga beberapa bulan atau tahun
- Konsentrasi larutan korosi dapat bervariasi dari beberapa persen larutan yang di buatnya
- Suhu Pengujian korosi dapat bervariasi dari beberapa derajat Celsius baik suhu dingin hingga panas.
- Kelembaban pengujian korosi dapat bervariasi dari beberapa persen hingga beberapa puluh persen. Berdasarkan kondisi yang ekstrem di buatnya.

Hasil Pengamatan Ketahanan Korosi UHPC

- Ketahanan korosi UHPC dapat diukur berdasarkan perubahan berat, perubahan warna atau perubahan struktur mikro dari specimen UHPC.
 - Laju korosi UHPC dapat diukur berdasarkan perubahan berat atau perubahan struktur mikro
-

specimen UHPC per unit waktu.

- c. Mekanisme korosi UHPC dapat diidentifikasi berdasarkan hasil pengujian korosi dan pengamatan Visual material UHPC.



Gambar 12 Benda uji Silinder dan balok UHPC

Sumber : <https://doi.org/101515/rams-2022-0310>

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan hasil studi kepustakaan dengan data sekunder didapatkan berupa data-data atau gambar yang didapat dari literatur dan dari pihak Asosiasi Produsen beton pracetak, dan informasi lain mengenai teori-teori yang berkaitan dengan pokok permasalahan yang diperoleh dari literatur-literatur, bahan Jurnal, majalah konstruksi, media internet dan media cetak lainnya, jurnal ilmiah, hasil konferensi, dan standar/kode lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan Ultra-High Performance Concrete (UHPC) merupakan pencapaian inovasi baru dalam perkembangan teknologi beton precast tentunya perlu di sikap secara positif di Indonesia untuk mendukung proyek Infrastruktur dan bangunan gedung. Untuk itu perlu dibahas antara lain :

1. Kekuatan tekan UHPC mencapai 280 MPa

Proses pembuatan UHPC didasari dari pencampuran bahan UHPC dalam proporsi yang tepat, pengadukan campuran diaduk hingga homogen, penuangan campuran UHPC ke dalam cetakan dan pengerasan UHPC dibiarkan mengeras selama waktu tertentu (sekitar 60 menit) dapat cepat lepas dari cetakan dengan steam curing. Faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan UHPC adalah kepadatan yang tinggi dapat meningkatkan kekuatan tekan UHPC, kualitas agregat yang baik dapat meningkatkan kekuatan tekan. Jumlah serat baja yang cukup dapat meningkatkan kekuatan tekan beton UHPC. Waktu pengerasan yang cukup dapat meningkatkan kekuatan tekan. Hasil penelitian kuat tekan UHPC dapat mencapai kekuatan tekan hingga 280 MPa, kekuatan tarik UHPC dapat mencapai kekuatan tarik hingga 20 MPa, ketahanan korosi memiliki ketahanan korosi yang baik.

2. Waktu pemasangan berkurang 50%

Persiapan desain dan perencanaan yang tepat dapat membantu percepatan proses pemasangan, pemilihan bahan UHPC yang tepat dapat membantu mempercepat proses pemasangan, persiapan lokasi yang tepat dapat membantu mempercepat proses pemasangan, sehingga UHPC dapat mempercepat pemasangan sekitar 50% waktu yang dibutuhkan. Disamping itu perlu pembuatan cetakan, penuangan UHPC dan waktu pengerasan di atur agar percepatan bisa dibuat.

3. Biaya produksi berkurang 35%

Faktor yang mempengaruhi biaya produksi UHPC adalah penggunaan bahan baku yang lebih efisien, penggunaan teknologi produksi yang lebih modern, pengurangan waktu produksi, pengurangan biaya tenaga kerja yang lebih sedikit,

Prediksi perhitungan biaya produksi UHPC/m³ sebagai berikut :

1. Biaya bahan baku Rp 100.000.000,-
2. Biaya tenaga kerja Rp 50.000.000,-
3. Biaya energi Rp 20.000.000,-
4. Biaya lain-lain Rp 30.000.000,-
5. Total biaya Produksi Rp 200.000.000,-

Dengan penggunaan teknologi produksi yang lebih modern dan efisien, biaya produksi dapat berkurang menjadi :

1. Biaya bahan baku Rp 70.000.000,-
2. Biaya tenaga kerja Rp 30.000.000,-
3. Biaya energi Rp 10.000.000,-
4. Biaya lain – lain Rp 20.000.000,-
5. Total biaya Produksi Rp 130.000.000,-

Jadi biaya produksi UHPC dapat berkurang sebesar 35%, hemat biaya produksi sebesar Rp 70.000.000,-

4. Ketahanan Korosi meningkat

Faktor yang mempengaruhi ketahanan korosi UHPC adalah komposisi UHPC , jenis semen, kandungan air, kepadatan yang tinggi. Mekanisme korosi pada UHPC adalah korosi karbonasi terjadi ketika CO₂ dari reaksi udara bereaksi dengan kalsium hidroksida dalam UHPC. Korosi klorida terjadi ketika ion klorida dari lingkungan sekitar bereaksi dengan baja dalam UHPC.

Pengujian ketahanan korosi karbonasi dapat dilakukan dengan cara memasukkan specimen ke dalam lingkungan yang mengandung CO₂. Pengujian korosi klorida dapat dilakukan dengan cara memasukkan specimen UHPC kedalam lingkungan ion klorida. Hasil pengujian ketahanan korosi karbonasi UHPC bisa tahan selama 50 tahun, ketahanan korosi terhadap klorida selama 20 tahun.

KESIMPULAN

UHPC menawarkan manfaat signifikan untuk beton pracetak, termasuk kekuatan mekanis tinggi , ketahanan korosi, efisiensi waktu dan hemat biaya. Penggunaan UHPC dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi konstruksi. UHPC dengan fiber steel menawarkan solusi efektif untuk proyek konstruksi di Indonesia, terutama untuk beton pracetak yang membutuhkan ketahanan tinggi dan masa pakai panjang. Potensi tantangan seperti biaya awal dan teknis implementasi di Indonesia serta peluang kerjasama industry untuk produksi UHPC lokal sangat menjanjikan. Saat ini teknologi berkembang terus diharapkan produk beton pracetak bisa memberikan manfaat yang besar untuk pembangunan infrastruktur di bidang Pekerjaan Umum.

DAFTAR PUSTAKA

ACI Committee 239 (2018) *Ultra High Performance Concrete*.

ASTM C1856/C1856M, (2019), *Standard Specification for UHPC*.

Journal of Advanced Concrete Technology (2020), UHPC untuk Beton Precast.

Konstruksi Indonesia (2022) Aplikasi UHPC pada Proyek Konstruksi .

Graybeal, B. (2006).”*Material property Characterization of Ultra-High Performance Concrete*”. FHWA, Amerika Serikat

Richard,P.,& Cheyrezy,M. (1995),” *Composition of Reactive Powder Concretes,*” *Cement and Concrete Research*. Penjelasan komposisi dan bahan UHPC.

Japan Society of Civil Engineers (JSCE). ” *Recommendations for Design and Construction of Ultra-*

High Performance Fiber Reinforced Concrete Structures ". Panduan Penggunaan UHPC dalam Proyek Konstruksi.

Norman, R., & Yazici, H. (2007), "*Effects of Silica fume and steel fiber on mechanical Properties of Ultra-High Strength Concrete.*" *Construction and Building materials*. Efek bahan tambahan pada UHPC.

ASTM C1202 Standard Pengujian Ketahanan Korosi Beton

ASTM C1583 Standard Pengujian Laju Korosi Beton

EN 13396 Standard Pengujian Korosi Beton

EN 13397 Standard Pengujian Laju Korosi Beton

ACI Committee 239 (2018) "Ultra-High Performance Concrete.

ASTM C1856 / C1856M (2019) Standard Specification for UHPC

Konstruksi Indonesia (2022) Application UHPC for Project Construction in Indonesia.