

No. 68/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2026

SKRIPSI

**ANALISIS PERBANDINGAN WAKTU DAN BIAYA METODE  
PENGECORAN PADA PEKERJAAN STRUKTUR ATAS MENGGUNAKAN  
*TOWER CRANE* DAN *CONCRETE PUMP*  
(STUDI KASUS : PROYEK GEDUNG PARKIR DAN FASILITASNYA  
(TOWER B) RSK DHARMAIS)**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV  
Politeknik Negeri Jakarta**

**Disusun Oleh:**

**Farhan Alaydrus**

**NIM. 2201421079**

**Pembimbing:**

**Dr. Ir. Drs. Afrizal Nursin, B.Sc., M.T**

**NIP. 195804101987031003**

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2026**



**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

**HALAMAN PERSETUJUAN**

Skripsi berjudul:

**ANALISIS PERBANDINGAN WAKTU DAN BIAYA METODE  
PENGECORAN PADA PEKERJAAN STRUKTUR ATAS MENGGUNAKAN  
*TOWER CRANE DAN CONCRETE PUMP*  
(STUDI KASUS : PROYEK GEDUNG PARKIR DAN FASILITASNYA  
(TOWER B) RSK DHARMAIS)**

yang disusun oleh **Farhan Alaydrus (2201421079)** telah disetujui dosen  
pembimbing untuk dipertahankan dalam pelaksanaan

**Sidang Skripsi Tahap II**

**Pembimbing:**

**Dr. Ir. Drs. Afrizal Nursin, B.Sc., M.T.**

**NIP. 195804101987031003**



**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

**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi berjudul :

**ANALISIS PERBANDINGAN WAKTU DAN BIAYA METODE  
PENGECORAN PADA PEKERJAAN STRUKTUR ATAS MENGGUNAKAN  
TOWER CRANE DAN CONCRETE PUMP  
(STUDI KASUS : PROYEK GEDUNG PARKIR DAN FASILITASNYA  
(TOWER B) RSK DHARMAIS)**

yang disusun oleh **Farhan Alaydrus (2201421079)** telah dipertahankan dalam  
Sidang Skripsi Tahap II di depan Tim Penguji pada hari Jumat, 03 Juli 2026.

|         | Nama Tim Penguji                                               | Tanda Tangan |
|---------|----------------------------------------------------------------|--------------|
| Ketua   | I Ketut Sucita, S.Pd., S.S.T., M.T.<br>NIP. 197202161998031003 |              |
| Anggota | Iwan Supriyadi, BSCE, M.T.<br>NIP. 196401041996031001          |              |
| Anggota | Rizki Yunita Sari, S.Pd., M.T.<br>NIP. 198906052022032006      |              |

**Mengetahui**

**Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Jakarta**

**Istiatun, S.T., M.T.**  
**NIP. 196605181990102001**



**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

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Farhan Alaydrus

NIM : 2201421079

Prodi : D4 - Teknik Konstruksi Gedung

Email : [farhan.alaydrus.ts22@mhsw.pnj.ac.id](mailto:farhan.alaydrus.ts22@mhsw.pnj.ac.id)

Judul Skripsi : Analisis Perbandingan Waktu dan Biaya Metode Pengecoran Pada Pekerjaan Struktur Atas Menggunakan *Tower Crane* dan *Concrete Pump* (Studi Kasus : Proyek Gedung Parkir dan Fasilitasnya (Tower B) RSK Dharmais)

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dan saya ajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2025/2026 merupakan hasil karya saya sendiri. Seluruh isi dan data yang terdapat di dalam skripsi ini bukan merupakan hasil plagiarisme dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik pada perguruan tinggi manapun.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini tidak sesuai dengan pernyataan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku di Politeknik Negeri Jakarta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Depok, 02 Maret 2026

Yang menyatakan,

(Farhan Alaydrus)



## KATA PENGANTAR

Puji syukur syukur atas segala berkah, rahmat, dan hidayah-hidayah yang diberikan Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Analisis Perbandingan Waktu dan Biaya Metode Pengecoran Pada Pekerjaan Struktur Atas Menggunakan *Tower Crane* dan *Concrete Pump* (Studi Kasus: Proyek Gedung Parkir dan Fasilitasnya (Tower B) RSK Dharmais) dengan baik. Penyusunan skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi dan meraih gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa keberhasilan penyelesaian penelitian tidak terlepas dari dukungan, arahan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, karunia, kesehatan, serta kemudahan dalam setiap tahapan yang penulis lalui. melalui izin dan pertolongan-Nya, penulis memperoleh kekuatan dan keteguhan untuk menyelesaikan pendidikan serta penyusunan skripsi ini dengan baik. Sesungguhnya tiada daya dan upaya kecuali atas kehendak-Nya.
2. Aba dan Mama dan seluruh anggota keluarga yang senantiasa mendoakan penulis dalam setiap langkah, serta memberikan dukungan baik secara moral maupun materi tanpa henti. Kasih sayang, pengorbanan, dan kepercayaan yang mereka berikan menjadi sumber semangat terbesar bagi penulis untuk terus berjuang dan pantang menyerah.
3. Bapak Dr. Ir. Drs. Afrizal Nursin, B.Sc., M.T. selaku pembimbing skripsi yang senantiasa dalam membimbing, memberi arahan, dan membukakan banyak wawasan sehingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Ibu Istiatun, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
5. Bapak Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Kepala Program Studi Teknik Konstruksi Gedung.
6. Politeknik Negeri Jakarta yang telah menyediakan fasilitas dan kesempatan kepada penulis untuk menempuh pendidikan dengan baik.

### 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 mengumunkan 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

7. Tim PT. PP (Persero) Tbk Proyek Gedung Parkir dan Fasilitasnya (Tower B) RSK Dharmais yang senantiasa memberikan ilmu konstruksi dan telah membantu dalam penyediaan data dan informasi yang dibutuhkan.
8. Rekan-rekan mahasiswa TKG angkatan 2022 yang telah memberikan dukungan dan kebersamaan selama masa perkuliahan.
9. Seluruh pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah berkontribusi dalam penyusunan skripsi ini.

Depok, 02 Maret 2026

Farhan Alaydrus





## DAFTAR ISI

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| HALAMAN PERSETUJUAN .....             | ii   |
| HALAMAN PENGESAHAN .....              | iii  |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS ..... | iv   |
| KATA PENGANTAR .....                  | v    |
| ABSTRAK .....                         | vii  |
| ABSTRACT .....                        | viii |
| DAFTAR ISI .....                      | ix   |
| DAFTAR TABEL .....                    | xii  |
| DAFTAR GAMBAR .....                   | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                 | xiv  |
| BAB I PENDAHULUAN .....               | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....              | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....             | 2    |
| 1.3 Batasan Masalah .....             | 3    |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....           | 3    |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....          | 3    |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....       | 4    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....         | 6    |
| 2.1 Penelitian Terdahulu .....        | 6    |
| 2.2 Pekerjaan Struktur Atas .....     | 9    |
| 2.2.1 Kolom .....                     | 9    |
| 2.2.2 <i>Shearwall</i> .....          | 9    |
| 2.2.3 Pelat Lantai .....              | 10   |
| 2.2.4 Balok .....                     | 10   |
| 2.2.5 <i>Ramp</i> .....               | 11   |
| 2.2.6 Parapet Beton .....             | 11   |

### 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 mengumunkan 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|                                            |                                                           |           |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3                                        | Pengecoran Beton .....                                    | 12        |
| 2.3.1                                      | Alat Pengecoran .....                                     | 12        |
| 2.3.2                                      | Proses Pengecoran Beton dengan <i>Tower Crane</i> .....   | 15        |
| 2.3.3                                      | Proses Pengecoran Beton dengan <i>Concrete Pump</i> ..... | 17        |
| 2.4                                        | Analisis Waktu Pelaksanaan .....                          | 18        |
| 2.4.1                                      | Waktu Siklus .....                                        | 18        |
| 2.4.2                                      | Produktivitas Alat .....                                  | 19        |
| 2.4.3                                      | Perhitungan Durasi Pekerjaan .....                        | 20        |
| 2.5                                        | Analisis Biaya Pelaksanaan .....                          | 21        |
| 2.5.1                                      | Koefisien Alat .....                                      | 22        |
| 2.5.2                                      | Koefisien Tenaga Kerja .....                              | 23        |
| 2.6                                        | Dugaan Penelitian .....                                   | 23        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b> |                                                           | <b>25</b> |
| 3.1                                        | Kerangka Berfikir .....                                   | 25        |
| 3.2                                        | Lokasi dan Objek Penelitian .....                         | 26        |
| 3.3                                        | Waktu Penelitian .....                                    | 26        |
| 3.4                                        | Variable Penelitian .....                                 | 26        |
| 3.4.1                                      | Variable Bebas .....                                      | 26        |
| 3.4.2                                      | Variable Terikat .....                                    | 27        |
| 3.5                                        | Alat .....                                                | 27        |
| 3.6                                        | Teknik Pengumpulan Data .....                             | 27        |
| 3.6.1                                      | Data Primer .....                                         | 27        |
| 3.6.2                                      | Data Sekunder .....                                       | 28        |
| 3.7                                        | Analisis Data .....                                       | 28        |
| 3.8                                        | Tahapan Penelitian .....                                  | 30        |
| 3.9                                        | Luaran .....                                              | 31        |



**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>BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....</b>                                                                           | <b>32</b> |
| 4.1 Gambaran Umum Proyek .....                                                                                   | 32        |
| 4.1.1 Data Umum.....                                                                                             | 32        |
| 4.1.2 Data Untuk Menjawab RQ 1 .....                                                                             | 37        |
| 4.1.3 Data Untuk Menjawab RQ 2 .....                                                                             | 40        |
| 4.1.4 Data Untuk Menjawab RQ 3 .....                                                                             | 42        |
| 4.2 Waktu .....                                                                                                  | 46        |
| 4.2.1 Analisis Waktu Menggunakan <i>Tower Crane</i> .....                                                        | 46        |
| 4.2.2 Analisis Waktu Menggunakan <i>Concrete Pump</i> .....                                                      | 52        |
| 4.3 Biaya .....                                                                                                  | 56        |
| 4.3.1 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Menggunakan <i>Tower Crane</i> .....                                       | 56        |
| 4.3.2 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Menggunakan <i>Concrete Pump</i> .....                                     | 61        |
| 4.4 Perbandingan Waktu dan Biaya Metode Pengecoran Menggunakan <i>Tower Crane</i> dan <i>Concrete Pump</i> ..... | 65        |
| 4.4.1 Perhitungan Waktu .....                                                                                    | 65        |
| 4.4.2 Perhitungan Biaya .....                                                                                    | 67        |
| 4.5 Kesimpulan Sementara .....                                                                                   | 68        |
| <b>BAB V PENUTUP .....</b>                                                                                       | <b>71</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                                                                                             | 71        |
| 5.2 Saran .....                                                                                                  | 71        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                                                                       | <b>72</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                                                                                             | <b>75</b> |



**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR TABEL**

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1.1 Perbandingan Waktu dan Biaya Metode Pengecoran.....                      | 1  |
| Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....                                                | 6  |
| Tabel 4.1 Data Umum Proyek.....                                                    | 32 |
| Tabel 4.2 Spesifikasi <i>Concrete Pump</i> .....                                   | 32 |
| Tabel 4.3 Spesifikasi <i>Tower Crane</i> .....                                     | 33 |
| Tabel 4.4 Luas Per Lantai.....                                                     | 34 |
| Tabel 4.5 Volume Beton .....                                                       | 35 |
| Tabel 4.6 Waktu Siklus Metode Pengecoran Menggunakan <i>Tower Crane</i> .....      | 37 |
| Tabel 4.7 Waktu Siklus Metode Pengecoran Menggunakan <i>Concrete Pump</i> .....    | 39 |
| Tabel 4.8 Daftar Upah Pekerja .....                                                | 40 |
| Tabel 4.9 Daftar Harga Bahan.....                                                  | 41 |
| Tabel 4.10 Daftar Harga Sewa Alat.....                                             | 41 |
| Tabel 4.11 Man Power .....                                                         | 41 |
| Tabel 4.12 Waktu Pengecoran 1m <sup>3</sup> Menggunakan <i>Tower Crane</i> .....   | 42 |
| Tabel 4.13 Waktu Pengecoran 1m <sup>3</sup> Menggunakan <i>Concrete Pump</i> ..... | 43 |
| Tabel 4.14 Biaya Pengecoran 1m <sup>3</sup> Menggunakan <i>Tower Crane</i> .....   | 44 |
| Tabel 4.15 Biaya Pengecoran 1m <sup>3</sup> Menggunakan <i>Concrete Pump</i> ..... | 45 |
| Tabel 4.16 Kapasitas Produksi <i>Tower Crane</i> .....                             | 50 |
| Tabel 4.17 Kapasitas Produksi <i>Concrete Pump</i> .....                           | 54 |
| Tabel 4.18 Biaya <i>Tower Crane</i> Dengan <i>Concrete Bucket</i> .....            | 59 |
| Tabel 4.19 Biaya <i>Concrete Pump</i> .....                                        | 63 |
| Tabel 4.20 Perhitungan Waktu .....                                                 | 65 |
| Tabel 4.21 Perhitungan Biaya .....                                                 | 67 |
| Tabel 4.22 Perbandingan Hasil Analisis Metode Pengecoran.....                      | 68 |
| Tabel 4.23 Rekomendasi Pemilihan Metode Pengecoran .....                           | 69 |



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan 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

**DAFTAR GAMBAR**

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Kolom.....                                         | 9  |
| Gambar 2.2 <i>Shearwall</i> .....                             | 10 |
| Gambar 2.3 Pelat Lantai.....                                  | 10 |
| Gambar 2.4 Balok .....                                        | 11 |
| Gambar 2.5 <i>Ramp</i> .....                                  | 11 |
| Gambar 2.6 Parapet Beton .....                                | 12 |
| Gambar 2.7 <i>Truck Mixer</i> .....                           | 12 |
| Gambar 2.8 <i>Concrete Pump</i> .....                         | 13 |
| Gambar 2.9 <i>Concrete Bucket</i> .....                       | 14 |
| Gambar 2.10 <i>Tower Crane</i> .....                          | 14 |
| Gambar 2.11 Proses Pengecoran dengan <i>Tower Crane</i> ..... | 15 |
| Gambar 2.12 Pengecoran dengan <i>Concrete Pump</i> .....      | 17 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Berfikir.....                | 25 |
| Gambar 3.2 Lokasi Proyek.....                                 | 26 |
| Gambar 3.3 Diagram Alir Tahapan Penelitian .....              | 30 |
| Gambar 4.1 Site Layout.....                                   | 33 |
| Gambar 4.2 Zona Pengecoran Lantai 1A – 10A .....              | 36 |
| Gambar 4.3 Zona Pengecoran Lantai 1B – 10B .....              | 36 |
| Gambar 4.4 Grafik Waktu Metode <i>Tower Crane</i> .....       | 51 |
| Gambar 4.5 Grafik Waktu Metode <i>Concrete Pump</i> .....     | 55 |
| Gambar 4.6 Grafik Biaya Metode <i>Tower Crane</i> .....       | 60 |
| Gambar 4.7 Grafik Biaya Metode <i>Concrete Pump</i> .....     | 64 |



## © 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

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1 Dokumentasi Pengecoran .....                           | 76 |
| Lampiran 2 Volume Pekerjaan Struktur .....                        | 77 |
| Lampiran 3 Produktivitas <i>Tower Crane</i> .....                 | 79 |
| Lampiran 4 Produktivitas <i>Concrete Pump</i> .....               | 80 |
| Lampiran 5 Lembar Pernyataan Dosen Pembimbing .....               | 82 |
| Lampiran 6 Lembar Pengesahan .....                                | 83 |
| Lampiran 7 Lembar Asistensi Pembimbing .....                      | 84 |
| Lampiran 8 Lembar Asistensi Penguji .....                         | 85 |
| Lampiran 9 Persetujuan Pembimbing .....                           | 88 |
| Lampiran 10 Lembar Persetujuan Penguji .....                      | 90 |
| Lampiran 11 Lembar Bebas Pinjaman dan Urusan Administrasi .....   | 93 |
| Lampiran 12 Lembar Bukti Penyerahan Laporan Magang Industri ..... | 94 |

**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Industri konstruksi di Indonesia mengalami perkembangan yang signifikan seiring dengan pesatnya pembangunan infrastruktur, sehingga menuntut pelaksanaan pekerjaan konstruksi yang semakin efisien dan terencana, khususnya pada tahap pengecoran yang merupakan salah satu proses penting dalam pembangunan gedung bertingkat (Muhamad Awang Caesario, 2023). Pada pelaksanaannya, pengecoran beton pada proyek gedung bertingkat umumnya dilakukan dengan dua metode utama, yaitu metode pengangkutan beton menggunakan ember yang diangkat oleh *tower crane* dan metode pemompaan beton menggunakan *concrete pump* (Abidin & Dani, 2025). Seiring perkembangan teknologi konstruksi, penggunaan *concrete pump* semakin banyak diterapkan karena dinilai mampu menyalurkan beton segar secara lebih cepat, efektif, dan optimal, terutama untuk pekerjaan pengecoran pada elevasi yang tinggi (Yanita et al., 2023).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, terdapat variasi data yang menunjukkan dinamika antara biaya operasional dan kecepatan waktu pengerjaan. Berikut adalah ringkasan data kuantitatif dari beberapa studi kasus:

Tabel 1.1 Perbandingan Waktu dan Biaya Metode Pengecoran

| Aspek Perbandingan                            | Poltekpar Bali                | Mall 23 Semarang              |
|-----------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Biaya Operasional<br>( <i>Tower Crane</i> )   | Rp 1.273.904 / m <sup>3</sup> | Rp 1.081.172 / m <sup>3</sup> |
| Biaya Operasional<br>( <i>Concrete Pump</i> ) | Rp 991.346 / m <sup>3</sup>   | Rp 1.026.134 / m <sup>3</sup> |
| Durasi ( <i>Tower Crane</i> )                 | 13,76 menit / m <sup>3</sup>  | 10,53 menit / m <sup>3</sup>  |
| Durasi ( <i>Concrete Pump</i> )               | 5,45 menit / m <sup>3</sup>   | 2,83 menit / m <sup>3</sup>   |

Sumber: (Rahmat Hidayatullah, 2024) (Safna Annajah, 2022)

Berdasarkan data di atas, metode *concrete pump* pada proyek Poltekpar Bali menunjukkan tingkat efisiensi yang lebih baik dibandingkan *tower crane* ditinjau dari aspek biaya operasional dan waktu pelaksanaan. Penggunaan *concrete pump* menghasilkan biaya operasional pengecoran yang lebih rendah, yaitu sekitar 22% dibandingkan *tower crane*. Selain itu, metode ini juga mampu meningkatkan efisiensi



**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

waktu pelaksanaan dengan mempercepat proses pengecoran sekitar 60% dibandingkan penggunaan tower crane (Rahmat Hidayatullah, 2024).

Pada proyek Mall 23 Semarang diperoleh hasil bahwa metode *concrete pump* memberikan efisiensi biaya sekitar 5% lebih rendah dibandingkan metode *tower crane*. Dari sisi durasi, metode *concrete pump* juga mampu meningkatkan percepatan pekerjaan hingga sekitar 73% dibandingkan metode *tower crane*. Dengan demikian, pada proyek Mall 23 Semarang, metode *concrete pump* dinilai lebih unggul baik dari aspek ekonomi maupun ketepatan waktu pelaksanaan (Safna Annajah, 2022).

Secara umum, penggunaan *concrete pump* dinilai lebih efisien dari segi waktu dan tenaga kerja, namun efektivitas biayanya sangat bergantung pada volume pekerjaan dan karakteristik elemen struktur yang dikerjakan (Yanita et al., 2023). Perbedaan hasil antar penelitian menunjukkan bahwa kinerja metode pengecoran dipengaruhi oleh karakteristik dan kondisi masing-masing proyek (Kustanrika et al., 2024) sehingga diperlukan analisis yang spesifik sesuai konteks proyek yang diteliti.

Penelitian ini menggunakan studi kasus Proyek Gedung Parkir dan Fasilitasnya (Tower B) RSK Dharmais. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis serta membandingkan aspek waktu dan biaya antara metode pengecoran menggunakan *concrete pump* dan *tower crane* pada pekerjaan struktur atas, sehingga dapat dihasilkan rekomendasi metode pelaksanaan yang paling efektif dan efisien untuk diterapkan pada proyek yang sedang diteliti.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan waktu pelaksanaan pengecoran beton struktur atas antara metode *tower crane* dan *concrete pump*?
2. Bagaimana perbandingan biaya pelaksanaan pengecoran beton struktur atas antara metode *tower crane* dan *concrete pump*?
3. Metode mana yang lebih efektif dan efisien untuk diterapkan pada Proyek Gedung Parkir dan Fasilitasnya (Tower B) RSK Dharmais?



**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

### 1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini bertujuan untuk memberikan arahan dan upaya agar masalah tidak menjadi meluas. Adapun batasan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di Proyek Gedung Parkir dan Fasilitasnya (Tower B) RSK Dharmais.
2. Analisis waktu & biaya difokuskan pada pekerjaan pengecoran beton struktur atas (pelat & balok, kolom, *shearwall*, *ramp*, parapet).
3. Penelitian difokuskan pada pekerjaan struktur lantai 1-10 yang merupakan lantai tipikal.
4. Perhitungan biaya dibatasi pada biaya material, tenaga kerja, peralatan (tidak mencakup biaya operasional peralatan) yang berkaitan langsung dengan pekerjaan pengecoran.
5. Analisis biaya mengacu pada pedoman Dinas Cipta Karya, Tata Ruang dan Pertahanan Jakarta Tahun 2026.
6. Spesifikasi alat berat berdasarkan alat yang digunakan pada Proyek Gedung Parkir dan Fasilitasnya (Tower B) RSK Dharmais.

### 1.4 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis perbandingan waktu pelaksanaan pengecoran beton struktur atas antara metode *tower crane* dan *concrete pump*.
2. Menganalisis perbandingan biaya pelaksanaan pengecoran beton struktur atas antara *tower crane* dan *concrete pump*.
3. Menemukan metode pengecoran yang lebih efisien dan efektif untuk digunakan dalam proyek yang diteliti.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dan manfaat bagi berbagai pihak, khususnya pihak yang berkaitan dengan pelaksanaan proyek konstruksi. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini 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

1. Bagi Peneliti:

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan pemahaman peneliti mengenai perbandingan waktu pelaksanaan dan biaya pekerjaan pengecoran beton struktur atas dengan menggunakan metode *tower crane* dan *concrete pump*. Selain itu, penelitian ini juga memberikan pengalaman langsung dalam melakukan analisis data aktual proyek sebagai bekal pengembangan kompetensi di bidang manajemen konstruksi.

2. Bagi Penyedia Jasa Konstruksi:

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pemilihan metode pengecoran yang paling efektif dan efisien, khususnya ditinjau dari aspek waktu dan biaya. Dengan demikian, penyedia jasa konstruksi dapat meningkatkan produktivitas pekerjaan, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, serta meminimalkan potensi keterlambatan dan pembengkakan biaya proyek.

3. Bagi Instansi:

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan bahan pembelajaran dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang manajemen konstruksi, khususnya terkait analisis metode pelaksanaan pekerjaan beton struktur atas serta pengambilan keputusan dalam pengendalian waktu dan biaya proyek.

**1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan skripsi ini disusun berdasarkan pedoman skripsi. Adapun sistematika yang digunakan terdiri dari 5 (lima) bab, yaitu:

Bab 1 diberi judul Pendahuluan yang memberikan uraian latar belakang masalah, rumusan masalah yang akan dibahas, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab 2 diberi judul Tinjauan Pustaka yang membahas tentang landasan teori dan kajian pustaka yang berkaitan dengan penelitian, meliputi pekerjaan struktur atas, metode pengecoran beton dan analisis waktu dan biaya pekerjaan.

Bab 3 diberi judul Metodologi penelitian yang berisi objek dan Lokasi penelitian, kerangka berfikir, hipotesis, alat penelitian, populasi dan sampel penelitian, variable penelitian, metode analisis data, tahapan penelitian dan luaran.



**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Bab 4 diberi judul Hasil dan Pembahasan yang menyajikan data yang diperoleh selama penelitian, berupa data proyek dan data hasil pengamatan. Serta pembahasan hasil analisis perbandingan waktu dan biaya metode pengecoran pada pekerjaan struktur atas menggunakan *tower crane* dan *concrete pump*.

Bab 5 diberi judul Kesimpulan dan Saran berisi tentang kesimpulan dari hasil analisis yang dilakukan, serta saran yang dapat digunakan sebagai bahan evaluasi untuk peningkatan kinerja perusahaan dan sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya.



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil analisis waktu, metode *concrete pump* memerlukan waktu sebesar 172,05 jam, sedangkan metode *tower crane* memerlukan waktu sebesar 664,24 jam. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode *concrete pump* mampu mengurangi waktu pelaksanaan sebesar 74,10% dibandingkan metode *tower crane*.
2. Berdasarkan hasil analisis biaya, metode *concrete pump* memerlukan biaya sebesar Rp202.604.509, sedangkan metode *tower crane* memerlukan biaya sebesar Rp478.627.076. Dengan demikian, penggunaan metode *concrete pump* menghasilkan penghematan biaya sebesar 57,67% dibandingkan metode *tower crane*.
3. Berdasarkan perbandingan aspek waktu dan biaya, metode *concrete pump* menunjukkan tingkat efektivitas dan efisiensi yang lebih baik dibandingkan metode *tower crane* pada pekerjaan pengecoran struktur atas Proyek Gedung Parkir dan Fasilitasnya (Tower B) RSK Dharmais. Oleh karena itu, metode *concrete pump* dapat dipertimbangkan sebagai alternatif yang lebih optimal dalam pelaksanaan pekerjaan pengecoran pada proyek tersebut.

### 5.2 Saran

1. Dalam pemilihan metode pengecoran, kontraktor perlu mempertimbangkan aspek produktivitas alat, waktu pelaksanaan, biaya pekerjaan, serta kondisi proyek agar diperoleh metode yang efektif dan efisien.
2. Berdasarkan hasil penelitian, metode *concrete pump* dapat direkomendasikan sebagai alternatif pelaksanaan pekerjaan pengecoran struktur atas karena mampu memberikan durasi pelaksanaan yang lebih singkat dan biaya yang lebih rendah dibandingkan metode *tower crane*.
3. Penelitian selanjutnya juga dapat dilakukan pada proyek dengan karakteristik bangunan, volume pengecoran, dan kapasitas alat yang berbeda untuk mengkaji tingkat efektivitas dan efisiensi metode *tower crane* dan *concrete pump* pada berbagai kondisi proyek konstruksi.

#### 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. M. H., Nugroho, R. S., & Magfirona, A. (2024). Analisis Produktivitas Pengecoran ditinjau dari aspek biaya dan waktu menggunakan Tpwer Crane dan Concrete Pump. *Seminar Nasional Teknik Sipil 2024*, 271–278. <https://proceedings.ums.ac.id/sipil/article/view/3985>
- Abidin, M. C., & Dani, H. (2025). Perhitungan Produktivitas Concrete Pump Dan Bucket Cor Pada Pekerjaan Pengecoran Struktur Metode Bottom Up (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Its Cw-01 Surabaya). *Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek*, 9(5), 121–130.
- Arian, S., Roestaman, R., & Permana, S. (2021). Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar Kerikil Alami Terhadap Mutu Beton. *Jurnal Konstruksi*, 19(1), 52–59. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.19-1.896>
- Ayu Maharani, A., & Priyanto, B. (2023). Analisa Faktor-Faktor Penyebab Pengeroposan Beton Kolom Pada Proyek Gedung. *Journal of Comprehensive Science (JCS)*, 2(5), 1125–1131. <https://doi.org/10.59188/jcs.v2i5.326>
- I Made Harta Wijaya, I. A. R. W. (2025). *PENERAPAN TEORI OPTIMASI PENGGUNAAN TRUCK CONCRETE PUMP TERHADAP TRUCK MIXER PADA PEKERJAAN PENGEKORAN*. 17(02), 121–128.
- Iskandar, D. N., & Pranata, G. (2024). ANALISIS PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA PADA Pengerjaan Kolom Di Proyek DNL. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 7(1), 321–328.
- Kustanrika, I. W., Purwanto, W., Sofyan, M., Sari, Y. A., & Wahyuningtias, A. (2024). Analysis of Productivity and Annual Cost of Casting Plates and Beams Using Concrete Pump and Columns with Concrete Bucket (Case Study of Residence Apartment Project). *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 6(3), 249–258. <https://doi.org/10.46574/motivection.v6i3.287>
- Latifa Widi Inayah H. (2022). *Analisis Konsep-Konsep Fisika Berbasis Kearifan Lokal Pada Jajanan Tradisional Dawet dan Klepon*. 8(November), 194–199.
- Lidya, V. N., Ophiyandri, T., & Hidayat, B. (2024). Identifikasi Faktor Penting Dalam Manajemen Material Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Jalan. *Ranah Research : Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 6(6), 2300–2309. <https://doi.org/10.38035/rrj.v6i6.1123>

### 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 mengumunkan 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Manurung, E. H., Prajoko, A., Sitohang, O., & Haryanto, H. (2023). Analisis Biaya dan Waktu Pekerjaan Konstruksi Struktur Rangka Atap Baja Portal Frame dan Portal Truss. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)*, 6(1), 31–39. <https://doi.org/10.54367/jrkms.v6i1.2557>
- Maulana, Cahya, D., Prasetyo, D. B., & Wibisana, K. P. (2025). *Produktivitas Alat Berat Concrete Pump dengan Perbandingan Elevasi Pengecoran*. 8(1), 252–258. <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v8i1.825>
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2022. (2022). Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2022. *Basic and Applied Ecology*, 64, 57–67.
- Muhamad Awang Caesario, B. P. (2023). *METODE PELAKSANAAN KONSTRUKSI PEKERJAAN STRUKTUR ATAS PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG 10 LANTAI*. 3(4), 1–10.
- Mulatief, R. L., Ratnayanti, K. R., & Firdaus, R. (2021). Perbandingan Waktu Dan Biaya Concrete Pump Dan Concrete Bucket Pada Proyek Gedung Telkom University Landmark Tower. *Reka Racana*, x(xx), 1–13. <https://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/ftsp/article/view/288>
- Rahmat Hidayatullah, P. D. P. (2024). *PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU METODE PENGECORAN MENGGUNAKAN TOWER CRANE DAN CONCRETE PUMP PADA PEMBANGUNAN GEDUNG BUSINESS CENTRE POLTEKPAR BALI*. 3, 412–417.
- Raihan Daffa Hukama, & Erizal. (2023). Analisis Kekuatan Struktur Pada Bangunan 8 Lantai Berdasarkan Respon Spektrum SNI 03-1726-2019 Menggunakan SAP2000. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 8(03), 127–136. <https://doi.org/10.29244/jsil.8.03.127-136>
- Safna Annajah, A. S. (2022). *Analisis Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Pengecoran Menggunakan Concrete Pump Dan Concrete Bucket Pembangunan Mall 23 Semarang*. 5(01), 64–80.
- Subagyo, G. wulandari, & Tjondro, R. (2021). ANALISIS PRODUKTIVITAS TOWER CRANE (Studi Kasus Proyek Bintaro Jaya Xchange Tahap II, Tangerang Selatan). *Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development (Cesd)*, 4(2), 108–118. <https://doi.org/10.25105/cesd.v4i2.12510>
- Tiyas, A. C. A., & Prasetyono, P. N. (2024). Perhitungan Waktu Siklus Tower Crane Untuk Pekerjaan Pengecoran Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Gedung



**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pringgodigdo Surabaya). *Viteks*, 2(2), 25–31.

Yanita, R., Raya Puspitpek, J., & Selatan, T. (2023). PERBANDINGAN KINERJA PENGECORAN ANTARA CONCRETE-BUCKET DAN CONCRETE-PUMP PADA PROYEK BANGUNAN BERTINGKAT. *Jurnal RAB Contruction Research*, 8(2), 296. <http://jurnal.univrab.ac.id/index.php/racic>

Zhadanovsky, B., & Bazanov, V. (2021). Alternative methods of delivering concrete and mortar mixes to low-rise construction projects. *E3S Web of Conferences*, 258, 1–9. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125809002>

