



Penerapan Teknologi Beton Pracetak pada Pembangunan Apartemen Berarsitektur Spiral dengan Konsep Green Building

Muhamad R. Palupi¹, Neil L. Lumbu², Rilya Rumbayan³

Konstruksi Bangunan Gedung, Jurusan Teknik Sipil, Politkenik Negeri Manado, Manado

E-mail: muhamad.palupi@sipil.polimdo.ac.id

Abstrak

Pembangunan apartemen menjadi pilihan yang populer sebagai jawaban atas meningkatnya kebutuhan akan tempat tinggal di perkotaan. Namun, tantangan terkait efisiensi penggunaan lahan dan integrasi praktik konstruksi semakin mendesak. Dalam konteks ini, penerapan beton pracetak telah muncul sebagai solusi yang menarik untuk mempercepat proses konstruksi dan meminimalkan dampak lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangunan apartemen dengan menggunakan teknologi beton precast, menganalisa struktur bangunan apartemen dengan menggunakan beton precast serta menghitung biaya. Penelitian ini akan membahas metode dan teknik penerapan beton pracetak yang sesuai untuk pembangunan apartemen berbentuk spiral. Aspek - aspek seperti efisiensi energi, penggunaan material daur ulang, dan pengelolaan limbah akan mendapat perhatian khusus. Penelitian ini juga akan membahas konsep green building yang diterapkan dalam pembangunan apartemen. Melalui penggunaan teknologi dan material yang ramah lingkungan, serta desain yang memaksimalkan penggunaan cahaya dan sirkulasi udara alami, apartemen ini diharapkan dapat menciptakan lingkungan hunian yang sehat dan nyaman bagi penghuninya dan juga diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif dalam upaya menciptakan lingkungan perumahan perkotaan yang lebih hijau dan berkelanjutan.

Kata kunci — apartemen spiral, beton pracetak, green building

1. PENDAHULUAN

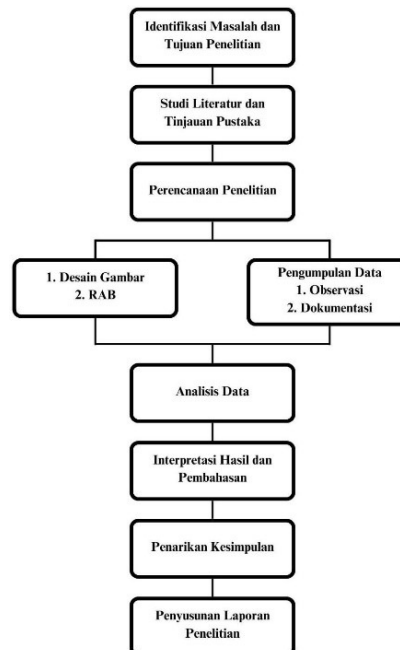
Dalam era urbanisasi yang pesat, perkembangan kota-kota besar telah memunculkan kebutuhan yang semakin mendesak akan tempat tinggal di perkotaan. Di tengah meningkatnya populasi dan permintaan akan perumahan, pembangunan apartemen telah menjadi salah satu solusi utama untuk memenuhi kebutuhan akan tempat tinggal yang terjangkau dan layak. Namun, pembangunan apartemen tidak terlepas dari tantangan besar yang dihadapi, terutama terkait dengan efisiensi penggunaan lahan dan integrasi praktik konstruksi yang berkelanjutan. Di lingkungan perkotaan yang padat, lahan yang tersedia untuk pembangunan semakin terbatas, sehingga mengharuskan penggunaan lahan yang tersedia dengan lebih efisien dan inovatif.

Selain itu, keberlanjutan dalam pembangunan juga menjadi perhatian utama dalam merespons isu-isu lingkungan. Integrasi praktik konstruksi yang berkelanjutan, seperti penggunaan bahan bangunan yang ramah lingkungan, efisiensi energi, dan pengelolaan limbah yang baik, menjadi kunci untuk meminimalkan dampak negatif pembangunan terhadap lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini untuk merancang bangunan apartemen dengan menggunakan teknologi beton *pracetak*, menganalisa struktur bangunan apartemen dengan

menggunakan beton *pracetak* serta menghitung rencana anggaran biaya yang lebih dikhusus untuk penggunaan komponen – komponen beton *pracetak*.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan mixed methods dan pendekatan deskriptif. Konsep pendekatan yang dilakukan mencakup proses studi literatur dan tinjauan pustaka dari sumber - sumber yang relevan serta valid seperti melalui kajian terhadap jurnal, buku, maupun artikel terkait, serta melakukan survey lapangan melalui observasi langsung. Konsep pendekatan yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan data informasi lengkap tentang gambaran umum praktik konstruksi, penggunaan beton *pracetak*, dan penerapan konsep green building atau bangunan ramah lingkungan. Data yang telah dikumpulkan kemudian dirangkum untuk dijadikan sebagai referensi terkait pelaksanaan penelitian, kemudian akan dilakukan analisis data, yang dimana data akan dibandingkan dengan standar atau pedoman konstruksi berkelanjutan yang relevan untuk mengevaluasi sejauh mana praktik - praktik yang diamati sesuai dengan prinsip - prinsip keberlanjutan. Hal ini dilakukan sebagai bentuk pendekatan terhadap rumusan masalah dan urgensi yang diharapkan dapat menjadi solusi berkelanjutan terkait keberlangsungan industri konstruksi yang berkorelasi dengan pertumbuhan ekonomi melalui infrastruktur atau bangunan penunjang. Dalam hal ini sektor pariwisata menjadi objek penting disamping pembahasan pokok terkait dengan penggunaan teknologi beton *pracetak*. Selanjutnya dilakukan kajian desain struktural bangunan apartemen 10 lantai yang berkaitan dengan pemanfaatan beton *pracetak*, tinjauan faktor eksternal berupa nilai estetis, hingga pada analisis terkait biaya yang lebih dikhususkan pada penggunaan komponen - komponen beton *pracetak* . Sehingga nantinya dapat ditarik kesimpulan pemanfaatan subjek penelitian terkait terhadap sarana yang lebih luas lagi pada taraf efisiensi, mutu, serta keamanan dalam rangka proses konstruksi. Dapat dilihat pada Gambar 1 untuk bagan alir penelitian.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Adapun pendekatan tahapan terkait dengan implementasi penerapan beton *precast* pada bangunan apartemen 10 lantai di politeknik dijabarkan sebagai berikut :

- Penggambaran 2D serta asumsi awal dimensi elemen struktural bangunan;
- Perhitungan kekuatan struktur dengan menggunakan program ETABS V9.6.0
- Desain tampilan 3D bangunan;
- Perhitungan rencana anggaran biaya yang lebih dikhususkan untuk penggunaan komponen – komponen beton *pracetak*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini diwujudkan dalam bentuk desain apartemen spiral dengan 10 lantai, lengkap dengan gambar detail komponen pracetak yang mencakup elemen struktural, sambungan. Fokus utama penelitian ini adalah penerapan teknologi beton pracetak pada pembangunan apartemen. Berikut adalah ringkasan hasil penelitian yang merangkum elemen-elemen kunci yang menjadi representasi utama dari temuan penelitian ini.

3.1. Data Umum

Bangunan ini di desain dengan data perencanaan awal sebagai berikut :

- Jenis Bangunan : Apartemen
- Fungsi Bangunan : Tempat tinggal
- Lokasi : Pinggiran Pantai Bahu, Malalayang, samping kantor Bawaslu, Kota Manado (dapat dilihat pada Gambar 1 lokasi Pembangunan apartemen)



Gambar 2. Lokasi Pembangunan Apartemen

- Jumlah Lantai : 10 Lantai
- Tinggi tiap Lantai : 4 meter
- Luas per Lantai : 333,21 m² (19,15 m x 17,4m)
- Jenis Struktur Utama : Beton bertulang pracetak (precast)

3.2. Spesifikasi Bahan

- Mutu Beton : - Pondasi tiang pancang, f'_c 30 MPa
- Pilecap, f'_c 30 MPa
- Sloof, f'_c 35 MPa

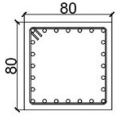
- Balok Struktural, f'_c 35 MPa
- Kolom Struktural, f'_c 35 MPa
- b. Mutu Baja Tulangan : Tegangan leleh baja, f_y 390 MPa, f_y 240 MPa

3.3. Preliminary Design

Dalam perencanaan awal untuk data desain, software ETABS V9.6.0 menjadi salah satu program yang digunakan dalam menganalisis struktur. Data desain tersebut terdiri dari detail penampang komponen struktur untuk kolom pondasi, sloof, kolom utama, balok induk, dan balok anak. Dapat dilihat pada Tabel 1.

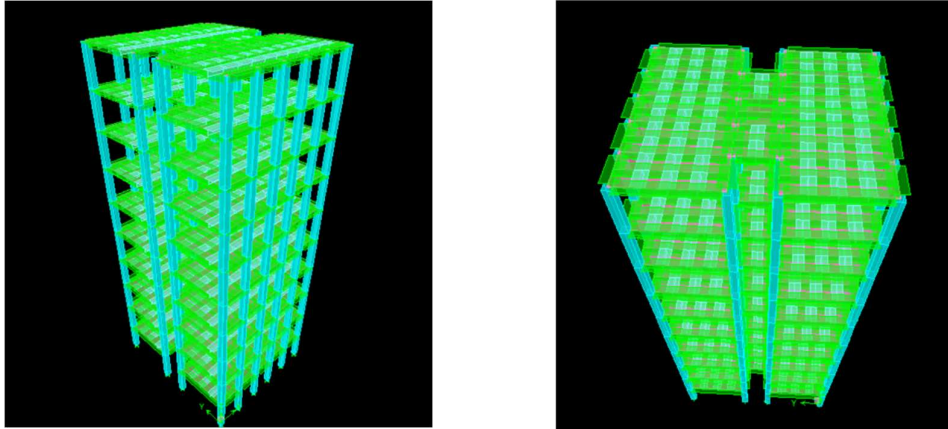
- a. Ukuran dimensi Pondasi : 0,35 m x 7 m
- b. Ukuran dimensi *pilecap* : 2,5 m x 2,5 m
- c. Ukuran Sloof : 0,45 m x 0,60 m
- d. Ukuran Balok Induk : 0,45 m x 0,50 m
- e. Ukuran Balok Anak : 0,35 m x 0,40 m
- f. Ukuran Kolom Utama : 0,60 m x 0,60 m
- g. Ukuran Pelat Lantai : 0,20 m

Tabel 1. Detail Penampang Komponen Struktur

	KOLOM PONDASI	KOLOM UTAMA	BALOK INDUK	BALOK ANAK	SLOOF
					
TULANGAN UTAMA	24D16 SNI FULL	20D16 SNI FULL	24D16 SNI FULL	16D16 SNI FULL	20D16 SNI FULL
SENGKANG	10-150 mm	10-150 mm	10-150 mm	10-150 mm	10-150 mm
TEBAL SELIMUT	50 mm	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm

3.4. Analisis Struktur

Dalam penelitian ini, program ETABS V9.6.0 digunakan dalam menganalisis struktur yang merujuk pada standar SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung serta SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Bangunan ini didesain dengan menjadikan prinsip struktur penahan beban lateral (beban arah horizontal) yang berkenaan dengan desain seismic struktur bangunan tahan gempa berdasarkan system rangka pemikul momen khusus (SRPMK) sebagai acuan dalam perencanaan analisis struktur, untuk mencegah terjadinya potensi keruntuhan atau kegagalan pada struktur bangunan. Desain struktur bangunan pada program ETAB V9.6.0 terdiri dari kolom, balok dan plat. Dapat dilihat pada Gambar 2 perspektif analisis struktur bangunan.



Gambar 3. Perspektif 3D Analisis Struktur Bangunan

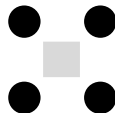
Secara garis besar bangunan disimpulkan sebagai struktur komposit, karena memiliki kesamaan dengan bentuk struktur beton bertulang pada umumnya. Terkait hal yang membedakan hanya terdapat pada prinsip penyambungan serta pengangkuran antara elemen struktur sebagai implikasi dari konsep desain struktur pracetak.

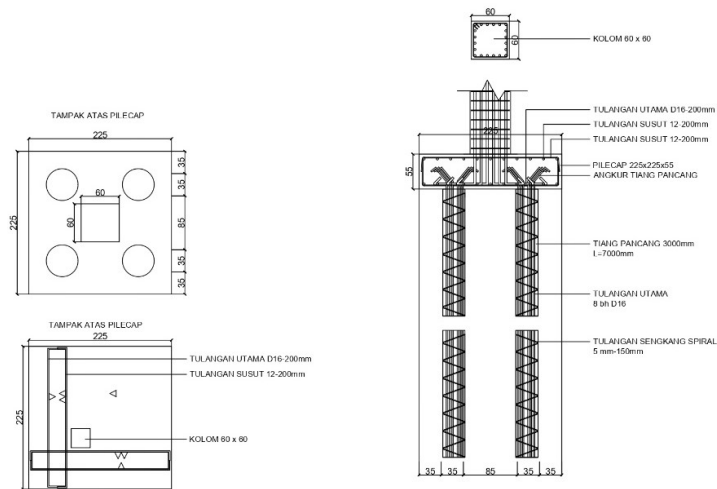
3.5. *Penerapan Teknologi Beton Pracetak*

Penerapan teknologi beton pracetak merupakan salah satu strategi penting dalam pengembangan struktur beton. Menurut Adiasa (2015), penggunaan metode pracetak dalam pelaksanaan pekerjaan struktur dapat mengurangi jumlah pekerjaan hingga 71,08% sampai 87,68%. Hal ini mengindikasikan bahwa beton pracetak dapat secara signifikan mengurangi biaya tenaga kerja dalam konstruksi. Selain itu, penggunaan material referensi dan perencanaan kayu juga dapat dikurangi hingga 90,11% - 98,81%, yang menunjukkan dampak yang besar dibandingkan dengan konstruksi konvensional yang cenderung membutuhkan jumlah bahan kayu yang lebih banyak. Selanjutnya, berikut adalah detail dan desain komponen struktur pracetak yang digunakan dalam perencanaan.

a. Pondasi

Pondasi yang digunakan adalah jenis pondasi tiang pancang, dipilih setelah melakukan analisis terhadap jumlah lantai bangunan, kondisi tanah di lokasi, dan kebutuhan untuk mempercepat pekerjaan dengan menggunakan konstruksi pracetak. Detail penulangan pilecap dan pondasi tiang pancang dapat dilihat pada Gambar 3.

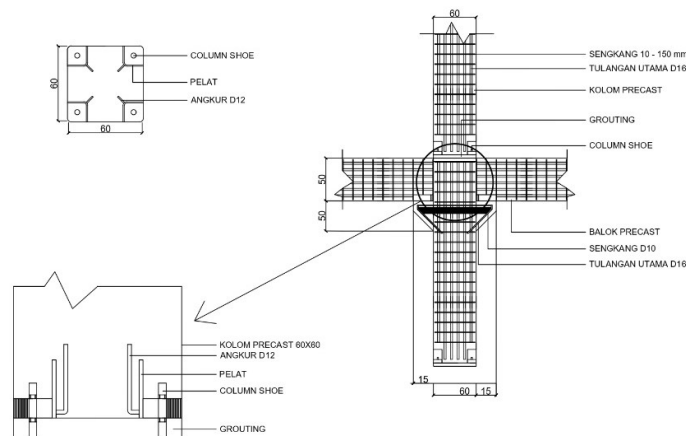




Gambar 4. Detail Penulangan Pilecap dan Pondasi Tiang Pancang

b. Kolom

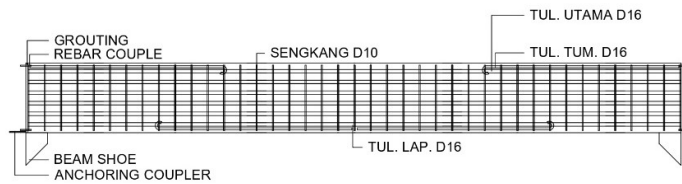
Kolom menggunakan kolom precast penuh, di mana seluruh bagian kolom dicetak secara massal sebelumnya. Pendekatan ini bertujuan untuk mempermudah proses pemasangan (erection) dan mempercepat penyelesaian pekerjaan struktur penyangga. Detail penulangan kolom serta detail sambungan precast dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 5. Detail Penulangan Kolom dan Detail Sambungan *Pracetak*

c. Balok

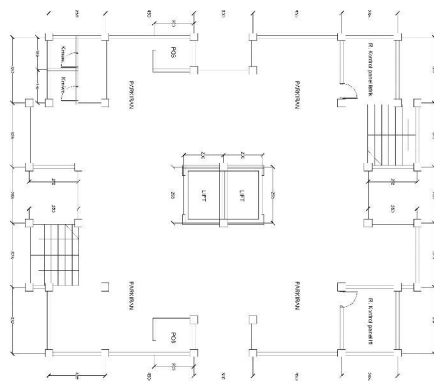
Balok menggunakan balok pracetak, yang diproduksi sebelumnya. Pendekatan ini bertujuan untuk menciptakan aksi komposit sehingga balok memiliki kemampuan layaknya balok konvensional. Selain itu, metode ini direncanakan untuk memperkuat ikatan struktur antara balok dan pelat dalam fungsi sebagai pengaku struktur, sejalan dengan prinsip desain struktur rangka pemikul beban khusus (SRPMK) di mana kesatuan struktural menjadi pondasi kekokohan bangunan. Detail penulangan balok dapat dilihat pada Gambar 5.



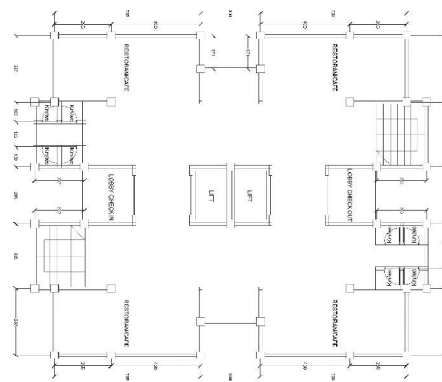
Gambar 6. Detail Penulangan Balok

3.6. *Pemodelan Desain*

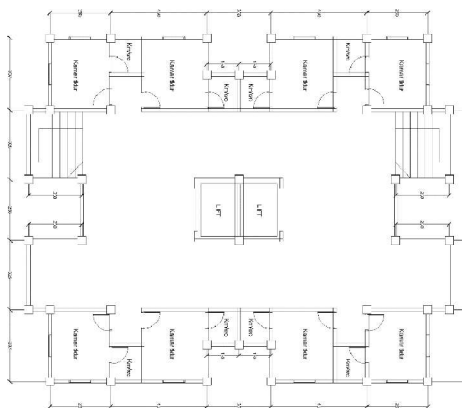
Bangunan apartemen ini dirancang dengan memprioritaskan konsep arsitektural spiral dan konsep ramah lingkungan (green building). Desainnya mengacu pada optimalisasi durasi konstruksi, kemudahan arsitektur, dan aksesibilitas ruangan dalam bangunan. Penerapan konsep ini dilakukan dengan mempertimbangkan fungsi bangunan sebagai tempat tinggal, yang mengintegrasikan elemen spiral ke dalam arsitektur. Desain apartemen ini mencakup denah yang dapat dilihat pada Gambar 6, serta perspektif 3D apartemen yang terlihat pada Gambar 7.



Denah Basemen

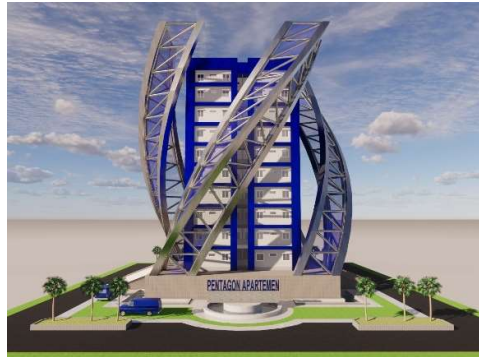


Denah Lantai 1



Denah Lantai 2 – 9

Gambar 7. Denah Basement dan Lantai 1 – 9 Apartemen



Tampak Depan



Tampak Samping

Gambar 8. Perspektif 3D Apartemen

5.1. Rencana Anggaran Biaya Komponen Beton Pracetak

Terkait pelaksanaan pekerjaan didasari oleh pemikiran yang berkaitan dengan penyelenggaraan konstruksi berbasis *pracetak* yang cepat, mudah, dan aman. Sehingga dapat mencegah timbulnya isu sosial yang umum terjadi pada area pekerjaan konstruksi seperti berkenaan dengan pelaksanaan K3 Konstruksi, serta meminimalisir keterlambatan proyek yang berimplikasi pada ketambahan biaya dan denda keterlambatan. Sehingga lingkup pelaksanaan pekerjaan dapat terjadi secara maksimal dan menyeluruh dapat dengan mudah dikontrol dari segi mutu (Yulistianingsih, 2014).

Adapun biaya total khusus dalam pelaksanaan pekerjaan komponen – komponen beton pracetak ini yakni sebesar Rp. 8.540.343.000 (Delapan Miliar lima ratus empat puluh juta tiga ratus empat puluh tiga ribu rupiah) dapat dilihat pada Tabel 2 untuk Rencana Anggaran Biaya Komponen Beton *Pracetak*.

Tabel 2. Rencana Anggaran Biaya Komponen Beton Pracetak

NO	ITEM PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	BOBOT
1	2	3	4	5	6	7
I	PEKERJAAN STRUKTUR BETON PRACETAK				Rp 7,694,003,564.15	
	LANTAI BASEMENT - 10					
1	Sloof Beton 25/40 F'c 30 Mpa	23.28	M3	Rp 2,140,588.00	Rp 49,832,888.64	0.65
2	Kolom Beton Pracetak 60x60 F'c 30 Mpa	240.00	Buah	Rp 5,984,353.77	Rp 1,436,244,904.33	18.67
3	Balok Beton Pracetak 45x50 F'c 30 Mpa					
	Balok Induk 1	40.00	Buah	Rp 1,956,135.47	Rp 78,245,418.79	1.02
	Balok Induk 2	200.00	Buah	Rp 4,073,231.84	Rp 814,646,367.78	10.59
	Balok Induk 3	220.00	Buah	Rp 8,771,398.83	Rp 1,929,707,742.27	25.08
	Balok Anak 1	60.00	Buah	Rp 1,700,999.67	Rp 102,059,980.11	1.33
	Balok Anak 2	350.00	Buah	Rp 3,775,046.46	Rp 1,321,266,262.23	17.17
4	Beam Shoe	1,740.00	Buah	Rp 68,000.00	Rp 118,320,000.00	1.54
5	Rebar Coupler	1,592.00	Buah	Rp 120,000.00	Rp 191,040,000.00	2.48
6	Anchoring Coupler	1,592.00	Buah	Rp 870,000.00	Rp 1,385,040,000.00	18.00
7	Pelat Landasan	796.00	Buah	Rp 300,000.00	Rp 238,800,000.00	3.10
8	Column Shoe	240.00	Buah	Rp 120,000.00	Rp 28,800,000.00	0.37
	Jumlah				Rp 7,694,003,564.15	
	PPN 11%				Rp 846,340,392.06	
	Jumlah Total				Rp 8,540,343,956.21	100.00
	D I B U L A T K A N				Rp 8,540,343,000.00	
	Terbilang : Delapan Miliar lima ratus empat puluh juta tiga ratus empat puluh tiga ribu rupiah					

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

1. Desain bangunan ini menekankan konsep arsitektural spiral dan green building (ramah lingkungan), dengan pembagian ruangan yang mudah diakses untuk disesuaikan dengan fungsi apartemen sebagai tempat tinggal. Konsep spiral diintegrasikan sebagai elemen utama dalam arsitektur, yang direkomendasikan untuk memberikan kenyamanan bagi penghuni dan efisiensi pengelolaan.
2. Dalam perencanaan struktur bangunan, komponen utama yang digunakan adalah kolom, balok, dan sloof yang terbuat dari beton pracetak. Teknologi beton pracetak penuh diterapkan pada komponen-komponen ini untuk memastikan kualitas dan efisiensi dalam konstruksi. Pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang, yang dipilih berdasarkan analisis terhadap jumlah tingkat bangunan serta karakteristik tanah di lokasi konstruksi. Selain itu, urgensi penggunaan teknologi pracetak juga dipertimbangkan karena berpengaruh signifikan terhadap pengelolaan anggaran dan durasi pekerjaan konstruksi. Dengan pendekatan ini, diharapkan proses pembangunan dapat berjalan lebih cepat dan efisien, tanpa mengorbankan kualitas struktur.
3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biaya yang diperlukan adalah sebesar Rp. 8.540.343.000 (delapan miliar lima ratus empat puluh juta tiga ratus empat puluh tiga ribu rupiah). Sejalan dengan kesimpulan dari beberapa penelitian sebelumnya, terdapat perbandingan yang signifikan antara metode konstruksi pracetak dan metode konvensional dalam hal durasi penyelesaian pekerjaan. Melalui optimalisasi pekerjaan konstruksi pracetak, tidak hanya durasi yang lebih singkat yang dapat dicapai, tetapi juga peningkatan dalam pengendalian mutu, produktivitas, dan keamanan kerja. Selain itu, penggunaan teknologi pracetak membantu dalam menghindari masalah kritis di lapangan, termasuk isu-isu sosial yang mungkin timbul akibat panjangnya durasi pelaksanaan kerja konstruksi konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa metode pracetak tidak hanya efisien dari segi waktu tetapi juga lebih efektif dalam mengelola berbagai aspek penting dalam proyek konstruksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (P3M), Politeknik Negeri Manado yang telah memberikan pendanaan melalui skema Penelitian Kreatifitas Mahasiswa Tahun 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2012). *Cara Perancangan Beton Pracetak dan Beton Prategang Untuk Bangunan Gedung*. SNI 7833:2012. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. SNI 2847:2019. Jakarta.

- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. SNI 1726:2019. Jakarta.
- Adiasa, A. M., Prakosa, D. K., Hatmoko, J. U. D., & Santoso, T. D. (2015). "Evaluasi Penggunaan Beton Precast Di Proyek Konstruksi". *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 4(1), 126-134.
- Ahmed, R., et al. (2020). "Strategies for Efficient Land Use in Urban Housing". *Journal of Urban Planning*, 12(3), 45-58.
- Antonio V. R. Pantouw, Kalsum R. Suhani, Diva V. Kamuh, Angel V. Warouw (2023). "Re-design Gedung Perpustakaan POLIMDO Modern yang Ramah Lingkungan dengan Menggunakan Beton Pracetak". *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, 5(3), 170-181.
- Chen, L., et al. (2018). "Energy Optimization in Apartment Buildings." *Sustainable Development Journal*, 5(2), 112-125.
- Hapsari, O. E. (2018). "Analisis Penerapan Green Building Pada Bangunan Pendidikan (Studi Kasus: Green School Bali)." *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(2), 54-61.
- Landeng, K. D., Mewo, J. M., Exan, G. C., Paramata, G., Rumbayan, R., & Peginusa, S. S. (2023). "Implementation of Precast Concrete in Hotel Building Design as a Manado State Polytechnic Housekeeping Laboratory."
- Li, J., et al. (2019). "Sustainable Construction Practices: Case Studies from Urban Areas." *Journal of Sustainable Development*, 8(1), 76-89.
- Punuindoong, J. D., Makapedua, P. M., Ruata, S., Wenur, T., & Rumbayan, R. (2022). "Perbandingan konstruksi bangunan coffeeshop dengan beton precast dan beton cast in situ." *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, 4(2), 80-91.
- Putri M. N. Anuna, Novia Tamasiro, Victor F. Mundui (2023). "Implementasi Beton Precast dengan Konsep Green Building pada Pembangunan Rumah Literasi untuk Masyarakat." *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, 5(3), 159-169.
- Rumbayan, R., & Tenda, J. E. (2019). *Struktur Beton Gedung Lanjutan*. Polimdo Press.
- Smith, J. (2021). "Precast Concrete in Modern Construction." *Construction Today*, 15(2), 30-41.
- Sodikin, M., Zulaicha, L., & Hadisaputro, I. (2020). "Pemakaian Beton Pracetak Alternatif Pada Perencanaan Gedung RSUD Tipe B Kabupaten Magelang." *EQUILIB*, 1(1), 1-10.
- Sucipto, T. L. A., Hatmoko, J. U. D., Sumarni, S., & Pujiastuti, J. (2014). "Kajian Penerapan Green Building Pada Gedung Bank Indonesia Surakarta." *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Dan Kejuruan*, 7(2).
