



Analisis Struktur Bangunan Hotel dengan Sistem Beton Pracetak Sebagai Konstruksi Cepat untuk Efisiensi Waktu Pelaksanaan Konstruksi

Ananda Datunsolang¹, Keysia Putri Maria Manampiring², Zefanya Tirie³, Kezia Kawatak⁴, Stefani Switly Peginusa⁵, Trio Pendekar Lonan⁶, Helen Grace Mantiri⁷, Steven Richard Kamurahan⁸

^{1,2,3,4,5,7} Konstruksi Bangunan Gedung, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado

^{6,8} Teknik Konstruksi Jalan dan Jembatan, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado

E-mail: nnda.datunsolang07@mail.com

Abstrak

Pembangunan Education Hotel 2 lantai di Politeknik Negeri Manado dituntut berjalan cepat agar tidak mengganggu aktivitas akademik. Penelitian ini bertujuan menguji keamanan struktur menggunakan ETABS, serta menghitung perbandingan durasi dan biaya antara metode beton pracetak dan konvensional. Metode yang digunakan meliputi pemodelan struktur sesuai SNI, serta analisis RAB dan Kurva S. Hasil analisis ETABS menunjukkan struktur pracetak aman menahan beban gempa. Dari aspek waktu, metode pracetak unggul dengan total pelaksanaan 19 minggu, atau lebih cepat 6 minggu (hemat 24%) dibanding konvensional (25 minggu). Berdasarkan aspek anggaran, komponen pracetak berhasil memotong biaya material lapangan pada pekerjaan kolom sebesar 47,74%, balok 50,08%, dan pelat lantai 34,51%. Namun, akibat adanya tuntutan biaya tambahan operasional khusus pracetak sebesar Rp537.600.000, total biaya akhir setelah kalkulasi PPN 11% dan O&P 4% menjadi secara konsisten 27,98% lebih mahal daripada metode konvensional. Kesimpulannya, teknologi pracetak sangat direkomendasikan untuk proyek yang mengutamakan kecepatan durasi di area fasilitas kampus, meskipun memerlukan alokasi anggaran yang lebih tinggi.

Kata kunci—beton pracetak; efisiensi waktu; konstruksi cepat; analisis ETABS

1. PENDAHULUAN

Peningkatan kualitas pendidikan vokasi kepariwisataan sangat bergantung pada fasilitas praktik yang mampu menyimulasikan atmosfer kerja nyata. Untuk itu, pembangunan hotel pracetak 2 lantai sebagai ruang simulasi mahasiswa Jurusan Pariwisata menjadi prioritas utama. Mengingat konstruksi dilakukan di area kampus yang aktif, teknologi komponen beton pracetak (*precast concrete*) dihadirkan sebagai solusi untuk mengoptimalkan jadwal dan analisis keandalan elemen struktur utama agar berjalan cepat tanpa mengganggu aktivitas akademik. Urgensi efisiensi ini didukung oleh studi Nirma Rahmadia & Ade Al Muhyi (2024) yang menegaskan bahwa optimasi beton pracetak fokus pada peningkatan kecepatan konstruksi dan keberlanjutan melalui teknik fabrikasi efisien. Selain itu, Felix Setiawan & Syapril Janizar (2021) menyatakan bahwa manajemen waktu modern sangat krusial untuk menekan risiko pembengkakan biaya akibat keterlambatan lintasan kritis, sementara Matthew J.W. Hermanto, dkk. (2025) memperkuat bahwa teknologi ini merupakan solusi yang cepat, aman, dan hemat biaya untuk area kampus.

Untuk memvalidasi kinerjanya secara digital, analisis kekuatan struktur dalam menahan beban gempa menggunakan *software* ETABS dibatasi pada pemodelan sistem pracetak. Analisis ini mengintegrasikan teori keunggulan mekanis modular oleh Rao (2018) serta konsep desain fungsional menurut Suparno dan Wijaya (2019), yang menjelaskan bahwa standarisasi cetakan mampu menjamin mutu beton yang seragam sekaligus mempercepat instalasi lapangan. Berdasarkan kajian tersebut serta riset Minahasa Pangalila dkk. (2025) mengenai keamanan pracetak pasca-gempa dengan waktu pemasangan yang singkat, muncul hipotesis awal bahwa teknologi ini mampu menjaga keamanan struktur, memotong durasi, dan mereduksi biaya total proyek.

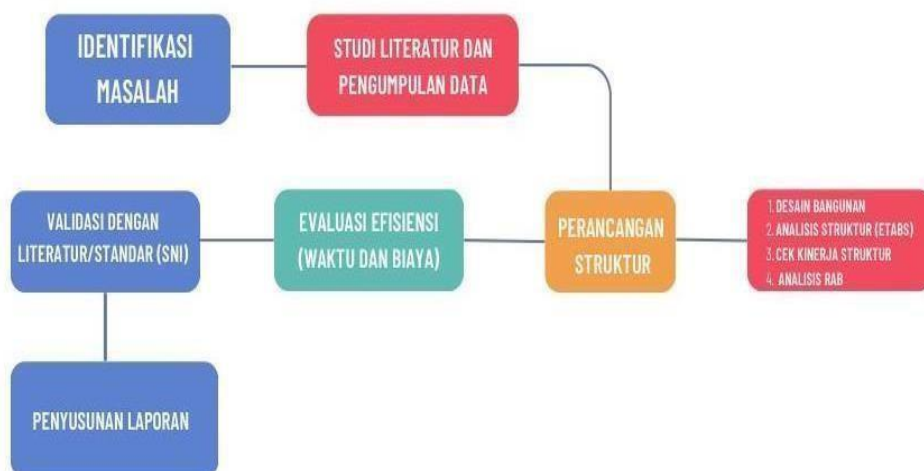
Originalitas penelitian ini dibangun dari kombinasi analisis rekayasa sipil yang diterapkan spesifik pada hotel 2 lantai dengan fungsi ganda sebagai objek struktur dan ruang simulasi pariwisata. Kolaborasi antardisiplin ini memberikan kontribusi nyata bagi ilmu vokasi, di mana rumpun Teknik Sipil menghadirkan inovasi metode konstruksi cepat, sedangkan rumpun Pariwisata memperoleh kepastian sarana praktik yang representatif. Melalui keterhubungan tersebut, analisis ini bertujuan untuk menguji keamanan struktur menggunakan ETABS, menghitung perbandingan durasi pelaksanaan, serta mengevaluasi efisiensi biaya penerapan teknologi beton pracetak sebagai model perencanaan sejenis.

2. METODE PENELITIAN

Pada awal penelitian ini, dilakukan studi literatur mengenai beton pracetak (*precast concrete*) dari jurnal terpercaya, dilanjutkan pengumpulan data sekunder berupa gambar desain hotel dan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP). Selanjutnya, perancangan dan pemodelan struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak *Extended Three-dimensional Analysis of Building Systems* (ETABS) untuk memvalidasi kekuatan struktur terhadap beban gempa sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726:2019, memastikan desain aman sebelum tahap berikutnya.

Setelah desain tervalidasi aman, dilakukan analisis Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan penjadwalan menggunakan Kurva S untuk menghitung perbandingan biaya serta durasi pelaksanaan antara sistem pracetak dan metode konvensional. Prosedur diakhiri dengan evaluasi efisiensi guna membuktikan keunggulan sistem pracetak dalam mempercepat waktu konstruksi dan mengoptimalkan anggaran. Gambar 1 di bawah ini merupakan diagram alir yang menunjukkan langkah-langkah metode penelitian.

DIAGRAM ALIR



Gambar 1. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1 Lokasi Bangunan

Gambar 2 menunjukkan denah lokasi bangunan *Education Hotel* yang direncanakan berada di dalam area kampus Politeknik Negeri Manado (POLIMDO). Pemilihan lokasi ini didasarkan pada pertimbangan teknis dan fungsional gedung yang difungsikan sebagai Hotel Tempat Praktik mahasiswa Jurusan Pariwisata sekaligus laboratorium hidup utama Jurusan Pariwisata. Selain itu, tingkat kepadatan area sekitar kampus menuntut minimalisasi polusi proyek, menjadikannya objek yang sangat representatif untuk penerapan teknologi beton pracetak sebagai metode konstruksi cepat (*fast-track*) yang efisien



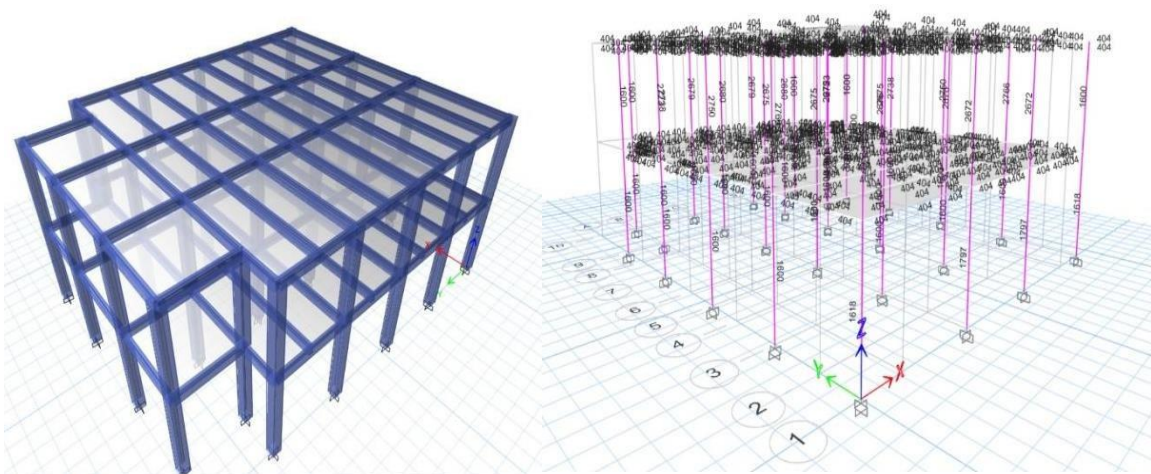
Gambar 2. Lokasi Bangunan

1.2 Data Perencanaan Desain Bangunan

- a) Fungsi Bangunan : Hotel Tempat praktik Pariwisata
- b) Luas Lahan : $\pm 634 \text{ m}^2$
- c) Luas Bangunan : 196 m^2
- d) Mutu Beton : 30 Mpa
- e) Mutu Beton Pelat *Half-Slab*: 25 Mpa
- f) Mutu Baja Tulangan Sirip : 420 Mpa
- g) Mutu Baja Tulangan Polos : 280 Mpa
- h) Jumlah Kolom :
 - Lt 1 40 x 40cm : 26 bh
 - Lt 2 30 x 30cm : 26 bh
- i) Jumlah Balok :
 - Lt 1 30 x 40cm : 32 bh
 - Lt 2 20 x 35cm : 32 bh
- j) Jumlah Lantai : 2 Lantai
- k) Tebal plat lantai : 0,12 m
- l) Tinggi Bangunan :
 - Lt 1 : 4m
 - Lt 2 : 4m
- m) Bentang Balok : 3m
- n) Dimensi Balok : 200 x 350 mm
- o) Dimensi Kolom : 400 x 400 mm

1.3 Analisa Struktur

Dalam perencanaan struktur bangunan ini, analisis struktur dilakukan dengan mempertimbangkan beban mati, beban hidup, beban tambahan (Super Dead Load/SIDL), yang mengacu pada standar SNI terbaru. Perencanaan pembebanan mengacu pada SNI 1727:2020 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain, SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, serta SNI 1726:2019 mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Analisis struktur dilakukan menggunakan software ETABS untuk mengetahui perilaku struktur bangunan terhadap kombinasi pembebanan yang bekerja. Pemodelan struktur meliputi elemen kolom, balok, dan pelat lantai pada bangunan hotel 2 lantai yang direncanakan menggunakan sistem beton bertulang dan beton precast. Struktur bangunan dirancang menggunakan mutu beton utama sebesar 30 MPa, mutu beton plat lantai (*half-slab*) sebesar 25 MPa dengan tebal plat lantai 0,12 m, serta didukung oleh mutu baja tulangan sirip sebesar 420 MPa dan tulangan polos 280 MPa. Komponen vertikal dan horizontal bangunan ini terdiri dari 26 buah kolom ukuran 40×40 cm (400×400 mm) pada lantai 1 dan 26 buah ukuran 30×30 cm pada lantai 2, serta 32 buah balok ukuran 30×40 cm pada lantai 1 dan 32 buah ukuran 20×35 cm (200×350 mm) pada lantai 2 dengan bentang balok sepanjang 3 m. Seluruh sistem struktural tersebut direncanakan untuk menopang bangunan 2 lantai dengan tinggi tiap lantai 4 m yang berfungsi sebagai Hotel Tempat Praktik Pariwisata, di mana bangunan ini memiliki luas 196 m^2 dan berdiri di atas lahan seluas $\pm 634 \text{ m}^2$.



Gambar 3. Perspektif dan hasil analisis menggunakan software ETABS

Dari hasil analisis menggunakan *software* ETABS, struktur bangunan dinyatakan mampu menahan beban yang bekerja serta memenuhi syarat kekuatan dan kestabilan struktur sesuai ketentuan perencanaan yang berlaku. Penggunaan sistem beton *precast* juga memberikan keuntungan dalam efisiensi waktu pelaksanaan, kualitas pekerjaan yang lebih terkontrol, serta kemudahan dalam proses pemasangan elemen struktur di lapangan.

1.4 Pemodelan Desain

Desain bangunan *Education Hotel* Jurusan Pariwisata ini dirancang dengan menitikberatkan pada konsep minimalis. Implementasi perencanaan ini berfokus pada efisiensi waktu konstruksi, simplisitas bentuk arsitektural, konfigurasi tata ruang yang ergonomis dan mudah dijangkau. Pendekatan ini diambil guna menunjang fungsi utama gedung sebagai sarana laboratorium teknis serta tempat pelatihan praktik bagi Jurusan Pariwisata. Berikut adalah Visualisasi hasil perancangan tata letak ruangan dan Perspektif 3D yang terdapat pada gambar 4.



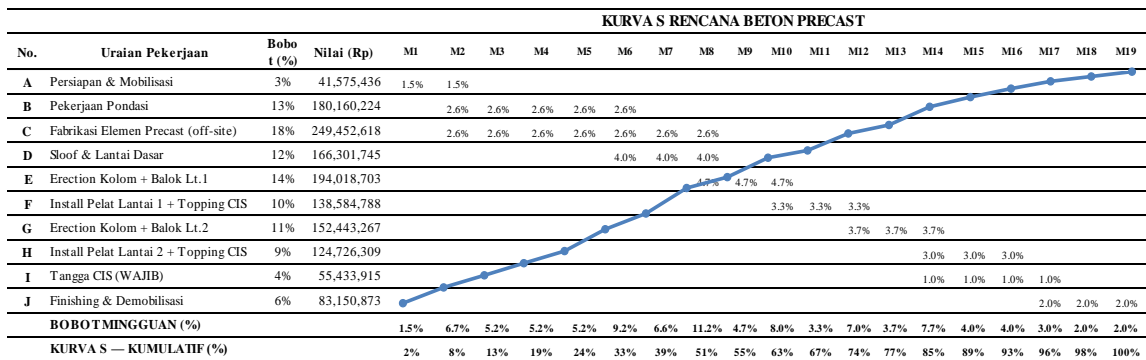
Gambar 4. Tata letak ruangan dan Perspektif 3D

1.5 Rencana Anggaran Biaya dan Durasi Pekerjaan

Kajian pelaksanaan pekerjaan ini didasari oleh penerapan konstruksi berbasis *precast* yang cepat, mudah, dan aman untuk mencegah isu K3 di lapangan serta meminimalisir risiko keterlambatan yang berdampak pada denda dan pembengkakan biaya, sehingga mutu seluruh lingkup pekerjaan dapat dikontrol secara maksimal. Proyek Pembangunan Hotel 2 Lantai *Education Hotel* di Kota Manado ini menggunakan metode *Fast-Track* dengan kombinasi komponen pracetak dan konvensional, di mana struktur dirancang secara rigid untuk memenuhi kualifikasi zona gempa tinggi wilayah Manado sesuai standar SNI 2847:2019, SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 8460:2017. Strategi *precast in site* dipilih sebagai metode konstruksi cepat (*rapid construction*) untuk memotong waktu kerja (*lead time*) fabrikasi dan perakitan di lapangan (Letra dkk., 2021). Seluruh estimasi harga satuan mengacu pada AHSP Kota Manado Terbaru Tahun 2026 berdasarkan Surat Edaran Dirjen Bina Konstruksi No. 47/SE/Dk/2026. Tabel Rekapitulasi Biaya RAB Precast di bawah merangkum alokasi biaya secara menyeluruh yang meliputi pekerjaan pondasi *bored pile* dan *pile cap*, pekerjaan *sloof*, komponen vertikal-horizontal berupa kolom *precast* (K1 dan K2), balok *precast* (induk B1, B2, dan anak B3), pelat lantai *half-slab*, hingga pekerjaan tangga *cast-in-situ*, serta ditunjang oleh biaya tambahan alat berat *erection, moulding*, transportasi elemen, dan rekayasa sambungan *joint precast* dengan akumulasi nilai *Grand Total* yang sudah termasuk pengenaan PPN 11% dan O&P 4%. Pekerjaan struktur ini dijadwalkan selesai dalam kurun waktu pelaksanaan yang dikendalikan ketat melalui manajemen jalur kritis untuk mencegah keterlambatan (Lumentut & Mandagi, 2024), sebagaimana dijabarkan secara detail pada Gambar Kurva S Rencana Beton Precast di bawah demi mengoptimalkan efisiensi biaya konstruksi (Letra, 2021). Berikut adalah Rencana Anggaran Biaya Beton Precetak yang terdapat pada tabel 1 dan Kurva S Rencana pada Gambar 5:

Tabel 1. Rencana Anggaran Biaya Komponen Beton Pracetak

REKAPITULASI BIAYA RAB PRECAST					
No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Biaya (Rp)	Bobot (%)
A. PEKERJAAN PONDASI					
A.1	Bored Pile Ø50 cm, fc'30 MPa, kedalaman 12 m (24 titik)	288.	551,071	158,708,448	12.54%
A.2	Pile Cap Beton Bertulang fc'30 MPa + angkur stud bolt	4.212	1,550,390	6,530,243	0.52%
SUBTOTAL A — PEKERJAAN PONDASI				165,238,691	13.05%
B. PEKERJAAN SLOOF (TIE BEAM)					
B.1	Sloof 250×400 mm, fc'25 MPa, BjTS-420, L=180 m (CIS)	18.	10,717,325	192,911,850	15.24%
SUBTOTAL B — PEKERJAAN SLOOF				192,911,850	15.24%
C. PEKERJAAN KOLOM PRECAST					
C.1	Kolom K1 Precast 400×400 mm, fc'30 MPa, BjTS-420, Lt.1 (26 bh)	16.64	3,829,221	63,718,237	5.03%
C.2	Kolom K2 Precast 300×300 mm, fc'30 MPa, BjTS-420, Lt.2 (26 bh)	9.36	3,522,884	32,974,194	2.60%
SUBTOTAL C — PEKERJAAN KOLOM PRECAST				96,692,432	7.64%
D. PEKERJAAN BALOK PRECAST					
D.1	Balok Induk B1 Precast 300×400 mm, fc'30 MPa, Lt.1 (32 bh)	11.52	3,491,910	40,226,803	3.18%
D.2	Balok Induk B2 Precast 200×350 mm, fc'30 MPa, Lt.2 (32 bh)	6.72	3,026,635	20,338,987	1.61%
D.3	Balok Anak B3 Precast 200×350 mm, fc'30 MPa, 40 bh×2 lt	16.8	2,820,273	47,380,586	3.74%
SUBTOTAL D — PEKERJAAN BALOK PRECAST				107,946,377	8.53%
E. PEKERJAAN PELAT LANTAI PRECAST					
E.1	Pelat Half-Slab Precast t=12 cm, fc'25 MPa, Wiremesh M8 + topping CIS	392.	310,740	121,810,080	9.62%
SUBTOTAL E — PEKERJAAN PELAT LANTAI PRECAST				121,810,080	9.62%
G. PEKERJAAN TANGGA (CAST-IN-SITU)					
G.1	Tangga Beton Bertulang CIS fc'25 MPa, 2 unit — bekisting+pembesian BjTS-420+pengecoran+curing	5.	8,750,000	43,750,000	3.46%
SUBTOTAL G — PEKERJAAN TANGGA CIS				43,750,000	3.46%
F. BIAYA TAMBAHAN PRECAST					
F.1	Sewa Tower Crane / Mobile Crane (14 minggu erection)	14.	25,200,000	352,800,000	27.87%
F.2	Mould / Bekisting Pabrik Precast (depresiasi per proyek)	1.	95,200,000	95,200,000	7.52%
F.3	Transportasi Elemen Precast dari Pabrik ke Lapangan	1.	39,200,000	39,200,000	3.10%
F.4	Jasa Engineer Spesialis Sambungan Joint Precast	1.	50,400,000	50,400,000	3.98%
SUBTOTAL F — BIAYA TAMBAHAN PRECAST				537,600,000	42.47%
JUMLAH TOTAL PEKERJAAN STRUKTUR				1,265,949,429	
PPN 11%				139,254,437	
OVERHEAD & PROFIT (O&P) 4%				50,637,977	
GRAND TOTAL (termasuk PPN + O&P)				1,455,841,843	



Gambar 5. Kurva S Rencana

3. 6 Perbandingan Biaya dan Waktu Penggunaan Beton Pracetak dan Beton Konvensional
 Perhitungan Perbandingan Biaya dan Waktu Metode Konvensional dengan Metode Precast adalah analisis estimasi anggaran serta durasi struktur pada proyek pembangunan *Education Hotel* di Kota Manado Tahun 2026. Analisis biaya bersinggungan erat dengan aspek penjadwalan, di mana alokasi investasi alat dan fabrikasi khusus pracetak terbukti memberikan dampak signifikan terhadap percepatan durasi pelaksanaan lapangan melalui sistem kerja paralel. Seluruh detail selisih harga, tingkat efisiensi elemen struktural, serta total akumulasi biaya dan waktu dari kedua metode dijabarkan pada Tabel 2. Perbandingan Biaya Antara Beton Pracetak dan Beton Konvensional dan Tabel 3. Perbandingan Waktu Antara Beton Pracetak dan Beton Konvensional.

Tabel 2. Perbandingan Biaya Antara Beton Pracetak dan Beton Konvensional

TABEL PERBANDINGAN BIAYA — METODE PRECAST dan KONVENSIONAL						
Education Hotel Kota Manado 2026						
No.	Uraian Pekerjaan	Biaya Konvensional (Rp)	Biaya Precast (Rp)	Selisih (Rp)	Selisih (%)	Metode Lebih Hemat
I	Pekerjaan Pondasi (Bored Pile + Pile Cap)	165,238,691	165,238,691	—	—	SAMA
II	Pekerjaan Sloof / Tie Beam	192,911,850	192,911,850	—	—	SAMA
III	Pekerjaan Kolom (K1 + K2)	185,033,574	96,692,432	-88,341,142	-47.74%	Precast
IV	Pekerjaan Balok (B1 + B2 + B3)	216,222,423	107,946,377	-108,276,046	-50.08%	Precast
V	Pekerjaan Pelat Lantai	185,985,968	121,810,080	-64,175,888	-34.51%	Precast
VI	Pekerjaan Tangga CIS (WAJIB)	43,750,000	43,750,000	0	0.00%	SAMA
VII	Biaya Tambahan Precast (Crane, Mould, Transport, Engineer)	—	537,600,000	537,600,000	—	Konvensional
TOTAL SEBELUM PPN & O&P		989,142,505	1,265,949,429	276,806,924	27.98%	Konvensional
PPN 11%		108,805,676	139,254,437	30,448,761	27.98%	Konvensional
OVERHEAD & PROFIT 4%		39,565,700	50,637,977	11,072,277	27.98%	Konvensional
GRAND TOTAL (termasuk PPN + O&P)		1,137,513,881	1,455,841,843	318,327,962	27.98%	Konvensional

Tabel 3. Perbandingan waktu Antara Beton Pracetak dan Beton Konvensional

C. PERBANDINGAN DURASI PELAKSANAAN				
No.	Tahapan Pekerjaan	Durasi Konvensional	Durasi Precast	Keterangan / Catatan
1	Persiapan & Mobilisasi	2 Minggu	2 Minggu	Persiapan lapangan, pengukuran, dan mobilisasi alat
2	Pekerjaan Pondasi	5 Minggu	5 Minggu	Pondasi bored pile identik di kedua metode
3	Fabrikasi Elemen Precast	—	7 Minggu (paralel)	Fabrikasi off-site bersamaan dengan pekerjaan pondasi — tidak menambah durasi total
4	Sloof & Lantai Dasar	3 Minggu	3 Minggu	Sloof CIS di kedua metode
5	Pekerjaan Kolom Lt.1	4 Minggu	3 Minggu	Precast: erection cepat; Konvensional: bekisting+cor+curing
6	Pekerjaan Balok + Pelat Lt.1	4 Minggu	6 Minggu (erection+topping)	Precast: erection balok 3 mgg + install pelat+topping 3 mgg; Konvensional: 4 mgg
7	Pekerjaan Kolom Lt.2	3 Minggu	3 Minggu	Waktu sejenis; precast lebih cepat per unit
8	Pekerjaan Balok + Pelat Lt.2	4 Minggu	6 Minggu	Sama pola dengan lantai 1
9	Tangga CIS (WAJIB)	4 Minggu	4 Minggu	Kedua metode wajib CIS untuk tangga
10	Finishing & Demobilisasi	4 Minggu	3 Minggu	Precast: less cleanup karena pabrikasi off-site
TOTAL DURASI PELAKS		25 MINGGU	19 MINGGU	Keunggulan precast: fabrikasi paralel off-site mempersingkat jalur kritis

Analisis perbandingan pada proyek pembangunan *Education Hotel* di Kota Manado Tahun 2026 menunjukkan bahwa metode *precast* unggul dari sisi durasi, dengan total pelaksanaan 19 minggu atau lebih cepat 6 minggu (efisiensi 24%) dibanding metode konvensional (25 minggu), berkat sistem fabrikasi paralel elemen struktural secara *off-site*. Dari sisi biaya, komponen pracetak berhasil menekan biaya material lapangan secara signifikan pada pekerjaan kolom sebesar Rp88.341.142 (47,74%), balok sebesar Rp108.276.046 (50,08%), dan pelat lantai sebesar Rp64.175.888 (34,51%), sementara pekerjaan pondasi, sloof, dan tangga bernilai sama karena tetap menggunakan sistem *cast-in-situ*. Namun, adanya biaya operasional tambahan sebesar Rp537.600.000 yang mencakup sewa *crane*, cetakan/*mould*, transportasi, dan tim *engineer* menyebabkan total biaya sebelum pajak meningkat dari Rp989.142.505 menjadi Rp1.265.949.429, sehingga biaya akhir metode *precast* setelah PPN 11% dan *Overhead & Profit* 4% menjadi 27,98% lebih mahal dibandingkan metode konvensional.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa penerapan teknologi beton pracetak (*precast concrete*) pada pembangunan *Education Hotel* 2 lantai di Politeknik Negeri Manado layak diterapkan dari aspek keamanan struktur maupun efisiensi waktu. Berdasarkan analisis ETABS, struktur dinyatakan aman terhadap beban gempa sesuai SNI 1726:2019, SNI 2847:2019, dan SNI 1727:2020, sehingga memenuhi persyaratan kekuatan dan kestabilan untuk wilayah rawan gempa seperti Kota Manado. Dari sisi waktu, metode pracetak mencapai efisiensi 24% dengan total pelaksanaan struktural 19 minggu, lebih cepat 6 minggu dibanding metode konvensional, berkat sistem fabrikasi paralel *off-site* yang sekaligus meminimalkan gangguan terhadap aktivitas kampus. Namun dari sisi biaya, meskipun terjadi penghematan material pada pekerjaan kolom (47,74%), balok (50,08%), dan pelat lantai (34,51%), adanya biaya operasional tambahan sebesar Rp537.600.000 untuk sewa *crane*, cetakan, transportasi, dan tim *engineer* menyebabkan total biaya akhir metode pracetak tetap 27,98% lebih mahal setelah PPN dan O&P. Dengan demikian, beton pracetak direkomendasikan untuk proyek yang mengutamakan kecepatan dan keselamatan kerja di lingkungan aktif, dengan catatan perlunya alokasi anggaran lebih besar sejak tahap perencanaan. Penelitian selanjutnya disarankan mengkaji *carbon footprint*, penerapan *full precast* termasuk elemen pondasi dan tangga, serta variasi jumlah lantai yang lebih tinggi guna

mengeksplorasi potensi efisiensi ekonomis yang lebih signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hermanto, M. J. W., Lendongan, N., Tolip, R., Irawan, J. C., Rumbayan, R., & Mantiri, H. G. (2025). Penerapan Beton Precast pada Pembangunan Laboratorium Terpadu Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado. *Prosiding Seminar Nasional Produk Terapan Unggulan Vokasi*, Manado, 26 Juni 2025.
- [2] Landeng, K. D., Mewo, J. M., Exan, G. C., Paramata, G., Rumbayan, R., & Peginusa, S. (2023). Implementasi Beton Precast pada Desain Bangunan Hotel sebagai Laboratorium Housekeeping Politeknik Negeri Manado. *Prosiding Seminar Nasional Produk Terapan Unggulan Vokasi POLIMDO*, Manado, 14 Desember 2023.
- [3] Bukarakombang, J. D. E. J., Rumbayan, R., Mantiri, H. G., & Nicolaas, S. (2025). Analisis Kekuatan Struktur Beton Pracetak pada Tribun Utama Stadion Fagogoru. *Prosiding Seminar Nasional POLIMDO*, Manado, 26 Juni 2025.
- [4] Ikhsan, M. N., Purnamasari, E., Rahayu, P. I., Rozaq, F. N. H., & Valentino, Y. (2026). Perencanaan Struktur Gedung Hotel 20 Lantai Menggunakan Aplikasi Etabs Dengan Analisis Pushover. *Jurnal Serambi Engineering*, Issue:2, Vol. 11, pp. 3–7.
- [5] Al Kautsar, R., Saputro, I., & Samaila, M. (2024). Analisis Perbandingan Perhitungan Struktur Beton pada Bangunan Gedung Aston Sorong City Hotel berdasarkan Standar SNI dengan Eurocode. *Jurnal Karkasa*, Issue:2, Vol. 10, pp. 16–28.
- [6] Kaligis, E. I., Ngangi, M. C., Talengera, Y. J., & Rumbayan, R. (2024). Efisiensi konstruksi beton precast terhadap beton konvensional pada pembangunan Sekretariat HIMAJU Teknik Sipil Polimdo. *Prosiding Seminar Nasional Produk Terapan Unggulan Vokasi (PTUV)*, Politeknik Negeri Manado. Manado, 8 Juli 2024
- [7] Andriawan, A., and Tan, W., (2021), Analisis Perbandingan Beton Pracetak Prategang dengan Beton Konvensional Ditinjau dari Aspek Biaya dan Waktu (Studi Kasus: Rumah Tinggal 2 Lantai Perumahan Permata River View), *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, Issue:1, Vol. 4, pp.190-200.
- [8] Rumbayan, R., and Tenda, J. E., (2019), *Struktur Beton Gedung Lanjutan*, Polimdo Press, Manado.
- [9] Punuindoong, J., Makapedua, P., Wenur, T., Ruata, S., & Rumbayan, R. (2022). Perbandingan biaya dan waktu konstruksi bangunan coffee shop dengan beton precast dan beton cast in situ. *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, Issue:2, Vol. 4, pp. 80–91.
- [10] Handoyo, H., Kurniawan, M. O., & Nugraha, P. (2020). Survey perkembangan penggunaan beton precast di Surabaya dan sekitarnya. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, Issue:2, Vol. 9, pp. 113–120.
- [11] Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (SNI 2847:2019). Jakarta.
- [12] Badan Standardisasi Nasional. (2019). Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung (SNI 1726:2019). Jakarta.

- [13] Risdiyanti, A., & Siswoyo. (2018). Analisa Perbandingan Biaya dan Waktu antara Metode Konvensional dan Pracetak (Studi Kasus: Underpass Bundaran Satelit Mayjend Sungkono Surabaya). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, Issue:2, Vol. 6, pp. 69–78.
- [14] Putra, A., dkk. (2022). Analisa Perbandingan Waktu dan Biaya pada Konstruksi Full Precast dan Konstruksi Konvensional (Studi Kasus: Rumah Tinggal Dua Lantai Jakarta Timur). *Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE)*, Issue:1, Vol. 4, pp. 51–64.
- [15] Astaferro, A. D., Hermawati, P., & Parthama, K. A., (2023), *Efektivitas Waktu dan Biaya Penggunaan Beton Precast terhadap Beton Konvensional pada Proyek Pembangunan Gedung Dekanat FISIP Universitas Udayana*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Program Studi D-III Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Bali.
- [16] Ramadani, S., Hadi, W., & Lenggogeni. (2026). Analisis Strategi Percepatan Proyek Konstruksi melalui Implementasi Beton Pracetak: Evaluasi Waktu, Biaya, dan Kualitas. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, Issue:1, Vol. 10, pp. 2795–2800.

* **