



Design dan Perhitungan Struktur Gedung Olahraga Badminton di Kampus Politeknik Negeri Manado Menggunakan Beton *Precast*

Agung Pratama¹, Nadila Larasati², Rilya Rumbayan³

Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri
Manado, Kota Manado^{1,2,3}

E-mail: Agungpratama@gmail.com

Abstrak

Perkembangan kampus Politeknik Negeri Manado yang pesat menuntut adanya peningkatan fasilitas yang nyaman bagi mahasiswa dalam berolahraga. Meningkatnya minat mahasiswa dan masyarakat kampus terhadap olahraga badminton, memperlihatkan kebutuhan akan fasilitas yang memadai. Desain dan Perhitungan struktur gedung olahraga badminton menggunakan beton precast di area kampus dapat memberikan keuntungan dalam hal keamanan, efisiensi konstruksi, kualitas, fleksibilitas desain, dan perawatan yang mudah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang struktur Gedung Olahraga BADMINTON di kampus tersebut dengan konsep modern dan ramah lingkungan menggunakan beton precast. Metode penelitian ini menggunakan laboratorium komputer. Dimana untuk mendesain dan membuat gambar kerja menggunakan software Sकेtup, Etabs dan Autocad. Setelah itu menghitung biaya dan waktu yang dibutuhkan dalam pembangunan Gedung Olahraga BADMINTON. Melalui penelitian ini telah dihasilkan desain Gedung badminton dengan luasan 480m² yang menggunakan metode precast yang meliputi denah, tampak depan, tampak samping, potongan, dan desain 3D. Perkiraan anggaran biaya pembangunan Gedung badminton tersebut yang dihasilkan yaitu Rp 367.852,236.85.

Kata kunci — Gedung olahraga, Badminton, Beton precast

1. PENDAHULUAN

Perkembangan kampus Politeknik Negeri Manado yang pesat menuntut adanya peningkatan fasilitas yang nyaman bagi mahasiswa dalam berolahraga Gedung olahraga badminton merupakan sarana yang penting untuk mendukung kegiatan olahraga di kampus. Dengan adanya gedung olahraga yang memadai, mahasiswa dan masyarakat kampus dapat berpartisipasi dalam kegiatan olahraga badminton secara aktif. Selain itu, gedung olahraga juga dapat digunakan untuk mengadakan turnamen dan kegiatan olahraga lainnya. Perkembangan teknologi bangunan saat ini semakin pesat, dengan adanya hal ini arsitek dituntut untuk lebih kreatif dalam memilih dan memilah bahan material bangunan bekas untuk digunakan kembali (Septianto, Dwi, Rahman, & Susetyo, 2015). Pemilihan suatu metode sangat penting dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi karena metode pelaksanaan yang tepat dapat memberikan hasil yang maksimal terutama jika ditinjau dari segi biaya maupun waktu (Najoan dkk., 2016)

Precast adalah suatu konstruksi bangunan yang komponen bangunannya dipabrikasi/dicetak terlebih dahulu baik di lokasi proyek (on site fabrication) maupun diluar lokasi proyek (off site fabrication), kemudian komponen-komponen yang telah dicetak disusun (installation) menjadi satu rangkaian atau juga dapat dirangkai sebelum di susun (pre-assembly)

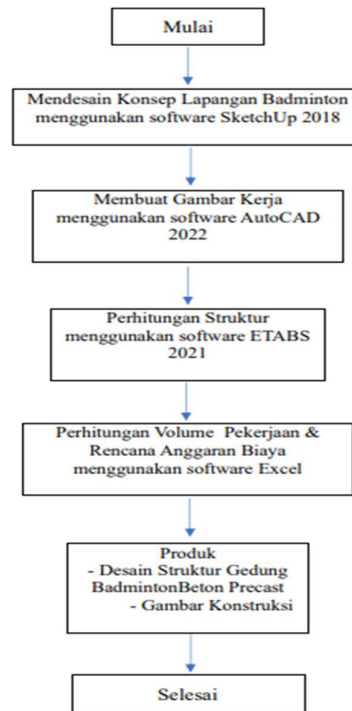
(Admilhusia, 2020). Pembangunan sarana dan prasarana umum diantaranya pembuatan design lapangan Badminton di Kampus Politeknik Negeri Manado merupakan salah satu alternatif yang cukup baik untuk mengembangkan minat bakat dalam olahraga Badminton. Keberhasilan pembuatan design lapangan tersebut akan ditentukan oleh berbagai hal, diantaranya keterpaduan program pembangunan, dukungan dari pihak kampus serta peranan mahasiswa dalam mensukseskan pendesainan tersebut. Keberadaan sarana olahraga yang sangat memerlukan pembenahan infrastruktur lapangan. Penggunaan beton precast dalam pembangunan gedung olahraga memiliki beberapa manfaat. Beton precast merupakan beton yang diproduksi di pabrik dan kemudian dipasang di lokasi konstruksi. Kecepatan Konstruksi Penggunaan beton precast dapat mempercepat proses konstruksi karena komponen beton sudah diproduksi sebelumnya dan hanya perlu dipasang di lokasi. Hal ini menunjukkan bahwa kesadaran akan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi adalah upaya untuk memahami kondisi zaman (Fitriani & Aziz, 2019) Kualitas yang Terjamin Beton precast diproduksi di pabrik dengan pengawasan yang ketat, sehingga kualitasnya lebih terjamin dibandingkan dengan beton yang dicor di lokasi konstruksi. Efisiensi Biaya Penggunaan beton precast dapat mengurangi biaya konstruksi karena proses produksi yang efisien dan penggunaan bahan yang lebih sedikit. Salah satu teknologi yang berkembang adalah beton precast yang memiliki keunggulan di aspek biaya dan waktu pelaksanaan (Punuindoong, Makapedua, Wenur, Ruata, & Rumbayan, 2022). Keunggulan dari penggunaan metode beton pracetak dibandingkan dengan metoda beton bertulang konvensional adalah waktu pengerjaan yang lebih cepat, mudah dalam pelaksanaan dan ekonomi dalam pemakaian bahan dan tenaga kerja (Yudi, 2018). Dalam konstruksi dikenal ada dua metode pekerjaan beton yang dipakai yaitu metode konvensional dan metode pracetak (precast) (Abdurrahim, 2018). Keberlanjutan Beton precast dapat didaur ulang dan digunakan kembali, sehingga lebih ramah lingkungan. Dari pada itu tim kami memilih untuk Mengembangkan fasilitas olahraga yang ada di kampus Politeknik Negeri Manado dengan mendesain lapangan Badminton dengan konsep, modern dan menggunakan beton precast. Agar mahasiswa dapat mengembangkan bakat di bidang olahraga Badminton. Saat ini, komponen struktur pracetak merupakan salah satu alternatif teknologi konstruksi dengan terobosan mendukung efisiensi waktu pelaksanaan pekerjaan komponen struktur beton bertulang, efisiensi energi, dan mendukung konstruksi hijau (Nurmaidah & Christiani, 2018).

Dalam mendesain lapangan Badminton di polimdo yang akan direncanakan menggunakan bahan utama yaitu beton precast atau bisa saja disebut dengan beton pracetak. Dalam pemasangan beton pracetak dapat dilakukan oleh bantuan ekskavator dan juga oleh tenaga manusia jika beton pracetak yang digunakan berukuran relatif kecil (Suryadi dkk., 2021) dan dimana beton pracetak ini memiliki keunggulan dan kekurangan. Beton precast ini sendiri efisien terhadap waktu dan biaya saat pembangunan yang di laksanakan, dan pada proses pengerjaannya beton precast ini hanya menghasilkan limbah konstruksi. Beton pracetak merupakan salah satu hasil produksi beton dengan tujuan dapat mempersingkat waktu pekerjaan di lapangan, lebih praktis, mutu tetap terjaga, dan fleksibel sesuai kebutuhan pelanggan proyek (Handayani & Fahmi, 2020). Dimana beton precast ini dapat berkembang di masa waktu mendatang karna pengerjaannya yang sangat menghemat waktu.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan laboratorium komputer. Diawali dengan mendesain konsep Lapangan Badminton dan membuat rencana struktur dengan komponen Beton pracetak

menggunakan software Sketchup versi 2018. Untuk membuat gambar kerja menggunakan software Autocad versi 2022. Untuk perhitungan struktur menggunakan software Etabs versi 2021. Gambar kerja ini adalah acuan dalam perhitungan volume pekerjaan sehingga didapat biaya yang dibutuhkan. Setelah mendesain dan membuat gambar kerja dilanjutkan dengan menghitung volume pekerjaan dan Rencana Anggaran Biaya. Selanjutnya membuat jadwal pekerjaan atau kurva S untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam pembangunan ini. Untuk perhitungan baik biaya maupun waktu yang dibutuhkan menggunakan software microsoft excel. Selanjutnya hasil yang didapat pada penelitian ini berupa Produk desain struktur gedung olahraga badminton yang mencakup kolom, balok yang dibuat menggunakan beton Precast dan elemen-elemen struktur lainnya dan Gambar konstruksi yang menampilkan layout dan konfigurasi struktur gedung olahraga badminton.



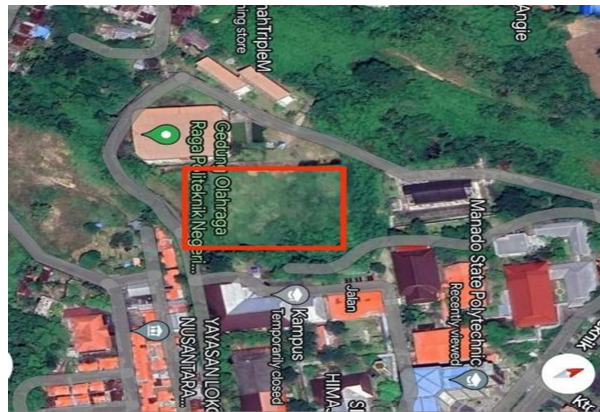
Gambar 1. Bagan alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari desain lapangan badminton yang menggunakan beton precast, yang meliputi detail dari komponen pracetak yaitu kolom dan balok, analisa struktur, perhitungan anggaran biaya pembangunan (RAB) untuk struktur pracetak, serta estimasi perhitungan waktu pengerjaan untuk komponen pracetak. Berikut adalah hasil dari penelitian yang telah dilakukan.

3.1 Lokasi

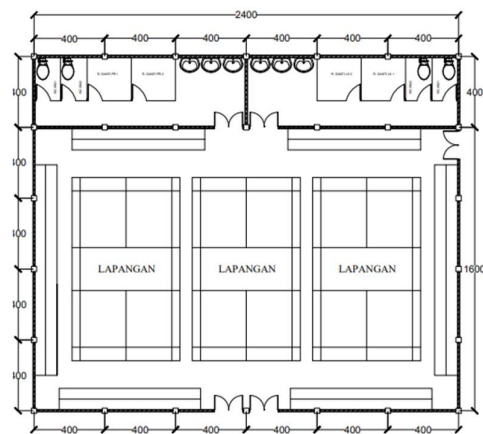
Lokasi pembangunan Gedung olahraga badminton berada pada area GOR Politeknik Negeri Manado tepatnya pada lapangan sepak bola didepan gedung Asrama Putra Mahasiswa Polimdo seperti Gambar 2.



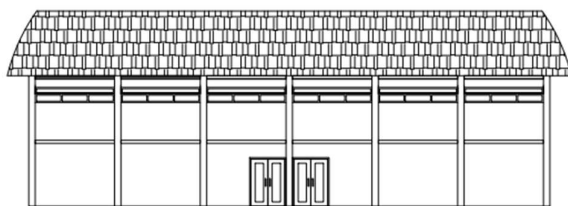
Gambar 2. Lokasi Perencanaan untuk pembangunan Gedung olahraga badminton POLIMDO

3.2 Gambar Kerja

Hasil desain bangunan gedung olahraga badminton terdiri dari, denah (Gambar 3), tampak (Gambar 4), denah kolom balok (Gambar 5) dan perspektif 3D (Gambar 6). Dan desain ini menggunakan bantuan dari aplikasi perangkat lunak yaitu *AutoCad*, *SketchUp*.

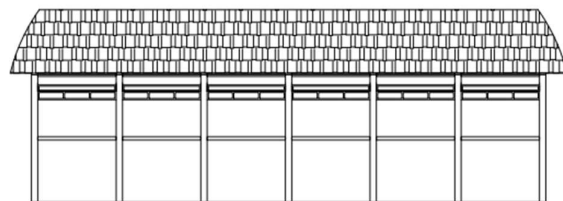


Gambar 2. Denah Gedung badminton



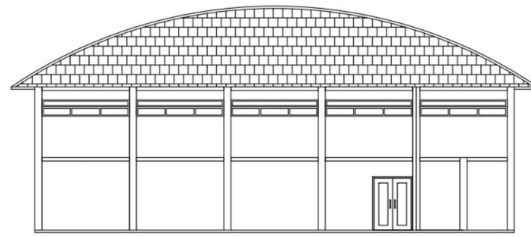
⊕ TAMPAK DEPAN

a



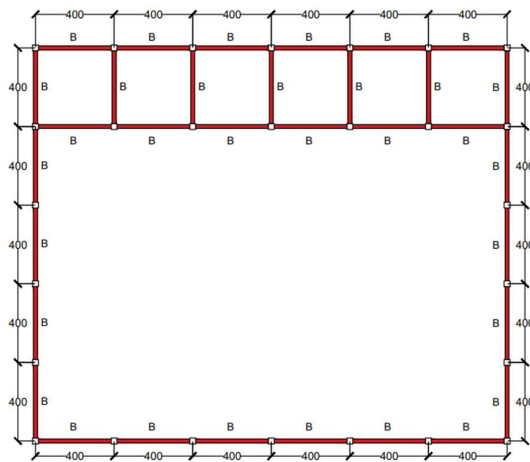
⊕ TAMPAK BELAKANG

b

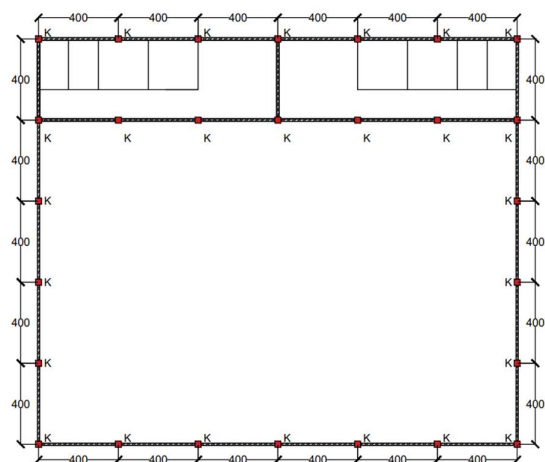


⊕ TAMPAK SAMPING KANAN

Gambar 3. Tampak depan (a), belakang (b), samping (c)

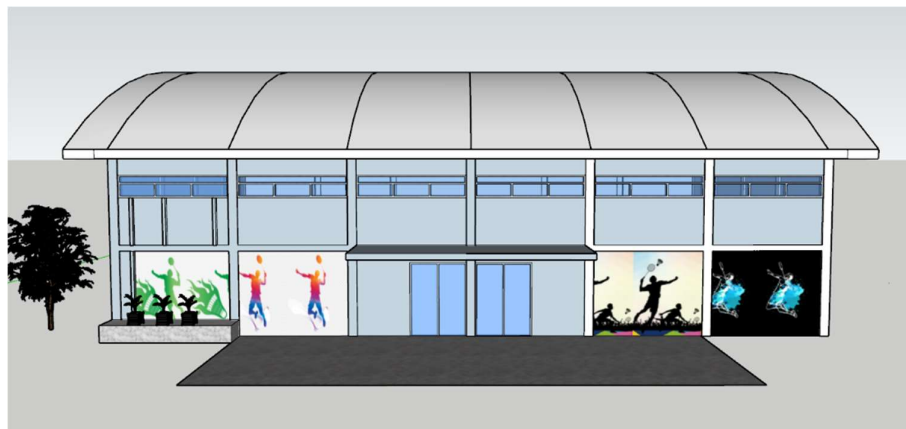


⊕ DENAH BALOK



⊕ DENAH KOLOM

Gambar 5. Denah balok dan kolom



Gambar 6. Perspektif 3D

3.3 Fasilitas yang ada pada Gedung Olahraga badminton

Untuk desain gedung olahraga badminton yang luas bangunannya 480 m^2 , direncanakan memiliki fasilitas untuk para pemain seperti 2 ruang ganti untuk putra dan 2 ruang ganti untuk putri, di dalam ruang ganti tersebut terdapat masing-masing 2 kamar mandi. Selain itu juga terdapat 3 buah lapangan, dan tribun yang dapat menampung sekitar 150 orang yang berada didalam gedung tersebut.

3.4 Preliminary Design

Berikut merupakan desain perencanaan awal untuk pembangunan gedung olahraga badminton:

- | | |
|-----------------------|-------------------------------|
| a. Fungsi Bangunan | : Gedung Olahraga |
| b. Luas Lahan | : $\pm 4.665,61 \text{ m}^2$ |
| c. Luas Bangunan | : $\pm 480 \text{ m}^2$ |
| d. Jumlah Lantai | : 1 Lantai |
| e. Sistem Pondasi | : Menerus |
| f. Dimensi Balok | : $200 \times 250 \text{ mm}$ |
| g. Dimensi Kolom | : $300 \times 300 \text{ mm}$ |
| h. Mutu Beton | : 25 MPa |
| i. Mutu Baja | : 410 MPa |
| j. Tinggi Kolom 30x30 | : 300cm |
| k. Ukuran balok | : 20x25 |
| l. Bentang kolom | : 400cm |
| m. Bentang Balok | : 400cm |
| n. Jumlah kolom 30x30 | : 56bh |
| o. Jumlah balok 20x25 | : 66bh |

3.5 Pembebanan

Menurut SNI 1727-2013, Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layanan terpasang lain termasuk beban keran.

Mengacu pada Buku Teknik Sipil (Ir. Sunggono, 1984) didapatkan beban mati untuk bahan bangunan adalah :

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| a. Beton bertulang | : 2400 kg/m^3 |
|--------------------|-------------------------|

Beban mati konstruksi adalah :

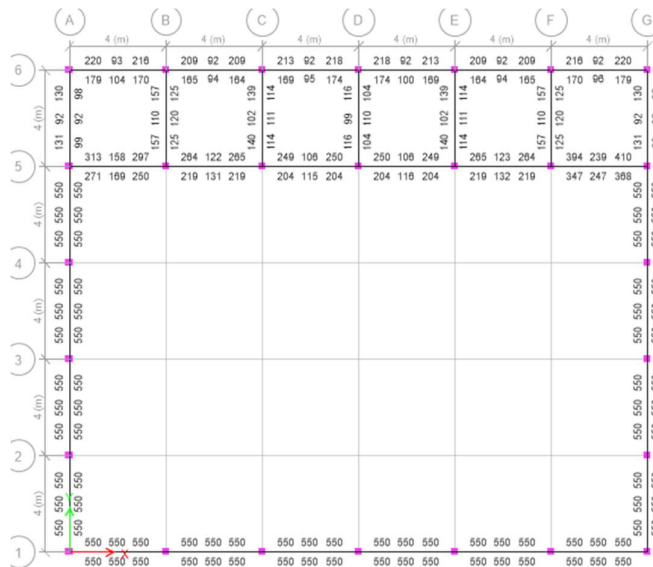
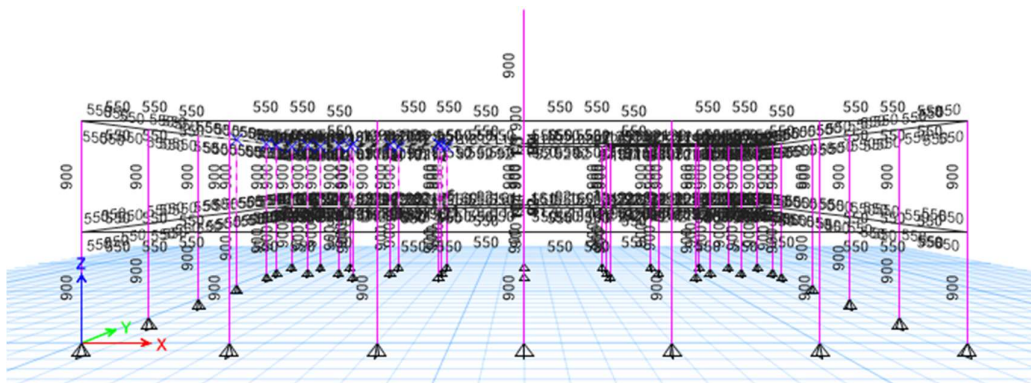
- | | |
|--------------------------|------------------------|
| b. Dinding setengah bata | : 250 kg/m^2 |
|--------------------------|------------------------|

Menurut SNI 1727-2013, Beban hidup merupakan beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati.

Dengan fungsi bangunan sebagai gedung parkir maka, beban hidup yang digunakan sebesar 800 Kg/m^2 .

3.6 Analisa Struktur

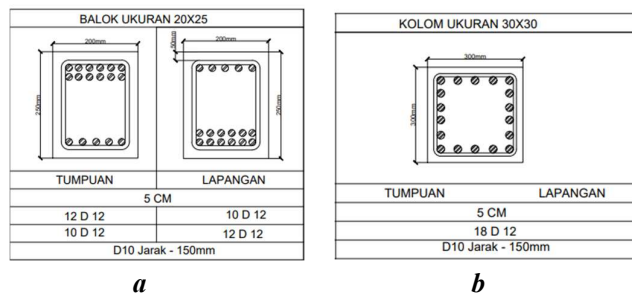
Pada perencanaan awal terdapat beberapa struktur yang tidak memenuhi untuk beban yang digunakan, sehingga terjadi perubahan dimensi pada struktur kolom dan balok yang memenuhi dalam menopang beban yang digunakan. Gambar 8 merupakan hasil analisa struktur pada struktur kolom dan balok yang sudah terjadi perubahan dimensi.



Gambar 7. Hasil analisa struktur dengan menggunakan software E-TABS

Dari desain perencanaan awal yang digunakan dalam analisa struktur dengan software ETABS 21, terdapat perubahan dimensi pada kolom dan balok yaitu seperti pada gambar 7.

- a. Dimensi Kolom : 30 x 30 cm
- b. Dimensi Balok : 20 x 25 cm



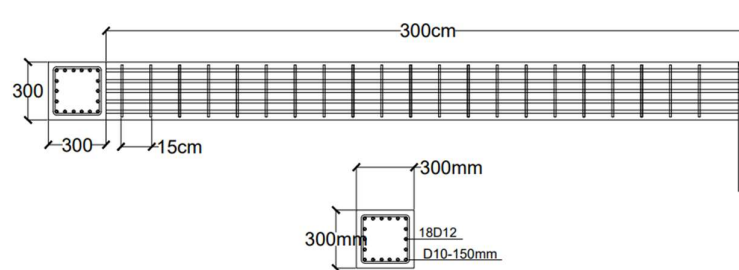
Gambar 8. Detail Penulangan Balok (a) dan Kolom (b) Precast

3.7 Struktur Beton Pracetak

Pada perencanaan yang menggunakan beton pracetak adalah elemen kolom dan balok. Berikut adalah detail dan desain komponen struktur pracetak yang digunakan untuk perencanaan. Pada struktur kali desain bangunan gedung olahraga menggunakan 1 ukuran saja balok dan kolom dan pada bentang juga yang sama

a. Kolom

Kolom yang digunakan adalah kolom pracetak dimana keseluruhan kolom di cetak terlebih dahulu. Setiap komponen kolom memiliki ukuran 300 x 300 x 2500 mm. Penggunaan kolom pracetak dapat mempercepat pengerjaan struktur utama. Detail penulangan dan ukuran dapat dilihat pada gambar 9.

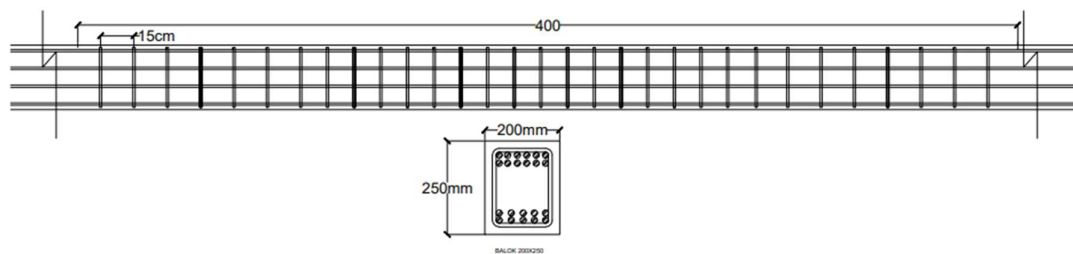


Gambar 9. Detail Penulangan dan Ukuran Struktur Kolom

Kolom di atas pada gambar 9 menunjukkan bahwa kolom dengan ukuran 300mmx300mm dengan tinggi 3m menggunakan besi D12 dan sengkang D10 dengan jarak begel 150mm dilengkapi dengan selimut beton ukuran 50mm.

b. Balok

Balok menggunakan beton half pracetak yaitu dimana balok dicetak hanya sebagian dari tinggi balok, Untuk detail penulangan dan ukuran dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Detail Penulangan dan Ukuran Struktur Balok

Balok ukuran 200mm x 250mm dengan bentang 400cm menggunakan besi D12 jarak begel 150mm. Pada tulangan tumpuan kiri kanan dengan jarak 1m terdapat 7 buah begel untuk tulangan lapangan dengan jarak 2m terdapat 12 buah begel selimut beton 50mm yang terdapat pada gambar 10.

3.8 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perhitungan biaya pekerjaan pada bangunan gedung olahraga badminton Politeknik Negeri Manado untuk struktur pracetaknya didapat untuk total biaya pekerjaannya sebesar Rp259.573.252,50 (Tabel 1), Rekapitulasi perkiraan anggaran biaya pada pembangunan Gedung olahraga badminton yang menggunakan metode precast dapat dilihat pada (tabel 2) di atas. Dari rekap anggaran biaya didapatkan perkiraan biaya adalah Rp. 367.852,236.85 Biaya tersebut tidak termasuk biaya finishing.

Tabel 1. Rencana Anggaran Biaya (RAB) Gedung olahraga badminton untuk struktur pracetak

No	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
III PEKERJAAN STRUKTUR					
	Sloff Beton 1 m3 20x25 F'c 25				
1	Mpa	3,7	m3	2.126.905,00	7.869.548,50
2	Kolom beton pracetak 30 x 30 cm F'C 25 Mpa	56	bh	692.109,00	38.758.104,00
3	Balok beton pracetak 20 x 25 cm F'C 25 Mpa	66	bh	1.268.943,00	83.750.238,00
Sub Jumlah					130.377.890,50
IV PEKERJAAN PEMASANGAN BETON PRACETAK					
	Pemasangan Kolom Beton				
1	Pracetak 30 x 30 cm	56	bh	179.765,00	10.066.840,00
	Pemasangan Balok Beton				
2	Pracetak 25 x 25 cm	66	bh	142.837,00	9.427.242,00
3	Joint Kolom	56	ttk	86.452,00	4.841.312,00
4	Joint Balok	56	ttk	265.562,00	14.871.472,00
Sub Jumlah					39.206.866,00
SUB JUMLAH					169.584.756,50

Tabel 2. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	PENGUKURAN LAHAN	1,00	Ls	56.168,00	56.168,00
2	PEMBERSIHAN LAHAN	39,00	m2	10.218,00	398.502,00
3	PEMASANGAN BOWPLANK	36,00	m	56.168,00	2.022.048,00
4	PEMBUATAN DIREKSIKEET	1,00	Unit	1.500.000,00	1.500.000,00
Sub Jumlah					3.976.718,00

B PEKERJAAN TANAH & PONDASI					
a Pondasi Telapak					
1	Galian Tanah Pondasi	39,60	m3	155.209,00	6.146.276,40
2	Urugan Pasir	2,20	m3	346.988,00	763.373,60
3	Pasangan Batu Kosong	6,60	m3	603.207,00	3.981.166,20
4	Pasangan Batu Kali	16,94	m3	1.788.022,00	30.289.092,68
6	Urugan Tanah Kembali	13,86	m3	211.042,00	2.925.042,12
				Sub Jumlah	44.104.951,00
C PEKERJAAN STRUKTUR					
1	Sloff 30 x 30 cm	5,55	m3	2.320.467,00	12.878.591,85
2	Kolom beton pracetak 30 x 30 cm F'C 25 Mpa	56	bh	692.109,00	38.758.104,00
3	Balok beton pracetak 20 x 25 cm F'C 25 Mpa	66	bh	1.268.943,00	83.750.238,00
				Sub Jumlah	135.386.933,85
E PEKERJAAN TANAH DAN LANTAI					
1	Timbunan Tanah Di Bawah Lantai	72	m3	211.042,00	15.195.024,00
2	Beton Cor Lantai 10 cm	48	m3	2.113.123,00	101.429.904,00
4	Acian Untuk Lantai	480,00	m2	59.483,00	28.551.840,00
				Sub Jumlah	145.176.768,00
F PEKERJAAN PEMASANGAN BETON PRACETAK					
1	Pemasangan Kolom Beton Pracetak 30 x 30 cm	56	bh	179.765,00	10.066.840,00
2	Pemasangan Balok Beton Pracetak 25 x 25 cm	66	bh	142.837,00	9.427.242,00
3	Joint Kolom	56	ttk	86.452,00	4.841.312,00
4	Joint Balok	56	ttk	265.562,00	14.871.472,00
				Sub Jumlah	39.206.866,00
				SUB TOTAL	367.852.236,85

Sumber : * AHSP Kota Manado 2022
** SNI 7832:2017 Analisis harga satuan pekerjaan beton pracetak untuk Konstruksi Bangunan Gedung

3.9 Estimasi Waktu Pekerjaan

Estimasi waktu pekerjaan ini, hanya untuk pemasangan beton pracetak yaitu kolom dan balok. Diperkirakan dalam 1 hari memiliki 8 jam pekerjaan. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa waktu pekerjaan struktur beton pracetak selama 29.71 hari atau 30 hari kerja. Dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Estimasi Waktu Pekerjaan Beton Pracetak Gedung lapangan badminton

No	Pekerjaan	Waktu (jam)	Volume (bh)	Total Waktu (jam)	Jumlah Hari
I KOLOM					
1	Pekerjaan Langsir	0.66*	56	36.96	4.62
2	Pekerjaan Ereksi	0.83*	56	46.48	5.81
3	Pekerjaan Joint Grouting	0.5*	56	28	3.5
II BALOK					
4	Pekerjaan Langsir	0.66*	66	43.56	5.44
5	Pekerjaan Ereksi	0.83*	66	54.78	6.84
6	Pekerjaan Joint Grouting	0.5*	56	28	3.5
TOTAL					29.71

Sumber : * ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PEKERJAAN KOLOM ANTARA METODE BETON KONVENSIONAL DENGAN PRACETAK (Baroq, M. 2019)

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa desain Gedung lapangan badminton dengan menggunakan beton precast memiliki keuntungan seperti efisiensi waktu, kualitas yang lebih terjamin, dan memiliki potensi untuk memberikan dampak positif. Gedung badminton ini memiliki luas lahan $\pm 4.665,61\text{m}^2$ diukur dengan Google Earth dan luas bangunan 480m^2 . Desain gedung lapangan badminton telah tergambar yang meliputi denah, tampak depan, tampak samping, tampak belakang, dan gambar 3D, Menunjukkan Gedung badminton terlihat menarik dan cocok untuk kampus politeknik negeri manado yang memiliki mahasiswa/i yang gemar dalam berolahraga khususnya olahraga badminton. Rancangan anggaran biaya Pembangunan gedung lapangan badminton yang dihasilkan yaitu Rp 367.852.236,85. Pada pembangunan gedung lapangan badminton didapatkan waktu pekerjaan untuk beton pracetak pada balok dan kolom pada lapangan badminton Politeknik Negeri Manado selama 30 hari atau 1 bulan.

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. Juga semua yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. SNI 7833-2012. Tata Cara Perancangan Beton Pracetak dan Beton Prategang untuk Bangunan Gedung.
- Standar Nasional Indonesia SNI 7832:2017 Analisis harga satuan pekerjaan beton pracetak untuk Konstruksi Bangunan Gedung.
- Standar Nasional Indonesia SNI 1727:2013 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- (Riandy Sahoo, Marceline Corneles, dll 2023).
- Fitriani, Y., & Aziz, I. A. (2019). Literasi era revolusi industri 4.0. Prosiding Seminar Nasional Bahasa dan Sastra Indonesia (SENASBASA), 3(1).
- Baroq, M. .(2019). Analisa Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Kolom Antara Metode Beton konvensional dengan Pracetak.
- Nurmaidah, & Christiani, R. (2018). Analisis Pekerjaan Dinding Beton Pracetak pada Proyek Podomoro City Deli Medan. PORTAL Jurnal Teknik Sipil, X, 6-12
- Punuindoong, J., Makapedua, P., Wenur, T., Ruata, S., & Rumbayan, R. (2022). Perbandingan Biaya dan Waktu Konstruksi Bangunan Coffee Shop Beton Precast dan Beton Cast In Situ. Jurnal Teknik Sipil Terapan, 80-90
- Abdurrahim A. H. (2018). Analisis Biaya Pelaksanaan Beton Pracetak pada Pekerjaan Kolom dan Balok. Teknik Sipil UII.
- Admilhusia, D. (2020). Efisiensi Biaya Dan Waktu Penggunaan Beton Pracetak Di Proyek Pembangunan Living Plaza–Bekasi. Jurnal Kalibrasi-Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri, 3(2), 88–109
- Najoan, C. H., Tjakra, J., & Pratasis, P. A. K. (2016). Analisis metode pelaksanaan plat precast dengan plat konvensional ditinjau dari waktu dan biaya (studi kasus: markas komando daerah militer Manado). Jurnal Sipil Statik, 4(5).
- Yudi, A. (2018). Perencanaan Sistem Struktur Balok Beton Pracetak Hibrida. Jurnal Rekayasa Sipil, 14(1), 35–48.
- Suryadi, A., Murdapa, F., & Purba, A. (2021). Studi Penggunaan Beton Pracetak untuk Pembangunan Saluran Irigasi pada Musim Hujan. Dalam Jurnal Profesi Insinyur-JPI (Vol. 2, Nomor 1).
- Septianto, E., Dwi, H. P., Rahman, A .H., & Susetyo, D. (2015). Aplikasi Modul Kontainer Terhadap Desain Ruang pada Bangunan Poli Gigi dan Taman Baca Amin di Batu Malang. Jurnal Reka Karsa, Vol.03, 1-11
- Handayani, A., & Fahmi. (2020). Siklus produksi (cycle time) beton pracetak dengan metode beton self compacting (SCC). Rekayasa Sipil, IX, 18-24.
