

Penerapan Beton Precast pada Gedung Creative Space Kampus dengan Konsep Smart Building

Dwi Fadly Maulana Shodiq¹, Stefani Switly Peginusa², Helen Grace Mantiri³

Konstruksi Bangunan Gedung, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado^{1,2,3},
E-mail: dwifadlymshodiq@gmail.com

Abstrak

Gedung pameran karya mahasiswa seperti *creative space*, menjadi pilihan sebagai jawaban atas masalah yang sedang terjadi yaitu, banyak karya mahasiswa yang dibiarkan begitu saja setelah dipamerkan karena, tidak ada tempat menyimpannya dengan baik dan aman. Untuk menunjang realisasi pembangunan gedung ini, dipilihlah metode beton precast yang saat ini sedang populer dikarenakan sejalan dengan konsep konstruksi berkelanjutan yang ramah lingkungan. Studi ini tujuannya membuat desain bangunan yang bisa didedikasikan sebagai tempat pameran, tempat menyimpan karya mahasiswa, serta menjadi bangunan percontohan konstruksi berkelanjutan. Sebagai tambahan nantinya desain dari bangunan ini akan diterapkan konsep *Smart Building* yang berfokus pada membuat sirkulasi udara yang baik dan juga pemanfaatan energi terbarukan seperti panel surya sebagai salah satu sumber energi. Penelitian ini menggunakan metode *mix methode*, studi literatur digunakan untuk mencari referensi terkait penerapan beton precast pada sebuah bangunan, bagaimana menciptakan sirkulasi udara yang baik dalam sebuah gedung, bagaimana penerapan energi terbarukan yang ramah lingkungan untuk pengoprasian sebuah gedung dan selanjutnya mendesain, dan menganalisis hasilnya. Hasil dari penelitian ini mendukung konsep integrasi teknologi hijau dalam desain bangunan, material yang digunakan dalam gedung ini yaitu beton precast terkenal ramah lingkungan, gedung ini dapat menciptakan sirkulasi udara yang baik secara alami serta tidak bergantung pada energi konvensional.

Kata kunci — *precast, smart building, creative space*.

1. PENDAHULUAN

Sekarang banyak mahasiswa yang berlomba-lomba membuat berbagai inovasi dan karya, namun banyak karya mahasiswa tersebut yang dibiarkan setelah dipamerkan dan akhirnya karya tersebut rusak bahkan hilang (Santosa, 2017). Hal ini mendorong untuk bisa membuat fasilitas berupa gedung yang bisa dijadikan tempat pameran sekaligus tempat menyimpan karya-karya tersebut. Disisi lain, dalam dunia konstruksi terkhusus di Indonesia masih banyak menggunakan beton konvensional dalam pembangunannya walau banyak kekurangannya seperti, mutu yang tidak konsisten, waktu yang terlalu lama, bahkan juga berdampak kepada masalah lingkungan (Widodo, H. 2016).

Beton precast hadir sebagai solusi dari permasalahan tersebut yang dimana beton ini diproduksi dalam pabrik yang penuh dengan kontrol sehingga mutunya pasti terjamin, waktu pemasangannya juga tidak lama karena tinggal langsung pasang saja pada proyek, dan juga dikarenakan diproduksi dalam pabrik meminimalisir dampak lingkungan yang ditimbulkan. Menurut Nurmaidah dan Cristiani dalam Kevin D. et al., (2023), salah satu teknologi alternatif dalam pengembangan bangunan di Indonesia yang dapat diterapkan secara lebih terkendali dan ekonomis, mendukung efisiensi waktu serta energi, dan mendorong keberlanjutan lingkungan, adalah sistem struktur pracetak.

Menurut Kevin D. et al., (2023) bangunan modular seperti hotel, apartemen, asrama, gudang, atau kantor dapat menerapkan konsep ini. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwasannya keberlanjutan suatu proyek konstruksi sangat dipengaruhi oleh penggunaan teknologi beton pra-cetak.

Disisi lain penggunaan teknologi hijau sangat dikemukakan sekarang ini, hal ini menyangkut agar sebuah bangunan dapat berkelanjutan dan ramah terhadap lingkungan, salah satunya yaitu penerapan konsep smart building pada bangunan seperti salah satunya penggunaan panel surya untuk menggantikan sumber Listrik konvensional.

Dalam merancang bangunan yang fungsional, efisien, nyaman dan ramah lingkungan perlu ada perencanaan yang meliputi hal tersebut, berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan ada tiga masalah utama yang jadi rumusan masalah pada studi ini:

1. Bagaimana merancang bangunan yang bisa menjadi tempat pameran dan juga tempat penyimpanan karya mahasiswa (Creative Space) yang nyaman dan fungsional?
2. Bagaimana estimasi biaya dan kekuatan struktur yang dihasilkan dari penerapan beton precast pada bangunan pameran ini (Creative Space)?
3. Bagaimana konsep Smart Building dalam bangunan ini berupa penggunaan panel surya, dan ventilator alami bisa menciptakan kenyamanan yang lebih serta ramah pada lingkungan?

Studi ini tujuannya guna merancang bangunan yang menjadi tempat pameran dan penyimpanan karya-karya mahasiswa (Creative Space) secara optimal dan nyaman agar menjadi acuan nantinya bagi pelaku usaha konstruksi atau kampus, menganalisis penerapan beton precast yang berfokus pada estimasi biaya dan kekuatan struktur yang dihasilkan sehingga bisa menghasilkan data analisis bagi pelaku usaha konstruksi, serta mengintegrasikan konsep Smart Building yang berfokus pada penciptaan sirkulasi udara alami dan pemanfaatan energi terbarukan dalam sumber listrik sehingga dapat menciptakan desain bangunan yang ramah lingkungan dalam hal ini sirkulasi udara alami tanpa bantuan teknologi tambahan dan solusi agar bangunan tidak bergantung pada energi listrik konvensional dalam pengoperasiannya.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas tentang pentingnya pameran karya mahasiswa agar mahasiswa bisa mengembangkan diri supaya bisa mewujudkan karya yang lebih optimal dari kutipan jurnal Noor Hasyim & Abi Senoprabowo, 2019 Namun, sebagian besar penelitian tersebut berfokus pada bagaimana pentingnya diadakannya pameran karya mahasiswa dan tidak menyoroti bagaimana menciptakan wadah atau tempat seperti bangunan yang bisa digunakan seperti museum yang mana bisa menjadikan pameran tetap yang tidak lagi menunggu event untuk memamerkan karya mahasiswa dan juga menjadi tempat penyimpanan karya tersebut.

Adapun penelitian lainnya yang membahas mengenai penerapan beton precast pada sebuah Pembangunan yang hanya meninjau atau berfokus pada biaya dan juga estimasi waktunya saja seperti pada jurnal Putri M. , et al., 2023, namun penelitian ini tidak membahas mengenai kekuatan struktur bangunan itu yang menggunakan beton precast.

Disisi lain adapun penelitian lainnya yang membahas mengenai konsep bangunan yang ramah lingkungan yang berfokus pada penggunaan material yang ramah lingkungan serta sedikit membahas mengenai sirkulasi udara yang baik dalam sebuah desain bangunan seperti penelitian Muhamad R. Palupi , et al., 2024, namun penelitian ini tidak spesifik membahas mengenai bagaimana konsep ramah lingkungan bisa menjadi alternatif yang membuat bangunan bisa menjadi baik sirkulasi udaranya dan juga pemanfaatan energi alam yang dijadikan sebagai salah satu sumber listrik agar tidak bergantung pada energi konvensional.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, studi ini secara khusus meneliti mengenai bagaimana penerapan beton precast menjadi solusi guna pembangunan yang lebih ramah lingkungan terkhusus pada Gedung Creative Sapce kampus yang akan menjadi Gedung pameran dalam

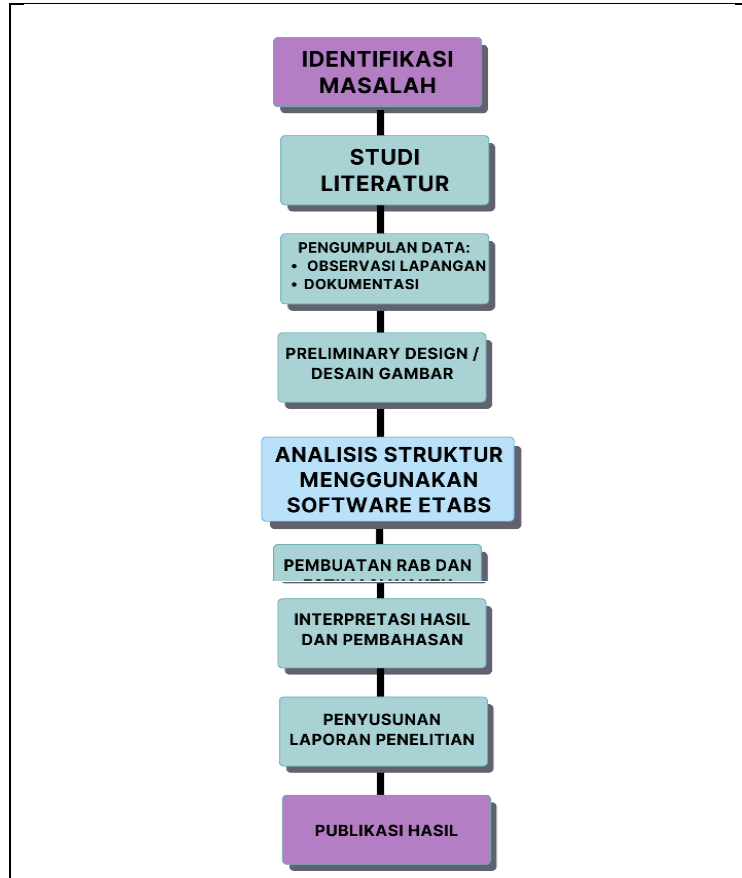
sebuah kampus dengan menerapkan konsep Smart Building yang mana berfokus pada menciptakan sirkulasi udara yang baik dalam sebuah bangunan dan juga pemanfaatan sumber listrik alternatif terbarukan guna menekan ketergantungan menggunakan energi listrik konvensional dalam operasional Gedung, dengan pendekatan mixed-method untuk memberikan gambaran yang lebih menyeluruh. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kontribusi orisinal dalam memperkaya literatur tentang pendidikan vokasi di Indonesia dan juga mendukung tentang integrasi teknologi hijau berkelanjutan dalam desain bangunan.

2. METODE PENELITIAN

Studi ini menerapkan pendekatan kualitatif dengan pendekatan deskriptif dan analisis komparatif. Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah khususnya tantangan dalam menciptakan bangunan modern yang efisien, berkelanjutan dan berbasis teknologi. Suatu isu utama yang hendak ditelaah ialah bagaimana menggabungkan material seperti beton Precast dengan sistem smart building untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Fokus utamanya adalah pada penggunaan teknologi dan bahan bangunan yang bisa meningkatkan kinerja struktur sekaligus mendukung prinsip ramah lingkungan. Untuk memperdalam pengalaman terhadap masalah ini, dilakukan kajian pustaka yang mencakup jurnal ilmiah, buku, laporan teknis dan studi kasus serupa. Tahap ini bertujuan untuk membangun dasar teori serta memahami pendekatan serta metode yang sudah dipakai pada kajian sebelumnya. Pengetahuan ini menjadi landasan penting dalam menyusun kerangka dan strategi desain yang tepat.

Pengumpulan data dilaksanakan melalui observasi langsung ke lokasi untuk mengamati kondisi yang ada serta karakteristik lingkungan fisiknya. Proses ini juga dilengkapi dengan dokumentasi seperti foto, video dan catatan lapangan yang akan digunakan sebagai referensi dalam perancangan. Berdasarkan hasil observasi dan kajian pustaka, disusunlah konsep awal desain bangunan. Desain ini menggabungkan elemen beton Precast dan fitur smart building seperti ventilasi alami yang berbasis penangkap angin dan penggunaan panel surya sebagai sumber energi terbarukan. Selanjutnya, struktur bangunan dianalisis menggunakan perangkat lunak ETABS untuk memastikan kekuatan dan kestabilannya. Analisis ini penting agar desain tidak hanya memenuhi kebutuhan estetika dan fungsi, tetapi juga aman secara struktural. Setelah struktur dinyatakan layak, disusunlah rencana anggaran biaya pengerjaannya pada penerapan beton precast. Perhitungan ini mencakup mengenai biaya yang dibutuhkan dalam instalasi panel beton precast.

Data hasil analisis kemudian dievaluasi melalui pembahasan yang mendalam, mencakup aspek teknis, fungsional bangunan, serta dampaknya terhadap keberlanjutan. Semua tahapan dan temuan ini dirangkum dalam laporan penelitian yang disusun secara sistematis dan lengkap. Laporan ini mencakup latar belakang, metodologi, hasil analisis, diskusi dan kesimpulan akhir. Sebagai langkah terakhir, hasil penelitian dipublikasikan melalui seminar, forum ilmiah atau media lain. Tujuannya adalah untuk membagikan pengetahuan yang diperoleh dan menjadikannya referensi atau model proyek proyek serupa. Setelah seluruh proses selesai, penelitian ini dinyatakan selesai dan siap untuk dikembangkan atau diterapkan langsung di lapangan. Untuk alir pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Bagan alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perolehan studi ini ditampilkan pada bentuk desain bangunan Creative Space berlantai empat, lengkap dengan gambar detail sambungan elemen pracetak dan fitur strukturalnya. Fokus utama studi ini ialah penerapan teknologi beton precast pada pembangunan gedung Creative Space. Berikut ialah ringkasan hasil penelitian yang merangkum berbagai elemen kunci yang jadi representasi utama dari perolehan studi ini.

3.1. Data umum

Bangunan ini didesain dengan data perencanaan diantaranya:

- Jenis Bangunan : Tempat Pameran
- Fungsi Bangunan : Pameran Mahasiswa
- Lokasi :
- Jumlah Lantai : 4 Lantai
- Tinggi Tiap Lantai : 4 Meter
- Luas Perlantai : 28 m X 17 m (476 m²)

3.2. Preliminary Design

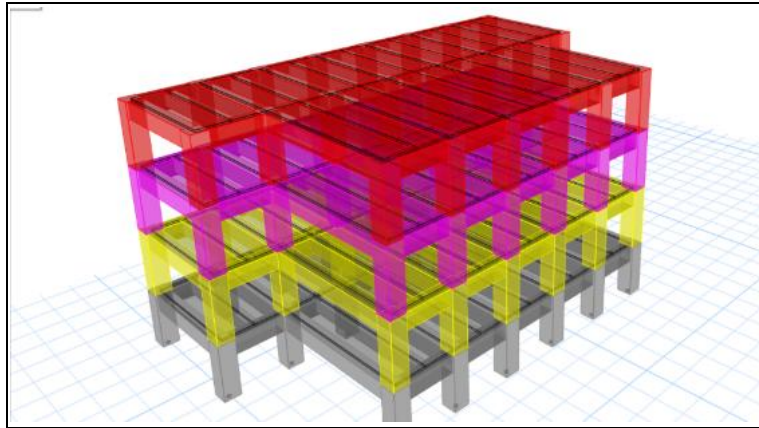
Berikut adalah data desain awal yang digunakan untuk menganalisis pada software ETABS V9.6.0:

- Sloof : 25 cm X 35 cm
- Kolom Utama : 60 cm X 70 cm

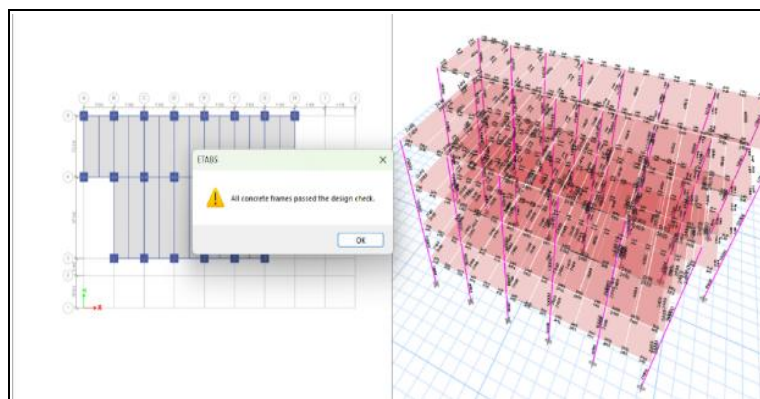
- c. Kolom Praktis : 15 cm X 15 cm
- d. Balok Utama : 25 cm X 40 cm
- e. Balok Anak : 20 cm X 30 cm
- f. Plat Lantai : 120 cm

3.3. Analisis Struktur

Alat ETABS v9.6.0 digunakan dalam studi ini untuk menganalisis struktur sesuai dengan peraturan SNI 1726-2019 dan SNI 2847-2019 yang berkaitan dengan kriteria struktural khusus untuk bangunan. Untuk menghindari kemungkinan ambruk ataupun kegagalan struktur, bangunan dirancang menggunakan sistem rangka tahan momen khusus (SRPMK) sebagai acuan dalam perencanaan analisis struktur, sesuai dengan prinsip-prinsip struktur penahan beban lateral (beban horizontal) yang berkaitan dengan desain gempa untuk bangunan tahan gempa. Desain struktur bangunan dari program ETABS V9.6.0 tersusun atas kolom, balok, serta pelat. Ini bisa diamati dalam perspektif Gambar 2 Pemodelan analisis struktural. Dan hasilnya analisisnya bisa diamati dalam Gambar 3 Hasil analisis struktur.



Gambar 2. Pemodelan analisis structural

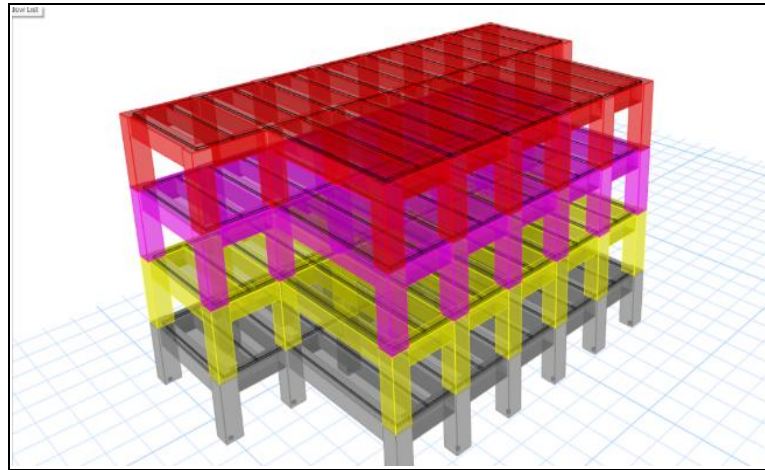


Gambar 3. Hasil analisis struktur

Dari hasil analisis struktur dengan menggunakan ETABS dapat dilihat bahwa struktur yang telah didesain ini masih aman dan memenuhi syarat.

3.4. Implementasi Beton Precast

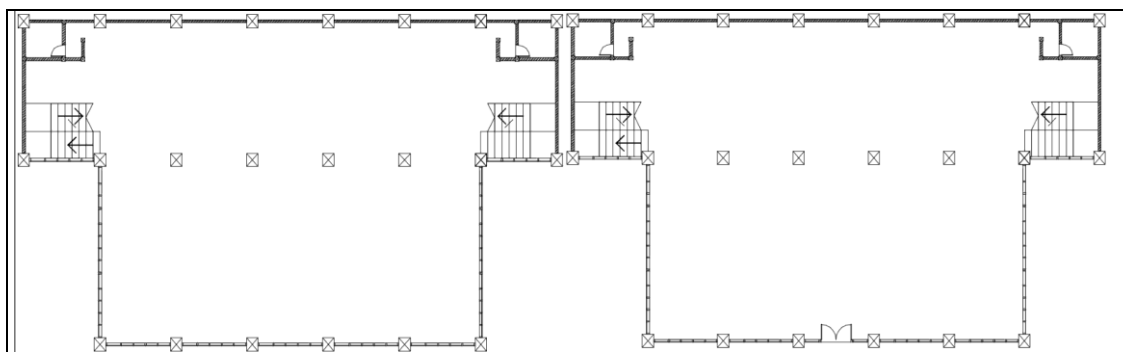
Pada penelitian ini beton precast dipakai hanya pada strukturnya saja yaitu pada kolom, balok, dan juga sloofnya, dapat dilihat pada Gambar 4 Struktur beton precast



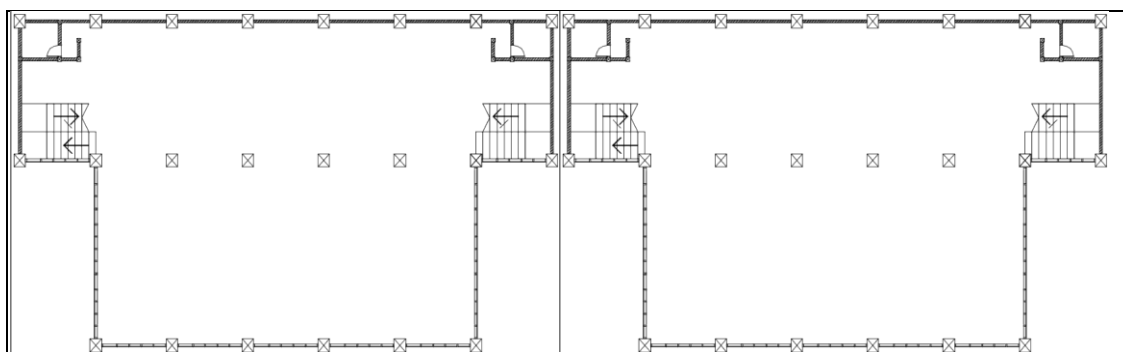
Gambar 4. Struktur beton precast

3.5. Pemodelan Desain

Konsep dari Gedung Creative Space Kampus ini memakai konsep terbuka yang dimana tidak terlalu banyak ruangan yang ada dalam gedung ini, hal ini dimaksudkan agar mendukung terciptanya sirkulasi udara yang baik. Pada lantai 1 sampai lantai 3 akan dijadikan sebagai tempat pameran karya mahasiswa, sedangkan pada lantai paling atas dijadikan ruangan khusus untuk mempresentasikan karya ataupun tempat pertemuan. Gambar 2 dimensi dapat dilihat pada gambar (Gambar 5. Denah lantai 1 serta 2, Gambar 6 denah lantai 3 serta 4 dan Gambar 3 dimenasi dapat dilihat pada Gambar 7 Model bangunan).



Gambar 5. Denah lantai 1 dan 2

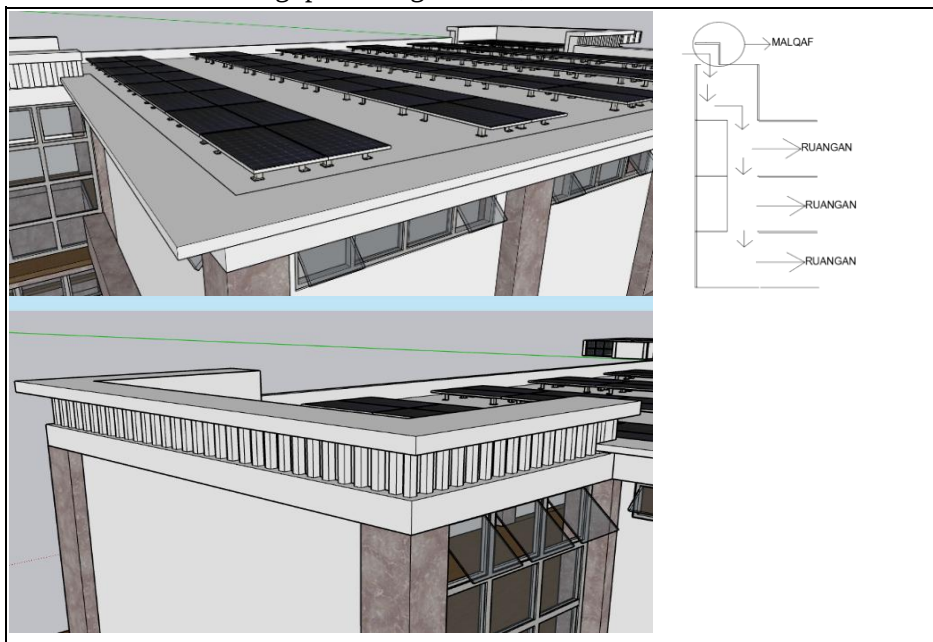


Gambar 6. Denah lantai 3 dan 4



Gambar 7. Model bangunan

Selanjutnya adalah Malqaf atau penangkap angin. Angin akan masuk melewati sela-sela dan akan memantul dan turun kebawah ruangan bisa dilihat pada Gambar 8 Penangkap angin, mekanisme angin masuk dan Penempatan panel surya. Pada sisi kanan dan kiri bangunan adalah penempatan tangga yang mana tempat tangga ini berlubang dari lantai atas sampai bawah agar angin dari Malqaf ini bisa masuk Pada bagian atap gedung ini terdapat panel surya yang akan menjadi salah satu sumber energi pada bangunan ini, bisa diamati dalam .



Gambar 8. Penangkap angin, mekanisme angin masuk dan penempatan panel surya.

3.6. Rencana Anggaran Biaya Komponen Beton Precast

Ide konstruksi pra-cetak yang cepat, sederhana, dan aman menjadi landasan pelaksanaan pekerjaan ini. Hal ini meminimalkan keterlambatan proyek yang dapat menyebabkan biaya tambahan dan denda keterlambatan, serta menghindari masalah sosial yang sering terjadi di lokasi pembangunan, seperti masalah kesehatan dan keselamatan kerja. Akibatnya, ruang lingkup pekerjaan dapat dimaksimalkan dan kualitasnya dapat sepenuhnya dikendalikan. (Yulistianingsih, 2014 dalam Muhamad Rafly Palupi , et al., 2024).

Adapun biaya total khusus pada berjalannya pekerjaan komponen-komponen beton precast ini ialah sejumlah Rp865.186.000,00 (Delapan ratus enam puluh lima juta seratus delapan puluh enam ribu rupiah) bisa diamati dalam Tabel Rencana Anggaran Biaya Komponen Beton precast.

Tabel 1. Rencana Anggaran Biaya Komponen Beton Precast

No.	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME (UNIT)	HARGA SATUAN (Rp)	HARGA TOTAL (Rp)
A	PEMBUATAN BETON PRECAST			
1.	Sloof 1	6	2.147.670,21	12.886.021,26
2.	Sloof 2	6	1.616.287,89	9.697.727,34
3.	Sloof 3	2	1.180.111,57	2.360.223,14
4.	Sloof 4	17	885.637,20	15.055.832,40
5.	Sloof 5	4	464.695,53	1.859.838,12
6.	Sloof 6	4	438.390,41	1.753.561,66
7.	Sloof 7	2	416.249,48	832.498,97
8.	Sloof 8	4	221.409,30	885.637,20
	TOTAL			45.331.340,08
1.	Balok Utama 1	6	2.465.815,66	14.764.893,96
2.	Balok Utama 2	8	1.885.716,94	14.845.735,52
3.	Balok Utama 3	19	1.016.831,20	19.319.792,80
4.	Balok Utama 4	5	66.094,03	330.470,14
5.	Balok Anak 1	5	1.479.489,40	7.397.446,98
6.	Balok Anak 2	7	1.113.430,16	7.794.011,15
	TOTAL			257.929.402,19
1.	Kolom 1	14	4.253.928,00	59.554.992,00
2.	Kolom 2	6	227.889,00	1.367.334,00
	TOTAL			60.922.326,00
B	PEMINDAHAN PANEL BETON PRECAST			38.961.770,56
C	PEMASANGAN PANEL BETON PRECAST			186.576.570,64
	SUB TOTAL			772.488.387,47
	PPN 12 %			92.698.606,50
	GRAND TOTAL			865.186.993,96
	DIBULATKAN			865.187.000,00

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada uraian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa: Gedung Creative Space kampus ini dalam perencanaan struktur bangunan, komponen utama yang digunakan adalah kolom, balok, dan sloof yang terbuat dari beton precast. Teknologi beton pracetak penuh diterapkan pada komponen-komponen ini untuk memastikan kualitas dan efisiensi dalam konstruksi. Dengan pendekatan ini, diharapkan tahapan pembangunan bisa berlangsung lebih cepat serta efisien, tanpa mengorbankan kualitas struktur dan juga ramah lingkungan.

Gedung Creative Space ini mengusung konsep terbuka yang mana pada bangunan ini tidak terlalu banyak sekat ruangan agar sirkulasi udara didalam ruangan tersalurkan dengan baik. Pada bangunan ini juga adanya sebuah arsitektur yang Bernama Malqaf, komponen arsitektural ini berfungsi sebagai penangkap angin dan menyalurkannya kedalam ruangan. Pada bagian atapnya juga didesain untuk tempat menempatkan panel surya sebagai salah satu komponen energi terbarukan yang bisa menjadi energi listrik yang alternatif dalam operasional bangunan ini.

Hasil penelitian membuktikan bahwasannya biaya yang diharuskan ialah sejumlah Rp865.187.000,00 (Delapan ratus enam puluh lima juta seratus delapan puluh tujuh ribu rupiah).

DAFTAR PUSTAKA

Santosa, A. (2017). Inovasi Mahasiswa dan Kebutuhan Fasilitas Kreatif. *Jurnal Pendidikan Tinggi*, No.1, Vol.12, 34-42.

Widodo, H. (2016). Problematika Beton Konvensional dalam Proyek Konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil Indonesia*, No.2, Vol.9, 78-84.

Kevin D. Landeng, Jesia M. Mewo, Gabriella C. Exan, Gusnirania Paramata, Rilya Rumbayan, Stefani Peginusa, 2023, Implementasi Beton Precast pada Desain Bangunan Hotel sebagai Laboratorium Housekeeping Politeknik Negeri Manado, *Prosiding Seminar Nasional Produk Terapan Unggulan Vokasi (PTUV) Ke-3 & Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri Manado 2023*, kota manado, 14 Desember 2023.

Noor Hasyim dan Abi Senoprabowo, (2019), *Perancangan Ruang Pamer Digital Dalam Media Virtual Reality Sebagai Upaya Menyediakan Ruang Pamer Interaktif*, No.1, Vol.1, 103-112.

Putri M. N. Anuna, Novia Tamasiro, Victor F. Mundui, Stefani S. Peginusa (2023), Implementasi Beton Precast dengan Konsep Green Building pada Pembangunan Rumah Literasi untuk Masyarakat, *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, No.3, Vol.5, 159-169.

Priyo Warsito, Tito Haripradianto, Ary Deddy Putranto (2017), Penerapan Material Beton Prafabrikasi pada Fasad Hotel Bisnis di Surabaya, *Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur Universitas Brawijaya*, No.1, Vol.5.

Setyo Yuwono, Diharto, Nugroho Wahyu Pratama (2021), Manfaat Pengadaan Panel Surya dengan Menggunakan Metode On Grid, *Jurnal Ilmiah (Energi dan Kelistrikan)*, Vol. 13, No. 2, 2655-5042.

Muhammad Agytia Syahriza, Agus Setiawan, Nopita Suryanti (2023), Pengaruh Desain Bukaannya Sebagai Optimalisasi Sirkulasi Udara Dalam Ruang, *Seminar Karya & Pameran Arsitektur Indonesia 2023*, kotagede, 2023-09-21.

Muhamad R. Palupi, Neil L. Lumbu, Rilya Rumbayan (2024), Penerapan Teknologi Beton Pracetak pada Pembangunan Apartemen Berarsitektur Spiral dengan Konsep Green Building, *Prosiding Seminar Nasional Produk Terapan Unggulan Vokasi Politeknik Negeri Manado Tahun 2024*, kota manado, 07 desember 2024.

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).

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.

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."

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.
