PENGGUNAAN SUBSTRUKTUR WAFFLE SLAB PADA KAWASAN TERAPUNG KOMPLEKS KANTOR BUPATI KUTAI TENGAH

Al Priyadi Hidayat, Broto Wahyono Sulistyo, dan Randy Pratama Salisnanda

PENDAHULUAN

Kabupaten Daerah Otonomi Baru (DOB) Kutai Tengah terdiri dari 6 Kecamatan bagian dari Kabupaten Kutai Kartanegara, yaitu Kota Bangun, Muara Wis, Muara Muntai, Kenohan, Kembang Janggut, dan Tabang. Kecamatan Kota Bangun sebagai Calon Ibu Kota Kabupaten memiliki kawasan berawa dengan ketinggian perairan 1 hingga 2 meter. Pola penyebaran penduduk Kecamatan Kota Bangun terkonsentrasi di sepanjang sungai dan danau [1]. Pada saat tertentu, kawasan ini memiliki siklus banjir tahunan dengan durasi banjir mencapai 2 bulan. Ketinggian banjir dengan total 3-4 meter dapat menghambat perekonomian dan kepengurusan masyarakat [2]. Rumah-rumah masyarakat Kota Bangun yang berada di sekitar rawa menggunakan struktur panggung dengan kayu balok ulin sebagai tiang. Struktur panggung tersebut menjadi ciri khas budaya dari masyarakat setempat diterapkan pada Kantor Pemerintah, untuk memperluas area penyerapan tanah dan menekan dampak terjadinya kebakaran hutan secara massif [1]. Struktur panggung yang digunakan adalah kolom pedestal dengan ketinggian 4 meter. Di atas kolom pedestal tersebut terdapat pelat yang menjadi alas dari substruktur *waffle slab*. Substruktur ini dapat diaplikasikan pada bentangan yang lebar dan lebih mudah dihubungkan dengan kolom pedestal ketika kolom pedestal tersebut berdiri secara acak. Jarak

antar kolom pada sistem *waffle slab* lebih panjang 35% dibandingkan dengan sistem konvensional [3].

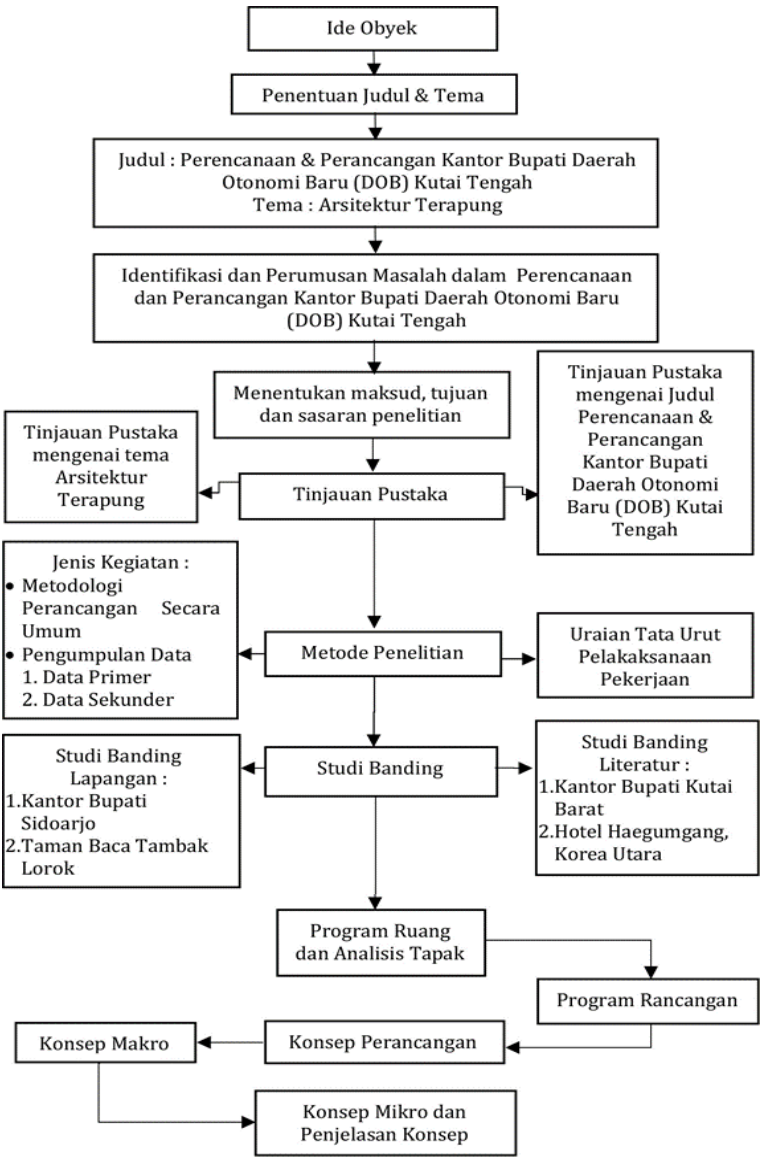
Struktur terapung dan masyarakat

Hubungan kebudayaan di masyarakat Kutai dengan struktur terapung dari panggung tentu saja sangat lekat, hal ini tergambarkan ketika pembuatan bangunan panggung yang tidak semata-mata hanya untuk perlindungan diri dari hewan buas, namun ada hal lain yang menjadi pertimbangan yaitu banjir tahunan yang bisa berbulan-bulan menggenangi setiap wilayah yang berada di dekat sungai Mahakam dan rawa-rawa di sekitarnya. Hal ini membuat masyarakat Kutai menjadi sangat antisipatif ketika akan terjadi banjir, yaitu dengan menggunakan bangunan panggung yang tidak menghambat arus air yang lewat. Kolom-kolom bangunan menggunakan kayu balok ulin berukuran 10x10 cm. Kayu ulin tahan terhadap serangan rayap, perubahan kelembapan, suhu, dan pengaruh air laut, sehingga banyak digunakan untuk konstruksi bangunan yang terendam air. Kayu ulin semakin terendam air akan semakin kuat, sehingga direkomendasikan untuk digunakan sebagai kontruksi bangunan di daerah rawa, seperti di Kalimantan Timur [4]. Pemilihan struktur dan material yang akan dibangun harus dapat memberikan kemudahan operasional bangunan untuk menciptakan bangunan yang ramah lingkungan [5].

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini berisi rumusan tentang objek yang akan diteliti, teknik pengumpulan data, prosedur pengumpulan, serta analisis data berkaitan dengan fokus masalah

tertentu. Metode penelitian adalah cara yang digunakan oleh peneliti untuk mengolah data, merancang, melaksanakan, dan menarik kesimpulan berkaitan dengan masalah penelitian tertentu [6].



Gambar 1. Diagram metodologi

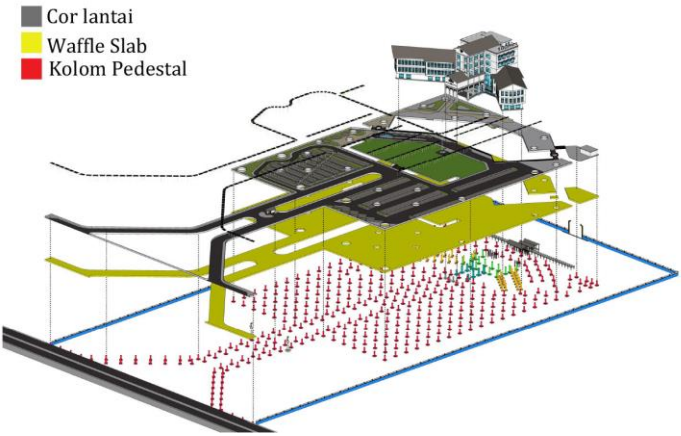
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tata Tapak

Tapak seluas 8 hektar merupakan tanah rawa berlokasi di Desa Liang Ulu, Kota Bangun, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Akses dari jalan utama menuju ke kawasan perkantoran merupakan jalan layang berbentuk panggung dengan panjang ±200 meter dan lebar 20 meter. Substruktur *waffle slab* sangat baik untuk diterapkan pada bangunan yang memiliki bentangan lebar. Substruktur tersebut harus mampu memfasilitasi pejalan kaki, dan pengguna kendaraan roda 2, maupun kendaraan roda 4. Terdapat beberapa pola yang mengharuskan penerapan pelat berupa lengkungan, memanjang, dan sebuah lubang menjadi kesatuan struktur yang nyaman dipandang.

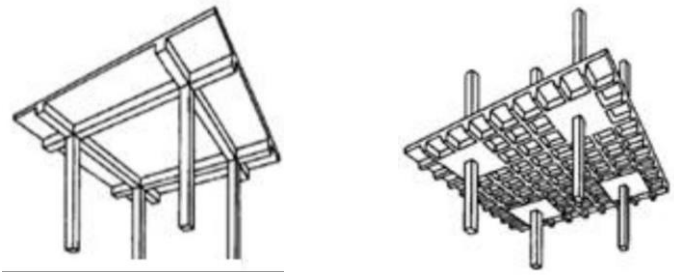
Hubungan Struktur

Struktur kolom yang dipilih adalah struktur kolom pedestal untuk mendukung bangunan pada kondisi tanah rawa. Struktur kolom tersebut berdiameter 1 meter, berjarak 10 meter dengan tinggi 4 meter. Pondasi yang digunakan adalah *footplat* dengan metode cetak di tempat, yaitu dengan cara melakukan pengeboran untuk tiang pancang hingga tanah keras. Struktur ini berupa pondasi yang terhubung dengan kolom yang berfungsi menyalurkan beban ke tanah, bahkan struktur ini sangat ekonomis dan pelaksanaannya mudah [7]. Pengecoran dilakukan di dalam pipa baja, sehingga pipa baja berfungsi sebagai bekisting pengecoran sekaligus sebagai tulangan.



Gambar 2. Aksonometri struktur kawasan

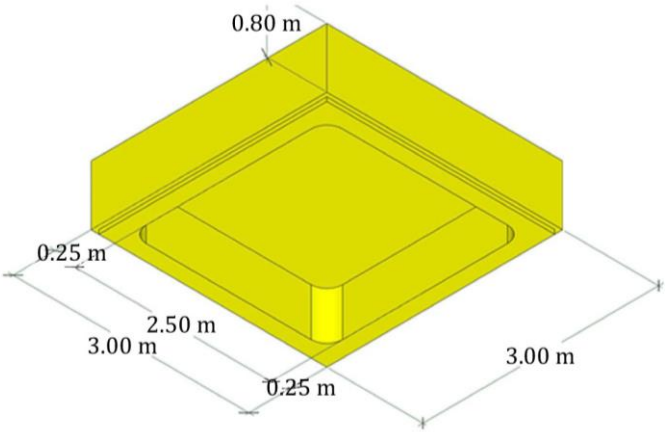
Waffle slab adalah sistem pelat yang menerapkan sistem balok dua arah dari balok induk dan balok pendukungnya, sehingga membentuk sebuah grid saling tegak lurus (sistem jois). Cetakan pada bagian tengah dari sistem jois merupakan pelat yang berbentuk seperti rongga. Sistem ini memiliki beberapa keuntungan, yaitu : 1) berkekuatan besar, karena beratnya ditampung oleh sisi kiri dan kanan, 2) tingkat kekakuan besar, serta 3) ketebalan pelat yang sangat tipis [8].



(a) (b)

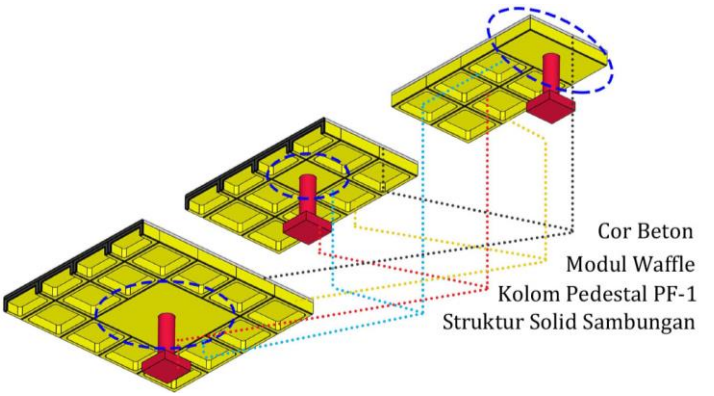
Gambar 3. a) Struktur konvensional, b) Struktur *waffle slab* [9]

Masing-masing rusuk *waffle slab* berjarak 3x3 meter, dengan ketebalan 0,8 meter pada bagian terluar dan 0,2 meter pada bagian dalam.



Gambar 4. Dimensi grid *waffle slab*

Hubungan antar substruktur berada di bagian atas kolom *pedestal*. Pada bagian ini, hubungan antara tiang dan pelat terjadi pada pertemuan kolom dan rusuk *waffle*. Umumnya, titik kolom dapat mencapai bentangan 7,5 s/d 12,5 meter [9]. Titik yang menjadi penempatan kolom akan dicor dengan struktur bertulang pada grid 3x3 meter. Dengan demikian, sistem tumpuan sangat efektif saat meratakan beban dan momen pada dua arah bentangannya [8]. Jika posisi kolom berada di bagian tepi, maka pengecoran pada *grid* dilakukan hanya pada area yang berhubungan dengan kolom. Namun, jika titik berada di tengah dari simpul rusuk *waffle,* maka area yang harus dicor adalah seluruh bagian yang akan diberikan perkerasan bertulang.



Gambar 5. Hubungan *waffle slab* dan kolom pancang

Hasil

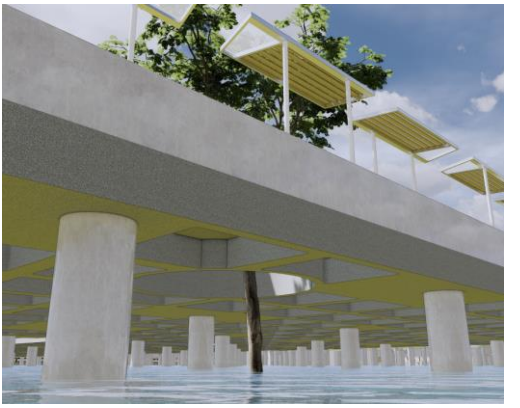
Hubungan antara struktur pondasi ke *waffle slab* berasal kolom pedestal dengan diameter 1 meter kemudian kepada substruktur diberikan sebuah cor beton yang menutupi grid *waffle*.



Gambar 5. Penerapan *waffle slab* pada kawasan

Bagian atas dari substruktur *waffle slab* merupakan cor aspal setebal 20 cm dan jalur pedestrian yang memenuhi setiap sisi kawasan. Pada bagian tengah kawasan terdapat vegetasi rumput

yang dihamparkan sebagai lapangan upacara. Sebagai improvisasi dari kondisi alam, struktur *waffle slab* dilubangi dengan bentuk lingkaran pada area yang ditumbuhi pohon agar memberikan dampak kelestarian air rawa serta pohon yang tumbuh, baik dari area yang dibentuk memberikan manfaat sebagai kanopi dan memberikan kelembapan [10]. Pada area tersebut, balok struktur dicetak melingkar dengan ketebalan sama dengan bagian balok lainnya.



Gambar 6. Improvisasi *waffle slab* pada pepohonan



Gambar 7. *Bird eye view* kawasan

KESIMPULAN

Penerapan bangunan ramah lingkungan tak hanya berdasarkan pemanfaatan material, namun pemilihan struktur tepat juga dapat menciptakan bangunan yang ramah lingkungan. Penggunaan substruktur terapung dengan *waffle slab* dapat menjadi solusi yang tepat pada lokasi tapak perairan, tapak yang memiliki durasi banjir cukup lama, serta kebutuhan bangunan dengan bentangan antar kolom yang lebar. Hal tersebut dikarenakan nilai lendutan pada *waffle slab* lebih besar dari pelat konvensional.

Penerapan substruktur *waffle slab* dapat menjadi dasar pertimbangan dalam merancang bangunan pemerintahan, sehingga dapat meningkatkan cara sudut pandang tentang bangunan Perkantoran Bupati yang ramah lingkungan dan hemat perawatan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Pemerintah Kabupaten Kutai Kartanegara, *Laporan Pendahuluan RDTR Kota Bangun*. Yogyakarta: PT. Citra Gama Sakti, 2015.
[2] H. Zakiah and H. C. Octavia, "Studi Adaptasi Rumah Vernakular Kutai terhadap Lingkungan Rawan Banjir di Tenggarong," *DIMENSI J. Archit. Built Environ.*, vol. 40, no. 2, pp. 89–98, Dec. 2013, doi: 10.9744/dimensi.40.2.89-98.
[3] P. Paula and E. Leo, "Kajian Efisiensi Sistem Waffle Slab terhadap Pelat Konvensional," *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 2, no. 1, p. 209, Feb. 2019, doi: 10.24912/jmts.v2i1.3426.
[4] A. Rulia and A. Esfianto, "Modifikasi Rumah Kutai Knockdown Sebagai Solusi Perumahan Daerah Rawa," *Panggung*, vol. 28, no. 3, Art. no. 3, Sep. 2018, doi: 10.26742/panggung.v28i3.459.
[5] N. Nareswarananindya, "Eksplorasi Material Glulam pada Perancangan Shelter menggunakan Saluran Kreativitas Focus on Material," *BORDER*, vol. 1, no. 2, Art. no. 2, Nov. 2019, doi: 10.33005/border.v1i2.27.

[6] N. S. Sukmadinata, *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia dengan PT Remaja Rosdakarya, 2005.
[7] R. Rifai, N. S. Surjandari, and R. H. Dananjaya, "Analisis Pondasi Gabungan Telapak dan Sumuran (Telasur) Dengan Variasi Rasio Kedalaman Dan Lebar Telapak (B=1,5) Pada Tanah Lempung Homogen," *E-J. MATRIKS Tek. SIPIL*, vol. 6, no. 3, pp. 451–457, Sep. 2018, doi: https://doi.org/10.20961/mateksi.v6i3.36550.
[8] B. Puspantoro, *Teori dan Analisis Balok Grid*, 1st ed. Yogyakarta: Andi Offset, 1993.
[9] E. Susanti, N. A. Youlanda, and A. Winaya, "Studi Perbandingan Pelat Berusuk Dua Arah (Waffle Slab) dan Pelat Konvensional," *J. IPTEK*, vol. 20, no. 1, p. 25, Jun. 2016, doi: 10.31284/j.iptek.2016.v20i1.19.
[10] D. Yuliantoro, B. D. Atmoko, and Siswo, *Pohon-Pohon Sahabat Air*. Surakarta: Balai Penelitian dan Pengembangan, 2016.