KAJIAN KOMPARASI EFISIENSI PEMBANGUNAN DINDING *RAMMED EARTH* DAN DINDING PASANGAN BATU BATA DALAM ASPEK WAKTU DAN BIAYA DI INDONESIA

Muhammad Farhan[1], Faiz Hamdi Suprahman[2], Pratiwi Dyah Puspitasari[3]
[1]Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia
[1]Surel: 20512228@students.uii.ac.id

ABSTRAK: *Perolehan material untuk kebutuhan hunian konvensional bisa membebani upaya pemenuhan kebutuhan hidup yang layak untuk masyarakat di pinggiran kota. Penggunaan material yang memenuhi kriteria hemat energi, mudah dikerjakan, bersifat lokal sehingga sangat memungkinkan untuk diadakan secara mandiri, dengan tetap memenuhi persyaratan dan performa teknis bangunan hunian. Rammed earth merupakan teknik membangun bangunan tanah secara tradisional. Selama ini batu bata masih digunakan sebagian besar masyarakat indonesia sebagai material untuk membangun dinding. Salah satu masalah yang dihadapi saat ini adalah penyediaan batu bata sebagai bahan pembuatan dinding/panel yang membuat permasalahan lingkungan. Diharapkan melalui studi ini, permasalahan semakin sedikitnya material yang biasa digunakan dapat memiliki alternatif berupa material tanah yang dipadatkan. Material tanah lebih berkelanjutan karena dapat di daur ulang tanpa melalui proses pengolahan. Sehingga apakah material ini akan dapat menjawab tentang kebutuhan material yang murah, berkelanjutan, dan dapat dibangun dalam waktu yang tepat.*

Kata Kunci: Arsitektur tanah, dinding bata, efisiensi waktu, efisiensi biaya, *rammed earth*

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perolehan material untuk kebutuhan hunian konvensional bisa membebani upaya pemenuhan kebutuhan hidup yang layak. Komersialisasi perumahan dan bahan bangunan dengan harga tanah membuat perumahan yang terjangkau di pinggiran kota, pada akhirnya menambah beban sosial dan ekonomi berupa penambahan biaya dan waktu.

Pemahaman arsitek tentang cara memenuhi kebutuhan hunian yang layak dengan menggunakan material lokal, terbarukan, hemat energi, relatif murah, mudah ditempatkan secara swadaya atau mandiri, dan tetap memenuhi persyaratan keandalan dan performa teknis bangunan hunian.

Tanah merupakan salah satu material bangunan yang memenuhi kriteria hemat energi, mudah dikerjakan, bersifat lokal sehingga sangat memungkinkan untuk diadakan secara mandiri. Tanah telah digunakan di seluruh dunia sejak lama. Secara historis material tanah sudah dikenal sejak 9000 tahun lalu, dan pada awal abad 21 topik ini dipertimbangkan kembali secara serius (Golebiowski 2009).

Arsitektur tanah adalah jenis konstruksi di mana tanah digunakan sebagai komponen struktur dan non-struktural tanpa proses pembakaran. Pada tahun 1787, Gilly menyatakan bahwa karena tidak ada pemisahan antara teknik membangun dan bahan baku, "metode bangunan yang paling menguntungkan adalah dengan tanah." Ini menunjukkan bahwa teknik bangunan tradisional adalah *rammed earth*. Dinding adalah bagian bangunan yang dapat menggunakan *rammed earth*. Peralatan yang digunakan untuk melakukan proses teknik *rammed earth* adalah bekisting dan pemadat, cara pemadatan tanah dilakukan secara merata di lapisan-lapisan yang berurutan di dalam bekisting.

Rammed earth bisa dianggap berkelanjutan karena energi yang terkandung dalam material rendah, yaitu 15% sampai 25% dari biaya volume yang sama dibandingkan dengan batu

bata tanah liat yang melalui proses pembakaran dan keunggulan lain dari *rammed earth* adalah mudah didaur ulang (BVV Reddy, G Leuzinger, VS Sreeram, 2014).

Selama ini batu bata masih digunakan sebagian besar masyarakat indonesia sebagai material untuk membangun dinding. Batu bata dapat digunakan sebagai elemen struktural dan elemen non-struktural. Komposisi batu bata adalah tanah liat atau tanah lempung yang kemudian dicetak dan dibakar pada suhu tertentu sehingga berubah sifat menjadi keras seperti batu serta tidak akan lunak kembali bila terkena air. Hal tersebut merupakan keunggulan material batu bata yang kuat dan awet.

Salah satu masalah yang dihadapi saat ini adalah ketersediaan batu bata untuk digunakan dalam pembuatan dinding dan panel melalui proses pembakaran batu bata yang menghasilkan emisi gas karbon dioksida, yang dapat meningkatkan suhu bumi dan polusi udara.

Diharapkan melalui studi ini, permasalahan material batu bata yang biasa digunakan dapat memiliki alternatif berupa material tanah yang dipadatkan. Material tanah lebih berkelanjutan karena dapat di daur ulang tanpa melalui proses pengolahan. Sehingga material ini akan dapat menjawab kebutuhan bahan bangunan yang murah, ramah lingkungan, dan dapat diandalkan dalam ketepatan waktu pembangunannya.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah pembangunan dinding *rammed earth* lebih efisien dibandingkan pembangunan dinding batu bata dalam aspek waktu?
2. Apakah pembangunan dinding *rammed earth* lebih efisien dibandingkan pembangunan dinding batu bata dalam aspek biaya?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana perbedaan waktu dan biaya dalam pembangunan *rammed earth* wall dengan pasangan dinding bata pada bangunan di indonesia. Diharapkan dapat menggantikan pasangan dinding bata dalam pembangunan hunian agar lebih efisien waktu dan biaya yang digunakan.

1.4 State of The Art

Penulisan penelitian ini, belum ada peneliti yang serupa atau membahas secara khusus komparasi efisiensi waktu dan biaya pembangunan dinding *rammed earth* dan dinding pasangan bata di Indonesia.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dinding *Rammed Earth*

Tanah mentah adalah bahan konstruksi tradisional yang telah digunakan selama berabad-abad di seluruh dunia. Bangunan tanah memiliki sifat ramah lingkungan yang tidak diragukan lagi. Pertama, bahan dasarnya tersedia hampir di mana-mana dan dapat diubah sedemikian rupa sehingga dapat digunakan dalam konstruksi. Tanah yang akan diolah dapat langsung diekstraksi di lokasi bangunan, mengurangi biaya lingkungan transportasi dan polusi yang ditimbulkannya. Tanah mentah adalah bahan yang tidak beracun dan tidak berpolusi, dengan kapasitas penyerapan senyawa volatil yang besar. Ketika tidak ada bahan aditif yang ditambahkan ke dalamnya, tanah alami yang digunakan pada bangunan dapat digunakan kembali dalam rantai daur ulang yang tak terbatas.

Salah satu teknik tradisional untuk membuat dinding tanah adalah teknik *rammed earth* atau memadatkan tanah. Teknik ini dilakukan menggunakan tanah lembab yang dipadatkan secara merata di dalam bekisting kayu dengan dorongan yang kuat dilakukan secara manual (biasanya bekisting terbuat dari kayu atau baja).

2.2 Dinding *Batu Bata*

Dinding batu bata merupakan elemen yang paling banyak digunakan dalam konstruksi sebuah bangunan yang berada di perkotaan maupun di pedesaan. Batu bata banyak digunakan kerena banyak *home industri* yang memproduksinya, umumnya diproduksi oleh masyarakat pedesaan.

Bahan dasar batu bata berupa tanah liat (lempung), yang digunakan sebagai salah satu bahan bangunan yang menjadi komponen utama dalam sebuah struktur bangunan, terutama konstruksi dinding (Anilaputri dan Yonatha,2009). Batu bata merupakan bahan bangunan berbentuk prisma segiempat panjang, pejal dan digunakan untuk konstruksi dinding bangunan, yang dibuat dri tanah liat murni dengan atau tanpa dicampur bahan aditif dan dibakar pada suhu tertentu (SNI 16- 2094, 2000). Batu bata merupakan adonan tanah liat yang dibentuk menjadi balok padat dengan ukuran tertentu dan dilakukan proses pembakaran agar batu bata menjadi kering, kuat dan kedap air.

Penyusunan batu bata dilakukan menyilang dengan spesi berupa campuran pasir dan semen. Penggunaan spesi sebagai perekat batu bata dengan campuran pasir dan semen dengan berbagai macam takaran, mulai dari 1 : 1 sampai dengan 1 : 7. Campuran spesi tergantung dari penggunaan dinding yang akan digunakan.

2.3 Efisiensi Waktu dan Biaya

Tingkat kehematan dalam penggunaan sumber daya yang ada untuk mencapai tujuan tertentu disebut efisiensi. Dua aspek efisiensi adalah efisiensi waktu dan biaya. Efisiensi waktu menunjukkan berapa banyak waktu yang dapat dihemat dari pelaksanaan awal proyek hingga selesai. Efisiensi biaya menunjukkan berapa banyak uang yang dihemat untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. (Muchdoro, 1997:180).

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini akan menggunakan metode kuantitatif untuk mencapai kesimpulan. Metode ini bergantung pada data konkrit, yaitu angka-angka yang akan diukur menggunakan statistik untuk menguji hubungan antara masalah yang diteliti dan hasilnya

Prototype rammed earth dan dinding pasangan bata dibuat di Desa Sembungan, Kelurahan Bangunjiwo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan persiapan, pembuatan, dan pengujian *prototype* selama satu minggu, dengan waktu penelitian yang berlangsung dari bulan Februari hingga Juli 2023.

Prototype yang digunakan sebagai objek yang diteliti adalah dinding *rammed earth* dengan ukuran 33 x 40 x 100 cm. Sedangkan observasi dinding pasangan setengah bata dengan ukuran 100x100cm. Sehingga ada 2 *prototype* yang di teliti.

1. Tahap Persiapan
   Tahap persiapan dilakukan untuk mempersiapkan alat dan bahan untuk pembuatan campuran material dan pengujian prototype dinding *rammed earth* dan dinding pasangan bata. Persiapan yang dilakukan untuk pembuatan *rammed earth* adalah perakitan bekisting sebagai cetakan dinding *rammed earth*.
2. Tahap Pembuatan dan Pengujian Waktu
   Pembuatan dinding *rammed earth* menggunakan campuran semen, tanah, dan air yang dipadatkan. Pembuatan dilakukan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan oleh peneliti. Observasi waktu pembuatan dilakukan dari tahap pembuatan campuran hingga selesai.

Pembuatan dinding pasangan bata menggunakan spesi campuran pasir dengan semen sebanyak 7:1, dengan tebal spesi 1 cm. Observasi waktu pembuatan dilakukan dari tahap pembuatan campuran spesi hingga selesai.

3. Tahap Perhitungan Biaya
   Perhitungan biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan dinding *rammed earth* dan dinding pasangan bata jika memiliki ukuran panjang 100 cm dan tinggi 100 cm.

3.2 Waktu Penelitian

Waktu yang dibutuhkan untuk proses penelitian dan persiapan pembuatan dinding *rammed earth* dang dinding bata cukup panjang. Dibutuhkan waktu sekitar 3 minggu untuk menyelesaikan panelitian. Dimana pada minggu pertama adalah waktu untuk mengumpulkan data yang diperlukan untuk penelitian ini. Dan minggu kedua dilakukan pembuatan dinding *rammed earth* dan dinding bata. Minggu ketiga adalah waktu untuk mengolah hasil pengamatan dan data yang telah dicatat saat penelitian.

DATA DAN ANALISIS

Bagian ini menjelaskan pembahasan dan hasil analisis data dari penelitian yang telah dilakukan untuk mendapatkan komparasi efisiensi waktu dan biaya antara dinding *rammed earth* dan dinding pasangan bata merah.

4.1 Perhitungan Biaya Pembuatan Dinding *Rammed Earth*

Prototype dinding *rammed earth* dibuat dengan ukuran 33 x 100 cm dengan ketebalan 40 cm dibangun dengan menggunakan campuran tanah dan semen dengan perbandingan 9:1, alat takar yang digunakan dalam pembuatan prototype dinding *rammed earth* adalah ember bangunan dengan volume 4,5 liter, dan bahan lain yang digunakan adalah:

Tabel 1 Bahan dinding *rammed earth*

Rammed Earth 1			
No.	Material	Jumlah	harga
1	Tanah	36 ember / 0,162 m^3	Rp 1.000.000 / 8 m3
2	Semen	4 ember / 22,5 kg	Rp 53.000 / 40 Kg
3	Air	3 ember / 13,5 liter	-

Sumber: Hasil Penelitian Tahun 2023

Tabel 2 Perhitungan biaya pembuatan *rammed earth*

Rammed Earth (p x l x t = 33 x 40 x 100 cm)
Biaya tanah yang dibutuhkan p x l x t = 33 x 40 x 100 cm Harga $= \frac{\text{harga tanah}}{\text{volume}} x\ kebutuhan\ = \frac{1.000.000}{8\ m^3} x$ 0,162 m^3 = Rp 20.250,- Biaya yang dibutuhkan per m^2 20.250 x 3 = Rp 60.750,-
Biaya semen yang dibutuhkan p x l x t = 33 x 40 x 100 cm Harga $= \frac{\text{harga semen}}{\text{volume}} x\ kebutuhan\ = \frac{53.000}{40} x$ 22,5 = Rp 29.812,- Biaya yang dibutuhkan per m^2 29.812 x 3 = Rp 89.436,-

Sumber: Hasil Penelitian Tahun 2023

Total biaya untuk pembuatan dinding *rammed earth* dengan ukuran 1m^2 adalah Rp 150.186, - (biaya tersebut diluar biaya tukang, biaya air sumur, dan peralatan kerja).

4.2 Perhitungan Waktu Pembuatan Dinding *Rammed Earth*

Penghitungan waktu dilakukan ketika proses pembuatan dinding *rammed earth* dimulai, penghitungan waktu dilakukan menggunakan *stopwatch*. Dibawah ini merupakan data hasil perhitungan waktu yang dibutuhkan:

Tabel 3 Perhitungan waktu pembuatan *rammed earth*

Uraian (p x l x t = 33 x 40 x 100 cm)
Pembuatan campuran = 5 menit Pembuatan campuran per m^2 5 x 3 = 15 menit
Pembuatan *rammed earth* = 2 jam 53 menit (dilakukan 3 orang) Pembuatan *rammed earth* per m^2 2 jam 53 menit x 3 = 8 jam 39 menit

Sumber: Hasil Penelitian Tahun 2023

Waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan dinding *rammed earth* untuk ukuran 1m^2 dengan 3 tukang adalah 8 jam 54 menit (waktu diluar masa tunggu pengeringan).

4.3 Perhitungan Biaya Pembuatan Dinding Pasangan Bata

Pembuatan dinding bata dengan ukuran 100 x 100 cm dibangun menggunakan batu bata berukuran 19 x 9 x 4 cm dan spesi pasir dan semen dengan perbandingan 7:1, alat takar yang digunakan dalam pembuatan dinding bata adalah ember bangunan dengan volume 4,5 liter, dan bahan lain yang digunakan adalah:

Tabel 4 Bahan dinding bata merah

Dinding Batu Bata			
No.	Material	Jumlah	Harga
1	Batu Bata 19 x 9 x 4	90 buah	750 / buah
2	Pasir	7 ember / 42 kg	Rp 20.000 / 25 kg
3	Semen	1 ember / 5.625 kg	Rp 53.000 / 40 kg
4	Air	3 ember / 13,5 liter	-

Sumber: Hasil Penelitian Tahun 2023

Tabel 5 Perhitungan biaya pembuatan dinding bata merah

Dinding Pasangan Bata Merah (p x l x t =)
Biaya bata merah yang dibutuhkan p x l = 100 x 100 cm 1m^2 dibutuhkan 90 batu bata Biaya yang dibutuhkan per m^2 90 x 750 = Rp 67.000, -
Biaya spesi yang dibutuhkan p x l = 100 x 100 cm 1m^2 dinding membutuhkan spesi 7Ps :1Pc **Harga pasir** $= \frac{\textbf{harga pasir}}{\boldsymbol{massa}} \boldsymbol{x\ kebutuhan} = \frac{\textbf{20.000}}{\textbf{25}} \boldsymbol{x}\ \textbf{42} =$ Rp 33.600, -

Harga semen $= \frac{harga\ semen}{massa} x\ kebutuhan = \frac{53.000}{40} x\ 5,625 =$ Rp 7.453, -
Biaya yang dibutuhkan per m^2
33.600 + 7.453 = Rp 41.053, -

Sumber: Hasil Penelitian Tahun 2023

Total biaya untuk pembuatan dinding bata dengan ukuran $1m^2$ adalah Rp 108.053,- (biaya tersebut diluar biaya tukang, biaya air sumur, dan peralatan kerja).

4.4 Perhitungan Waktu Pembuatan Dinding Pasangan Bata

Penghitungan waktu dilakukan ketika proses pembuatan dinding pasangan bata merah dimulai, penghitungan waktu dilakukan menggunakan stopwatch. Dibawah ini merupakan data hasil perhitungan waktu yang dibutuhkan:

Tabel 6 Perhitungan waktu pembuatan dinding bata merah

Uraian (p x l x t = 33 x 40 x 100 cm)
Pembuatan campuran **spesi** = 10 menit Waktu pembuatan campuran spesi per m^2 10 menit
Pemasangan **dinding bata** = 50 menit (dilakukan 3 orang) Waktu pemasangan dinding bata per m^2 50 menit

Sumber: Hasil Penelitian Tahun 2023

Waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan dinding bata merah untuk ukuran $1m^2$ dengan 3 tukang adalah 60 menit (waktu diluar masa tunggu pengeringan, pekerjaan plesteran dan pekerjaan acian untuk 2 sisi).

KESIMPULAN

Perolehan material untuk kebutuhan hunian konvensional bisa membebani upaya pemenuhan kebutuhan hidup yang layak bagi masyarakat yang memiliki tingkat ekonomi rendah. Dalam hal ini dapat dilakukan penelitian tentang komparasi berbagai macam material bangunan yang memiliki kemungkinan untuk dibangun dan lebih berkelanjutan akan tetapi harus didikirkan juga untuk ketepatan waktu pembangunan dan biaya yang dibutuhkan. Penelitian ini membahas tentang komparasi dinding bata konvensional dengan dinding *rammed earth* dalam hal efisiensi waktu dan biaya yang digunakan di Indonesia. *Rammed earth* memiliki kesamaan dengan batu bata yaitu bahan dasarnya tanah, perbedaannya hanya proses pembuatan, dimana batu bata harus melalui proses pembakaran, sedangkan *rammed earth* hanya menggunakan proses pemadatan tanah di dalam bekisting.

Berdasarkan pengamatan dan perhitungan yang dilakukan terhadap data penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pembangunan dinding *rammed earth* membutuhkan biaya yang lebih mahal daripada dinding pasangan bata.
2. Dinding *rammed earth* membutuhkan waktu yang lebih lama dalam proses pembangunannya dibandingkan dengan dinding bata.

Dinding *rammed earth* merupakan cara tradisional untuk mengolah tanah menjadi sebuah bidang dinding. *Rammed earth* tergolong ke dalam material yang ramah lingkungan dan mendorong pembangunan yang berkelanjutan, karena proses pembuatannya tidak menghasilkan emisi karbon. Pembangunan dengan dinding *rammed earth* kurang sesuai untuk di terapkan sebagai material bagi masyarakat ekonomi rendah di Indonesia. Sehingga

perlu lebih banyak penelitian yang membahas tentang komparasi berbagai material dinding yang kemungkinan dapat digunakan untuk mempercepat dan mempermudah pembangunan hunian konvensional bagi masyarakat ekonomi rendah di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

Avrami, E., Guillaud, H., & Hardy, M. (2008). Terra literature review. *An overview of research in earthen architecture conservation: Los Angeles, The Getty Conservation Institute*.

Giuffrida, G., Caponetto, R., & Cuomo, M. (2019, July). An overview on contemporary rammed earth buildings: technological advances in production, construction and material characterization. In IOP conference series: Earth and Environmental Science (Vol. 296, No. 1, p. 012018). IOP Publishing.

Handayani, S. (2010). Kualitas Batu Bata Merah Dengan Penambahan Serbuk Gergaj. Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan, 12(1), 41-50.

Hidayat, F. (2010). Studi perbandingan biaya material pekerjaan pasangan dinding bata ringan dengan bata merah. Media teknik sipil, 10(1), 36-41.

Mileto, C. (2014). Earthen Architecture: Past, Present and Future. F. Vegas, L. G. Soriano, & V. Cristini (Eds.). CRC press.

Moriset, S., Rakotomamonjy, B., & Gandreau, D. (2021). Can earthen architectural heritage save us? Built Heritage, 5(1), 1-11.

Notohadiprawiro, T. (1998). Tanah dan lingkungan. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta, 237.

Pane, Y., Zega, O., Zalukhu, H. P., & Buulolo, C. W. BANGUNAN HEMAT BIAYA DENGAN KREASI BATU BATA BERWARNA. Educational Building Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil, 5(1JUNI), 22-25.

Prastyatama, B., & Maurina, A. (2018). Kinerja struktural Interlocking Compressed Earth Block (ICEB) dengan serta ijuk sebagai stabilisator. ARTEKS: Jurnal Teknik Arsitektur, 3(1), 21-28.

Sugiyarto, S., Qomariyah, S., & Hamzah, F. (2013). Analisis network planning dengan cpm (critical path method) dalam rangka efisiensi waktu dan biaya proyek. Matriks Teknik Sipil, 1(4), 408.

Suprahman, F. H., & Nurafifah, N. (2022). Analysis of Embodied Energy in the Construction of The Prototype of Rammed Earth Wall. Journal of Architectural Research and Design Studies, 6(2).