

PENGUNAAN *RAMMED EARTH* SEBAGAI SOLUSI MATERIAL RAMAH LINGKUNGAN

Maulana Farras Naufal¹, Wanita Subadra Abioso²

¹ Mahasiswa Teknik Arsitektur, Universitas Komputer Indonesia, Jl. Dipati Ukur 112-119, Bandung 40132, Indonesia

² Dosen Teknik Arsitektur, Universitas Komputer Indonesia, Jl. Dipati Ukur 112-119, Bandung 40132, Indonesia

ABSTRACT

Rammed Earth mempunyai sejarah yang cukup panjang dan dianggap berhasil. Banyak bangunan-bangunan bersejarah yang bahkan sudah diakui sebagai warisan dunia menggunakan *Rammed Earth* sehingga dianggap sebagai alternatif baru dan juga inovasi yang sukses. Kekuatan yang dimilikinya menjadikan bangunan memiliki umur yang panjang. Teknik pembuatannya yang terbilang kuno namun dinilai berkelanjutan dan ramah lingkungan sehingga menjadi solusi dalam perkembangan pembangunan yang semakin pesat mengingat kondisi saat ini bumi harus diperhatikan sebaik mungkin dengan lebih melihat sustainabilitynya. *Rammed Earth* sendiri diklasifikasikan secara general menjadi *Rammed Earth* stabil dan tidak stabil berdasar bahan pengikat yang digunakan. Karakteristiknya yang dinilai ramah lingkungan cukup menarik untuk dipelajari sehingga penelitian ini diharapkan dapat memberikan gagasan dan jawaban dalam segala hal yang terkait seputar perancangan dan *Rammed Earth* itu sendiri

ARTICLE INFO

Received 20/07/2020

Accepted 19/08/2020

Available online 20/09/2020

*Corresponding Author

Maulana Farras Naufal
Universitas Komputer Indonesia
+62 821-0370-4242
Email: mfarrasnaufal@gmail.com

Copyright ©2020. Maulana Farras Naufal

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License



Keywords:

Rammed earth, sustainable, material, green building

1. Latar Belakang

Sebagaimana kita ketahui bahwa manusia memiliki insting untuk bertahan hidup dan melindungi dirinya dari hal-hal yang dapat mengancam keselamatan serta kelangsungan hidup mereka, oleh karena itu diperlukan hal-hal yang dapat mencukupi kebutuhannya tersebut. Salah satu cara untuk manusia bertahan hidup yaitu membangun tempat bernaung yang layak dan kuat agar salah satu esensi dan tujuannya hidup di bumi tercapai. Melalui berbagai perjalanan dan proses yang panjang, perubahan bentuk dari tempat bernaung itu sendiri semakin berkembang dalam berbagai aspek, baik dari aspek bentuk itu sendiri hingga besaran dan langgam yang digunakan mengikuti perkembangan zaman yang ada. Dalam proses pembuatannya sebagaimana manusia yang tersusun dari berbagai elemen hingga menjadi satu kesatuan yang utuh, suatu bangunan juga memerlukan komponen-komponen penyusun agar menjadi objek yang dapat dikatakan bangunan dengan kriteria dan syarat yang sesuai. Salah satu komponen penting yang harus diperhatikan yaitu material yang digunakan. Dewasa ini, seiring perkembangan serta kemajuan konstruksi dan pembangunan, terdapat berbagai banyak alternatif material yang dapat digunakan dalam proses pembangunan tersebut. Jenis-jenis material yang ada memiliki keunggulan dan kelemahannya tersendiri sehingga kita sebagai pengguna dapat memilih dengan bijak mana material terbaik yang dibutuhkan. material berkelanjutan pun memiliki banyak sekali keuntungan misalnya mengurangi emisi gas karbon, meminimalisir pemanasan global juga meminimalisir penggunaan material yang tidak hemat energi [1]. Diantara banyaknya material yang semakin populer terdapat salah satunya yang sudah digunakan sejak dahulu, material tersebut yaitu *rammed earth* [2]. Penggunaan *rammed earth* sangat populer di Amerika Serikat pada tahun 1780 sampai dengan 1850 saat terjadi produksi secara massal batu bata dan kayu [3]. Berdasarkan berbagai keterangan dijelaskan bahwasanya rumah yang dibangun menggunakan *rammed earth* lebih unggul jika dibandingkan dengan rumah yang menggunakan konstruksi kayu karena dindingnya memiliki ketahanan tersendiri dari api maupun rayap bahkan dengan ketebalan tertentu bisa kedap suara [4]. Desain dengan arsitektur tropis, penggunaan material setempat, hemat energi, kesadaran atas upaya preservasi, revitalisasi, dan renovasi serta desain yang mewujudkan kearifan tradisional merupakan bagian dari semangat

sustainable atau berkelanjutan dalam bidang arsitektur [5]. Konstruksi *rammed earth* diwariskan dan diajarkan secara pribadi oleh generasi pembangun ke generasi berikutnya yang berlangsung selama ribuan tahun, berawal pada abad 20 di Amerika hingga Departemen Pertanian di AS melakukan penerbitan buku berupa panduan dengan judul *Rammed Earth Walls for Buildings*, selain itu terus diadakan penelitian terhadap *rammed earth* agar dapat diperbaiki metode dan juga kualitas konstruksinya [6]. Dengan begitu dilihat dari sejarahnya yang kuat, penulis berusaha melakukan penelitian perihal *rammed earth* agar dapat dikaji berbagai kelebihan serta kelemahan sehingga diharapkan penelitian ini memberikan solusi material konstruksi yang ramah lingkungan dan memberikan manfaat lainnya yang terkait pada proses perancangan

2. Kajian Literatur

Berdasarkan maknanya, *Rammed Earth* ialah sebuah pencampuran elemen tanah lembab yang dikompres melalui proses manual yaitu ditekan hingga memiliki kepadatan tinggi, dan merupakan kombinasi dari berbagai macam pengikat dan juga efek tegangan sebuah permukaan yang disebut hisap matrik oleh beberapa insinyur [7]. Pada dasarnya *Rameed* merupakan batuan sedimen yang dibuat oleh manusia melalui proses pemadatan mekanis. Pemadatan dapat dilakukan secara manual dengan alat yang disebut palu sementara, yaitu dengan menggunakan pengepres batu bara yang dioperasikan melalui tuas atau sama halnya dengan alat tampung yang digerakkan udara jika secara pneumatic [7]. Sementara itu pemadatan secara dinamis dapat menggunakan pemecah daya manyal maupun listrik yang tidak hanya mengompres tanah melainkan menggetarkan partikel kotoran individu dan menggeserkan menuju susunan paling padat hingga sekuat beton [8]. Pada umumnya *Rammed Earth* dikelompokkan menjadi jenis mentah atau tidak stabil dan juga versi stabil. Secara sederhananya, *Rammed Earth* yang mentah hanya tersusun atas kerikil, pasir, lumpur, tanah liat, udara, dan juga air yang dicampurkan secara strategis kemudian ditabrakan ke dalam bekisting yang sudah disediakan sebelumnya. Sementara *Rammed Earth* yang sudah distabilkan memiliki penambahan pengikat yaitu pada umumnya berupa pozzolan atau semen yang dicampur ke tanah liat yang dapat mengubah efek tegangan permukaan akibat proses pengeringan [8] Secara sederhana lainnya, jika pengikat yang digunakan adalah tanah liat maka disebut RE tidak stabil atau URE sementara jika pengikatnya menggunakan semen atau jenis stabilisator kimia lainnya maka disebut RE stabil atau SRE. Contoh bangunan tidak stabil dapat dilihat pada Gambar 1. *Rammed Earth* yang tidak stabil (URE), tanah yang dicampur dengan air yang hanya mencapai kadar air optimum sementara tanah liat berperan sebagai pengikatnya sehingga kelemahannya yaitu pada kekuatan mekanik dan juga daya tahan produk akhir yang kurang [7]. *Rammed Earth* tidak stabil yang bersifat terbuka pada permukaan interior dan eksterior dari struktur yang sudah sesuai dengan kode di AS wajib menggunakan stabilisasi sebagai upaya perlindungan cuaca eksternal dan kemungkinan akan dibatasi pada area noneismik sebagai elemen struktural [8]. Kuat tekan yang dimiliki URE berdasarkan pada komposisi bahan tanahnya sendiri beserta tanah liat yang berfungsi sebagai pengikat (Hall dan Djerbib, 2004). URE memiliki kuat tekan rendah yang mampu membatasi aplikasinya sebagai keperluan structural sehingga bahan penstabil seperti kapur dan juga semen bisa dimasukkan ke dalam tanah agar dapat mengatasi keterbatasan itu [9].



Gambar 1. Rauch House, Rumah berjumlah 3 lantai yang menggunakan konstruksi RE tidak stabil [10]

Sebagaimana yang telah dijelaskan mengenai perbedaan *Rammed Earth* mentah dan stabil yang membahas perbedaan pada jenis pengikatnya, *Rammed Earth* yang sudah stabil menggunakan pozzolans atau semen sebagai pengikat tambahan. Penambahan pengikat menggunakan bahan kimia merupakan salah satu upaya untuk mengatasi isu dari URE yang tidak memiliki kekuatan mekanik dan daya tahan produk akhir yang rendah sehingga diatasi melalui penggunaan stabilisator berupa bahan kimia yang dipakai sebagai pengikat seperti semen ataupun kapur yang kemudian ditambahkan ke dalam tanahnya [11]. Berdasar penjelasan Houben dan Guillaud dalam [12], penggunaan semen sebagai stabilisator pada awalnya bertujuan untuk meningkatkan kekuatan basah serta ketahanan erosi dinding yang begitu terbuka. Sementara di Australia sudah menjadi sebuah praktik rutin untuk menggunakan semen sebagai stabilisasi dalam konstruksi *Rammed Earth*. Menurut Minke dalam proses optimalisasi dari stabilisasi, tanah yang akan digunakan harus memenuhi syarat seperti bebas dari humus dan juga materi tanaman, namun dalam kasus tersebut dapat ditambahkan materi tanaman seperti jerami kering yang tidak membahayakan di kemudian hari. [9] Namun disamping itu menurut Kianfar dan Toufigh semen juga dapat meningkatkan energi yang terkandung dari produk akhir sehingga adanya permasalahan tersebut diupayakan solusi untuk mengganti seluruh maupun sebagian semen dengan stabilizer yang lebih

sustainable. Berdasarkan ACI Material Journal Committee permeabilitas sebagian tanah dapat berkurang jika menggunakan semen karena kemampuan alami bumi untuk dapat mengalirkan uap air ke massa tanah menjadi terganggu. [13]. The Great Wall of China mempunyai historis tersendiri perihal *Rammed Earth* meliputi bagian dari Tembok Besar China yang dibangun sekitar 2500 tahun lalu beserta bangunan *Rammed Earth* lainnya di China yang sudah berusia hingga 4500 tahun. Bangunan Hakka yang melingkar menjadi lebih modern dari *Rammed Earth* serta bangunan besar lainnya di China karena baru berusia berabad-abad. [14] Bagian utama berupa tembok besar dari the Great Wall of China dibangun dari *Rammed Earth* (Gambar 2). Keberadaan keragaman arsitektur vernacular *Rammed Earth* di Tiongkok menjadi saksi sejarah dan budaya di lokasi tersebut yang tahan lama. *Rammed Earth* dianggap sebagai material bangunan yang *sustainable* dan cocok untuk perumahan dengan biaya yang relatif rendah [14].



Gambar 2. The Great Wall of China [15]

Dinding *Rammed Earth* dianggap sebagai massa termal yang baik untuk menjaga aspek kenyamanan di dalam ruangan yang relative stabil berdasar parameter desain yang tepat. Menurut studi lapangan yang telah dilakukan oleh peneliti dinyatakan bahwa di daerah pedesaan di China barat lebih dari 70% penghuni RE merasa puas dengan lingkungan termal di dalam ruangan selama musim panas sementara lebih dari 80% tidak puas dengan lingkungan termal selama musim dingin berlangsung. Dengan berbagai data iklim yang ada di China maka dengan hanya menggunakan dinding *Rammed Earth* eksterior tidak cukup untuk menciptakan lingkungan yang nyaman di dalam ruangan terutama sepanjang musim dingin [15]. Dinding *Rammed Earth* tidak hanya memberikan kenyamanan termal kepada penggunanya, akan tetapi memberikan nilai keindahan pada fasade bangunan. Fasade adalah penggambaran yang muncul dari berbagai aspek visual. Fasade bangunan pada arsitektur, tidak hanya yang bersifat dua dimensi saja yang dapat mempresentasikan bangunan. Agar dapat mempresentasikan masing-masing bangunan tersebut, fasade bangunan harus juga bersifat tiga dimensi. Gurun Manhattan dan Berlin, secara historis *Rammed Earth* telah ada di berbagai negara di dunia dan hingga sekarang secara aktif sedang dikembangkan di banyak negara baru di seluruh dunia. Sekitar 7 miliar populasi di dunia secara general dapat dikatakan bahwa hingga sepertiga bahkan hingga setengahnya menempati bangunan di bumi yang bangunan tersebut dibuat dari tanah seperti batu bata lumpur, tanah yang ditabrak dan tongkol ditambah hingga kurang lebih 20 teknik lainnya. Menurut peneliti di Amerika Selatan diklaim bahwa lebih banyak *Rammed Earth* dibandingkan bata lumpur di seluruh dunia yang telah menjadikan *Rammed Earth* sebagai material bangunan yang paling terkenal di bumi ini sebab hal menariknya yaitu bahan tersebut masih masuk list sebagai material bangunan alternative di berbagai negara modern [1].

Lebih dari 1500 tahun silam dibangun Gedung yang tinggi Manhattan di gurun Yaman, Shibam (Gambar 3) menggunakan bahan tanah lokal yang tidak stabo; dengan prosedur batu bata lumpur yang ditabrakkan. Bangunan yang memiliki lebih dari 500 bangunan dengan hamper 14 lantai memiliki beberapa dinding tebal 1,2 meter. Bangunan warisan dunia dari UNESCO di Wadi Hadramaut secara general sebagian besarnya masih ditinggali dan dindingnya mampu menahan beban yang hanya disatukan oleh tanah liat bahkan berada di area rawan gempa [1].



Gambar 3. Gurun Manhattan, Gedung tertinggi pertama di dunia [16]

Martin Rauch sebagai kontraktor *Rammed Earth* yang dibantu oleh beberapa Insinyur, Arsitek, dan yang lainnya dalam membangun dinding dan lantai *Rammed Earth* yang tidak stabil dan mampu menahan beban yang mampu melengkung di Kapel Rekonsiliasi Berlin (Gambar 4). Hal tersebut menjadi sebuah terobosan yang besar bagi Jerman yang merupakan negara dengan ribuan bangunan tua yang telah dihancurkan termasuk House Rath yang terletak di Weilburg, sebuah Gudang dengan 7 lantai dibangun pada tahun 1828 pun masih digunakan.[1]



Gambar 4. Kapel Rekonsiliasi Berlin [17]

Penggunaan Rammed Earth untuk mewujudkan Earth Building sebagai metode sekaligus material yang juga memiliki nilai kearifan lokal [6]. Kearifan lokal merupakan suatu pengetahuan yang dimiliki oleh suatu masyarakat tertentu yang di dapatkan melalui sebuah pengalaman yang panjang sesuai dengan lingkungan daerahnya [14]. Kearifan lokal tersebut berasal dari kepercayaan masyarakat setempat memiliki karakteristik dan kelebihan diantaranya; pemerolehan material yang relatif mudah karena berada di wilayah sekitar atau lokal sehingga meminimalisir biaya transportasi material, material yang tidak ada kandungan bahan kimia atau gas berbahaya, dengan Rammed Earth yang merupakan material earth dapat meminimalisir waste material karena jika terdapat kelebihan material dapat dikembalikan ke bumi sehingga mengurangi sampah ataupun buangan yang secara umum kerap terjadi di proyek konstruksi, material Earth mampu diolah secara sederhana dan didominasi oleh tenaga manusia karena pada umumnya tidak memerlukan alat berat sehingga tidak menimbulkan polusi dan meminimalisir biaya mobilitas alat, proses pembuatan atau produksinya bergantung pada cuaca atau iklim karena pengeringan dilakukan secara alami [6]. Green Building memberikan banyak keuntungan termasuk penghematan energi dan air, meminimalisir limbah, peningkatan kualitas lingkungan, kenyamanan yang lebih baik, hemat biaya, kesehatan, dan biaya pemeliharaan yang lebih rendah [13].

3. Metode

Pengolahan dan pengumpulan data dilakukan melalui metode pengkajian literatur yang diambil dari beberapa sumber yang ada terkait topik rammed earth. Pencarian data melalui observasi tidak dapat dilakukan karena mengingat situasi dan kondisi yang terjadi saat ini sehingga tidak cukup memungkinkan untuk dilakukan pengolahan data primer dari hasil pengamatan secara langsung. Sehubungan dan hal tersebut, mengingat tidak dapat dilakukannya pengamatan secara langsung untuk memperoleh data primer, maka dilakukan pencarian data sekunder dengan adanya studi preseden terhadap bangunan yang menerapkan rammed earth. *Rammed earth* sudah digunakan di berbagai belahan dunia salah satunya ialah keajaiban dunia Tembok Raksasa China. Pengamatan melalui studi preseden mengkaji beberapa aspek yang diperlukan diantaranya keunggulan dan kelemahan dari *rammed earth* itu sendiri beserta melengkapinya dengan foto-foto yang diperlukan untuk mendukung data yang telah diambil

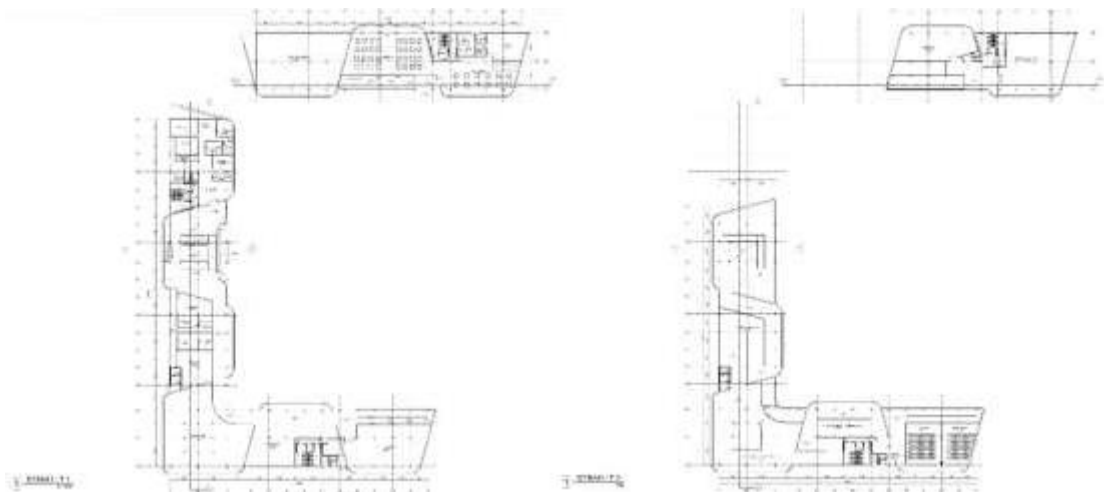
4. Hasil dan Diskusi

Pada perancangan Pusat Budaya Terakota ini material yang digunakan adalah *rammed earth*. Setelah mempertimbangkan beberapa keuntungan yang diperoleh dari penggunaan material tersebut, sebagian besar dari dinding pada perancangan Pusat Budaya Terakota ini menggunakan material tersebut. Material ini dipilih karena lokasi perancangan Pusat Budaya Terakota ini berada di tempat yang memiliki suhu udara yang cukup panas. Sehingga dibutuhkan material yang memiliki kemampuan untuk bernafas dan juga memiliki kenyamanan termal yang baik (Gambar 5). Berdasarkan literatur yang sudah diperoleh, penggunaan material *rammed earth* sangat sesuai dengan karakteristik lingkungan pada site tempat perancangan Pusat Budaya Terakota.



Gambar 5. Potongan pada Dinding Rammed Earth Sumber: Dokumen Pribadi

Selain digunakan sebagai dinding bernafas pada perancangan Pusat Budaya Terakota ini, material *rammed earth* juga digunakan untuk proteksi kebakaran. Karena menurut literatur yang telah diperoleh, material rammed memiliki ketahanan terhadap api yang lebih baik daripada dinding biasa. Oleh karena itu, pada perancangan Pusat Budaya Terakota ini dinding yang digunakan pada tangga kebakaran adalah dinding yang terbuat dari material *rammed earth* (Gambar 6)



Gambar 6. Denah Lantai 1 dan 2 Pada Pusat Budaya Terakota Sumber: Dokumen Pribadi

Penggunaan *rammed earth* pada bangunan juga dapat memberikan estetika terhadap fasade bangunan (Gambar 7). Lapisan dari tumpukan tanah memberikan kesan yang tidak kaku terhadap dinding



Gambar 7. Suasana Eksterior dan Interior Pada Pusat Budaya Terakota Sumber: Dokumen Pribadi

5. Penutup

Rammed Earth dapat menjadi solusi atau alternatif penggunaan material dalam berbagai konstruksi bangunan baik skala kecil maupun besar seperti pembangunan Gedung-gedung tinggi. Telah dipercaya dan digunakan sejak dahulu oleh berbagai negara termasuk negara maju karena memiliki kekuatan yang mumpuni dan dapat diandalkan dalam jangka waktu yang panjang. Disamping itu karakteristik *Rammed Earth* yang lebih ramah lingkungan memiliki nilai khusus tersendiri sehingga menjadi solusi pembangunan berkelanjutan

6. Daftar Referensi

1. Rael, R. (2009). *Earth architecture*. Princeton architectural press.
2. Niroumand, H., Zain, M. F. M., & Jamil, M. (2012). Modern rammed earth in earth architecture. In *Advanced Materials Research* (Vol. 457, pp. 399-402). Trans Tech Publications Ltd.
3. 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.
4. Dobson, S. (2015). Rammed earth in the modern world. *Rammed Earth Construction Cutting-Edge Research on Traditional and Modern Rammed Earth. Western Australia: D. Ciancio & C. Beckett*, 3-10.
5. Subadra Abioso, W. (2011). ARCHITECTURAL SUSTAINABILITY. *Majalah Ilmiah UNIKOM*.
6. Taylor, P., & Luther, M. B. (2004). Evaluating rammed earth walls: a case study. *Solar Energy*, 76(1-3), 79-84.
7. Walker, P., Keable, R., Martin, J., & Maniatidis, V. (2005). Rammed earth: design and construction guidelines.
8. Reddy, B. V., & Kumar, P. P. (2010). Embodied energy in cement stabilised rammed earth walls. *Energy and Buildings*, 42(3), 380-385.
9. Bui, Q. B., Morel, J. C., Reddy, B. V., & Ghayad, W. (2009). Durability of rammed earth walls exposed for 20 years to natural weathering. *Building and Environment*, 44(5), 912-919.
10. <https://www.architectural-review.com/buildings/earth/rauch-house-in-austria-by-roger-boltshauser-with-martin-rauch>, diunduh 2020.
11. Maniatidis, V., & Walker, P. (2003). A review of rammed earth construction. *Innovation Project "Developing Rammed Earth for UK Housing", Natural Building Technology Group, Department of Architecture & Civil Engineering, University of Bath*, 12.
12. Silva, R. A. M., Oliveira, D. V., Schueremans, L., Lourenço, P. B., & Miranda, T. F. (2014). Modelling of the structural behaviour of rammed earth components.
13. ACI Committee. (2002). Building code requirements for structural concrete:(ACI 318-02) and commentary (ACI 318R-02). American Concrete Institute.
14. Yelland, R. M. (2013). History Made for Tomorrow: Hakka Tulou. *Sustainability*, 5(11), 4908-4919.
15. <https://www.archdaily.com/933353/how-rammed-earth-walls-are-built>
16. <https://www.republika.co.id/berita/oczemf313/shibam-manhattan-di-gurun-pasir>
17. http://www.fourthdoor.co.uk/unstructured/unstructured_07/martin_rauch.php