

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Bata *interlocking* mempunyai potensi sebagai alternatif pemilihan material untuk dinding dengan bukaan ventilasi. Dengan eksperimen terhadap desain, bata *interlocking* dapat menghasilkan luas bukaan ventilasi yang bervariasi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan ventilasi ruangan yang memenuhi standar.

Dari hasil penelitian yang berupa evaluasi dan eksperimen, maka didapatkan bahwa variabel sistem *interlocking*, susunan, dan luas bukaan ventilasi dipengaruhi secara langsung oleh desain modul bata itu sendiri. Oleh karena itu, dilakukan evaluasi terhadap empat desain preseden untuk dilihat hubungan desain bata dengan variabel-variabel tersebut. Berikut adalah hasil dari evaluasi terhadap Prototype #4, Prototype #5, Batako Gedhek, dan ISSB:

Desain Preseden	Positif	Negatif
Prototype #4 karya Yoshua Kuncoro	<p>Sistem <i>Interlocking</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Susunan bata dapat menahan gaya horizontal dan vertikal dengan pengunci yang berupa tonjolan dan lekukan berbentuk lingkaran • Terdapat lubang pada bata untuk penambahan tulangan besi / baja untuk penguat • Bentuk pengunci yang sederhana memudahkan pemasangan <p>Susunan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bata dapat disusun jenis <i>stretcher bond</i> dan mempunyai variasi susunan yang dapat menciptakan dinding lengkung <p>Luas Bukaan Ventilasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dapat menghasilkan bukaan walaupun kecil 	<p>Luas Bukaan Ventilasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Susunan belum bisa menciptakan bukaan yang sesuai dengan standar untuk ukuran kamar tidur dengan ukuran standar 3,6 x 3,5 m • Tidak terdapat variasi luas bukaan dari susunan bata

<p>Prototype #5 karya Yoshua Kuncoro</p>	<p>Sistem <i>Interlocking</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Susunan bata dapat menahan gaya horizontal dan vertikal dengan pengunci yang berupa tonjolan dan lekukan berbentuk lingkaran • Terdapat lubang pada bata untuk penambahan tulangan besi / baja untuk penguat • Bentuk pengunci yang sederhana memudahkan pemasangan <p>Susunan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bata dapat disusun dengan jenis <i>stretcher bond</i> dan dapat divariasikan dengan merotasi bata dalam susunannya <p>Luas Bukaan Ventilasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Susunan dapat menciptakan celah yang memenuhi standar untuk ruangan kamar tidur dengan ukuran 3,6 x 3,53 m 	<p>Luas Bukaan Ventilasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tidak ada variasi luas bukaan ventilasi
<p>Batako Gedhek karya Dr. Pradipto</p>	<p>Sistem <i>Interlocking</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Susunan bata dapat menahan gaya horizontal dan vertikal dengan pengunci yang berupa lekukan • Bentuk pengunci sederhana sehingga batako mudah untuk disusun <p>Susunan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bata dapat disusun dengan jenis <i>stretcher bond</i> 	<p>Sistem <i>Interlocking</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modul tidak memiliki lubang untuk penambahan tulangan besi / baja sebagai penguat <p>Susunan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tidak mempunyai variasi susunan lain • Dinding yang dihasilkan dari susunan bata terlalu tipis, sehingga kurang kuat menahan gaya horizontal atau lateral

	<p>Luas Bukaannya Ventilasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dapat menciptakan ventilasi untuk angin masuk walaupun hanya kecil 	<p>Luas Bukaannya Ventilasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Luas bukaan yang dihasilkan masih dibawah standar untuk ukuran kamar tidur dengan ukuran 3,5 x 3,6 m • Tidak ada variasi luas bukaan ventilasi
ISSB karya Dr. Moses Musaazi	<p>Sistem <i>Interlocking</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Susunan bata dapat menahan gaya horizontal dan vertikal dengan pengunci yang berupa <i>tongue</i> dan <i>groove</i> • Bentuk pengunci sederhana sehingga dapat dengan mudah disusun <p>Susunan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bata dapat disusun dengan jenis <i>stretcher bond</i> dan dapat disusun dengan jenis susunan lain seperti <i>english bond</i> dan <i>stack bond</i> <p>Luas Bukaannya Ventilasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mempunyai variasi luas bukaan ventilasi tergantung pada penyusunan bata 	<p>Sistem <i>Interlocking</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tidak memiliki lubang untuk penambahan besi / baja tulangan • Tidak dapat mengunci sepenuhnya secara horizontal karena <i>tongue</i> dan <i>groove</i> yang menerus di sisi atas dan bawah bata memungkinkan bata untuk bergeser

Tabel 20 – Hasil Evaluasi Desain Preseden Bata *Interlocking*

Dari hasil evaluasi, maka aspek-aspek positif dapat dipertahankan dan dijadikan kriteria untuk tahap eksperimen. Sedangkan, aspek-aspek negatif dapat dihindari dan dicari cara penanggulangan agar tidak terjadi lagi pada eksperimen terhadap desain. Kriteria yang disimpulkan adalah sebagai berikut:

1. Sistem *Interlocking*

- Jenis pengunci dapat menahan gaya horizontal dan vertikal dan dapat ditambahkan tiang penguat
- Bentuk pengunci sederhana dan mudah untuk disusun

2. Susunan

- Bata dapat disusun dengan jenis susunan *stretcher bond* dan lebih baik bila mempunyai variasi susunan
- Tebal dinding yang dihasilkan susunan berkisar antara 90-140 mm

3. Luas Bukaannya Ventilasi

- Luas bukaan yang tercipta memenuhi standar minimal 5% dari total luas ruangan
- Terdapat variasi luas bukaan tanpa memerlukan perekat tambahan

Dari kriteria yang ditarik dari hasil evaluasi, maka terdapat 4 varian hasil eksperimen desain bata *interlocking*. Masing-masing hasil eksperimen mempunyai titik berangkat desain yang berbeda-beda. Hasil eksperimen tersebut juga dinilai kembali dengan variabel-variabel yang digunakan untuk mengetahui apakah hasil eksperimen tersebut sudah memenuhi kriteria yang berlaku atau belum. Berikut adalah hasil penilaian terhadap eksperimen desain:

Eksperimen Desain	Positif	Negatif
Eksperimen Desain 1	<p>Sistem <i>interlocking</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dapat menahan gaya horizontal dan gaya vertikal • Dapat diberi tambahan besi / baja tulangan • Tidak perlu tambahan mortar sebagai perekat • Dapat disusun dengan mudah <p>Susunan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mempunyai varian susunan yang banyak tergantung rotasi bata terhadap sumbu x <p>Luas Bukaannya Ventilasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dapat menciptakan luas bukaan yang bervariasi, tergantung pada derajat rotasi bata pada susunan 	<p>Susunan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Susunan dengan bata yang di rotasi mengakibatkan ada ujung bata yang <i>overlap</i> dan tidak memiliki tumpuan sehingga menjadi rawan terkikis dan rontok

<p>Eksperimen Desain 2</p>	<p>Sistem <i>interlocking</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dapat menahan gaya horizontal dan gaya vertikal • Dapat diberi tambahan besi / baja tulangan • Tidak perlu tambahan mortar sebagai perekat • Dapat disusun dengan mudah • Mempunyai tambahan pada pengunci untuk menjadi patokan dan batasan bata untuk dirotasi <p>Susunan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mempunyai variasi jenis susunan dari hasil bata yang dirotasi dengan batas maksimal yaitu 45° <p>Luas Bukaannya Ventilasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dapat menciptakan luas bukaan yang bervariasi, tergantung pada derajat rotasi bata pada susunan • Memenuhi kebutuhan luas ventilasi untuk ukuran kamar tidur standar (3,6 x 3,5 m) 	<p>Sistem <i>Interlocking</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tambahan pada pengunci berbentuk kecil sehingga rawan patah atau retak bila komposisi yang digunakan untuk modul kurang kuat
<p>Eksperimen Desain 3</p>	<p>Sistem <i>interlocking</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dapat menahan gaya horizontal dan gaya vertikal • Dapat diberi tambahan besi / baja tulangan • Tidak perlu tambahan mortar sebagai perekat • Dapat disusun dengan mudah <p>Susunan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mempunyai 3 varian susunan 	<p>Sistem <i>interlocking</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mempunyai bagian-bagian pengunci yang tergolong kecil sehingga rawan patah jika tidak menggunakan komposisi modul yang kuat

	<p>Luas Bukaannya Ventilasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dapat menciptakan luas bukaan yang bervariasi tergantung pada jenis susunan bata 	<p>Susunan:</p> <ul style="list-style-type: none"> Susunan <i>stretcher bond</i> yang standar memberi kesan yang membosankan karena datar
<p>Eksperimen Desain 4</p>	<p>Sistem <i>Interlocking</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dapat menahan gaya horizontal dan gaya vertikal Dapat diberi tambahan besi / baja tulangan Tidak perlu tambahan mortar sebagai perekat Dapat disusun dengan mudah <p>Susunan:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dapat menghasilkan varian susunan yang berbeda-beda <p>Luas Bukaannya Ventilasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dapat menciptakan luas bukaan yang bervariasi tergantung pada jenis susunan yang digunakan 	<p>Luas Bukaannya Ventilasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> Luas bukaan yang dihasilkan masih dibawah standar untuk ukuran ruangan dengan fungsi kamar tidur yang berukuran 3,6 x 3,5m.

Tabel 21 – Hasil Evaluasi Eksperimen Desain Bata Interlocking

Desain preseden dan desain hasil eksperimen dinilai dengan metode skala rating. Skor minimum untuk penilaian tersebut adalah 6 poin dan skor maksimum adalah 18 poin. Hasil penilaian adalah sebagai berikut:

	Prototype #4	Prototype #5	Batako Gedhek	ISSB	Eksp. Desain 1	Eksp. Desain 2	Eksp. Desain 3	Eksp. Desain 4
Skor	13	16	9	17	18	17	17	16

Tabel 22 – Nilai Total Desain dengan Metode Skala Rating

Desain-desain modifikasi yang telah dilakukan masih memiliki kekurangan juga karena belum semuanya mencapai nilai maksimal untuk memenuhi kriteria-kriteria yang dibuat. Sebagai contoh, untuk mengejar adanya varian luas bukaan ventilasi, maka yang konsekuensinya adalah bentuk pengunci menjadi lebih pipih sehingga

rawan patah atau retak. Namun, dari hasil penilaian tersebut, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa desain hasil eksperimen secara umum lebih baik dibandingkan desain preseden bila diukur dengan variabel-variabel untuk menciptakan variasi luas bukaan ventilasi pada dinding.

6.2 Saran

Dari hasil evaluasi dan eksperimen, masih terdapat kekurangan yang seharusnya dapat dicegah untuk penelitian-penelitian selanjutnya. Selain itu, terdapat beberapa hal juga yang dapat dimaksimalkan lagi untuk mencapai hasil yang lebih baik lagi, terlihat dari masih banyaknya potensi-potensi untuk modifikasi dan perbaikan desain. Studi lebih lanjut mengenai desain modifikasi ini juga sangat disarankan, seperti uji durabilitas atau pengujian pada laboratorium lainnya. Beberapa saran yang penulis berikan untuk pengembangan desain eksperimen adalah sebagai berikut:

1. Pengujian durabilitas dan kekuatan modul

Desain hasil eksperimen terhadap bata *interlocking* menghasilkan bentuk transformasi modul bata yang dinamis sehingga perlu diteliti lebih lanjut kekuatan dan durabilitasnya terhadap berbagai gaya dari berbagai arah. Cara untuk menguji kekuatan dan durabilitas modul dapat melalui uji laboratorium dengan pembuatan modul dengan skala 1:1. Dari penelitian tersebut, maka data kekuatan dan durabilitas modul bisa didapatkan secara akurat.

2. Pertimbangan dan perhitungan waktu dan biaya produksi

Bentuk bata yang dinamis dapat mempengaruhi biaya dan waktu produksi. Bentuk bata yang dinamis mempunyai tingkat kesulitan pembuatan yang lebih tinggi daripada bata yang berbentuk balok. Estimasi waktu dan biaya produksi dapat diperoleh melalui penerapan langsung dengan membuat model skala 1:1.

Oleh karena itu, hasil eksperimen desain bata *interlocking* memiliki potensi untuk diteliti dan distudi lebih lanjut. Penelitian dan studi lanjutan dapat memaksimalkan performa bata *interlocking* agar dapat digunakan dalam pembangunan dan konstruksi yang membutuhkan dinding dengan bukaan ventilasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Fakih, A., Mohammed, B. S., & Nikbakht, E. (2018). Development of Interlocking Masonry Bricks and its' Structural Behaviour: A Review Paper. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Sciences*, 2-3.
- Bahasa, B. P. (2019, April 25). Retrieved from KBBI Daring: <https://kbbi.kemdikbud.go.id/>
- Budianastas Prastyama, A. M. (2018). Kinerja Struktural Interlocking Compressed Earth Block (ICEB) dengan Serat Ijuk sebagai Stabilisator. *Jurnal Teknik Arsitektur ARTEKS*.
- Ernst, & Neufert, P. (2000). *Architects' Data, Third Edition*. London: Oxford Brookes University.
- Guillaud, H., Joffroy, T., & Odul, P. (1995). Compressed Earth Blocks: Manual of Design and Construction. In H. Guillaud, T. Joffroy, & P. Odul, *Compressed Earth Blocks: Manual of Design and Construction* (p. 15). Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH.
- Ika. (2014, April 2015). *Universitas Gadjah Mada*. Retrieved from www.ugm.ac.id
- K, R., & Nambiar, E. K. (2004). Accelerated masonry construction: Review and future prospects. *Progress in Structural Engineering and Materials* 6: 1-9, 4.
- Kintingu, S. H. (2009). Design of Interlocking Bricks for Enhanced Wall Construction Flexibility, Alignment Accuracy and Load Bearing. 43.
- Kuncoro, Y. (2017). *Evaluasi dan Modifikasi Desain Bentuk Batu Bata Interlocking terhadap Bentuk dan Ruang arsitektural bangunan 1-2*. Disertasi tidak diterbitkan. Bandung: Universitas Katolik Parahyangan.
- Method Statement CKYIBS Blocks*. (2019, Maret 13). Retrieved from CKYIBS Web site: http://ckyibstech.com/main/index.php?option=com_content&view=article&id=83&Itemid=132
- Minke, G. (2006). *Building With Earth*. Boston: Birkhauser.
- Nazir, M. (2005). *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Nisa, I. J. (2014). *Eksplorasi Susunan Bata Pada Bidang Dinding Galeri Seni Lukis*. Disertasi tidak diterbitkan. Malang: Universitas Brawijaya.
- Prasatyama, B., & Maurina, A. (2018). KINERJA STRUKTURAL INTERLOCKING COMPRESSED EARTH BLOCK (ICEB) DENGAN SERAT IJUK SEBAGAI STABILISATOR . *Jurnal Teknik Arsitektur ARTEKS*.
- Ramamurthy, K., & Nambiar, E. (2004). Accelerated maonry construction review and future prospects. *Progress in Structural Engineering and Materials*.

- Rauch, M. (2015). *Refined Earth Construction & Design with Rammed Earth*. Munich: DETAIL.
- Razak, H., Gandarum, D. N., & Juwana, J. S. (2015). Pengaruh Karakteristik Ventilasi dan Lingkungan terhadap Tingkat Kenyamanan Termal Ruang Kelas SMPN di Jakarta Selatan. *AGORA, Jurnal Arsitektur, Volume 15, Nomor 2, 5*.
- SII-0021-78. (1978). *Mutu dan Cara Uji Batu Bata Merah Pejal*. Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI 03-6572-2001. (2001). *Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 15-2094-2000. (2000). *Mutu dan Cara Uji Batu Merah Pejal*. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Vasto Costa, F. (1993). *Plea for placement armour blocks in orderly patterns, Proceedings of the 23rd International Conference on Coastal Engineering*. Venice: ISBN/ISSN: 0872-62933.
- Wouters, L., & Wastiels, I. (2008). Material Considerations in Architectural Design: A Study of the Aspects Identified by Architects for Selecting Materials. *Proceedings of the Design Research Society Conference*, 10.
- Zulnaldi. (2007). *Metode Penelitian*. Medan: Universitas Sumatera Utara.