PENGEMBANGAN SENTRA PERTANIAN PERKOTAAN (*URBAN FARMING*) MENGGUNAKAN STRUKTUR *AIR INFLATED GREENHOUSE*

M. Ikhsan Setiawan¹, Hery Budiyanto², Koespiadi³

¹M. Ikhsan Setiawan, Universitas Narotama, ikhsan.setiawan@narotama.ac.id

²Hery Budiyanto, Universitas Merdeka Malang, budiyantohery@yahoo.com

³Koespiadi, Universitas Narotama, koespiadi@narotama.ac.id

ABSTRAK

Pertanian Perkotaan (*Urban Farming*) adalah bertani dengan memanfaatkan lahan sempit atau intensifikasi lahan, guna memenuhi kebutuhan sayuran dan buah segar sehari-hari bagi masyarakat pemukiman/perumahan di perkotaan. Teknologi *Air Inflated Structure* sebagai fasilitas pendukung peningkatan produksi Pertanian Perkotaan, dengan sistem portabel *Greenhouse* dapat dibangun serta dipindahkan ke lokasi tertentu secara mudah, aman, cepat, bahan struktur ringan (0,55mm PVC Terpaulin) sehingga produk Pertanian Perkotaan semakin dekat dengan konsumen pemukiman di Perkotaan, dampaknya harga semakin murah namun berkualitas. Tujuan Penelitian adalah merencanakan, membuat dan menguji prototipe tenda *Air Inflated Structure* sebagai fasilitas *Urban Farming* guna memenuhi aspek kekuatan, kecepatan, efektifitas dan kenyamanan *Greenhouse*. Metode Penelitian menggunakan Metode Eksperimen, diawali dengan perancangan, pembuatan dan pengujian prototipe tenda meliputi (1) uji kekuatan dan ketahanan bahan terhadap cuaca (2) uji material yang paling efektif guna komponen struktur (3) uji kecepatan pembuatan, pengangkutan, perakitan, pemasangan, pembongkaran (4) uji kenyamanan. Pengujian dilakukan di Lab Universitas Narotama dan Lab Universitas Merdeka Malang, terbukti memberikan hasil yang handal dan memuaskan meliputi kuat uji tarik hingga 218,3 kg, daya tahan bahan hingga >70°C, kecepatan instalasi pemasangan dan pembongkaran menjadi lebih efektif dan efisien serta kenyamanan dalam ruangan suhu maksimum 35°C.

Kata Kunci : *Air Inflated Structure, Urban Farming, Greenhouse*

1. PENDAHULUAN

FAO (*Food and Agriculture Organization*) menjelaskan Pertanian Perkotaan sebagai industri yang memproduksi, memproses, dan memasarkan produk pertanian, terutama memenuhi permintaan harian konsumen di dalam perkotaan, dengan metode produksi intensif, memanfaatkan dan mendaur ulang sumber daya dan limbah perkotaan untuk menghasilkan beragam tanaman kebutuhan pangan masyarakat Perkotaan (Smit, J, A. Ratta, J. Nasr, 1996). *Council on Agriculture, Science and Technology* (CAST) menyatakan Pertanian Perkotaan mencakup aspek kesehatan lingkungan, remediasi, dan rekreasi (Butler, L, Moronek, D.M, 2002). Di berbagai kota, Pertanian Perkotaan menjadi pendukung aspek keindahan kota dan kelayakan penggunaan tata ruang yang berkelanjutan. Pertanian Perkotaan juga dilakukan untuk meningkatkan pendapatan atau aktivitas memproduksi bahan pangan untuk dikonsumsi keluarga, dan di beberapa tempat dilakukan untuk tujuan rekreasi dan relaksasi (Fraser, Evan D.G, 2002). Pertanian Perkotaan memberikan hasil yang optimal dengan fasilitas *Greenhouse* dan teknologi Hidroponik. *Greenhouse* meningkatkan perlindungan tanaman dari intensitas

hujan, sinar matahari dan iklim mikro, serta mengoptimalkan pemeliharaan tanaman, pemupukan dan irigasi mikro, sehingga mampu meningkatkan produksi sayuran, buah dan bunga yang berkualitas tanpa tergantung dengan musim (G. Thiyagarajan, R. Umadevi & K. Ramesh, 2007). *Greenhouse* semakin mudah dengan teknologi *Air Inflated Structure* yang dapat memenuhi syarat kekuatan, kenyamanan dalam ruang dan kecepatan dalam pembangunan *Greenhouse* tersebut. Bahan membran *Air Inflated Structure* dapat tahan terhadap cuaca hingga lebih dari 10 tahun, bergantung kepada jenis bahan coatingnya (Ikhsan, M, 2014).

Terdapat 5 aspek utama yang menjadi masalah dalam penelitian ini, yaitu:

- a. Perancangan dan desain *air inflated structure*.
- b. Pembuatan prototipe bangunan *air inflated structure* dilanjutkan uji material bangunan
- c. Kecepatan dan efektivitas dalam proses pengangkutan, perakitan, pemasangan serta pembongkaran bangunan *air inflated structure*.
- d. Tingkat kenyamanan termal dalam bangunan *air inflated structure*.

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah, maka dapat dirumuskan masalah-masalah sebagai berikut

- a. Bagaimana perancangan dan desain *air inflated structure*?
- b. Bagaimana pembuatan prototipe *air inflated structure* dilanjutkan uji material bangunan?
- c. Bagaimana kecepatan dan efektivitas dalam proses pengangkutan, perakitan, pemasangan serta pembongkaran *air inflated structure*?
- d. Bagaimana tingkat kenyamanan termal dalam *air inflated structure*?

Penelitian ini difokuskan pada beberapa kajian sebagai berikut:

- a. Perancangan serta pembuatan sistem dan komponen bangunan *air inflated structure*
- b. Pembuatan prototipe *air inflated structure*
- c. Uji laboratorium bangunan *air inflated structure*
- d. Peningkatkan kecepatan dan efektivitas dalam pembuatan, pengangkutan, perakitan, pemasangan serta pembongkaran bangunan *air inflated structure*
- e. Peningkatkan kenyamanan termal bangunan *air inflated structure*

Gambar 1. *Greenhouse* dan alat pendukungnya

Sumber: greenestcity.ca

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental berupa pembuatan prototipe struktur, melakukan aplikasi uji coba terhadap berbagai variabel, antara lain pengujian pengaruh bahan membran terhadap berbagai kondisi cuaca (variabel kekuatan bahan struktur terhadap sinar matahari, dan hujan), pengujian terhadap variabel berbagai jenis sambungan dan variabel kenyamanan termal bagi orang yang menempatnya. Pelaksanaan penelitian diawali dengan kajian literatur kemudian pembuatan desain (bentuk struktur, pola dasar lembaran membran, komponen dan elemen struktur) yang dilaksanakan di Lab. Komputer, dilanjutkan perancangan dan pembuatan prototipe struktur dengan skala dengan pilihan bahan dan sistem sambungan yang paling efisien. Prototipe ini diuji (selama 1 bulan) terutama aspek kenyamanan

Penelitian dan pengujian terhadap sistem struktur *pneumatik*, antara lain dalam uji model struktur *pneumatik* pada tahun 1992 telah dilakukan dalam *paper* “Kajian dan Perancangan Bangunan dengan Konsep Struktur *Pneumatik* yang Ditekankan pada Aspek Teknik dan Metoda Konstruksi, Kasus Studi: Struktur Atap *Pneumatik* Membran Tunggal yang Ditumpu Udara pada Gedung Olah Raga” (Budiyanto, 1992). Eksperimen model struktur diperlukan untuk mengetahui perilaku struktur sesungguhnya (prototipe) dengan menggunakan replika (model) struktur yang skalanya lebih kecil. Salah satu rekomendasi penelitian tersebut adalah struktur pneumatik memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan struktur bangunan konvensional, yaitu investasi awal lebih murah, kecepatan dan kemudahan pembangunan, pemeliharaan mudah, elemen struktur dapat dilipat (ringkas) sehingga dapat disimpan dalam gudang dengan ukuran 3x3 m². Eksperimen dilanjutkan dengan Penelitian Hibah Bersaing DIKTI Tahun 2008-2010 yang menghasilkan prototipe struktur pneumatik yang ditumpu oleh udara. Prototipe ini dapat dibangun hanya dalam waktu 30 menit, bangunan seluas 150 m² siap menampung 50 orang. Kelemahan dari prototipe ini adalah penggunaan pintu rigid yang harus kedap udara sehingga menyulitkan penduduk yang relative awam untuk membiasakan diri keluar masuk dari tenda gelembung. Hasil riset Purwanto yang dituangkan dalam tulisan berjudul “Perkembangan Struktur Pneumatik Memperkaya Desain Arsitektur” (Purwanto, 2000) menyampaikan kemungkinan penerapan dan pengembangan struktur *pneumatic* di Indonesia, antara lain kondisi iklim di Indonesia, terutama masalah angin, bukanlah masalah yang berarti dan dapat diperhitungkan dengan perhitungan tekanan dalam struktur *pneumatik*. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam penggunaan struktur pneumatik di Indonesia, antara lain perilaku, kondisi sosial masyarakat Indonesia perlu ditingkatkan terutama dalam pemeliharaan bangunan. Aspek keisengan masyarakat dalam memandang dan memperlakukan bangunan/fasilitas umum sering menimbulkan kerusakan. Namun, masyarakat perlu dibiasakan dan dikenalkan dengan sistem struktur baru ini sehingga dapat belajar pada satu kondisi, bentuk, perilaku atau peradaban baru. Alain Chassagnoux dan kawan-kawan dalam “*Teaching of Morphology*” (Chassagnoux et.al., 2002) menjelaskan bahwa untuk mempelajari bentuk-bentuk arsitektur kontemporer yang menggunakan struktur non-konvensional. Para dosen bisa mengajak mahasiswa untuk melakukan eksperimen model sehingga mendapatkan pengalaman “membentuk” bangunan menggunakan elemen/komponen yang dirancang sendiri oleh mahasiswa. Dengan studi bentuk bangunan melalui studi geometri dan sains akan memberikan pengalaman pembentukan struktur bangunan yang sulit dilakukan dan diperhitungkan secara matematis.

Pertanian Perkotaan memunculkan komunitas seperti “*foodies*”, “*locavores*”, “*organic growers*” yang berfungsi sebagai sarana berbagi informasi dan fasilitas jual beli produk

setempat, sehingga mendatangkan penghasilan, mengurangi risiko pestisida dan bahan kimia berlebih dalam konsumsi masyarakat, sehingga meningkatkan ketahanan pangan, karena mendekatkan jarak antara produsen dan konsumen sehingga bahan pengawet dan proses tambahan tidak dibutuhkan. Hal ini membuat konsumen mendapatkan jaminan bahan pangan yang didapatkan begitu segar (Thornton, A, 2011). Studi memperlihatkan bahwa dengan berpindah dari bahan pangan yang ditumbuhkan secara lokal dapat menghemat emisi dari transportasi bahan makanan sebanyak 50.000 metrik ton karbon dioksida, yang setara dengan menghilangkan 16.191 mobil dari jalan. Sebagai dampak berkurangnya penggunaan energi, jejak karbon dari suatu kota akibat usaha Pertanian Perkotaan juga berkurang. (Xuereb, M, 2005), (Delta Institute, 2013). Teknologi *Air Inflated Structure Greenhouse* dalam Pertanian Perkotaan memenuhi syarat kekuatan, kenyamanan dalam ruang dan kecepatan dalam pembangunannya, bahan membran *Air Inflated Structure* dapat tahan terhadap cuaca hingga lebih dari 10 tahun, bergantung kepada jenis bahan coatingnya (Ikhsan, M, 2014).

Tabel 1. Variabel Dan Uji Penelitian

Variabel	Cara Pengujian	Alat Uji
a. Kekuatan dan ketahanan bahan membran struktur	Pemilihan jenis bahan membran yang paling kuat dan tahan <ul style="list-style-type: none"> • uji kekuatan bahan • uji ketahanan terhadap cuaca 	Uji tarik >100 kg Uji bakar >70%
b. Efisiensi Sistem dan Komponen Struktur	Pemilihan terhadap berbagai katagori untuk mendapatkan yang paling efektif. <ul style="list-style-type: none"> • Komponen struktur • Jenis sambungan 	Kualitatif: Memperhatikan kemudahan dan efisiensi dalam membuat dan memasang
c. Kecepatan proses pengangkutan, perakitan, pemasangan, pembongkaran	<ul style="list-style-type: none"> • Waktu dan sistem pembuatan • Waktu dan sistem pengangkutan • Waktu dan sistem perakitan • Waktu dan sistem pemasangan • Waktu dan sistem pembongkaran 	Stopwatch
d. Kondisi termal bangunan dan kenyamanan termal pengguna bangunan	<ul style="list-style-type: none"> • Meneliti kondisi bangunan tenda sebelum dan selama dihuni: suhu dan kelembaban di dalam dan luar bangunan • Meneliti aspek kenyamanan termal penghuni selama berada di dalam bangunan 	Termometer

Tahapan	Penelitian	Luaran	Indikator Capaian
2013	Perancangan dan Pembuatan <i>Air Inflated Structure</i>	Prototipe <i>Air Inflated Structure</i>	1 unit Prototipe <i>Air Inflated Structure</i> telah dirancang dan dibuat di Lab Universitas Narotama
2014	Pengujian <i>Air Inflated Structure</i>	Prototipe <i>Air Inflated Structure</i>	1 unit Prototipe <i>Air Inflated Structure</i> telah diuji di Lab Universitas Merdeka Malang

Figure 1 consists of three photographs showing the fabrication process. (a) A green fabric strip is being heated by a flame. (b) The heated strip is being pressed into a mold. (c) The final fabricated sample is shown in a mold.

Gambar 3. Pabrikasi Tenda 21 Hari

Gambar 4. Instalasi 3menit & Pemasangan 3menit

Gambar 5. Bongkar 3menit & Packing 3menit

**Gambar 6. Grafik Suhu Ruangan *Air Inflated Structure* Desember 2013
Pengujian di Lab Teknik Sipil Univ Narotama Surabaya**

**Gambar 7. Grafik Suhu Ruangan *Air Inflated Structure* Juli 2014
Pengujian di Lab Bahan Univ Merdeka Malang**

4. KESIMPULAN

Bangunan *Air Inflated Structure* sebagai *Greenhouse* untuk fungsi *Urban Farming* sangat sesuai, disebabkan kecepatan, kemudahan dan kenyamanan bangunan struktur tersebut. Terbukti dalam Uji Laboratorium dan Uji Lapangan didapatkan hasil yang handal meliputi kuat uji tarik hingga 218,3 kg, daya tahan material $>70^{\circ}\text{C}$, instalasi 3menit, pemasangan 3menit dan pembongkaran 3menit serta suhu dalam ruangan $<35^{\circ}\text{C}$. Bangunan *Air Inflated Structure* dapat menjadi prototipe nasional sebagai *Greenhouse Urban Farming*. Penggunaan bahan tarpaulin dan PVC sangat fleksibel dan kuat sehingga memudahkan proses pengangkutan, pemasangan dan pembongkaran kembali, dalam *packaging* yang simpel dan mudah digunakan. Namun penggunaan bahan tarpaulin dan PVC pada bangunan *air inflated structure* memerlukan informasi atau *sign* agar terhindar dari bahaya kebocoran dan kebakaran akibat barang-barang yang mudah terbakar, kegiatan merokok maupun mengelas didekat area tenda

DAFTAR PUSTAKA

1. Budiyanto, Hery (1992) *Kajian dan Perancangan Bangunan dengan Konsep Struktur Pneumatik yang Ditekankan pada Aspek Teknik dan Metoda Konstruksi, Kasus Studi: Struktur Atap Pneumatik Membran Tunggal yang Ditumpu Udara pada Gedung Olah Raga*, Tesis S2, Institut Teknologi Bandung
2. Budiyanto, Hery (2007) *Ujicoba Model Dan Prototipe Tenda Pneumatik Sistem Knock Down Sebagai Bangunan Penampungan Sementara Untuk Korban Bencana*, Laporan Penelitian Hibah Kompetisi A2, Teknik Arsitektur Universitas Merdeka Malang
3. Budiyanto, Hery (2010) *Pembuatan Tenda Pneumatik Sistem Knock Down Yang Ringkas Dan Cepat Bangun Sebagai Bangunan Penampungan Sementara Untuk Korban Bencana*, Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2008-2010, Teknik Arsitektur Universitas Merdeka Malang
4. Butler, L, Moronek, D.M (2002) *Urban and Agriculture Communities: Opportunities for Common Ground*, Ames, Iowa: Council for Agricultural Science and Technology

5. Chassagnoux, Alain, et.al (2002) Teaching of Morphology, *International Journal of Space Structures*, Vol.17 No. 2 & 3, Multi Science Publishing Ltd., Brendwood (UK)
6. Delta Institute, *Urban Agriculture*
7. Dent, Roger N (1971) *Principles of Pneumatic Architecture*. London: Elsevier Publishing Company
8. Fraser, Evan, D.G (2002) *Urban Ecology in Bangkok Thailand: Community Participation, Urban Agriculture and Forestry*, *Environments* 30 (1).
9. G. Thiyagarajan, R. Umadevi & K. Ramesh (2007) *Hydroponics*, Science Tech Entrepreneur-Water Technology Centre-Tamil Nadu Agricultural University, India
10. Herzog, Thomas (1976) *Pneumatic Structures, a handbook for the architect and engineer*. London: Crosby Lockwood Staples
11. Ikhsan, M (2014) *The Development of Air Inflated Structure as the Facility on Natural Disaster Area*, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, ISSN 1991-8178, April Issue 2014
12. Intent (2005) *Membran Structures*. Kortrijk: Intent Inc
13. Itek (2005) *Air Cell Technology*. Pennsylvania: Inflatable Technology-USA Inc
14. Luchsinger, Rolf H. et.al. (2004) Pressure Indicated Stability: From Pneumatic Structure to Tensairity. *Article No.JBE-2004-025, Journal of Bionic Engineering. Vol.1. No.3, hal.141-148*, Jilin University - Nanling Campus, Changchun PR China
15. Otto, Frei (1973) *Tensile Structures*. Cambridge: The MIT Press
16. Purwanto (2000) Perkembangan Struktur Pneumatik Memperkaya Desain Arsitektur. *Jurnal Dimensi Vol 28 No. 1*, Universitas Kristen Petra, Surabaya
17. Salvadori, Mario (1981) *Structural Design in Architecture*. New Jersey: Prentice Hall Inc
18. Schodek, Daniel (1980) *Structures*. New Jersey: Prentice Hall. Inc
19. Schueller, Wolfgang (1983) *Horizontal Span Building Structures*. New York : John Wiley & Sons
20. Smit, J., A. Ratta, J. Nasr (1996) *Urban Agriculture: Food, Jobs, and Sustainable Cities*. United Nations Development Programme (UNDP), New York, NY.
21. Sukawi (2011) Struktur Membran dalam Bangunan Bentang Lebar, *Jurnal Modul Vol.11 No.1. ISSN:0853-2877*, Universitas Diponegoro, Semarang
22. Thornton, A (2011) *Food for thought? The potential of urban agriculture in local food production for food security in the South Pacific*. In Campbell, H. Rosin, C. and Stock, P. (eds) *Dimensions of the Global Food Crisis*. London: Earthscan. Pg 200-218.
23. Xuereb, Marc (2005) *Food Miles: Environmental Implications of Food Imports to Waterloo Region*. Public Health Planner Region of Waterloo Public Health
24. Zuhri, Syaifudin (2010) *Dasar-dasar Tektonik: Arsitektur dan Struktur*. Klaten: Yayasan Humaniora