

Studi Bayangan Matahari pada Rancangan Vertical Farm dalam Konteks Urban

Gisela Titania Kristi, dan Murtijas Sulistijowati

Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: murtijas@arch.its.ac.id

Abstrak—Peningkatan populasi yang tajam dari tahun ke tahun telah mengakibatkan berkurangnya stok makanan dunia, perubahan iklim, serta degradasi lahan pertanian yang berujung terhadap isu krisis pangan global. Indonesia sebagai negara agraria, tidak luput dari isu ini. Setelah meninjau lebih dalam, didapat bahwa sebenarnya akar permasalahan dari krisis pangan ini adalah putusannya hubungan antara produsen dengan konsumen makanan, yang disebabkan oleh panjangnya rantai distribusi dari produsen hingga konsumen.

Vertical Urban Farm ini dirancang sebagai alternatif menanggapi isu diatas serta permasalahan urban seperti keterbatasan lahan. Rancangan akan memudahkan aktivitas siklus makanan mulai dari makanan ditanam, dipanen, didistribusikan, dipasarkan, dikonsumsi, dibuang hingga diolah kembali menjadi energi. Untuk mencapai rancangan yang tepat, studi pembayangan matahari diterapkan sehingga dapat menentukan area penanaman yang berpengaruh pada rancangan objek dari Vertical Urban Farm.

Kata Kunci— Studi pembayangan matahari, Vertical Urban Farm.

I. PENDAHULUAN

PERTUMBUHAN populasi yang tidak terkendali akan menimbulkan berbagai cabang permasalahan. Salah satunya adalah krisis pangan. Pertambahan penduduk mengikuti deret ukur, sementara pertambahan produksi pangan mengikuti deret hitung. [1]

Di negara berkembang, angka pertumbuhan populasi meningkat lebih tinggi dibandingkan di negara berkembang. Jumlah lahan pertanian yang digunakan pada saat ini adalah setara dengan luas Amerika Serikat dan pada tahun 2050 dunia akan membutuhkan daratan lain dengan ukuran Brazil untuk memenuhi kebutuhan kalori setiap individu di dunia [2]. Hal tersebut diperkuat dengan rujukan [3] yang menjelaskan bahwa walaupun dengan upaya mendistribusikan makanan secara merata diseluruh dunia pada tahun 2050, setiap individu akan masih kekurangan sekitar 974 kalori lagi.

Urgensitas dari permasalahan ini ternyata belum banyak disadari oleh banyak orang, terutama pada masyarakat urban yang dalam kesehariannya tidak kesulitan makanan. Diperoleh bahwa terjadi keterputusan hubungan antara konsumen dengan produsen makanan oleh panjangnya rantai distribusi makanan.

Di perkotaan padat, khususnya Surabaya, isu krisis

pangan ini menjadi sebuah tantangan untuk menciptakan solusi pangan berkelanjutan demi memenuhi kebutuhan pangan mengingat kebutuhan pangan perkotaan di masa depan akan lebih tinggi akibat arus urbanisasi yang semakin tinggi, namun tidak diimbangi dengan adanya ketersediaan lahan pertanian.

Perancangan Vertikal Urban Farm ini akan menjadi alternatif dalam konteks urban untuk menghubungkan kembali konsumen dengan produsen makanan dalam 1 tempat, karena segala proses makanan mulai dari proses penanaman, panen, distribusi, penjualan, pengolahan, hingga pembuangan makanan, akan terjadi dalam satu tempat (Gambar 1).

Vertical Urban Farm ini dirancang pada lahan seluas 5000m² di Jl. Basuki Rahmat. Lahan berada di area Central Business District, dimana aktivitas perkantoran, perdagangan dan jasa yang tercermin melalui kehadiran bangunan – bangunan yang dikembangkan ke arah vertikal (Gambar 2). Dengan adanya Vertical Farm ini, masyarakat urban Surabaya akan memperoleh banyak keuntungan, yaitu: 1) Menghasilkan produksi pangan sekitar 4 – 6 kali lebih banyak setiap are nya dibandingkan dengan pertanian tradisional. 2) Menghasilkan produksipangan yang lebih sehat (bebas polusi, pupuk dan pestisida). 3) Lebih menghemat energi (re-sirkulasi air irigasi, penggunaan air yang lebih sedikit dibandingkan dengan pertanian tradisional, dan menghemat biaya proses distribusi).

II. METODA PERANCANGAN

Dalam merumuskan permasalahan hingga menemukan kriteria desain, penulis menggunakan metoda Programming and Designing dari William M. Pena dan Steven A. Pharsall (1969) [5]. Metoda ini menitikberatkan bahwa Design Process as a Problem Solving. Fokus dari metoda desain ini ada pada bagaimana perancang menjabarkan masalah apa saja yang akan dihadapi dalam merancang bangunan berdasarkan fakta-fakta yang ada, sehingga masalah-masalah tersebut yang dapat difokuskan untuk mencari solusi yang benar-benar sesuai.

Metode Programming and Designing terdapat 3 tahap, yaitu:

A. Problem Seeking,

Tahap programming. Yaitu sebuah proses menuju pernyataan dari masalah arsitektur dan persyaratan yang harus dipenuhi dalam menawarkan solusi. Pada tahap ini, problem seeking termasuk bagian analysis. Maksudnya adalah pada bagian ini, design problem yang ada dipisah-pisah dalam beberapa bagian untuk diidentifikasi secara lebih lanjut.

Pada proses desain yang pertama, yaitu problem seeking/ programming/ analysing, terdapat 5 langkah, yaitu:

1. Establish Goals/ Menyusun tujuan
2. Collect and analyze facts / Mengumpulkan dan



Gambar 2. Alur proses makanan



Gambar 4. Jenis – jenis tanaman



Gambar 2. Rencana Tapak



Gambar 5. Organisasi ruang

FUNCTION	FORM	ECONOMY	TIME
PEOPLE	SITE	INITIAL BUDGET	PAST
ACTIVITIES	ENVIRONMENT	OPERATING COSTS	PRESENT
RELATIONSHIP	QUALITY	LIFECYCLE COSTS	FUTURE

Gambar 3. Poin pertimbangan

3. menganalisa fakta
4. Uncover and test concepts/ Pengujian konsep
5. Determine needs/ Menentukan kebutuhan
6. State the problem/ Menyatakan permasalahan

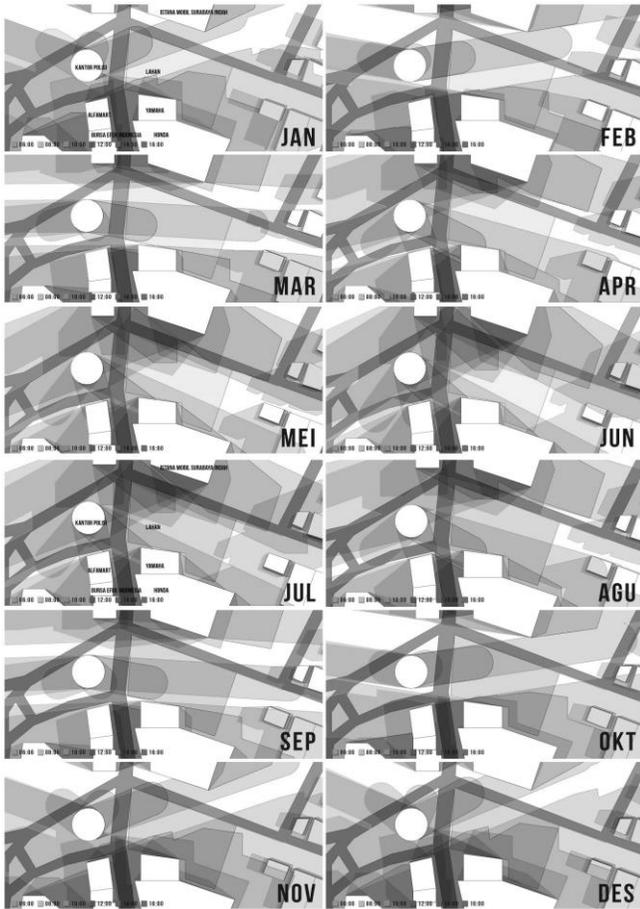
5 tahapan tersebut dapat digunakan dalam mendesain tidak hanya arsitektur, tetapi jika dalam konteks arsitektur, maka tahapan Problem Seeking mempunyai batasa-batasan sendiri yang harus digunakan, yaitu :

Function, form, economy, time.

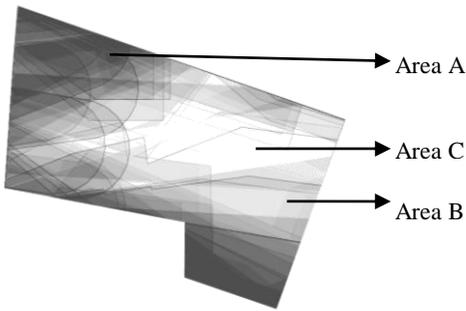
Pertimbangan tentang rancangan yang terpengaruh dari masa lampau, sekarang dan masa depan

Singkatnya, keempat pertimbangan ini memberikan:

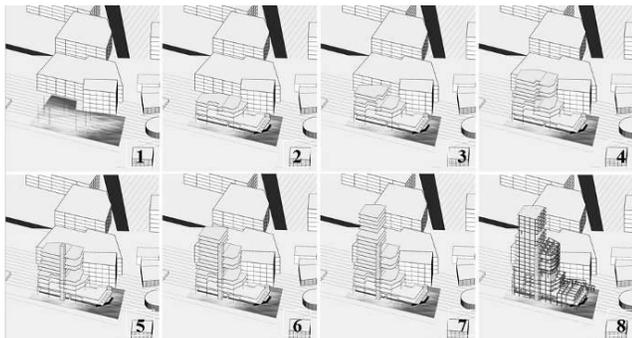
1. Sebuah format untuk mengumpulkan informasi pemrograman.
2. Klasifikasi untuk mengorganisir informasi tersebut.
3. Kriteria untuk mengevaluasi hasil program dan desain.



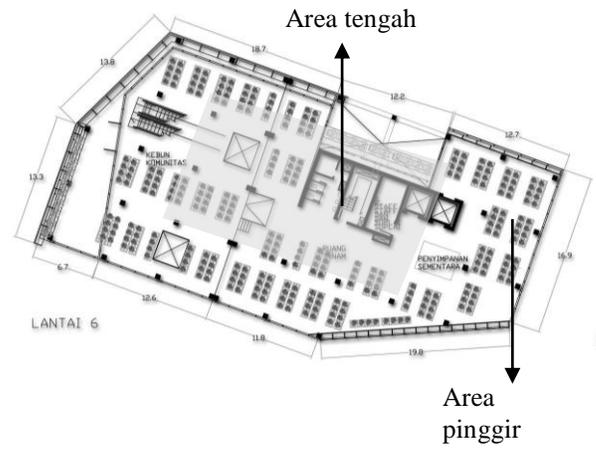
Gambar 6. Studi pembayangan matahari selama 1 tahun



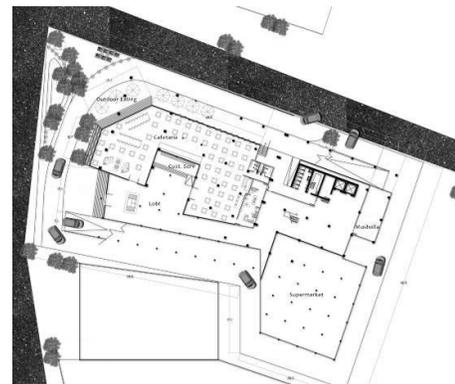
Gambar 7. Penumpukan bayangan selama 1 tahun



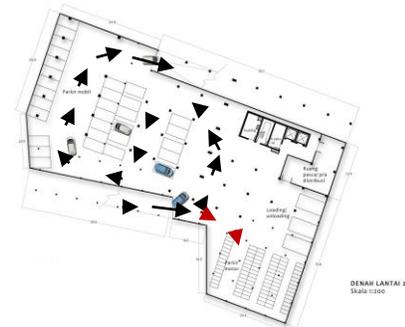
Gambar 8. Analisa bayangan matahari menjadi dasar perolehan bentuk



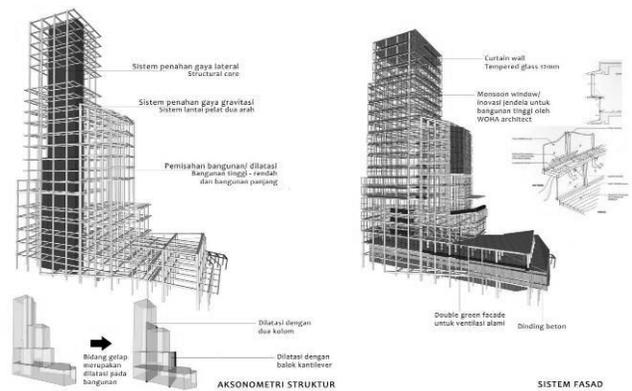
Gambar 9. Zona penanaman



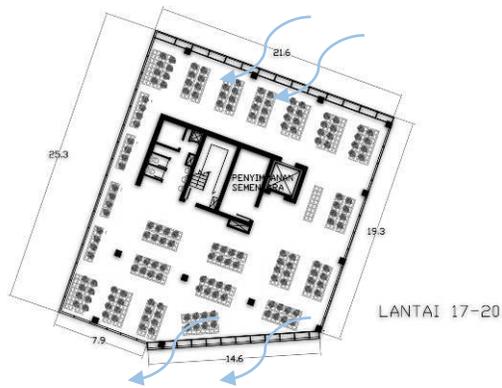
Gambar 10. Zona sirkulasi lantai 1



Gambar 11. Zona sirkulasi lantai 2



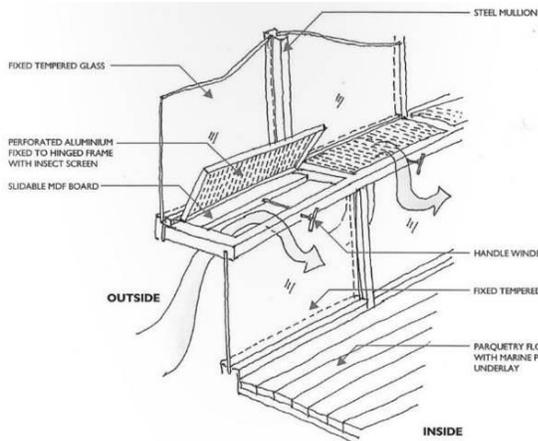
Gambar 12. Sistem struktur dan sistem fasad



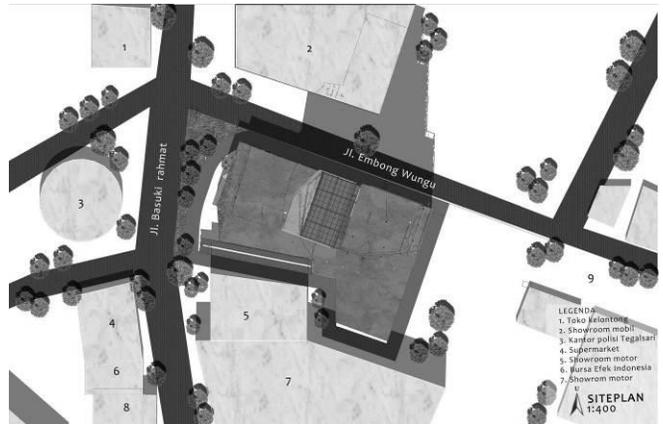
Gambar 15. Potongan



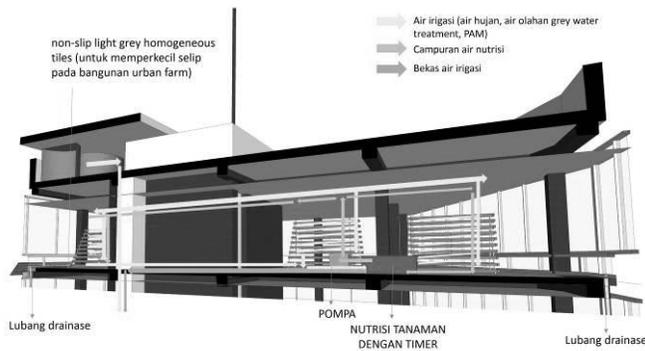
Gambar 16. Perspektif eksterior



Gambar 13. Penghawaan alami menggunakan monsson windows



Gambar 17. Rencana tapak



Gambar 14. Sistem irigasi



B. Problem Solving

Tahap design. Merupakan penelusuran masalah kemudian melakukan analisis untuk menemukan solusi atau pemecahan masalah. Pada tahap ini, problem seeking termasuk bagian synthesis. Karena pada bagian ini permasalahan yang terpisah-pisah digabungkan kembali dengan kondisi yang telah disesuaikan.

Pada tahap ini, penulis menggunakan studi bayangan matahari [6] untuk menentukan area penanaman yang berpengaruh pada bentuk rancangan objek dan pembagian zonasi pada objek rancangan. Analisa bayangan matahari bergantung pada konteks lahan yang dipilih. Orientasi dan kondisi lingkungan sekitar menjadi faktor yang mempengaruhi analisa.

C. Model of Solution.

Berikut ini adalah tahap terakhir yang merupakan bentuk obyek terakhir yang terbentuk sebagai pemecah masalah yang dibahas sebelumnya.

III. EKSPLORASI

A. Problem seeking

Sebelum memperoleh konsep, diperlukan analisa terlebih dahulu untuk memperoleh beberapa rumusan masalah dengan meninjau berbagai aspek seperti yang dijelaskan pada bab II

(Gambar 3). Setelah mengintegrasikan tujuan, mengumpulkan fakta, menentukan kebutuhan, sehingga diperoleh berbagai permasalahan sebagai berikut:

- a. Bagaimana bangunan dapat memberikan pemahaman/ mengedukasi, meningkatkan kesadaran mengenai isu krisis pangan ini ditengah keterbatasan lahan?
- b. Bagaimana bangunan dapat meminimalisir dampak negatif bangunan terhadap lingkungan sekitar?

Dari kriteria desain yang ada, dapat diperoleh kriteria desain (KD) yang akan mengarahkan kepada konsep desain sebagai berikut:

KD 1. Rancangan dapat mempresentasikan keunikan visual, khususnya pada konteks lahan yang menggambarkan fungsi rancang bangunan.

Bangunan vertikal: diantara bangunan sekitar yang hanya 2-5 lantai, sehingga terlihat berbeda di kawasan Basuki Rahmat. Selain itu, pertanian disusun secara vertikal untuk memaksimalkan perolehan luas lahan pertanian.

Double green facade

Bangunan terdapat aksentasi – aksentasi hijau vegetasi, selain sebagai bentuk ventilasi alami pada bangunan, aksentasi tersebut akan menciptakan keunikan visual pada bangunan – berbeda dengan bangunan – bangunan sekitar

KD 2. Memberi pengalaman ruang yang mendukung kegiatan pertanian dan sekaligus dapat menunjang pesan edukatif di dalamnya.

Visibilitas ruang: Menggabungkan proses makanan dalam 1 bangunan. Program ruang mencakup semua proses kehidupan tanam (Gambar 5)

Visibilitas ruang (bangunan tidak tersekat – sekat dinding masif) pada bangunan mengakibatkan transparansi aktivitas sehingga dapat memberi pesan edukatif pada pengunjung, mengundang rasa ingin untuk melihat- lihat kemudian bertanya

Split level: Sebagai salah satu strategi untuk visibilitas ruang. Pengguna bangunan dapat melihat aktivitas – aktivitas satu sama lain, antara petani dengan semua pelaku aktivitas dalam bangunan.

KD 3. Objek rancang memberi dampak negatif seminimal mungkin terhadap lingkungan.

1. Conserving energy
2. Photovoltaic
3. Rainwater harvesting
4. Natural lighting (Void, material transparan)
5. Working with climate
6. Shadow study – building orientation
7. Ventilasi alami
8. Minimizing new resources
9. Resirkulasi air menggunakan hydroponic
10. Reduce – reuse recycle water
11. Waste management – biodigester sampah organik – sampah non organik

Rencana kapasitas, sistem dan jenis tanaman:

Menggunakan sistem pertanian hidroponik, karena:

1. Penggunaan lahan lebih efisien
2. Tanaman berproduksi tanpa menggunakan tanah
3. Kuantitas dan kualitas produksi lebih tinggi dan lebih bersih
4. Penggunaan pupuk dan air lebih efisien
5. Pengendalian hama dan penyakit lebih mudah

Kapasitas tanaman: 56 ton sayuran/ tahun (ditanam dalam 18 lantai)

Jenis tanaman yang akan ditanam adalah jenis tanaman impor tropis (gambar 4) dan tanaman lokal (selada, bayam, sawi, kangkung, mentimun, tomat, kentang, wortel, daun bawang, bunga maar, cabe).

B. Problem solving

Gambar 6 - 9 menunjukkan studi pembayangan matahari. Hal ini dapat berpengaruh terhadap perletakan area urban farm yang paling potensial. Dan dapat diperoleh pula, tipe – tipe tanaman jenis apa yang lebih baik ditanam.

Jika ditumpuk dalam 1 layer bayangan dalam 1 tahun akan menjadi seperti pada gambar 7. Dan dapat di peroleh, warna yang paling gelap (Area A) berarti adalah area yang jarang disinari oleh matahari dalam 1 tahun, sehingga tidak berpotensi untuk difungsikan menjadi area tanam. Sementara warna abu – abu muda (Area B) berarti kira – kira area tersinari matahari sekitar 2- 5 jam. Sementara warna yang mendekati putih (Area C) berarti area tersinari matahari 5- 8 jam, area inilah yang paling berpotensi untuk difungsikan sebagai area tanam.

Penjelasan gambar 8:

Gambar 7 dijadikan dasar perolehan bentuk dan zona

Lantai 1 – 3 dialokasikan untuk aktivitas manusia (kantor, parkir mobil/ motor, lobi, galeri, dll) memprioritaskan alokasi cahaya matahari untuk tanaman pada lantai di atasnya.

3- 4 Bangunan ditumpuk keatas dengan menyusutkan luas area untuk mendapatkan cahaya matahari

Pada 1 titik, diberi void sebagai lubang cahaya

Bangunan diatas semakin dikerucutkan untuk memperoleh cahaya matahari.

Konsekuensi terhadap tipe sayuran:

Pada area B (paparan sinar sebanyak 2- 5 jam) sehingga sayuran yang cocok ditanam di area tersebut adalah sayur tipe daun seperti bayam, pakchoy, sawi, kembang kol dll.

Pada area C (paparan sinar sebanyak 5 – 8 jam) cocok untuk sayuran yang membutuhkan sinar matahari lebih lama seperti sayuran rerambatan.

Pada ruang dalam khususnya pada bagian tengah (Gambar 9) akan lebih sedikit memperoleh cahaya matahari akibat penumpukan bidang lantai secara vertikal, sehingga cahaya buatan diperlukan sebagai sumber pencahayaan untuk tanaman. Pada area tengah akan digunakan lampu LED lebih banyak dan intens dibanding dengan area pinggir sebagai penunjang fotosintesis.

C. Model of solution

Gambar 10 – 16 merupakan desain, sebuah kesimpulan

dari proses problem seeking dan problem solving yang telah dibuat.

1. Struktur dan material (Gambar 12)
2. Struktur: Beton
3. Finishing beton: Exposed concrete finished dengan coating warna bertekstur
4. Dinding indoor: Dinding bata ringan (sifatnya yang ringan dapat mengurangi beban yang membebani konstruksi gedung sehingga dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan untuk struktur bangunan, dinding kaca
5. Flooring: non-slip light grey homogeneous tiles (untuk memperkecil selip pada bangunan urban farm)

Sistem penghawaan menggunakan penghawaan alami untuk menghemat energi. Apabila bangunan menggunakan AC buatan, maka biaya yang dibutuhkan tidak sebanding dengan hasil produksi yang dihasilkan (gambar 13). Bangunan ini menggunakan monsoon windows yang mana memiliki keunikan bukaan secara horizontal sehingga memungkinkan udara untuk masuk, dan air tidak akan masuk saat hujan [8].

Sistem irigasi, Sumber air irigasi adalah berasal dari air hujan, air olahan grey water treatment dan PAM. Air kemudian dialirkan kebawah dengan bantuan pompa tekan, melalui shaft pemipaan. Lalu dialirkan pada tanaman – tanaman per modul hidroponik. Hydroponics menggunakan sistem NFT, yang sistem irigasinya adalah air yang mengalir. Dengan gaya gravitasi, irigasi tanaman turun ke bawah dan mengalir ke bak nutrisi. Air kemudian teresirkulasi pada modul hidroponik kembali selama beberapa kali dengan bantuan timer, nutrisi akan diteteskan ke bak nutrisi secara berkala. Dan pada suatu titik, air nutrisi harus dibuang akibat kandungannya sudah beracun. Sebelum dibuang ke aliran kota, air bekas irigasi disalurkan ke biotank terlebih dahulu agar tidak merusak kualitas air tanah (Gambar 14).

IV. KESIMPULAN

Dengan menganalisa pembayangan matahari maka akan meningkatkan performa bangunan yang dinamis dan estetis serta penetapan zona tanaman berdasarkan jenis tanaman yang tepat, kebutuhan sinar matahari, kelembaban ruang, serta sirkulasi udara.

Pada penelitian ilmiah ini, penulis hanya melakukan studi bayangan matahari untuk perolehan bentuk bangunan dan zonasi secara umum. Saran untuk penelitian berikutnya, akan lebih baik lagi apabila melakukan studi pembayangan matahari pada setiap lantai agar dapat menentukan zona tanaman yang lebih detil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan berkat dan rahmat – Nya selama proses penyelesaian penulisan. Terimakasih pula kepada jurusan Arsitektur ITS

dan semua pihak terkait yang telah membantu memberikan kritik dan saran selama proses penyelesaian jurnal ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Malthus, Thomas (1798). *Essay on the Principle of Population*.
- [2] Dickson Despommier, *The Vertical Farm: Feeding the World in the 21st Century*, 2nd ed. (New York: Thomas Dunne Books/ St. Martin's Press, 2010), 195
- [3] Spector, Kaye. 2013. 18 Graphics That Explain the Global Food Crisis and How to Solve it. Diambil dari: <http://ecowatch.com/2013/12/03/18-graphics-global-food-crisis-how-to-solve/>. (6 Oktober 2015).
- [4] Corpsreview. 2016. The Arguments in Favor of Vertical Farms. Diambil dari: <http://www.cropsreview.com/vertical-farms.html>. (25 Juli 2016).
- [5] Pena, William M dan Parshall, Steven A. 2012. *Problem Seeking: An Architectural Programming Primer 5th Edition*. (New York: Wiley and Sons)
- [6] Ellis, Jon. 2012. *Agricultural Transparency: Reconnecting Urban Centres With Food Thesis*.
- [7] Parwita, Adi. 2015. *Preseden Arsitektur*. Diambil dari: <https://www.scribd.com/doc/165416927/Preseden-Arsitektur>. (25 Juli 2016).
- [8] Wong, Mun Summ. (2009). "Tall bBuilding in Southeast Asia- A Humanist Approach for Tropical High Rise". *Journal of Architecture*.