

Fasilitas Perkebunan Hidroponik Vertikal di Kabupaten Malang

Joshua Jeremiah Ely dan Frans Soehartono
 Program Studi Arsitektur, Universitas Kristen Petra
 Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya
 Joshuaely24@gmail.com; Franss@petra.ac.id



Gambar. 1. Perspektif bangunan (*man eye view*) Fasilitas Komunitas Multikultural di Kuta Selatan, Bali

ABSTRAK

Desain Fasilitas perkebunan Hidroponik Vertikal di Kabupaten Malang berawal dari adanya penyusutan lahan pertanian dan perkebunan. secara garis besar fasilitas ini merupakan fasilitas yang bertujuan mewedahi kegiatan perkebunan hidroponik dan akuaponik dengan memperhatikan kebutuhan dan faktor-faktor kehidupan tumbuhan di dalam ruangan. Fasilitas ini direncanakan di atas lahan yang terletak di Jalan Jenderal Abdul Manan, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang, dimana kecamatan pujon merupakan kecamatan yang memiliki fungsi lingkungan agrobisnis, yang dapat mempermudah distribusi hasil produksi kebun hidroponik yang di desain. Fasilitas ini diharapkan dapat memajukan kualitas perkebunan Kecamatan Pujon dari segi arsitektur dan tekonologi serta meningkatkan efisiensi lahan untuk produksi hasil kebun. Masalah perancangan fasilitas ini ada pada faktor-faktor kebutuhan tanaman agar dapat tetap tumbuh dengan kualitas yang baik di dalam ruangan seperti di alam atau perkebunan konvensional, dimana faktor-faktor yang harus dipertimbangkan adalah, pencahayaan, kelembapan udara, dan utilitas nutrisi sistem hidroponik. Masalah desain ini akan diselesaikan dengan pendekatan sains dan pendalaman pencahayaan. Ide yang diangkat adalah bangunan

yang terintegrasi dengan sistem hidroponik yang tertampung di dalamnya sehingga bangunan tidak hanya menjadi wadah namun bangunan dapat terintegrasi dengan sistemnya sehingga dapat mengurangi beban kerja manusia.

Kata Kunci: efisiensi, hidroponik dalam ruangan, terintegrasi, utilitas

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam struktur perekonomian kabupaten Malang sektor pertanian dan perkebunan memiliki peran penting dalam pembangunan ekonomi dapat dilihat dari kontribusinya dalam pembentukan produk domestik regional bruto pada tahun 2018, sektor agrobisnis menyumbang 30% atau menempati urutan pertama. Namun lahan perkebunan dan pertanian mengalami penyusutan oleh karena alih fungsi lahan, Kepala DTPHP kabupaten Malang Dr. Ir. Budi Anwar mengatakan “sistem pertanian hidroponik merupakan salah satu solusi tepat untuk menjaga produktifitas pertanian di Kabupaten Malang. Sistem perkebunan hidroponik merupakan solusi pembelajaran untuk saling membangun.

Sistem Hidroponik pada dasarnya adalah suatu sistem yang memungkinkan kegiatan perkebunan dilakukan di media yang bukan tanah, pada umumnya menggunakan rockwool. Dengan demikian sistem ini dapat di atur secara vertikal menggunakan pipa-pipa yang dapat menyalurkan air, karena perkebunan hidroponik diatur secara vertikal, lahan akan menjadi lebih efisien dan produktif, di bandingkan dengan perkebunan konvensional di tanah yang penataannya horizontal.



Gambar 1. 1. Gambar sistem Hidroponik

Beberapa preseden negara yang sudah menggunakan sistem ini pada sektor agrobisnisnya adalah, Jepang, Cina, Swedia, dan Amerika Serikat. Adapun pendekatan dan alasan menggunakan sistem hidroponik tersebut berbagai negara tersebut berbeda namun pada umumnya penggunaan hidroponik selalu berdasar pada efisiensi, selain itu dari kesamaan lain juga ditemukan, yaitu sistem hidroponik selalu di lakukan di tempat yang ternaungi atau bahkan di dalam bangunan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dalam desain proyek ini adalah bagaimana merancang sebuah fasilitas yang mampu menampung kegiatan agrikultur perkebunan hidroponik dengan memperhatikan faktor-faktor kehidupan tanaman seperti, pencahayaan, kelembapan, dan utilitas nutrisi.

1.3 Tujuan Perancangan

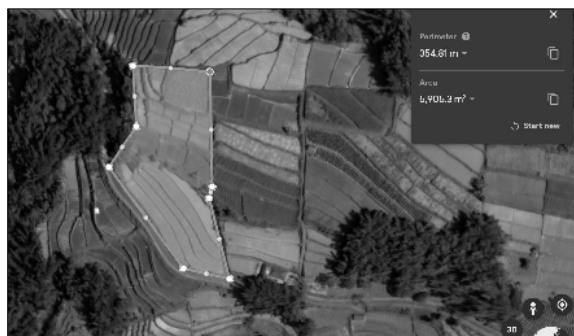
Tujuan perancangan proyek ini adalah untuk memajukan kualitas perkebunan kecamatan pujan dari segi arsitektur dan teknologi, agar lahan menjadi lebih efisien dan produktif, dan mengurangi resiko gagal panen oleh faktor alam

1.4 Data dan Lokasi Tapak



Gambar 1. 2. Lokasi tapak

Lokasi tapak terletak di Madiredo, Kec. Pujon, Kabupaten Malang, dan merupakan lahan kosong. Tapak berada dekat dengan pusat Kecamatan pujan, pasar agrobisnis Pujon, dan Sub terminal agrobisnis, yang merupakan fasilitas untuk mendistribusikan hasil produk hasil kebun. Kecamatan Pujon adalah kecamatan yang direncanakan menjadi sektor agrobisnis. dalam RPI2JM (rencana program investasi jangka menengah) Kabupaten Malang 2015-2019.



Gambar 1. 3. Lokasi tapak eksisting.

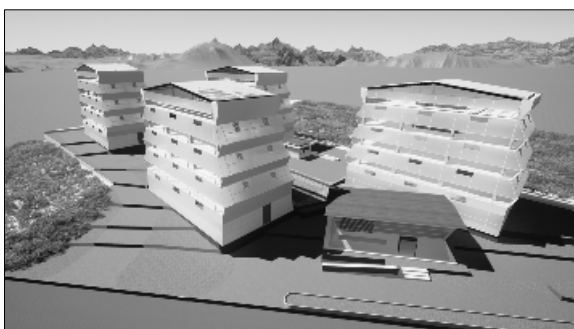
Data Tapak	
Nama jalan	: Jl. Jendral
Abdul manan	
Status lahan	: Tanah
kosong	
Luas lahan	: 5905m2
Tata guna lahan	: Pariwisata
Garis sepadan bangunan (GSB)	: 2 meter
Koefisien dasar bangunan (KDB)	: 30%
Koefisien luas bangunan (KLB)	: 1,5
Tinggi Bangunan	: 5 lantai
(Sumber: dinas cipta karya dan tata ruang kecamatan pujan)	

2. DESAIN BANGUNAN

2.1 Program Bangunan

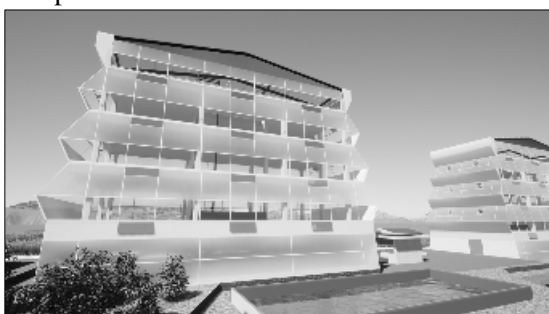
Pada Fasilitas ini ada beberapa masa yang memiliki fungsi yang berbeda diantaranya

- Bangunan Hidroponik: untuk menampung kegiatan Hidroponik dan aquaponik
- Kantor pengelolah dan area mockup: adalah masa untuk menampung kegiatan kantor dan administrasi dan area mockup sistem untuk presentasi ke klien.
- Servis dan ME: Merupakan masa untuk menampung pekerja kebun dan menampung alat-alat mekanikal elektrikal.
- Pos pekerja: area untuk pekerja di dalam site.



Gambar 2. 1. Perspektif ekterior

Masa bangunan Hidroponik akan diatur perlantai sesuai dengan pengelompokan tumbuhan secara kebutuhan akan sinar matahari dan kebutuhan kepekatan nutrisi agar mempermudah utilitas.

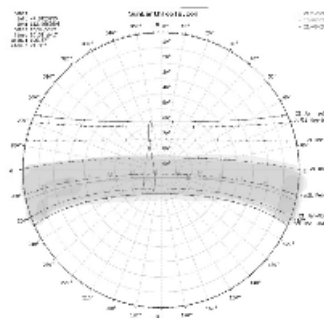


Gambar 2. 2. Perspektif suasana ruang luar

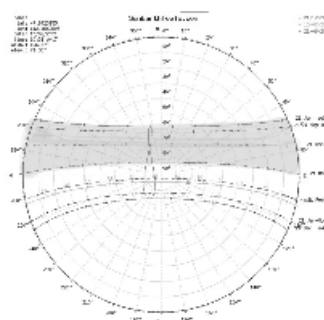
2.2 Analisa Tapak dan Zoning

Analisa tapak difokuskan ke pada analisa radiasi matahari dimana matahari merupakan salah satu faktor terpenting dalam kehidupan tanaman dan keberlangsungan sistem hidroponik.

selatan
bulan : september october november desember januar
febuari maret



bulan : maret april may juni july agustur september

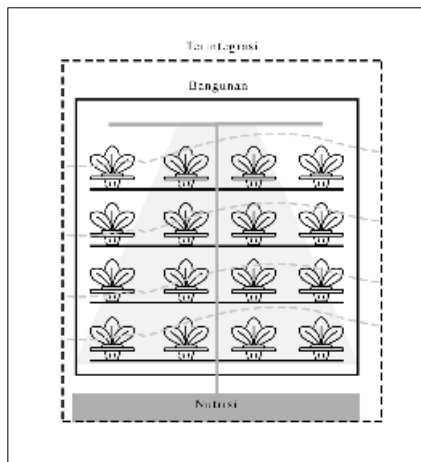


Gambar 2.3 Solar chart

Dengan memperhatikan radiasi matahari, desain akan memaksimalkan bentuk dari data sinar matahari di kecamatan pujon yang terletak di 7 drajat lintang selatan dan juga dapat mengatur tata letak masa bangunan agar tidak saling membayangi sehingga sinar dapat masuk ke dalam bangunan dengan maksimal.

2.3 Pendekatan Perancangan

Berdasarkan masalah desain, pendekatan perancangan yang digunakan adalah pendekatan sains untuk memenuhi kebutuhan hidup tumbuhan sayur-sayuran hidroponik dan lebih di tekankan ke pendalaman pencahayaan. Dimulai dari bentuk bangunan yang memaksimalkan masuknya cahaya, hingga penataan blokplan agar setiap masa yang membutuhkan cahaya tidak terbayangi oleh masa lain. Oleh karena bangunan yang ingin dirancang adalah bangunan industri maka untuk mengurangi beban biaya pekerja maka digunakan juga konsep *integrated hydroponic building* dimana diterapkan sistem utilitas otomatis dimana sistem ini akan berjalan dengan sedikit campur tangan pekerja.

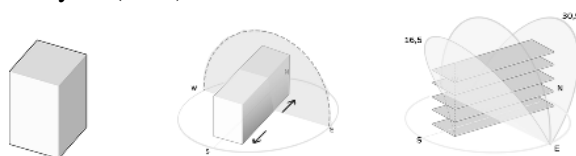


Gambar 2.4 Penggambaran konsep pendekatan perancangan.

2.4 Perancangan Bangunan

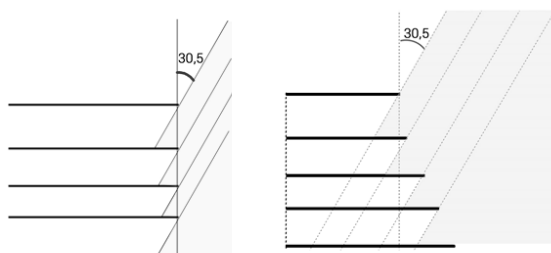
Perancangan bangunan difokuskan ke memaksimalkan pencahayaan, dimana pencahayaan alami merupakan pencahayaan primer dan pencahayaan lampu menjadi pencahayaan sekunder.

Bentuk bangunan akan mempengaruhi banyaknya radiasi yang masuk kedalam bangunan, menurut Chia (2007) bahwa bentuk geometri dari beberapa bentuk yang diteliti, bentuk geometri persegi panjang dengan orientasi memanjang ke timur barat dengan perbandingan 1:3 adalah bentuk yang menerima solar insolation terbesar di dibandingkan beberapa bentuk geometri dasar yang diteliti di negara Malaysia (P.34).



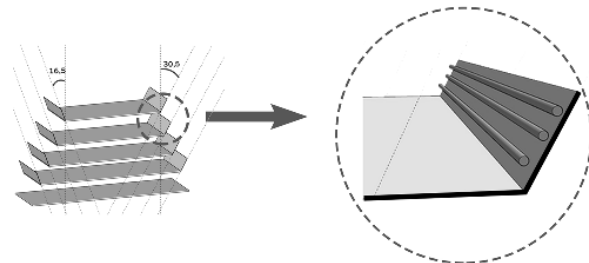
Gambar 2.5 Diagram Transformasi bentuk merespon matahari harian timur barat.

Bangunan dibuat dengan bentuk memanjang dengan orientasi timur barat dan dengan denah yang tipis sehingga pencahayaan dapat masuk dengan baik



Gambar 2.6 Diagram Transformasi bentuk untuk merespon matahari bulanan yang bergerak utara ke selatan.

Dengan memperkecil lantai yang saling bertumpukan, sinar matahari dapat masuk lebih dalam karena tidak terhalang oleh pelat lantai. Namun di sisi lain hal ini mengurangi luas guna lantai tersebut dan akan berkontradiksi dengan efisiensi.

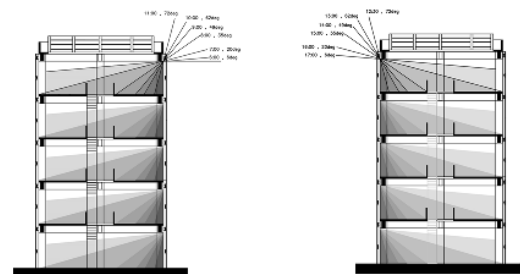


Gambar 2.7 Diagram Transformasi bentuk untuk memperluas ruang guna.

Dengan menambahkan bidang vertikal diagonal pada ujung bangunan dapat menambah ruang guna sistem hidroponik tanpa menghalangi sinar yang masuk kedalam bangunan karena kemiringan bidang diagonal tersebut disesuaikan dengan sudut matahari maksimal di utara dan selatan.

3. Pendalaman Desain

Pendalaman yang dipilih adalah pencahayaan untuk memenuhi kebutuhan hidup tanaman dengan sistem hidroponik di dalam ruangan.

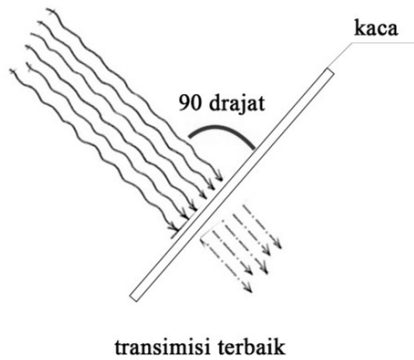


Gambar 2.8 Gambar skematik pencahayaan matahari di dalam bangunan pada jam-jam tertentu

Masalah dari pencahayaan alami di dalam bangunan adalah pergerakan harian matahari yang menyebabkan terpusatnya sinar matahari pada bagian denah terluar saat siang hari dimana altitude matahari sudah tinggi.

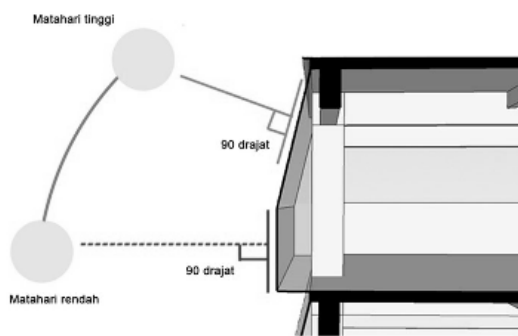
3.1 Bentuk Fasad

Fasad adalah salah satu bidang yang menerima cahaya terbesar dari matahari. Bentuk dari fasad merupakan salah satu faktor yang menentukan besar kecilnya transmisi sinar kedalam bangunan, menurut Sri M. (2020) perolehan radiasi maksimal terjadi saat sudut penyinaran matahari mencapai 90 derajat,



Gambar 2.9 Gambar skematik transmisi sinar terhadap suatu bidang.

Bentuk fasad dibuat dengan tujuan agar sinar matahari dapat tertransmisi dengan baik setiap saat. Namun oleh karena sudut datang sinar matahari berubah sepanjang hari, sudut dari fasad hanya dapat mendekati 90 derajat agar tetap mendekati nilai transmisi yang lebih baik.

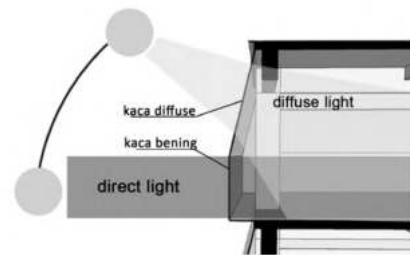


Gambar 2.10. Gambar Skematik Bentuk Fasad

Dengan memberikan sudut pada bagian atas pada fasad, transmisi akan tetap mendekati 90 derajat ketika matahari rendah yaitu pada pagi dan sore hari, dan ketika matahari tinggi pada siang hari. Dengan memberi transmisi yang baik maka penetrasi sinar kedalam bangunan akan lebih baik.

3.2 Material Fasad

Material adalah merupakan salah satu faktor yang menentukan nilai transmisi dan nilai *uniformity daylight ratio* pencahayaan dalam ruangan. Kaca merupakan salah satu material yang memiliki nilai transmisi yang besar terhadap sinar. Dengan menggunakan kaca diffuse seperti *frosted glass* tingkat diffuse cahaya yang tertransmisi kedalam bangunan akan semakin tinggi. Sehingga akan mendistribusikan cahaya lebih baik di dalam ruangan.



Gambar 2.11. Gambar skematik cahaya terhadap material pada fasad

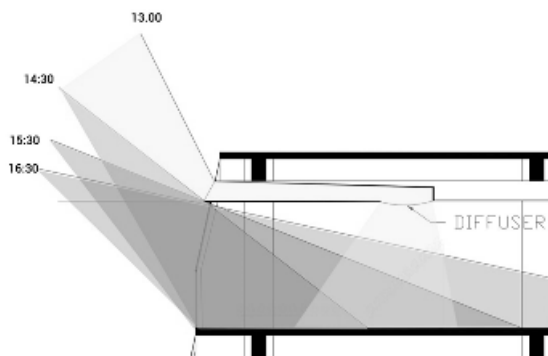
Dengan menggunakan kaca diffuse pencahayaan dalam ruangan akan lebih merata, sehingga cahaya tidak terpusat di bagian terluar denah saat matahari sudah pada altitude yang tinggi. Namun dengan kaca diffuse intensitas cahaya menjadi lebih kecil, oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan cahaya tumbuhan fasad menggunakan kombinasi kaca diffuse dan *clear glass* agar tetap mendapatkan intensitas matahari yang memadai, dimana saat matahari intensitas tinggi(siang hari) sinar akan tertransmisi melalui kaca diffuse dan saat pagi dan sore hari saat intensitas matahari mulai rendah, sinar akan masuk melalui kaca *clear*, sehingga intensitas sinar yang masuk tidak berkurang oleh kaca. Menurut artikel agrikultur Greenhouse Canada (2017) penggunaan cahaya diffuse untuk perkebunan dapat meningkatkan produktifitas tanaman karena tumbuh lebih cepat dan dapat mengurangi titik panas pada rumah kaca sehingga tidak terjadi terbakarnya daun oleh cahaya dengan intensitas yang berlebih.

3.3 Horizontal light pipe

Untuk memaksimalkan pencahayaan dalam bangunan digunakan *horizontal light pipe* sebagai metode untuk memasukan cahaya dari luar kedalam, untuk menyelesaikan permasalahan design yaitu terpusatnya sinar matahari di denah terluar pada siang hari.

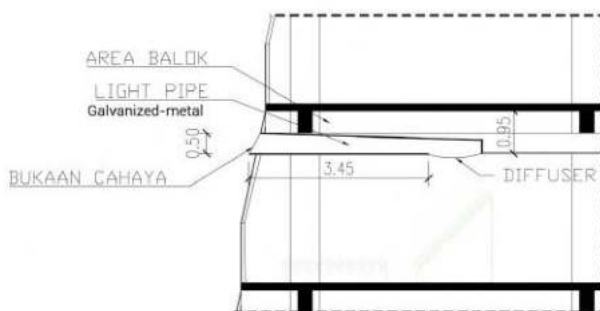


Gambar 2.12. Skematik sistem light pipe



Gambar 2.13. Gambar simulasi cahaya terhadap *horizontal light pipe* pada jam-jam tertentu

Pada saat altitude matahari tinggi pada siang hari, sinar akan terpusat pada bagian terluar dari denah. Dengan menggunakan *light pipe* sinar tersebut akan ditangkap dan di refleksikan melalui *duct* cahaya yang berbahan besi galvanis yang memiliki tingkat reflektansi yang tinggi untuk sampai ke bagian tengah denah dan kemudian di biaskan melalui *diffuser* di dalam ruangan.



Gambar 2.14. Gambar ukuran *light pipe*

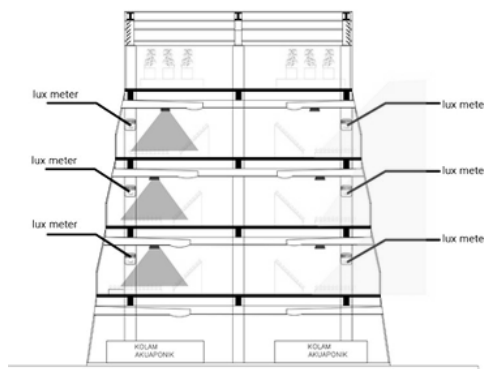
3.4 Grow Light

Pencahayaan alami merupakan pencahayaan primer pada desain, namun sebagai mitigasi cuaca buruk maka digunakan *grow light* yang merupakan pencahayaan lampu sebagai pencahayaan sekunder. *Grow light* merupakan lampu khusus yang di gunakan diperkebunan sebagai pengganti sinar matahari, karena sudah di sesuaikan spektrum warna, dan intensitasnya.

Pada umumnya *grow light* digunakan di perkebunan dalam ruangan yang tidak dapat memiliki pencahayaan alami, namun penggunaan *growlight* dapat memperbesar biaya penggunaan listrik karena daya listrik yang di butuhkan lebih besar dari lampu pada umumnya.

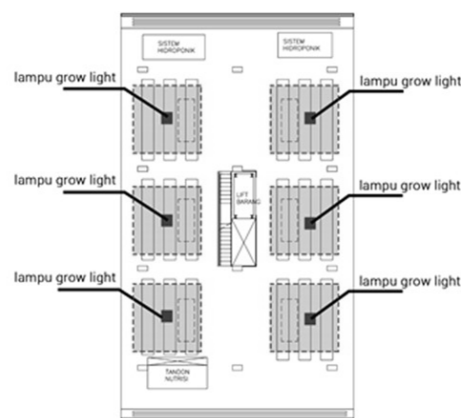
Dengan dikombinasikan dengan sensor pembaca cahaya, penggunaan *grow light* akan

lebih efektif dan tepat waktu saat dibutuhkan, sensor yang digunakan adalah *lux meter*.



Gambar 2.15. Gambar letak *grow light* dan *lux meter*, pada potongan

Letak dari *grow light* ada pada bagian kanan dan kiri, persis diatas sistem hidroponik, terpasang pada plafon. Dan letak *lux meter* berada di kolom kanan dan kiri, penggunaan dua *lux meter* digunakan agar penggunaan *grow light* lebih efektif, contoh ketika pagi hari cuaca mendung, matahari dari timur tidak dapat memenuhi kebutuhan cahaya tumbuhan, namun pada siang hari cuaca cerah dan matahari dari barat cukup untuk memenuhi kebutuhan tanaman, maka hanya *grow light* di timur yang akan menyala. Dengan adanya sistem otomatis seperti ini maka penggunaan listrik akan dapat lebih efektif sehingga menekan biaya oprasional kebun.

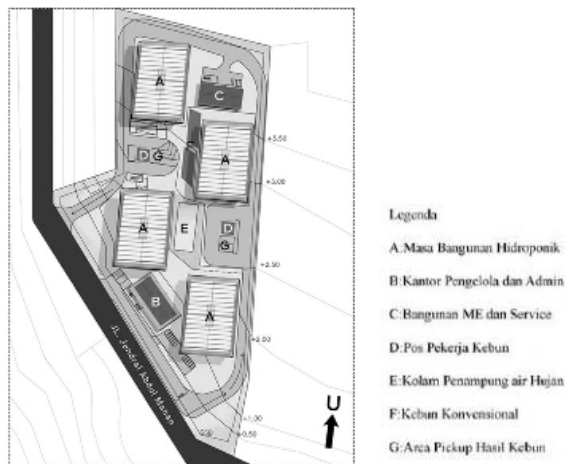


Gambar 2.16. Gambar letak *grow light* dan kapasitas peninarannya.

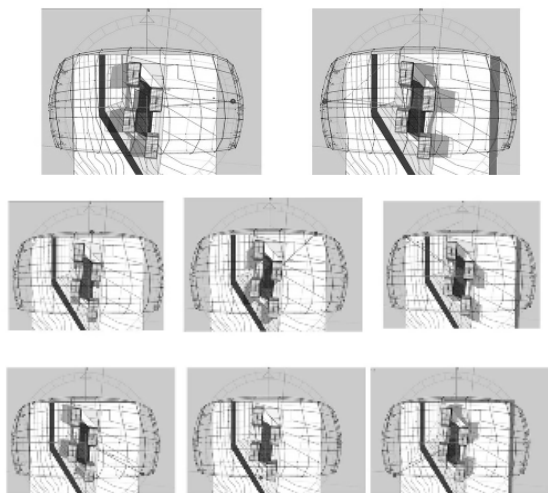
Grow light yang digunakan memiliki kapasitas peninaran 16m² dari pusat lampu ke denah dengan ketinggian *growlight* 3,5m dari lantai pada denah.

3.5 Penataan Masa Pada Tapak

Penataan masa pada tapak diprioritaskan agar masa yang membutuhkan sinar matahari tidak saling membayangi.



Gambar 2.17. Gambar Site Plan

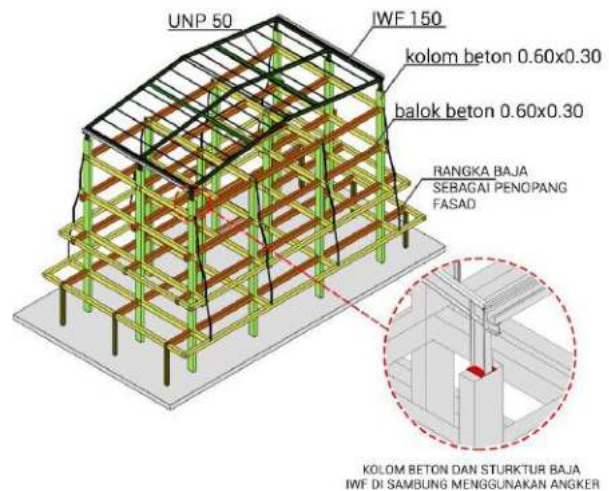


Gambar 2.18. Gambar block plan terhadap solar chart

Pada saat matahari berada pada bulan september, matahari contong berada pada garis katulistiwa, oleh karena pergerakan matahari harian timur barat, bayangan akan jatuh pada antara masa perkebunan hidroponik sehingga tidak saling membayangi. Begitu pula pada bulan- bulan tertentu dimana matahari condong pada utara atau selatan oleh karena letak kecamatan pujan berada di 7 drajat lintang selatan, maka sudut maksimal di sisi utara adalah 30,5 drajat dan selatan pada 16,5 drajat. Oleh karena sudut datang sinar dari utara dan selatan kecil maka bayangan akan jatuh diagonal dan tidak memiliki panjang yang signifikan sehingga tidak membayangi bangunan hidroponik lainnya.

4. Sistem Struktur

Sistem struktur masa hidroponik menggunakan sistem kolom balok beton dan rangka atap baja.



Gambar 2.19. Isometri sistem struktur

5. Sistem Utilitas

5.1 Sistem Utilitas Air bersih

Air bersih datang dari PDAM melalui meter ke tandon bawah pusat, kemudian di alirkan ke tandon bawah tiap masa, pada tiap masa menggunakan sistem distribusi up feed

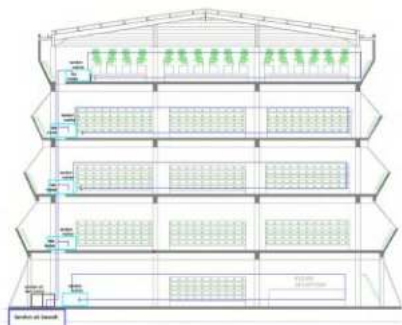


Gambar 2.20. Jalur air bersih pada site

5.2 Sistem Utilitas nutrisi pada bangunan hidroponik

Sistem utilitas nutrisi hidroponik menggunakan sistem otomatis up feed dari tandon bawah masa hidroponik, dimana tiap lantai memiliki bak nutrisi yang akan diisi air dan larutan nutrisi. Pembacaan volume air pada bak nutrisi menggunakan pelampung dan kepekatan nutrisi menggunakan ppm meter, diama jika air dan nutrisi berkurang pompa akan menyala dan memenuhi kebutuhan air dan nutrisi bak nutrisi tiap lantai. Oleh karena itu pengelompokan tumbuhan harus dilakukan agar

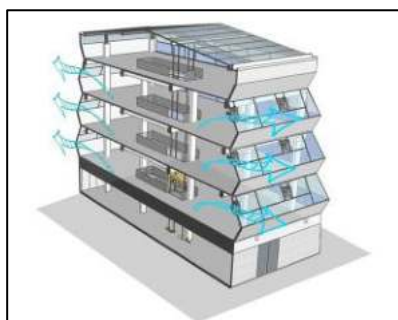
tiap lantai memiliki kelompok tumbuhan dengan kepekatan yang sama. Dengan dilakukannya pengelompokan tumbuhan dengan kepekatan nutrisi yang sama akan mempermudah pemipaan tiap lantai sehingga, 1 bak nutrisi dapat melayani 1 lantai.



Gambar 2.21. gambar skematik jalur penutrisian sistem hidroponik

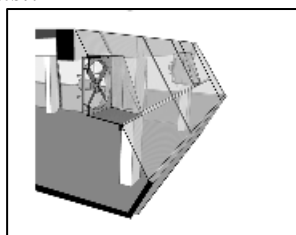
5.3 Sistem Utilitas Exhaust

Penggunaan *exhaust* digunakan dengan sistem otomatis untuk memenuhi kebutuhan iklim mikro di dalam bangunan, *exhaust* berguna untuk mengatur temperatur dalam bangunan dan kelembapan dalam ruangan. Sistem Pembacaan temperatur menggunakan alat ukur termostat dan kelembapan menggunakan higro meter.



Gambar 2.22. gambar posisi *exhaust* pada bangunan hidroponik.

Lokasi *exhaust*, terpasang pada kusen kaca yang ditopang oleh rangka baja. *Exhaust* yang digunakan adalah *exhaust* industrial dengan kapasitas yang memadai. *Exhaust* memiliki hood untuk menghindari masuknya air hujan dari bukaan *exhaust*.



Gambar 2.23. gambar posisi *exhaust* pada bangunan hidroponik.

6. KESIMPULAN

Perancangan Fasilitas Perkebunan Hidroponik Vertikal di Kabupaten Malang ini adalah bangunan yang dapat menampung kegiatan perkebunan hidroponik untuk menjawab kebutuhan efisiensi lahan, dimana hasil perancangan didapat 201% luas ruang guna dibandingkan dengan luas lantai dasar. Bangunan didesain dengan memperhatikan faktor-faktor kebutuhan hidup tumbuhan. Konsep desain adalah bangunan yang terintegrasi dengan sistem hidroponik yang tertampung di dalamnya dengan menggunakan teknologi untuk mempermudah pekerjaan manusia.

DAFTAR PUSTAKA

Agritecture. (2017, November 29). *Move Over, Skyscrapers: This "Plantscraper" Can Feed 5,000 a Year*. Retrieved Oktober 13, 2020 from <https://www.agritecture.com/blog/2017/11/29/move-over-skyscrapers-this-plantscraper-can-feed-5000-a-year>

Aini, N.& Azizah, N. (2018). *Teknologi Budidaya Tanaman Sayuran Secara Hidroponik*, UB Press, Malang. Retrieved Desember 1, 2021 from <https://books.google.co.id/books?id=IMuEDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=hidroponik&hl=id&sa=X&ved=2ahUKEwjX2qSVy6rtAhUEA3IKHf7HAgc4ChDoATAIegQIBhAC#v=onepage&q=hidroponik&f=false>

Ceresgs.com (2021, May 10) *Choosing The Right Angle For Your Greenhouse Roof*. Retrieved June 6, 2021 from <https://ceresgs.com/whats-the-best-roof-angle-for-a-solar-greenhouse/>

Ernst, N. (1996). *Data arsitek jilid 1*. Erlanga,

Ling, C.S., Ahmad, H., & Ossen, D.R. (2007) *The Effect of Geometric Shape and Building Orientation on Minimising Solar Insolation on High-Rise Buildings in Hot Humid Climate*

Malang,mitratoday.com. (2019, April 16). *Lahan Pertanian Berkurang DTPHP Dorong Petani Optimalkan Pertanian Hidroponik*. Retrieved Oktober 12, 2020 from <https://www.mitratoday.com/lahan-pertanian-berkurang-dtphp-dorong-petani-optimalkan-pertanian-hidroponik/>

Mulato, S. (2020). *Rumah Kaca (Green House) Untuk Pengeringan Kakao*. Retrieved May 25, 2021 from <https://www.cctcid.com/2020/04/19/rumah-kaca-greenhouse-untuk-pengeringan-kakao/>