

FASILITAS PELATIHAN DAN PEMBINAAN UNIVERSITAS KRISTEN PETRA DI TRAWAS

Rizaldi J Mangitung dan Feny Elsiana
Program Studi Arsitektur, Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya
m22415150@john.petra.ac.id

Commented [WU1]: Email satu saja. Cukup rizaldi (corresponding author)



Gambar. 1. Perspektif Pusat Pelatihan dan Pembinaan Universitas Kristen Petra di Trawas

ABSTRAK

Fasilitas Pelatihan dan Pembinaan Universitas Kristen Petra di Trawas, merupakan sebuah fasilitas yang mendukung terwujudnya visi Universitas Kristen Petra yang peduli dan global serta berpegang teguh pada nilai – nilai Kristiani. Fasilitas ini berfungsi sebagai fasilitas retreat untuk pembinaan mahasiswa dan staf Universitas Kristen Petra dalam hal karakter dan kerohanian. Selain itu proyek ini juga berfungsi untuk menyadarkan kepada civitas akademika Universitas Kristen Petra dan masyarakat sekitar tentang pentingnya menjaga lingkungan, melalui edukasi sistem – sistem pembangunan yang berkelanjutan dan teknologi – teknologi yang mampu menghasilkan energi terbarukan yang dapat dilihat langsung dalam proyek ini.

Pendekatan arsitektur berkelanjutan dipilih dalam penyelesaian proyek ini dengan memaksimalkan penggunaan energi dari alam serta pemasangan sistem yang mampu menghasilkan energi sendiri membuat bangunan ini mampu bertahan secara mandiri. Bangunan ini juga menghormati lingkungan sekitar dengan bentuk bangunan yang tidak kontras dengan bangunan disekelilingnya, serta penggunaan material yang berasal dari hasil pekerjaan tangan pengrajin setempat

Kata Kunci: Universitas Kristen Petra, Trawas, Mojokerto, Arsitektur Berkelanjutan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

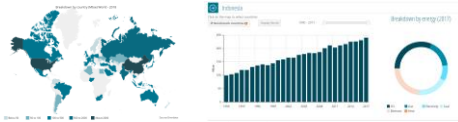
Energi merupakan kebutuhan pokok manusia juga menjadi konsem utama dimana tingginya konsumsi energi tidak terbarukan saat ini melebihi produksi yang ada sehingga diperkirakan dalam waktu singkat energi akan habis dan tidak bisa dikonsumsi lagi oleh manusia. Konsumsi energi ini dapat berupa, minyak mentah, gas alam, batu bara, listrik, dan lain – lain.

Menurut data dari Enerdata (2018), Cina merupakan negara dengan konsumsi energi terbesar sejak 2009 hingga 2017. Dalam waktu 4 tahun (1996 – 1999), konsumsi energi pada sektor bangunan di Cina meningkat dari 24.59% hingga mencapai 27.81% dari total konsumsi energi, dan diprediksi akan berlipat ganda hingga 2015. Penggunaan energi di Cina menggunakan energi dengan bahan baku batu bara yang akan menyumbangkan emisi polutan dengan jumlah besar dan juga *Green House gases* (GHGs). Indonesia sendiri berada di peringkat ke 11 di dunia sebagai penyumbang energi terbesar, sperti pada Gambar 1.1

Penerapan konsep hemat energi dan ramah lingkungan pada bangunan merupakan hal yang penting dan mempromosikan pembangunan gedung hemat energi dan konsep hijau yang ramah lingkungan kepada masyarakat.

Commented [WU2]: Tingginya konsumsi energi tidak terbarukan saat ini menimbulkan dampak...

Commented [WU3]: Cantumkan tahunnya, misal Enerdata (2010)



Gambar 1. 1. Penggunaan energi dunia dan Indonesia.
Sumber: google.com

Universitas Kristen Petra sendiri, menurut kabarbisnis.com(2010) telah mencanangkan diri sebagai *Green Campus* sejak tahun 2010, dengan menjalankan berbagai program berbasis lingkungan yang diterapkan dalam berbagai sektor. *Green Campus* adalah tempat di mana praktik dan pendidikan yang bertanggung jawab terhadap lingkungan berjalan seiring dan di mana prinsip-prinsip yang bertanggung jawab terhadap lingkungan diwujudkan secara nyata. *Green campus* menunjukkan komitmen terhadap pelestarian lingkungan melalui beberapa sektor yaitu :

- Program akademis
- Penelitian
- Kehidupan kampus
- Operasi secara fisik

Rumusan Masalah

Desain fasilitas pelatihan dan pembinaan yang mengacu pada visi Universitas Kristen Petra yang peduli dan bersifat global serta mengacu pada nilai-nilai Kristiani

Tujuan Perancangan

Merancang sebuah fasilitas retreat yang mampu melatih civitas akademika Universitas Kristen Petra dalam pembentukan karakter dan kerohanian, serta memberi pembelajaran kepada civitas akademika dan masyarakat umum tentang pentingnya lingkungan dan konsep energi alternatif yang ramah lingkungan

Data dan Lokasi Tapak



Gambar 1. 2. Lokasi tapak

Lokasi tapak adalah pada Jalan Raya Duyung Trawas Hill, Desa Duyung, Trawas, Mojokerto, dengan lahan eksisting berupa lahan pertanian. Lahan termasuk dalam area pariwisata Desa Duyung dan dekat dengan daerah wisata Trawas yang cukup populer yaitu Trawas Hill. Suasana lahan cukup sepi di waktu kerja dan lebih ramai pada masa liburan. Lahan

juga tepat berada di belakang kantor pemerintahan Desa Duyung sehingga cukup sering diakses oleh masyarakat, seperti yang terlihat pada gambar 1.2. dan 1.3.



Gambar 1. 3. Tapak eksisting.

Data Tapak
 Nama jalan : Jl Raya Duyung Trawas Hill
 Status lahan : Sawah
 Luas lahan : ± 15.000 m2
 Tata guna lahan : Pemukiman pedesaan
 Garis sepadan bangunan (GSB) : Umum
 Koefisien dasar bangunan (KDB) : ≤ 70 %
 Koefisien dasar hijau (KDH) : ≥ 20 %
 Koefisien luas bangunan (KLB) : ≤ 2.0
 Tinggi Bangunan : -
 (Sumber: RTRW Kabupaten Mojokerto 2012 - 2032)

DESAIN BANGUNAN

Program dan Luas Ruang

Fasilitas Pelatihan dan Pembinaan Universitas Kristen Petra ini dilengkapi dengan beberapa fasilitas, diantaranya:

- Lobi Entrance
- Kantor, Ruang Penyimpanan
- Fasilitas Publik (Kafé dan Perpustakaan)
- Cottage
- Multifunction Hall (Kelas dan Aula)
- Meeting room
- Amphiteater dan Spot api unggun
- Penginapan Mahasiswa
- Penginapan Staf
- Ruang makan

Terdapat pula fasilitas pendukung lainnya sebagai pelengkap, seperti: ruang servis, loading dock, dapur,

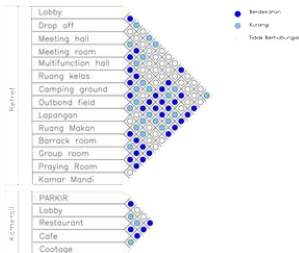
Commented [WU7]: , seperti yang terlihat pada Gambar...

Commented [WU4]: Semua gambar wajib dirujuk di paragraph ya.

Commented [WU5]: bagaimana mewujudkan....

Commented [WU6]: Lokasi tapak adalah ...

dan juga *housekeeping*. Sedangkan pada area *outdoor* terdapat *plaza*, area berkumpul dan juga berbagai area *landscaping* (lansekap dapat dilihat pada gambar 2.3). Ruang – ruang ini ditata sesuai fungsi dan kebutuhan sesuai pada gambar 2.1 dan 2.2



Gambar 2. 1. *Programming* kebutuhan ruang bangunan

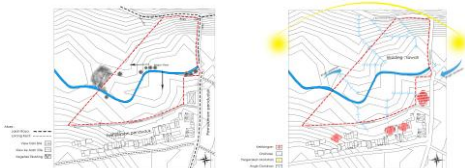


Gambar 2.2. Pembagian *zoning* bangunan



Gambar 2. 3. Perspektif suasana lansekap bangunan.

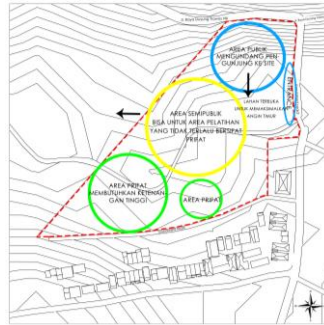
Analisa Tapak dan Zoning



Gambar 2. 4. Data tapak.

Tapak dilewati oleh jalan utama pariwisata Desa Duyung, Trawas, yaitu jalan Raya Duyung Trawas Hill yang menuju Trawas Hill. Di sebelah timur tapak terdapat bangunan pemerintahan dan masjid yang cukup membuat kebisingan. *View* terbaik pada tapak yaitu ke arah selatan berupa perkotaan yang berundak - undak dan pada arah barat dimana terdapat

perbukitan yang hijau seperti yang terlihat pada gambar 2.4.



Gambar 2. 5. Analisa tapak

Berdasarkan analisa tapak pada gambar 2.5, zoning dibagi tiga berdasarkan jarak ke entrance, axis bangunan diarahkan sesuai arah panjang lahan barat - utara, namun matahari barat perlu diperhatikan. Sisi sebelah timur dibuka untuk menjadi akses angin terbesar ke dalam tapak.

Akses masuk ke tapak diletakkan pada arah timur sebelum jembatan, dengan pertimbangan jalan yang tidak terlalu terjal dan dapat diakses langsung dari jalan utama

Pendekatan Perancangan

Berdasarkan masalah desain, pendekatan perancangan yang digunakan adalah pendekatan arsitektur berkelanjutan dengan target pengguna adalah civitas akademika yang memiliki budaya ilmiah dan keahlian masing-masing, serta masyarakat umum. yang dimana diharapkan dapat memegang nilai konsep lingkungan yang berkelanjutan.

PERANCANGAN BANGUNAN
KONSEP PERANCANGAN



Gambar 2. 6. Konsep bangunan berkelanjutan.

Dengan pendekatan tersebut, diperoleh beberapa kriteria perancangan pada Gambar 2.6, dimana desain pada sebuah lahan diharapkan dapat memperhatikan tiga unsur utama yang perlu untuk dijaga keberlangsungan dan kenyamanannya, yaitu lingkungan tapak, pengguna yang menjadi target perancangan bangunan, dan masyarakat sekitar yang

Commented [WU8]: Paragraf sebaiknya lebih dari satu kalimat
Commented [WU11]: Jelaskan respon desasin dari adanya view ini...

Commented [WU9]: Tiap gambar harus dirujuk di paragraf

Commented [WU12]: memperhatikan

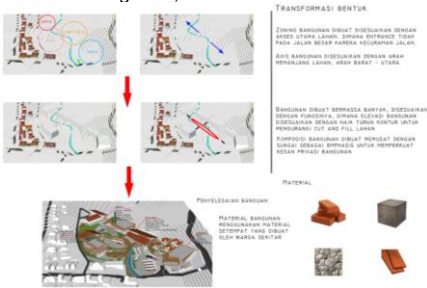
Commented [WU10]: Cek

tinggal di area sekitar tapak serta lingkungan tempat tinggal mereka..



Gambar 2. 7. Penerapan konsep arsitektur berkelanjutan.

Kriteria – kriteria desain tersebut dijawab dengan berbagai solusi desain pada Gambar 2.7 dan 2.8, seperti menggunakan sistem panggung pada bangunan dan elevasi bangunan menyesuaikan kontur tapaknya, pemanfaatan udara sekitar serta cahaya matahari untuk pencahayaan dan penghawaan alami yang disesuaikan kebutuhan suhu kamar normal dengan berbagai sistem ventilasi dan pembayangan. Solusi desain lainnya adalah penggunaan sistem solar *Photovoltaic* untuk memenuhi kebutuhan energi secara mandiri, desain bangunan yang memenuhi kebutuhan pengguna secara biologis dan emosional, serta material bangunan yang berasal dari pengrajin material sekitar lokasi bangunan, dan lain-lain.



Gambar 2. 8. Transformasi bentuk

Perancangan Tapak dan Bangunan



Gambar 2. 9. Site plan



Gambar 2. 10. Sirkulasi tapak

Tatanan massa bangunan dirancang memusat menghadap ke arah sungai kecil ditengah bangunan yang menjadi emphasis dari tatanan massa. Massa bangunan ditempatkan pinggir lahan sementara bagian tengahnya berupa lansekap yang diatur mengikuti sungai seperti yang terlihat pada Gambar 2.9 dan 2.10



Gambar 2. 11. Tampak keseluruhan

Bentukan massa bangunan didesain mengikuti bentuk bangunan sekitar tapak dengan menggunakan material ekspos yang memberikan ekspresi natural pada desain bangunan yang dapat terlihat pada Gambar 2.11.

Desain lansekap pada tatanan massa difungsikan untuk acara kebersamaan, kegiatan kelompok, ataupun perenungan pribadi yang berhubungan langsung dengan lingkungan sekitar, lansekap perancangan didesain menggunakan elemen natural yaitu, batu, kayu, vegetasi, dan air yang berasal dari sungai, seperti pada Gambar 2.12.



Gambar 2. 12. Perancangan lansekap

Pendalaman Desain

Pendalaman energi digunakan pada bangunan untuk mencapai karakteristik bangunan berkelanjutan yang mandiri dan mampu menghasilkan energi untuk mensuplai kebutuhan bangunan. Pendalaman ini dilaksanakan dalam dua aspek utama, yaitu pemanfaatan energi alam semaksimal mungkin melalui

Commented [WU14]: seperti yang terlihat pada Gambar...

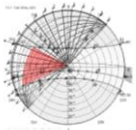
Commented [WU13]: penyesuaian desain bangunan dengan kontur tapak

Commented [WU15]: menghasilkan energi untuk mensuplai kebutuhan...

pendalaman fasad dengan tujuan pengurangan penggunaan energi listrik, dan pemanfaatan energi alternatif yang ramah lingkungan dengan sistem *photovoltaic*, sebagai sumber energi listrik sekunder bangunan.

1. Pendalaman Fasad

Pendalaman pada fasad difokuskan untuk mendapatkan pencahayaan dan penghawaan alami secara maksimal, dimana sisi panjang bangunan menghadap 45 derajat arah utara – barat sehingga sangat memungkinkan untuk radiasi matahari barat memasuki bangunan.



Gambar 2.13. Diagram solar chart dinding barat - utara

Untuk mendapatkan pembayangan dari radiasi barat yang optimal dibutuhkan sistem pembayangan pada ventilasi seperti *louver* dan *rooster* yang mampu membayangi radiasi vertikal dan radiasi horizontal pada diagram solar chart pada Gambar 2.13.

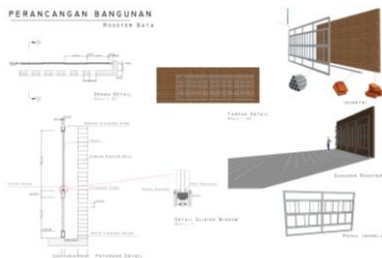
• Rooster bata



Gambar 2.14. Sistem fasad rooster bata

Rooster bata digunakan pada daerah dinding ruang interior yang menghadap arah utara – barat, rooster ini merupakan *second skin layer* untuk menahan radiasi matahari. Rooster bata ini mampu menahan radiasi matahari vertikal dan horizontal, namun radiasi matahari sedikit menembus rooster pada sudut 68 derajat horizontal yang kemudian ditahan oleh dinding kaca dibaliknya, seperti pada Gambar 2.14.

Dibalik rooster, terdapat dinding kaca sebagai *first layer* yang dapat dibuka dengan sistem *sliding*, sehingga mampu mengontrol penghawaan yang masuk sesuai kebutuhan, dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15. Detail fasad rooster bata

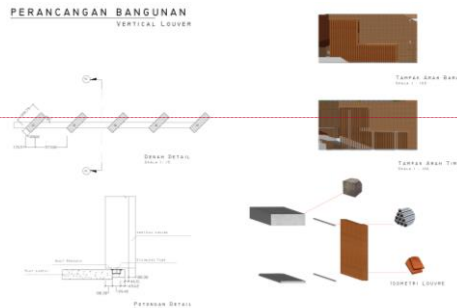
• Vertical louvers



Gambar 2.16. Sistem fasad vertical louvers

Vertical louver digunakan pada dinding ruang outdoor yang menghadap arah barat – utara. Vertical louver mampu menahan radiasi vertical dan horizontal, namun juga sedikit menembus pada sudut horizontal 68 derajat, yang dapat dilihat pada Gambar 2.16.

Vertical louver dipasang pada sudut 45 derajat arah utara – barat yang menghalangi radiasi pada arah barat dan terbuka untuk memberikan view pada arah utara, dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17. Detail fasad vertical louvers.

ROOSTER BATA : VENTILASI DINDING INTERIOR MENGHADAP UTARA - BARAT
VERTICAL LOUVRE : TERAS PADA ARAH UTARA - BARAT BANGUNAN



Gambar 2.18. Penempatan sistem fasad pembayang pada bangunan

• Skylight bangunan multifunction hall

Pada ruang multifunction hall, yang merupakan ruang pelatihan terbesar dan membutuhkan pencahayaan dengan jumlah besar pula, sistem

Commented [WU16]: degan tujuan pengurangan

Commented [WU17]: jelaskan alat pembayangannya berupa apa

skylight digunakan untuk memberikan pencahayaan alami dari arah selatan, seperti pada Gambar 2.19.



Gambar 2.19. Detail skylight multifunction hall.

Skylight ini memberikan pencahayaan tidak secara langsung, namun melalui bukaan vertikal pada atap yang dipantulkan ke bawah dengan media pemantul. Skylight juga dilengkapi dengan ventilasi pada bagian atas untuk mengeluarkan udara panas di atap

2. Pemanfaatan energi alternative *Photovoltaic*

Pada perancangan bangunan, energi terbesar yang digunakan oleh bangunan adalah untuk pencahayaan buatan pada malam hari. Untuk mengetahui total penggunaan energi pencahayaan dilakukan perhitungan berikut :

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLF \times CU \times n}$$

- Dimana :
- N = Jumlah titik lampu
- E = Kuat Penerangan (Lux)
- L = Panjang Ruang (Meter)
- W = Lebar Ruang (Meter)
- φ = Total Lumen Lampu / Lamp Luminous Flux
- LLF = Light Loss Factor (0,7-0,8)
- CU = Coefficient of utilization / Faktor Pemanfaatan (50-65 %)
- n = Jumlah Lampu dalam 1 titik Lampu



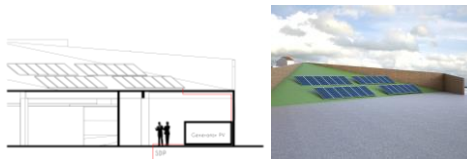
Gambar 2.20. Tipe lampu led Philips
Sumber : indiamart.com

Setelah melakukan perhitungan total energi pencahayaan buatan dengan menggunakan lampu Philips LED 15 watt (Gambar 2.17), maka ditemukan kebutuhan energi bangunan adalah sebagai berikut :

- Fasilitas Komersil membutuhkan 229 titik lampu penggunaan energi : 229 titik x 15 watt : 3435 watt
- Fasilitas pelatihan membutuhkan 278 titik lampu penggunaan energi : 278 titik x 15 watt : 4170 watt
- Fasilitas Penginapan membutuhkan 223 titik lampu penggunaan energi : 223 titik x 15 watt : 3345 watt
- Fasilitas Servis membutuhkan 303 titik lampu

penggunaan energi : 303 titik x 15 watt : 4.545 watt
Total kebutuhan energi pencahayaan buatan adalah sebesar 15.495 watt

Sistem *Photovoltaic* yang merupakan sistem penghasil energi alternatif, diletakkan pada atap datar bangunan pelatihan dan bangunan penginapan. Sistem *Photovoltaic* dihadapkan ke arah utara, untuk memaksimalkan penangkapan energi matahari pada sel – sel *Photovoltaic* ini.



Gambar 2.21. *Photovoltaic* bangunan pelatihan

Pada bangunan pelatihan yang dapat dilihat pada Gambar 2.21, generator *Photovoltaic* diletakkan pada ruang dibawah sistem *photovoltaic* lalu dihubungkan ke SDP bangunan pelatihan. Sistem ini dapat dilihat dan dipelajari cara kerjanya secara langsung oleh peserta pelatihan yang ada untuk proses pembelajaran. Untuk perhitungan *photovoltaic* dapat dilihat pada gambar 2.22

Commented [WU18]: dan dipelajari

Calculation of the solar PV energy output of a photovoltaic system

Yellow cell = enter your own data
Green cell = result (do not change the value)
White cell = calculated value (do not change the value)

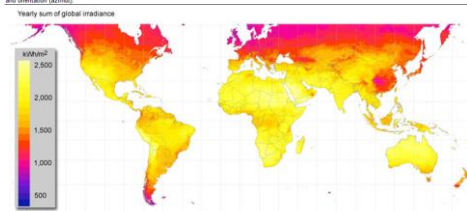
Global formula : $E = A \cdot r \cdot H \cdot PR$

E = Energy (kWh)	9630 kWh/a
A = Total solar panel Area (m²)	52 m²
r = solar panel yield (%)	15%
H = Annual average irradiation on tilted panels (shadings not included)*	1700 kWh/m² an
PR = Performance ratio, coefficient for losses (range between 0.9 and 0.5, default value = 0.75)	0.75
Total power of the system: 7.8 MWp	

Losses details (depend of site, technology, and sizing of the system)

Inverter losses (8% to 15%)	2%
Temperature losses (5% to 15%)	2%
DC cables losses (1 to 3%)	2%
AC cables losses (1 to 3%)	2%
Shadings: 0% to 40% (depends of site)	3%
Losses due to dust, snow: (2%)	2%
Other Losses	0%

*You can find this value on the map below or here: [solar radiation data](#)
You have to find the global annual irradiation incident on your PV panels with your specific inclination (slope, tilt) and orientation (azimuth).



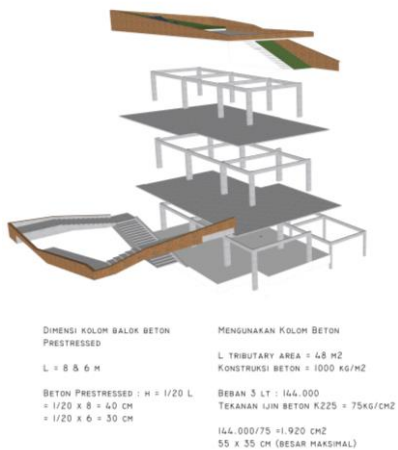
Gambar 2.22. Perhitungan sistem PV
Sumber : photovoltaic-software.com

Sistem Struktur

Sisitem struktur bangunan komersil, penginapan, dan servis pada perancangan menggunakan struktur rangka beton, dimana dimensi balok dan kolom

disesuaikan dengan tinggi bangunan dan beban mati yang ditanggung oleh balok dan kolom. Pada bangunan komersil dan penginapan yang menggunakan atap datar, struktur atapnya menggunakan sistem rangka dengan plat beton sebagai atap, sedangkan bangunan servis yang beratap pelana, menggunakan rangka atap kayu sebagai struktur atapnya (seperti pada Gambar 2.23)

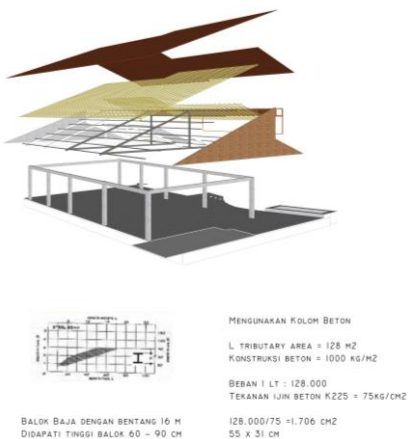
STRUKTUR BANGUNAN TERTINGGI (PENGINAPAN)



Gambar 2.23 Isometri struktur penginapan

Sedangkan struktur pada multifunction hall yang dapat dilihat pada Gambar 2.24, yang dikarenakan memiliki bentang sepanjang 16 meter, maka rangka atap kayu tidak mampu menopang beban atap dari bangunan ini, sehingga digunakan rangka atap dengan material baja ringan sebagai kuda – kuda dan sebagai gording. Untuk material usuk dan reng tetap menggunakan material kayu dan penutup atapnya menggunakan genteng

STRUKTUR BANGUNAN UTAMA

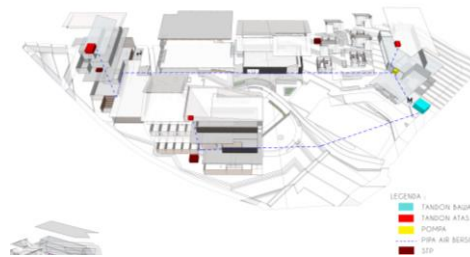


Gambar 2.24. Isometri struktur multifunction hall

Sistem Utilitas

1. Sistem Utilitas Air Bersih dan Kotoran

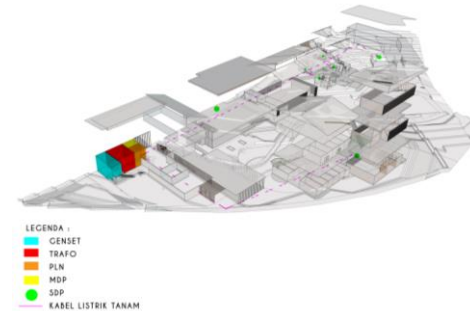
Sistem utilitas air bersih seperti terlihat pada Gambar 2.25, menggunakan sistem *downfeed*, yaitu air dari PDAM setelah melewati meteran akan dimasukkan ke tandon bawah kemudian di pompa menuju tandon atas yang pada akhirnya akan dialirkan ke kamar mandi dan dapur yang ada pada bangunan. Sistem air kotor akan dialirkan ke STP tiap gedung



Gambar 2.25. Diagram utilitas air bersih dan kotor

2. Utilitas kelistrikan

Distribusi listrik seperti dapat dilihat pada Gambar 2.26, menggunakan gardu PLN yang kemudian didistribusikan melalui trafo, genset, dan MDP, lalu kemudian dialirkan ke SDP dari tiap bangunan sebagai sumber energi primer bangunan.



Gambar 2. 26. Diagram utilitas kelistrikan

3. Sistem Drainase tapak



Gambar 2. 27. Diagram utilitas air hujan

Sistem drainase pada tapak menggunakan sistem saluran tertutup seperti pada Gambar 2.28, dimana saluran ini dipasang disekeliling garis kontur tapak yang kemudian diarahkan ke arah sungai di tengah tapak yang merupakan area dengan elevasi terendah di tapak, dapat terlihat pada Gambar 2.27.



Gambar 2.28. Tampak sistem saluran tertutup

KESIMPULAN

Perancangan Fasilitas Pelatihan dan Pembinaan Universitas Kristen Petra di Trawas diharapkan dapat menjadi media pembelajaran bagi civitas akademika Universitas Kristen Petra maupun masyarakat sekitar lahan. Melalui bangunan ini, diharapkan civitas akademika dan masyarakat dapat belajar mengenai lingkungan salah satunya bagaimana teknologi alternatif penghasil energi yang ramah lingkungan, serta dapat melihat langsung cara kerja teknologi tersebut terhadap bangunan ini. Dengan demikian, diharapkan dapat merubah pola pikir civitas akademika tentang betapa pentingnya menjaga keberlanjutan alam sekitar kita, dan secara pasif akan menurunkan penggunaan energi yang selama ini selalu diboroskan oleh manusia dan merusak lingkungan sekitar dalam proses penguraian energi tersebut. Selain itu diharapkan juga bangunan ini dapat memenuhi fungsi pembelajaran karakter dan kerohanian dengan mendekatkan manusia ke Tuhan melalui alam sekitar, dan menjaga privasi pengguna dalam bangunan sehingga dapat memenuhi tujuan pembelajaran UK Petra yaitu menghasilkan alumni yang memiliki kepribadian *servant leadership* dan mampu melayani masyarakat dengan keahlian yang ia miliki. Mahasiswa dan karyawan diharapkan siap terjun ke masyarakat untuk melayani dan menjadi berkat bagi masyarakat sekitarnya.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standart Nasional. (Ag.2017). *SNI-03-6197-2000* Retrieved 26 Desember 2018 from <http://iaeeta.org/wp-content/uploads/2017/08/sni-03-6197-2000-Pencahayaan.pdf>

Badan Standart Nasional. (2011). *SNI-6389-2011* Retrieved 26 Desember 2018 https://kupdf.net/download/sni-6389-2011-web-konservasi-energi-selubung-bangunan-pdf-unlocked_58a7ead46454a78b7eb1e912_pdf

Badhrinath. J (2011). *Green campus concept*. Retrieved 6 January 2019 from <https://www.scribd.com/document/61020169/Green-Campus-Concept>

Crosbie, M.J and Watson D. (1997). *Time-Saver standards for architectural design*. New York: McGraw-Hill.

Enerdata. (2017). *Total energy consumption*. Retrieved 6 January 2019 from <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html>

Neufert, E. (2001). *Architects' data* (3rd ed.) Oxford: Blackwell Science.

Photovoltaic Software. (2018). *How to calculate solar energy power pv systems*. Retrieved 14 Juli 2019 from <https://photovoltaic-software.com/principle-ressources/how-calculate-solar-energy-power-pv-systems>

UK Petra canangkan green campus. (2010). *Kabar Bisnis*. Retrieved 6 January 2019 from <http://www.kabarbisnis.com/read/2814774/uk-petra-canangkan-green-campus>

Tondayana, Y.A. (2018). Fasilitas eduwisata akuaponik di Denpasar. *eDimensi Arsitektur Petra*, 6(1), 665-672.

Vale, B., Vale, R. J. D., & Doig, R. (1997). *Green architecture: Design for a sustainable future*. Royal Victorian Institute for the Blind. Special Request Service.

Wines, J. (2008). *Green architecture*. China: Taschen.

Yeang, K. (2006). *Ecodesign: A manual for ecological design*. London: Wiley-Academy

Commented [WU19]: setiap gambar harus dirujuk di paragraf

Commented [WU20]: Cek kembali aakah tiap sumber sudah ditulis di sini