

PENERAPAN EFISIENSI ENERGI PASIF DALAM PERANCANGAN BANDAR UDARA DOMESTIK DI KABUPATEN POHUWATO

Burhanuddin¹, Desrina Ratriningsih²

^{1,2}Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta,
Jl. Ring Road Utara No.81, Mlati Krajan, Sendangadi, Kec. Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah
Istimewa Yogyakarta 55285

bu08122001@gmail.com¹
desrina@uty.ac.id²

ABSTRAK

Kabupaten Pohuwato merupakan salah satu lokasi yang direncanakan dibangun bandar udara baru oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. Bandar udara ini direncanakan untuk melayani penerbangan rute domestik sehingga dapat menopang Bandar udara Djalaludin Gorontalo dengan hirarki *Spoke* (pengumpul). Metode yang digunakan yaitu metode deskriptif, dilaksanakan dengan mengumpulkan data primer dan sekunder yang kemudian dianalisis terhadap lokasi dan standard kebutuhan ruang bandar udara. Pendekatan Efisiensi Energi Pasif diharapkan dapat meminimalkan kebutuhan energi untuk pengoperasian bangunan bandar udara dengan memanfaatkan energi angin, cahaya, dan cahaya matahari. Konsep ini menghitung konsumsi energi listrik tahunan yang di efisiensikan 52% dari konsumsi energi listrik bandar udara sejenis sesuai standarisasi angkasa pura. Pembangunan bandar udara di Kabupaten Pohuwato diharapkan mampu menaikkan potensi pariwisata, mendukung konektivitas dan mengurangi dampak perubahan iklim yang disebabkan oleh layanan industri transportasi khususnya transportasi udara dengan cara meminimalkan kebutuhan energi untuk pengoperasian bangunan bandar udara.

Kata kunci: Kabupaten Pohuwato, bandar udara domestik, efisiensi energi pasif

ABSTRACT

Pohuwato is one of the locations planned to build a new airport by the Directorate General of Civil Aviation. This airport is planned to serve domestic route flights so that it can support Djalaludin Gorontalo airport with a Spoke hierarchy. The method used is descriptive method, carried out by collecting primary and secondary data which is then analyzed for the location and standard airport space requirements. The Passive Energy Efficiency Approach is expected to minimize energy requirements for airport building operations by utilizing wind, light and solar energy. This concept calculates annual electricity consumption which is 52% efficient from the electrical energy consumption of similar airports according to the Angkasa Purat. An airport development in Pohuwato Regency is expected to be able to increase tourism potential, support connectivity and reduce the impact of climate change caused by transportation industry services, especially air transportation by minimizing energy requirements for the operation of airport buildings.

Keywords: Pohuwatu, Domestic Airport, Passive Energy Efficiency

PENDAHULUAN

Kedaulatan Republik Indonesia meliputi wilayah udara yang terbentang dari Sabang paling barat sampai Merauke paling timur, Miangian paling utara, dan Rohto paling selatan. Untuk mengintegrasikannya untuk menghubungkan seluruh nusantara, termasuk 14.572 pulau di nusantara, pemerintah membangun infrastruktur transportasi. Salah satu sarana prasarana transportasi udara yang terpenting adalah bandar udara. Selama ini wilayah Indonesia yang luas hanya terhubung dengan 52 bandar udara, 30 di antaranya merupakan bandar udara Internasional

(DEPHUB, 2023).

Berdasarkan Kementerian Departemen Perhubungan di agendakan adanya pembangunan sebuah bandar udara baru pada 16 lokasi yang diprioritaskan pada wilayah yang memiliki potensi sumber pertumbuhan, sentra industri pariwisata yang potensial, dan berpotensi meningkatkan perekonomian, serta untuk meningkatkan konektivitas dan pariwisata agar setiap orang merasakan dampak pembangunan dan mendorong pertumbuhan ekonomi dan pemerataan pembangunan di seluruh pelosok tanah air (Kementrian Perhubungan, 2022).

Kabupaten Pohuwato menjadi salah satu

daerah tujuan wisata favorit di Provinsi Gorontalo karena lokasi nya yang strategis terletak di pesisir selatan Provinsi Gorontalo, karena konsentrasi lalu lintas dan pembangunan jalan dapat memudahkan pengembangan Kabupaten Pohuwato. Arus lalu lintas dari arah barat dan timur sangat besar dan padat, sehingga sangat memungkinkan masyarakat akan menetap atau berpindah dari wilayah kecamatan Pohuwato lainnya. Menurut badan pusat statistik Kabupaten Pohuwato jumlah wisatawan yang berkunjung ke Kabupaten Pohuwato selalu mengalami kenaikan setiap tahunnya tercatat dari tahun 2016 sampai 2019 jumlah wisatawan yang berkunjung selalu menunjukkan tren kenaikan dari wisatawan domestik maupun mancanegara, kemudian mengalami penurunan pada tahun 2020 dikarenakan adanya pandemi virus covid-19, dengan adanya bandar udara baru diharapkan mampu mengembalikan tren positif kenaikan jumlah wisatawan yang berkunjung ke Kabupaten Pohuwato di masa depan.

Konsep efisiensi energi pasif didasarkan pada adanya dampak perubahan iklim yang disebabkan oleh pelayanan transportasi dan penggunaan energi tidak terbarukan yang setiap tahunnya melepaskan jutaan ton gas. Gas-gas yang dimaksud yaitu meliputi: karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂; tidak polutan), metana (CH₄), nitrogen oksida (NOX), nitrit oksida (N₂O), klorofluorokarbon (CFC), timbal (Pb), perfluorokarbon (PFC), tetrafluorida silikon (SF₆), benzena (C₆H₆), komponen yang mudah menguap (BTX), logam berat (seng, krom, tembaga dan kadmium) dan partikulat hal (abu, debu). Gas-gas ini berkontribusi terhadap penghancuran lapisan ozon stratosfer (O₃) yang secara alamiah melindungi permukaan bumi dari radiasi ultraviolet. Adanya perubahan iklim yang disebabkan oleh jutaan gas tersebut akan berdampak signifikan terhadap sistem transportasi udara dan infrastruktur (Djono, 2022). Perubahan iklim akan menyebabkan turbulensi, sehingga pilot akan dipaksa untuk menerbangkan pesawat lebih tinggi untuk menghindari turbulensi tersebut.

KAJIAN PUSTAKA

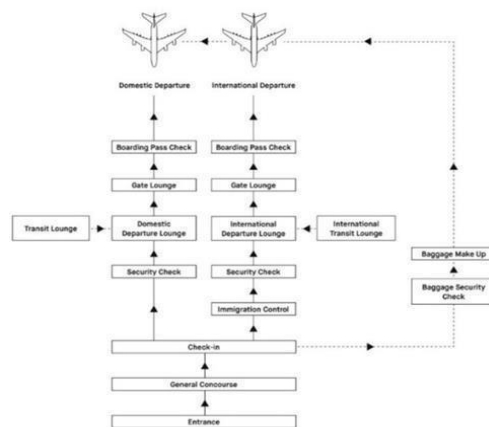
Tinjauan Bandar Udara

Sesuai (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2009 Tentang Penerbangan, 2009) tentang Penerbangan, Bandar Udara adalah kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang

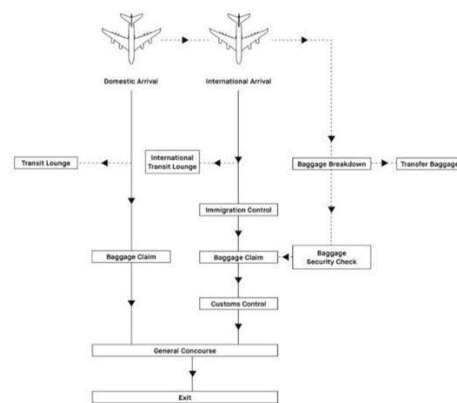
digunakan sebagai tempat pendaratan dan lepas-landas pesawat udara, naik-turunnya penumpang, bongkar muat barang, tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya.

Aktivitas Penumpang Terminal Bandar Udara

Dalam suatu terminal Bandar Udara aktifitas penumpang dibagi menjadi 2 yaitu pergerakan arus keberangkatan dan kedatangan. Alur keberangkatan dimulai di pintu masuk kompleks Bandar Udara dan berakhir di Sebuah pesawat sedangkan alur kedatangan dimulai dari area *baggage reclaim* kemudian keluar menuju *curb*.



Gambar 1. Alur keberangkatan pada terminal Bandar Udara (Sumber: Akmal, 2016)



Gambar 2. Alur penanganan bagasi pada terminal Bandar Udara (Sumber: Akmal, 2016)

Standar bangunan terminal Bandar Udara sebagaimana sudah ditetapkan oleh Menteri Perhubungan Republik Indonesia di pengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

1. Jumlah penumpang pertahun
2. Jumlah penumpang jam sibuk yang akan mempengaruhi besaran ruang bangunan

terminal.

Besaran standar luas bangunan terminal penumpang ini adalah besaran minimal yang memenuhi standar persyaratan operasional keselamatan penerbangan. Untuk memenuhi kebutuhan pelayanan dan kenyamanan penumpang, besaran ruang-ruang komersial masih dapat diperbesar.

Tabel 1. Standar Luas Terminal Penumpang Domestik

No.	Jumlah Penumpang/Tahun	Standar Luas Terminal		Catatan
		M ² / Jml Penumpang Waktu Sibuk	Total/ M ²	
1.	10.000	-	100	Standar luas terminal ini belum memperhitungkan kegiatan komersial
2.	10.001-25.000	-	120	
3.	25.001-50.000	-	240	
4.	50.001-100.000	-	600	
5.	100.001-150.000	10	-	
6.	150.001-500.000	12	-	
7.	500.001-1.000.000	14	-	
8.	> 1.000.000	Dihitung lebih detail	-	

(Sumber: Kementerian Perhubungan, 2005)

Fasilitas terminal Bandar Udara domestik

Fasilitas yang terdapat pada suatu terminal Bandar Udara disesuaikan dengan luas bangunan yang merupakan representasi dari perhitungan jumlah penumpang yang dilayani oleh suatu Bandar Udara dan kompleksitas fungsi dan pengguna yang ada. Sesuai standar Menteri Perhubungan Republik Indonesia kelengkapan ruang dan fasilitas bangunan terminal Bandar Udara dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

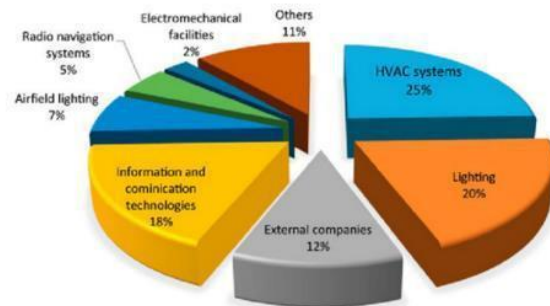
Tabel 2. Standar kelengkapan ruang dan fasilitas pada terminal Bandar Udara

Fasilitas	Kelengkapan Ruang Dan Fasilitas
Terminal Standar 600m (Domestic)	Teras Kedatangan Dan Keberangkatan (<i>Curbside</i>)
	Ruang Lapor Diri (<i>Check in Area</i>)
	Ruang Tunggu Keberangkatan (<i>Departure Lounge</i>)
	Ruang Pengambilan Bagasi (<i>Baggage Claim</i>)
	Toilet Wanita dan Pria (Toilet)
	Ruang Administrasi
	Telepon Umum (<i>Public Telephone</i>)
	Fasilitas Pemadam Api Ringan
	Peralatan Pengambilan Bagasi - Tipe Meja
	Kursi Tunggu
	Kantor Airline
	Area Komersial
	Ruang Simpan Barang Hilang (Lost & Found Room)

Sumber: (Kementerian Perhubungan, 2005)

Tinjauan Efisiensi Energi Pasif

Efisiensi energi pasif merupakan metode penghematan energi yang memanfaatkan energi secara pasif. Pemanfaatan energi secara pasif didasarkan pada pembuatan desain tanpa menggunakan teknologi tertentu, misalnya penggunaan ventilasi silang dan *skylight* (Prasetyo & Kusumarini, 2016).



Gambar 3. Konsumsi Energi Bandar Udara
(Sumber: Uysal & Sogut, 2017)

Implementasi metode efisiensi energi, sesuai dengan (Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2012) dalam suatu perancangan harus memperhatikan beberapa aspek, seperti kenyamanan pengguna, aktivitas dalam bangunan dan standarisasi ruang dengan strategi:

1. Energi Cahaya
Energi cahaya alami dimanfaatkan sebagai siang hari sehingga dapat mengurangi penggunaan lampu *artificial* yang otomatis akan mengurangi penggunaan energi listrik.
2. Energi Panas
Energi panas matahari sebisa mungkin harus dikurangi untuk memberikan kenyamanan kepada pengguna contohnya dapat menggunakan tritisan untuk mengurangi panas matahari yang masuk kedalam bangunan dan *green roof* yang dapat menyerap panas dalam ruangan.
3. Energi Angin
Energi angin dapat digunakan sebagai sumber penghawaan alami dengan cara ventilasi silang sehingga dapat mengurangi beban HVAC.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam perancangan bandar udara Kabupaten Pohuwato adalah metode deskriptif. Metode ini terdiri atas beberapa tahap. Tahap pertama, yaitu mengumpulkan isu-isu yang menjadi latar belakang. Tahap kedua, yaitu mengumpulkan data yang digunakan sebagai acuan dalam perancangan. Tahap ketiga, yaitu melakukan

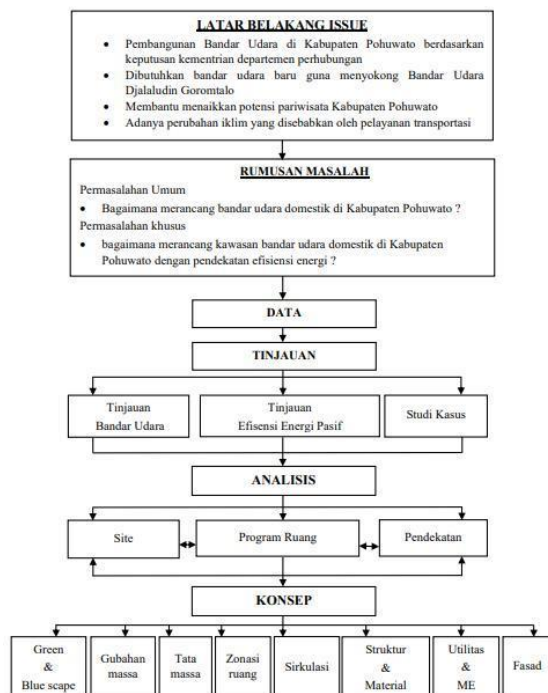
analisis lokasi dan standar kebutuhan ruang bandar udara yang sudah ditetapkan oleh pemerintah yang kemudian menghasilkan ide atau konsep yang didasarkan pada hasil analisis dan metode efisiensi energi pasif yang digunakan.

Lokasi Site

Lokasi Bandar Udara Pohuwato berada di Desa Imbudu Kecamatan Randangan Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo. (Kementerian Perhubungan, 2006).



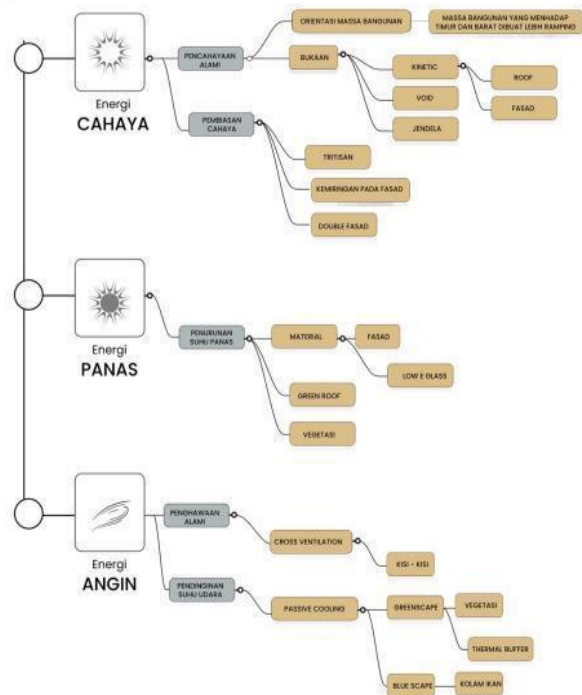
Gambar 4. Lokasi Site Bandar Udara
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)



Gambar 5. Kerangka Alur Perancangan
(Sumber: Analisis penulis, 2023)

HASIL DAN ANALISIS

Implementasi efisiensi energi pasif digunakan dengan cara memanfaatkan energi panas, cahaya dan angin. Seperti pada diagram dibawah ini:

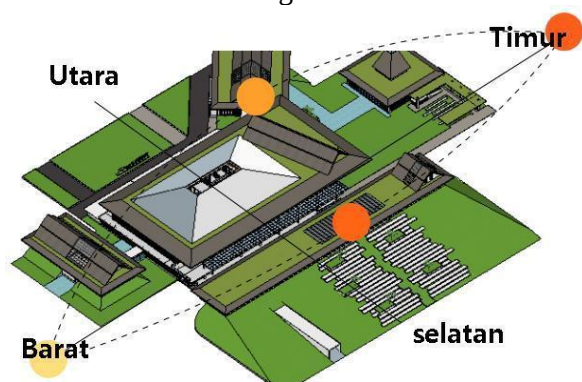


Gambar 6. Mind mapping efisiensi energi pasif
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Pemanfaatan energi cahaya diwujudkan dengan menggunakan konsep pencahayaan alami dan pembiasaan cahaya. Pemanfaatan energi cahaya alami, meliputi:

1. Orientasi massa bangunan

Gubahan massa yang menghadap kearah barat dan timur dibuat lebih ramping daripada gubahan massa yang menghadap ke arah utara dan selatan, sehingga dapat mengurangi intensitas panas matahari yang masuk ke dalam bangunan.

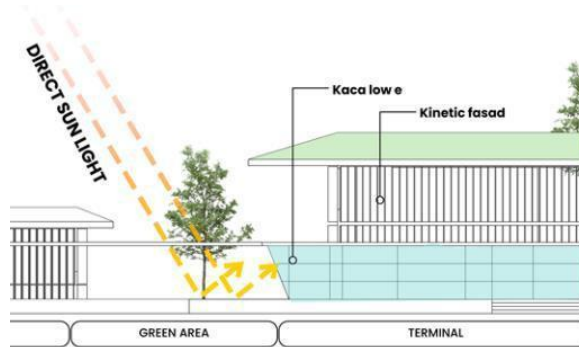


Gambar 7. Pemanfaatan cahaya alami
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

2. Penggunaan banyak bukaan pada bangunan diantaranya kinetic atap dan fasad, void, dan jendela konvensional

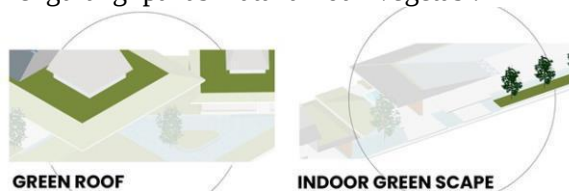
Pembiasaan cahaya digunakan untuk mengurangi panas matahari yang masuk

kedalam bangunan tanpa mengurangi cahaya yang masuk dengan cara penggunaan tritisan, kemiringan pada fasad dan penggunaan *double* fasad.



Gambar 8. Pembiasaan cahaya
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Energi panas yang dihasilkan cahaya matahari diturunkan untuk menekan penggunaan penghawaan buatan pada bangunan. Dengan cara penggunaan *green roof*, material yang dapat mengurangi panas matahari dan vegetasi.

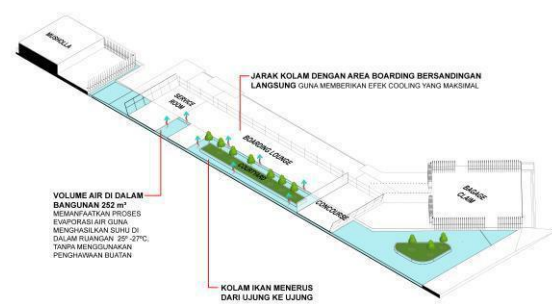


Gambar 9. Penggunaan *green roof* dan vegetasi
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Energi angin dimanfaatkan sebagai penghawaan alami yaitu dengan menerapkan *cross ventilation system* dan pendinginan suhu udara yang masuk dari luar ke dalam bangunan yaitu dengan menggunakan strategi *passive cooling greenscape* berupa vegetasi dan bluescape berupa kolam di dalam bangunan yang menghasilkan proses evaporasi air pada saat terkena sinar matahari.



Gambar 10. Pemanfaatan vegetasi sebagai filter udara
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)



Gambar 11. Pemanfaatan kolam buatan
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Kolam di dalam bangunan diletakkan berdampingan dengan area *boarding lounge* dengan kapasitas 252 m³ untuk dapat menurunkan suhu udara dalam ruangan sampai 27°C dengan tingkat kelembaban 64%. Menurut (Hendrawati, 2016) jarak yang efektif untuk pendinginan menggunakan kolam adalah 2-7 meter dari kolam.

Perhitungan Konsumsi Energi Listrik sesuai Standarisasi Angkasa Pura

Jumlah konsumsi standar listrik dapat pada suatu bandar udara dapat dihitung berdasarkan jumlah pesawat komersial yang datang dan pergi. Analisis perhitungan konsumsi energi listrik pada Bandar Udara Puhuwato menggunakan standarisasi angkasa pura. Analisis tersebut dijelaskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &= \text{Jumlah Pesawat Komersial Mendarat} \text{ pertahun} \\
 &\quad \times \text{Rasio Intensitas Pemakaian Energi/ Pesawat} \\
 &\quad \text{Komersial Mendarat} \\
 &= 18.219 \times 2.13 \text{ gigajoule/ Pesawat Komersial} \\
 &\quad \text{Mendarat} \\
 &= 38806 \text{ gigajoules} \\
 &= 10.779.444 \text{ kWh/tahun}
 \end{aligned}$$

Perhitungan konsumsi energi listrik pada Bandar Udara Puhuwato Menggunakan Metode Efisiensi Energi Pasif

Perhitungan konsumsi energi listrik dengan metode efisiensi energi pasif menggunakan perhitungan konsumsi penghawaan buatan dan pencahayaan buatan pertahun.

Berdasarkan perhitungan-perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa metode efisiensi energi pasif dengan strategi diatas dapat mengefisiensikan penggunaan energi listrik pada Bandar Udara Puhuwato sebesar 52% pertahun.

Tabel. 3 Akumulasi penggunaan energi listrik Bandar Udara Pohnuato

NAMA BANGUNAN	PENGUNAAN LISTRIK					
	/HARI	SATUAN	/BULAN	SATUAN	/TAHUN	SATUAN
TERMINAL	15.206	WATT	45.618	KWH	547.416	KWH
MAIN POWER HOUSE	82	WATT	89	KWH	1.066	KWH
GEDUNG PKPPK	83	WATT	40	KWH	480	KWH
AIRTRAFFIC CONTROLLER	45	WATT	14	KWH	168	KWH
LAMPU FASILITAS SISI UDARA	7.442	WATT	32.149	KWH	385.793	KWH
PERANGKAT ELEKTRONIK 60% TERMINAL	9.124	WATT	60.216	KWH	722.589	KWH
PERANGKAT UTILITAS 60% TERMINAL	9.124	WATT	27.371	KWH	328.450	KWH
JUMLAH TOTAL	41.106	WATT	165.497	KWH	1.985.962	KWH

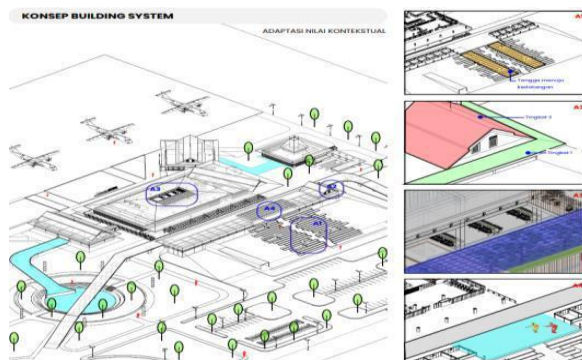
NAMA RUANGAN	PENGUNAAN AC					
	/HARI	SATUAN	/BULAN	SATUAN	/TAHUN	SATUAN
CHECK-IN AREA	1.843.200	WATT	55.290	KWH	663.480	KWH
BOARDING LOUNGE	3.686.400	WATT	110.580	KWH	1.326.960	KWH
HALL KEBERANGKATAN	1.497.600	WATT	44.910	KWH	538.920	KWH
BAGAGE RE-CLAIM	1.497.600	WATT	44.910	KWH	538.920	KWH
VIP LOUNGE	245.760	WATT	7.350	KWH	88.200	KWH
SERVER ROOM	122.880	WATT	1.830	KWH	21.960	KWH
ELECTRICAL ROOM	37.440	WATT	1.140	KWH	13.680	KWH
CCTV ROOM	112.320	WATT	3.360	KWH	40.320	KWH
STAFF OPERASIONAL	184.320	WATT	5.520	KWH	66.240	KWH
VICE PRESIDENT ROOM	122.880	WATT	1.830	KWH	21.960	KWH
SUB VICE PRESIDENT ROOM	37.440	WATT	1.110	KWH	13.320	KWH
CLINIC	103.680	WATT	3.090	KWH	37.080	KWH
ANNOUNCEMENT ROOM	103.680	WATT	3.090	KWH	37.080	KWH
BAGAGE HANDLING	1.843.200	WATT	55.290	KWH	663.480	KWH
ATC	159.120	WATT	4.770	KWH	57.240	KWH
STAFF ROOM ATC	276.480	WATT	8.280	KWH	99.360	KWH
VICE PRESIDENT ATS	69.120	WATT	2.160	KWH	25.920	KWH
VICE PRESIDENT METEOROLOGY	138.240	WATT	2.190	KWH	26.280	KWH
JUMLAH TOTAL	8.524.800	WATT	255.690	KWH	4.071.600	KWH

TOTAL PENGUNAAN LISTRIK /TAHUN					6.057.562	KWH
--------------------------------	--	--	--	--	-----------	-----

(Sumber: Analisis penulis, 2023)

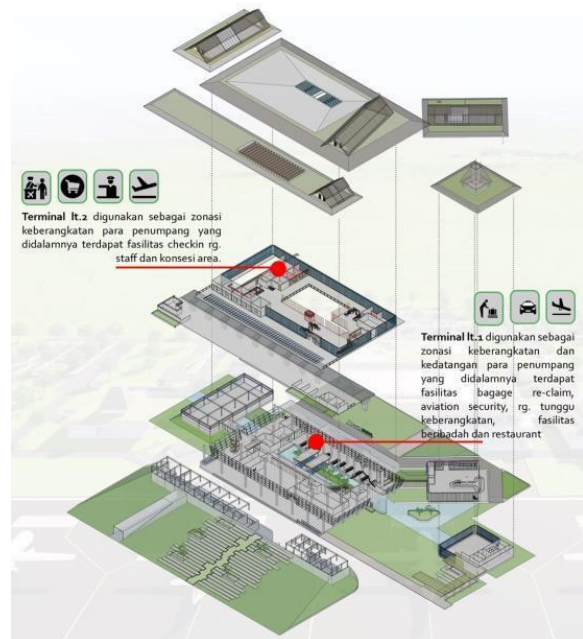
Adaptasi Nilai Kontekstual

Bangunan bandar udara adalah gerbang utama suatu daerah, oleh karena itu bentuk bangunan bandar udara harus memiliki nilai kontekstual berdasarkan daerah keberadaan bandar udara tersebut. Perancangan Bandar Udara Pohnuato mengadaptasi bentuk pola ruang Rumah Adat Dulohupa yang mengarahkan tamu untuk masuk langsung ke lantai 2 (area keberangkatan) menggunakan 2 tangga yang disebut Tolithiu. Bentuk atap bandar udara mengadaptasi bentuk atap 2 tingkat Rumah Adat Dulohupa yang memiliki arti filosofi yang mendalam yaitu tingkatan pertama dibangun lebih lebar dibandingkan tingkatan kedua. Bentuk atap ini menggambarkan hubungan masyarakat Gorontalo dengan Tuhan dan sesama manusia, yaitu hubungan yang harus semakin mengerucut ke atas dan semakin dekat kepada Tuhan, serta hubungan dengan sesama manusia haruslah semakin melebar ke samping dan meluas ke manusia lainnya.



Gambar 12. Adaptasi Nilai Kontekstual (Sumber: Analisis penulis, 2023)

Lantai 1 digunakan sebagai area kedatangan dan keberangkatan, yang di dalamnya terdapat ruang pengambilan bagasi, fasilitas beribadah, toilet, ruang tunggu keberangkatan, ruang konsesi dan *restaurant*. Lantai 2 digunakan sebagai zonasi keberangkatan para penumpang, yang didalamnya terdapat fasilitas *check-in area*, ruang staf, ruang *aviation security* dan ruang konsesi.



Gambar 13. Zonasi terminal (Sumber: Analisis penulis, 2023)



Gambar 14. Perspektif mata manusia (Sumber: Analisis penulis, 2023)



Gambar 15. Perspektif mata manusia (Sumber: Analisis penulis, 2023)



Gambar 16. Ruang tunggu keberangkatan
(Sumber: Analisis penulis, 2023)

KESIMPULAN

Kabupaten Pohuwato merupakan salah satu dari 16 lokasi di Indonesia yang akan dibangun bandar udara baru oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. Penentuan lokasi perancangan bandar udara ini ditetapkan berdasarkan Pasal 8 Ayat (1) (Kementerian Perhubungan, 2006) yaitu di Desa Imbodu, Kecamatan Randangan, Pohuwato. Adanya dampak perubahan iklim akibat pelayanan transportasi dan penggunaan energi tidak terbarukan menjadi alasan perlunya bandar udara ini dibangun dengan konsep efisiensi energi pasif, sehingga dapat mengefisiensikan penggunaan energi. Metode efisiensi energi pasif dilakukan dengan menggunakan *blue scape* berupa kolam yang pada area *indoor*, atap kinetik, *green roof*, konsep khusus pada gubahan massa dan fasad, *cross ventilation*, dan *courtyard*. Strategi diatas dapat mengefisiensikan penggunaan energi listrik pada Bandar Udara Pohuwato sebesar 52% pertahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, I. (2016). *Wiratman architecture airport design*. PT IMAJI media Pustaka.
- Djono, T. P. Al. (2022). Transportasi dan UU Dampak Lingkungan (Referensi untuk Pembangunan Transportasi di Jakarta). Retrieved from ipehijau.org website: <https://ipehijau.org/transportasi-dan-dampak-lingkungan-referensi-untuk-pembangunan-transportasi-di-jakarta/>
- Hendrawati, D. (2016). Air Sebagai Alat Pengendali Iklim Mikro Dalam Bangunan

- Studi Kasus: Taman Sari Royal Heritage Spa, Hotel Sheraton Mustika Yogyakarta. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 18(2), 97–106. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v18i2.7477>
- Indonesia, K. P. R. (2022). Pembangunan Bandara untuk Tingkatkan Konektivitas dan Dukung Pariwisata. Retrieved from Kementerian Perhubungan Republik Indonesia website: <https://dephub.go.id/post/read/pembangunan-bandara-untuk-tingkatkan-konektivitas-dan-dukung-pariwisata>
- Kementerian Perhubungan. (2005). *Peraturan Menteri Perhubungan No. KM 20 Tahun 2005 Tentang pemberlakuan SNI 03-7046-2004 mengenai Terminal Penumpang Bandar Udara sebagai Standar Wajib* (p. 20). p. 20.
- Kementerian Perhubungan. (2006). *Peraturan Menti Perhubungan No. KM 67 Tahun 2006 Tentang penetapan lokasi bandar udara di desa imbodu kec. Randangan Kab. Pohuwatu Prov. Gorontalo*.
- Mineral, K. E. dan S. D. (2012). Buku Pedoman Energi Efisiensi untuk Desain Bangunan Gedung di Indonesia. In *Buku Pedoman Energi Efisiensi Untuk Desain Bangunan Gedung Di Indonesia*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Prasetyo, S. S., & Kusumarini, Y. (2016). Studi Efisiensi dan Konservasi Energi Pada Interior Gedung P Universitas Kristen Petra. *Jurnal Intra*, 4(1), 36 – 45.
- UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 1 TAHUN 2009 TENTANG PENERBANGAN. (2009).
- Uysal, M. P., & Sogut, M. Z. (2017). *An integrated research for architecture-based energy management in sustainable airports*. *Energy*, 140(June), 1387–1397. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.199>