

Paper ID : 3732
Tgl naskah masuk : 2021-03-27
Tgl Review : 2021-04-16

PENERAPAN KONSEP BANGUNAN PINTAR PADA BANGUNAN PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PESAWAT TANPA AWAK

APPLICATION OF SMART BUILDING CONCEPT IN UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) RESEARCH AND DEVELOPMENT TECHNOLOGY CENTER BUILDING

Jody Darmawan¹, Anisa², Luqmanul Hakim³

^{1,2,3}Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Jakarta

darmawan_jody@yahoo.com¹

anisa@umj.ac.id²

Abstrak : Perkembangan teknologi di era modern kini telah memberikan banyak keuntungan dalam segala kebutuhan atau keperluan manusia, salah satu teknologi yang saat ini mulai berkembang adalah Pesawat Tanpa Awak atau *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*. Teknologi ini diharapkan memberi kontribusi besar khususnya dalam menjaga keamanan perbatasan dan kedaulatan NKRI serta bertujuan untuk memberikan dorongan bagi kemajuan penelitian dan pengembangan teknologi pesawat tanpa awak. Untuk dapat menjawab permasalahan tersebut dilakukan studi, observasi, dan wawancara terkait isu yang terjadi, maka dapat dibuat satu konsep rancangan bangunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pesawat Tanpa Awak dengan Konsep Bangunan Pintar. Konsep bangunan pintar ini bertujuan untuk menerjemahkan karakter bangunan yang akan menjadi bangunan pusat penelitian dan pengembangan yang berteknologi tinggi, dengan cara memanfaatkan sistem otomasi pada bangunan dan memanfaatkan kondisi lingkungan sekitar dengan cara mengoptimalkan energi yang dihasilkan oleh alam. Diharapkan hasil racangan desain bangunan ini dapat memberikan solusi bagi masalah yang dihadapi, serta menambah pembekalan untuk ilmu pengetahuan dan solusi terkait perencanaan dan perancangan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pesawat Tanpa Awak dengan Konsep Bangunan Pintar di Kemayoran.

Kata kunci : Bangunan Pintar, Pesawat Tanpa Awak, Pusat Penelitian dan Pengembangan, *Smart Buildings*

Abstract : *The development of technology in the modern era has now provided many advantages in every need, one of the technologies that are currently developing are Unmanned Aerial Vehicle (UAV). This technology is expected to contribute greatly, especially in maintaining the security of borders and sovereignty of NKRI and aims to provide a boost for the research and technology development of unmanned aircraft. To be able to answer the problem is done study, observation, and interview related issue that happened, hence can be made one draft building concept of Research Center and Development of Technology of Unmanned Aircraft with Concept of Smart Building. This smart building concept aims to translate the character of the building which will become a high-tech research and development center building, by utilizing the automation system in the building and utilizing the surrounding environmental conditions by optimizing the energy produced by nature. It is hoped that the results of this building design can provide solutions to the problems faced, as well as add supplies for science and solutions related to the planning and design of the Research and Development Center for Unmanned Aircraft Technology with the Smart Building Concept in Kemayoran.*

Keywords: *Research and Development Center, Smart Buildings, Unmanned Aerial Vehicle (UAV).*

1. PENDAHULUAN

Teknologi merupakan suatu sarana yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Berbagai jenis teknologi dan perlengkapan diciptakan untuk membantu pekerjaan

manusia agar lebih efektif, cepat dan mudah. Salah satu teknologi yang saat ini mulai berkembang adalah Pesawat Tanpa Awak atau *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*.

Indonesia harus memiliki Teknologi Pesawat Tanpa Awak ini dikarenakan hampir sebagian besar negara luar saat ini terus menerus mengembangkan dan memanfaatkannya untuk berbagai keperluan. Pesawat tanpa awak memiliki manfaat yang sangat besar bagi negara yang memilikinya, terutama untuk mendukung kegiatan-kegiatan militer maupun sosial (nonmiliter). Negara Indonesia adalah negara kepulauan, hampir sebagian wilayah di Indonesia tidak terpantau dengan baik. Teknologi Pesawat Tanpa Awak ini harus segera dikembangkan, secara nasional akan mengurangi terjadinya *capital flight* yang dapat menguras devisa. Pengembangan teknologi pesawat tanpa awak ini diharapkan memberi kontribusi besar khususnya dalam menjaga keamanan perbatasan dan kedaulatan NKRI.

Dengan latar belakang diatas maka disusunlah konsep perencanaan dan perancangan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pesawat Tanpa Awak dengan Konsep Bangunan Pintar di Kemayoran. Konsep dari rancangan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pesawat Tanpa Awak ini, merupakan paduan yang baik yang akan menerjemahkan karakter bangunan yang akan menjadi bangunan pusat penelitian dan pengembangan yang berteknologi tinggi serta ramah lingkungan.

Menurut Wijaya (2016), Sistem bangunan Pintar adalah sebuah sistem berbantuan komputer yang akan memberikan segala kenyamanan, keselamatan, keamanan dan penghematan energi, yang berlangsung secara otomatis dan terprogram melalui komputer, pada gedung atau rumah tinggal. Menurut Hakim (2010), Bangunan pintar bukanlah sebuah produk akan tetapi suatu pendekatan desain dengan pemikiran jauh ke-depan, yaitu menerapkan paduan harmonis antara otomasi, komunikasi, dan perencanaan lingkungan agar tercipta bangunan yang benar-benar baik. Selain seluruh komponen gedung dirancang agar fleksibel dan terpadu, sistemnyapun diatur supaya benar-benar ekonomis dan efektif. Sistem bangunan pintar merupakan perpaduan yang harmonis antara otomatisasi, komunikasi dan perencanaan lingkungan dalam rangka terciptanya bangunan yang baik. Sistem bangunan pintar memungkinkan bangunan menggunakan lebih sedikit energi daripada bangunan lainnya. (Hendrananta, 2019)

Bangunan pintar adalah sebuah penerapan sistem pengaturan otomatis terhadap sebuah bangunan. Dimana sistem ini telah diatur dengan menggunakan algoritma yang terstruktur secara rapi. Hampir semua bagian atau komponen bangunan bisa dikelola secara otomatis. Oleh karena itu bisa disebut juga dengan Building Automation System atau BAS. (Putra, 2000). Perhatian khusus pada bangunan pintar terletak pada otomatisasi, integrasi, dan efisiensi energi sarana dan prasarana yang ada. Karakteristik bangunan ini adalah padat penggunaan teknologi utilitas, perhatian pada keselamatan kerja, dan keamanan. (Rudyanto, 2001). Konsep bangunan pintar adalah salah satu bentuk pengaplikasian teknologi yang telah dikembangkan pada industri konstruksi di dunia, namun masih belum diterapkan di Indonesia karena persepsi tingkat kebutuhan biayanya yang lebih besar daripada bangunan konvensional. (Sari, tt)

Tujuan dari penelitian ini adalah : (1) Merencanakan konsep desain suatu bangunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pesawat Tanpa Awak yang dapat berkontribusi terhadap kepentingan Negara; (2) Merencanakan konsep desain suatu bangunan yang dapat memberikan dorongan bagi kemajuan penelitian maupun pengembangan Teknologi

Pesawat Tanpa Awak; (3) Merencanakan konsep desain Bangunan Pintar pada bangunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pesawat Tanpa Awak.

2. METODE PENELITIAN

Berdasarkan latar belakang yang telah dideskripsikan dan tujuan penelitian yang dinyatakan, dapat disimpulkan dalam satu kalimat bahwa tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan penerapan konsep bangunan pintar pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pesawat Tanpa Awak. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif, dengan teori konsep bangunan pintar sebagai alat bantu dalam pengumpulan data. Data yang dikumpulkan meliputi data fisik dan data nonfisik yang relevan dengan pusat penelitian dan pengembangan.

Tahapan awal penelitian yang dilakukan adalah melakukan kajian pustaka berkaitan dengan bangunan pintar dan pusat penelitian dan pengembangan. Setelah melakukan kajian pustaka tersebut, didapatkan konsep bangunan pintar secara umum. Tahap berikutnya adalah melakukan pengamatan pada pusat penelitian dan pengembangan. Tahap ini disebut juga dengan identifikasi dan deskripsi penerapan konsep pada bangunan sejenis/setipe. Tahap ketiga adalah merencanakan penerapan konsep bangunan pintar pada bangunan pusat penelitian dan pengembangan. Lahan yang diasumsikan untuk analisis berada di Kemayoran dengan pertimbangan kesesuaian peraturan lahan dengan kebutuhan bangunan yang akan direncanakan.

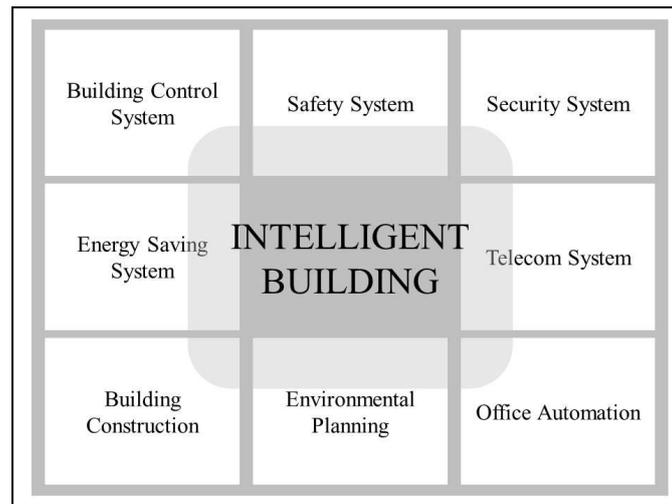
3. HASIL DAN TEMUAN

Penelitian dan Pengembangan merupakan suatu langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada dan menguji keefektifannya, dan bersifat bertahap. Sedangkan teknologi pesawat tanpa awak itu sendiri adalah sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri, menggunakan hukum aerodinamika.

3.1. Konsep Dasar Bangunan Pintar

Menurut Hakim (2010), Konsep dasar sistem bangunan pintar adalah suatu konsep yang mengintegrasikan empat unsur bangunan secara erat. Sistem bangunan pintar merupakan suatu konsep yang ada dalam konsep sistem bangunan pintar secara keseluruhan adalah sebagai berikut:

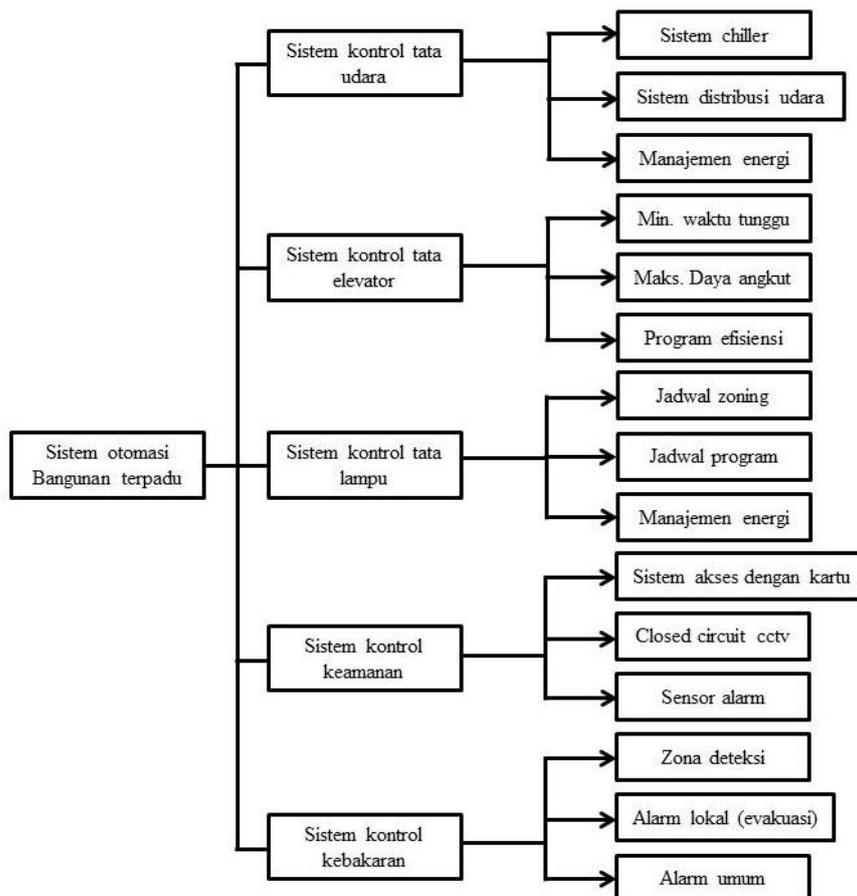
- a. Sistem telekomunikasi,
- b. Sistem otomasi perkantoran,
- c. Sistem otomasi bangunan yang meliputi:
 - 1) Sistem manajemen,
 - 2) Sistem penghematan energi, dan
 - 3) Sistem keamanan bangunan.
- e. Sistem perencanaan bangunan, yang meliputi sistem perencanaan lingkungan dan *Engineering* bangunan, atau bisa dijabarkan dengan bagan dari lingkup sistem bangunan pintar adalah seperti pada gambar (Gambar 1).



Gambar 1 Integrasi sistem bangunan pintar
(Sumber : Hakim (2010), diakses 2018)

3.2. Tahapan Perkembangan Sistem Bangunan Pintar

Adapun tahapan perkembangan sistem Bangunan Pintar, diantaranya adalah:



Gambar 2 Skema sistem kontrol pada sistem otomasi bangunan
(Sumber : Hakim (2010), diakses 2018)

Tahapan perkembangan sistem Bangunan Pintar, diantaranya adalah:

- a. Tahap 1
Building automation system (BAS) yaitu kontrol keamanan dan pelayanan sudah terpadu,
- b. Tahap 2
Integted communication system (ICS), sistem komunikasi, otomasi perkantoran dan manajemen bangunan sudah terpadu,
- c. Tahap 3
Computer integrated Building (CIB), semua sistem sudah terpadu seluruhnya.

4. DISKUSI DAN PEMBAHASAN

Dalam perencanaan dan perancangan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pesawat Tanpa Awak ini menggunakan konsep Bangunan Pintar, dimana nantinya sistem konsep ini dapat memberikan kenyamanan serta efisiensi energi bangunan. Berdasarkan uraian sebelumnya maka terdapat beberapa sistem Bangunan Pintar yang lebih ditekankan terkait perencanaan dan perancangan bangunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pesawat Tanapa Awak diantaranya adalah, sistem kontrol bangunan, sistem penyimpanan energi, sistem keamanan dan keselamatan, sistem tersebut dipilih dikarenakan terkait dengan kebutuhan serta kegiatan yang akan muncul pada bangunan ini yang berdasarkan dengan analisis, untuk sistem lainnya juga juga dapat digunakan akan tetapi tidak terlalu ditonjolkan pada bangunan ini.

4.1. Pemanfaatan Pencahayaan Alami dan Buatan

Untuk penggunaan pencahayaan alami pada suatu bangunan harus memperhatikan penggunaan fasad serta orientasi bangunan itu sendiri, untuk penggunaan fasad terdapat beberapa alternatif teknologi yang dapat memberikan nyaman bagi pengguna bangunan, diantaranya adalah:

- a. Kaca *Low-e*. Kaca ini dapat diaplikasikan pada desain fasad bangunan, kelebihan dari kaca ini dapat meredam panas dari paparan sinar matahari tetapi cahaya sinar matahari tetap masuk dengan optimal.
- b. *Roller Blind* dan *Vertical Blind*. Merupakan sebuah bahan yang terbentuk seperti tirai yang berfungsi sebagai penutup jendela dan pengatur pencahayaan pada jendela yang masuk ke dalam ruangan, penggunaan untuk bahan ini dapat dioperasikan secara motorized system yang dapat memudahkan bagi pengoperasiannya pada jendela berdimensi besar dan tinggi, sistem otomatis yang menggunakan *remote control system*, *switch*, sensor cahaya/angin.
- c. Fasad Otomatis. Merupakan sebuah desain yang digabungkan dengan teknologi otomasi. Bentuk fasad dapat bermacam-macam, seperti kisi-kisi ataupun sirip yang berbahan alumium composite panel yang dipasang dengan teknologi sensor panas, sehingga fasad tersebut dapat bergerak ke kanan dan ke kiri guna menutupi cahaya matahari masuk secara langsung ke dalam ruangan.

Sumber daya listrik utama menggunakan aliran dari PLN, sebagai cadangan generator yang bekerja secara otomatis apabila PLN terputus. Sumber cadangan ini hanya untuk beban-beban tertentu yang dianggap penting. Adapun beberapa teknologi pencahayaan buatan, diantaranya adalah:

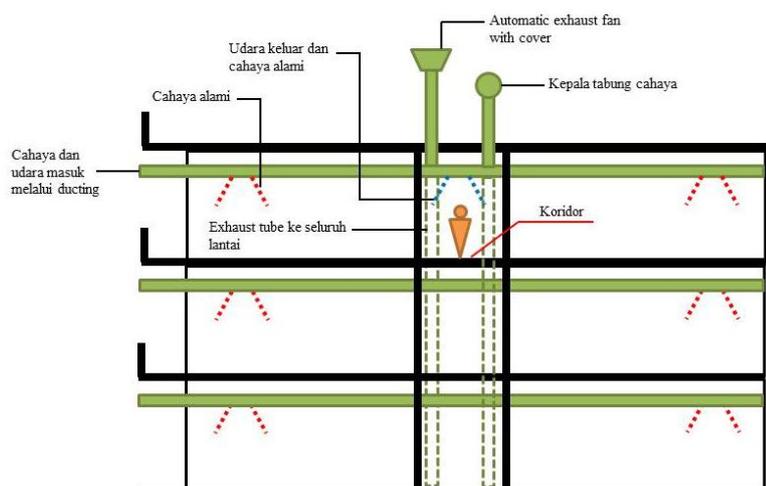
- a. Sensor Gerak. Sistem lampu ini akan otomatis menyala ketika area sensing mendeteksi pergerakan dengan jarak hingga 3 meter dan *detection angle* hingga 120 derajat dan akan mati secara otomatis jika orang tersebut telah keluar. Setidaknya ada dua fungsi utama dari perangkat sensor gerak yaitu sebagai bagian dari sistem *alarm* dan sebagai sistem kontrol peralatan listrik pada bangunan. (Wahyono, 2017)
- b. Sensor *Photocell*. Merupakan peralatan listrik dengan rangkaian elektronika yang dapat dikatakan sistem ini berfungsi jika kondisi gelap dan terang, apabila waktu malam hari sudah tiba sistem teknologi ini akan bekerja dengan menyalakan lampu dengan otomatis.
Photocell adalah sejenis rangkaian elektronika yang berisi komponen LDR (light dependent resistor) di dalamnya, berfungsi sebagai saklar otomatis yang ON dan OFF-nya bisa disetting secara otomatis berdasarkan **sensor** cahaya. (Weking, 2010)

4.2. Pemanfaatan Penghawaan Alami dan Buatan

Sistem penghawaan udara dimaksudkan untuk memberikan kenyamanan bagi para pengguna bangunan dalam melakukan kegiatannya. Pemilihan penghawaan mempertimbangkan terhadap kenyamanan pengunjung dan fungsi kegiatan. Sistem ini terbagi atas :

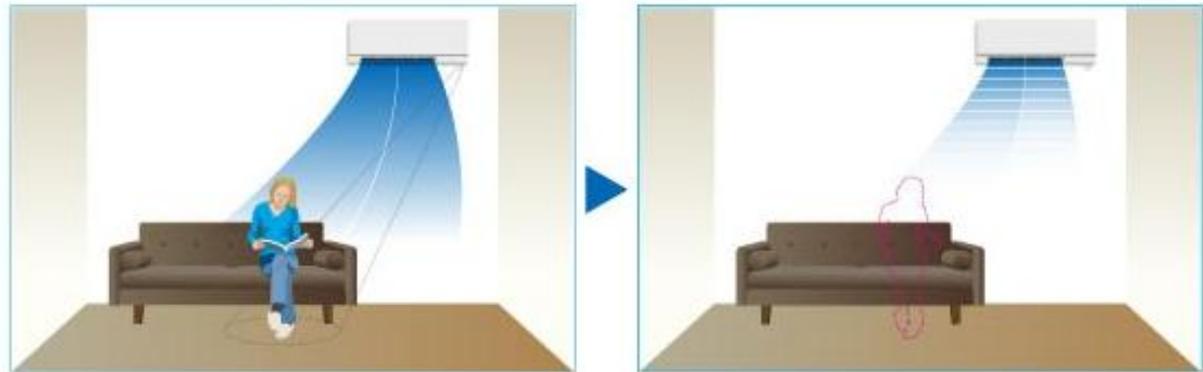
- a. Alami, sistem penghawaan alami untuk ruang-ruang yang kegiatannya membutuhkan udara segar dengan membuat ventilasi silang sesuai dengan fungsi dan sifat kegiatan yang berhubungan dengan alam.
- b. Buatan, sistem penghawaan buatan dilakukan dengan penggunaan AC *split* dan *central*, terutama pada ruangan yang memerlukan penghawaan yang konstan.

Adapun teknologi untuk memanfaatkan udara dan cahaya alami dapat masuk ke dalam bangunan dengan baik, yaitu dengan membiarkan cahaya dan udara masuk melalui *ducting* agar cahaya pada pinggir fasad hingga ke koridor dapat masuk ke dalam ruangan. Pada koridor udara diarahkan secara vertikal kipas besar dari atap yang menyembur ke koridor pada setiap lantai guna memberikan suasana nyaman saat bekerja (Wibowo *et al*, 2016).



Gambar 2 Konsep Tata Udara
(Sumber : Wibowo *et al*, 2016)

Untuk penghawaan buatan terdapat beberapa teknologi yang nantinya dapat digunakan pada bangunan ini, diantaranya adalah pengatur AC otomatis dengan sensor penghitung orang yang bekerja dengan mengontrol temperatur dan suhu.



Gambar 3 Penghawaan buatan otomatis
(Sumber : mitsubishielectric.com, diakses 2018)

Gambar diatas merupakan sistem otomatis pada AC yang menggunakan sensor penghitungan orang, AC ini dapat mengurangi konsumsi daya 10 % setelah 10 menit bekerja dan 20 % setelah 60 menit. Sistem ini cocok diaplikasikan pada ruang kerja, ruang rapat, tempat *showroom*, dan ruang-ruang lainnya yang memiliki aktivitas yang rutin. Proses memasukan dan mengeluarkan panas dalam bangunan harus diupayakan seimbang, karena jika proses pemanasannya lebih besar dibanding proses pelepasan panasnya, maka dengan sendirinya bangunan akan mengalami peningkatan temperatur udara (*overheating*). Kondisi ini tentu akan memaksa penghawaan alami bekerja lebih berat, yang ujungnya pemborosan pada pemakaian energi. (Hanum, 2011)

4.3. Sistem Pencegahan Kebakaran

Kebakaran merupakan bencana yang umumnya lebih banyak disebabkan oleh kelalaian manusia (*human error*) dengan dampak kerugian harta benda, stagnasi atau terhentinya usaha, terhambatnya perekonomian dan pemerintahan bahkan berkemungkinan timbulnya korban jiwa. Data menunjukkan kejadian kebakaran yang menimpa bangunan perumahan/pemukiman penduduk pada umumnya terbakar habis karena menggunakan bahan/elemen yang mudah terbakar. Sedangkan pada bangunan gedung dengan rangka beton masih meninggalkan sisa rangka fisik. (Damkar, 2021)

Pencegahan kebakaran menerapkan sifat pencegahan secara pasif dan aktif berupa alat – alat bantu penyelamatan serta pendeteksian pemadam kebakaran.

a. Pencegahan secara pasif, dengan sistem yang berupa:

- 1) *Head Detector*,
- 2) *Smoke Detector*,
- 3) *Lift* dan *Shaft*,
- 4) Tangga Darurat,
- 5) Pintu darurat.

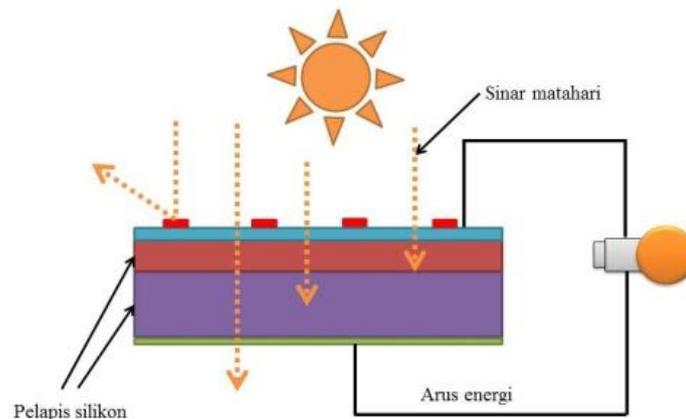
b. Pencegahan secara aktif, terdapat beberapa sistem yang dipakai diantaranya:

- 1) *Fire Alarm*,
- 2) *Sprinkler*,

- 3) *Fire hydrant,*
- 4) *Fire extinguisher,*
- 5) *Pylar hydrant,*
- 6) *Smoke Extract System.*

4.4. Sistem Photovoltaic Cell

Teknologi *Photovoltaic cell* dapat diaplikasikan pada bangunan Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pesawat Tanpa Awak, dikarenakan lokasi iklim di Jakarta cukup panas pada siang hari maka dengan teknologi ini sinar matahari dapat dimanfaatkan sebaik mungkin.

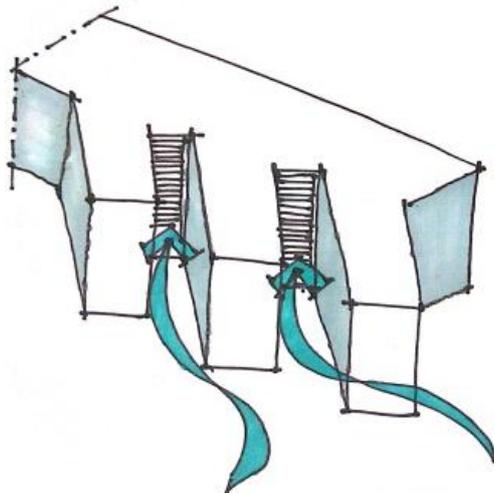


Gambar 4 Sistem kerja *photovoltaic cell*

4.5. Bentuk Bangunan yang Terbentuk

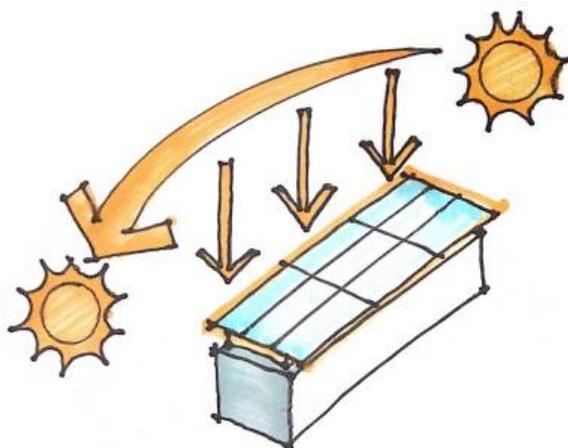
Adapun beberapa bentuk konsep bangunan yang terbentuk, diantaranya adalah:

- a. Pemanfaatan Aliran Angin. Konsep bentuk bangunan yang dibuat memanfaatkan arah angin dan didesain seolah-olah bangunan ini menangkap atau menampung angin yang dapat dioptimalkan menjadi penghawaan alami di dalam bangunan.



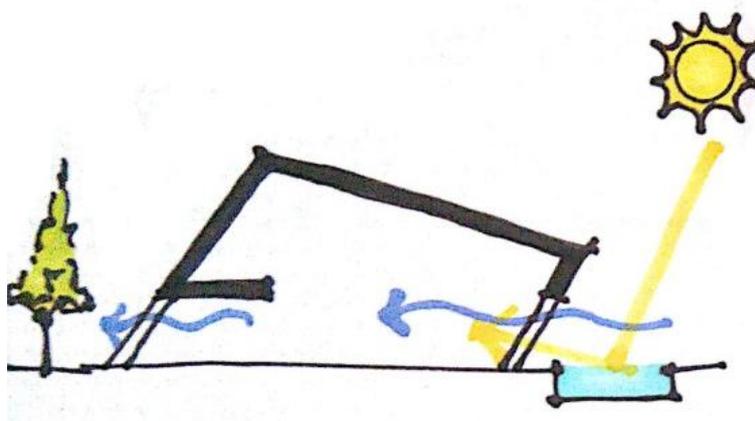
Gambar 5 Bentuk yang memanfaatkan aliran angin

- b. Pemanfaatan Cahaya Matahari. *Photovoltaic Cell* yang ditempatkan pada atap bangunan yang dapat mentransfer radiasi matahari atau energi cahaya menjadi energi listrik. Dalam pengoperasiannya, performa dari sistem photovoltaik dipengaruhi oleh site specific yang berarti lokasi dimana PV itu dipasang, kemudian juga dipengaruhi oleh fenomena statistik dan kondisi klimatologi daerah setempat (suhu lingkungan dan radiasi matahari) selain kondisi tersebut juga dipengaruhi oleh komponen listriknya, seperti short circuit current, open circuit voltage, suhu pada sel PV, dan sebagainya (Acikgoz dalam Rois, tt)



Gambar 6 Orientasi yang memanfaatkan cahaya matahari

- c. Pemanfaatan Cahaya Matahari dan Angin. Konsep bentuk bangunan yang menanggapi kondisi aklimatisasi dengan memberikan bukaan dan kolam pada sisi barat sehingga sinar matahari di pagi dapat optimal dirasakan di dalam bangunan, serta aliran udara juga dapat masuk dengan baik.



Gambar 7 Bentuk yang menanggapi aklimatisasi

Dua elemen pada desain bangunan yang harus mendapat perhatian adalah tata pencahayaan dan penghawaan. Dua elemen ini sangat penting dilakukan secara benar, dengan tujuan agar ruang-ruang di dalam bangunan mendapat pencahayaan dan penghawaan alami cukup, agar memberi kenyamanan pemakai dalam melakukan aktivitasnya. Ruang-ruang yang memiliki penghawaan dan pencahayaan alami baik juga akan memiliki kelembaban udara cukup, sehingga kesehatan lingkungan tetap terjaga. Selain itu, memiliki penghawaan dan pencahayaan alami yang cukup berarti menghemat energi listrik yang diperlukan, karena tidak tergantung pada pencahayaan dan penghawaan buatan.(Rahmi, 2015)

5. KESIMPULAN

Pada pembahasan diatas bangunan ini dibangun bertujuan untuk dapat memberikan kontribusi terhadap negara serta memberikan fasilitas-fasilitas yang dapat digunakan bagi peneliti untuk meneliti serta mengembangkan teknologi pesawat tanpa awak. Konsep bangunan pintar ini dipilih untuk menerjemahkan karakter bangunan yang akan menjadi bangunan pusat penelitian dan pengembangan yang berteknologi tinggi, dengan cara memanfaatkan sistem otomasi pada bangunan dan memanfaatkan kondisi lingkungan sekitar dengan cara mengoptimalkan energi yang dihasilkan oleh alam, seperti memberi bukaan yang optimal dengan cara meletakkan posisi bangunan menghadap utara dan selatan, dan memanfaatkan penghawaan alami dengan memberikan bukaan baik. Serta meletakkan photovoltaic cell pada bagian atap bangunan yang dialirkan ke generator yang dapat menghasilkan energi cadangan. Diharapkan hasil racangan desain bangunan ini dapat memberikan solusi bagi masalah yang dihadapi Negara kepulauan di Indonesia, serta menambah pembekalan untuk ilmu pengetahuan dan solusi terkait perencanaan dan perancangan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pesawat Tanpa Awak dengan Konsep Bangunan Pintar di Kemayoran.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. Kamus Besar Bahasa Indonesia, Edisi Ketiga. Pn. Balai Pustaka. Jakarta.
Anonim. 1973. The New Grolier Webster International Dictionary. Grolier Inc. New York.
Azim. 2015. Sistem Pesawat UAV Model 2. Jakarta: Jurnal Ekonomi dan Bisnis Indonesia.
Borg, W.R. & Gall, M.D. Gall. (1983). Educational Research: An Introduction, Fifth Edition. New York: Longman.
Hakim (2010). Evaluasi Sistem Bangunan Pintar Pada Pusat Perbelanjaan Senayan City di Jakarta.
Hendrananta (2019). Muhammad Hendrananta¹ , Ady Rizalsyah Thahir² , Julindiani Iskandar³ PENGGUNAAN SISTEM BANGUNAN PINTAR DI “THE EDGE”

- AMSTERDAM DAN “GLUMAC” SHANGHAI. Prosiding Seminar Intelektual Muda Vol 1 No 2 Tahun 2019
<http://www.kemayoranbatalion.go.id/index.php/pages/id/1063> (diakses tanggal 15 Maret 2018)
<https://pustekbang.lapan.go.id/index.php> (diakses tanggal 5 Maret 2018)
- Van den Akker. (1999). Principles and Method of Development Research. London. Dlm. van den Akker, J., Branch, R.M., Gustafson, K., Nieveen, N., & Plomp, T. (pnyt.)”. Design approaches and tools in educational and training. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Wibowo et al. (2016). Penerapan Konsep Bangunan Pintar Pada Perencanaan Kantor Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi “APPLE” di Jakarta.
- Putra. 2000. Smart Building Management System. <https://mti.binus.ac.id/2020/12/23/smart-building-management-system/>
- Sari, Mustika (....).Pengembangan desain konseptual bangunan pintar dengan pendekatan rekayasa nilai mempertimbangkan nilai ekonomi bangunan. Tesis S2 Universitas Indonesia
- Rudyanto (2001). BANGUNAN PINTAR KANTOR BESAR BNI 1946 DI JAKARTA. LANDASAN PROGRAM PERENCANAAN DAN PERANCANGAN ARSITEKTUR. Skripsi pada JURUSAN ARSITEKTUR FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG.
- Rois AR, Dr. Gunawan N, ST, MT, Ir. Chayun B, M.Sc, rer.nat.. Analisa Performansi dan Monitoring Solar Photovoltaic System (SPS) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Tuban Jawa Timur Jurnal Teknik POMITS. [http://digilib.its.ac.id > public > ITS-paper-41080](http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-41080)
- Rahmi, Dwita Hadi (2015). Pengaturan Penghawaan dan Pencahayaan pada Bangunan. <https://arsitekturdanlingkungan.wg.ugm.ac.id/2015/11/20/pengaturan-penghawaan-dan-pencahayaan-pada-bangunan/>
- Wahyono (2017). Mengenal Perangkat Pendeteksi Gerakan / Motion Sensor. <https://www.keselamatankeluarga.com/mengenal-perangkat-pendeteksi-gerakan/>
- Weking, Antonius Ibi (2010). PERENCANAAN SISTEM KONTROL PENERANGAN DI VILLA ALILA TANAH LOT TABANAN BALI. Jurnal Teknologi Elektro Vol 9 No 2
- Damkar (2021). Antisipasi Pencegahan Dan Upaya Penanggulangan Kebakaran. <https://damkar.bandacehkota.go.id/2021/04/02/antisipasi-pencegahan-dan-upaya-penanggulangan-kebakaran/>
- Hanum, Meivirina dan Chairul Murod (2011). EFISIENSI ENERGI PADA „SMART BUILDING” UNTUK ARSITEKTUR MASA DEPAN. Prosiding Seminar Nasional AVOeR ke-3.