

Perancangan SMK Eco-Friendly Vehicle Development dengan Pendekatan Arsitektur Techno-Artistic di Cimahi

Dhafin Muntaz Rizqullah¹, Tecky Hendrarto², Reza Phalevi Sihombing³

^{1,2,3} Program Studi Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain,
Institut Teknologi Nasional, Bandung

Email : mantismuntaz@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Sumber Daya Manusia (SDM) negara berkembang seperti di Indonesia memiliki potensi yang sangat tinggi. Tetapi kurangnya keselarasan antara Sumber Daya Manusia (SDM) tersebut dengan kemajuan ketersediaan teknologi masih belum berbanding lurus. Begitu pula dengan teknologi transportasi yang diciptakan dan dikembangkan di Indonesia. Pengembangan transportasi di Indonesia memiliki banyak tantangan, salah satunya adalah fasilitas atau media di mana aketerampilan dalam bidang otomotif dapat diasah. Selain itu juga sedang di zaman modern ini sedang digencar-gencarkannya Industry 4.0 dan Society 5.0 dimana otomatisasi, modernitas, efektifitas dan pemanfaatan energi terbarukan sudah mulai menjamah skala global. Atas dasar itulah dilakukan perancangan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) pengembangan Otomotif yang berbasis Eco dan Berkonsep Teknologi Industri yang dapat menjadi wadah dan media sebagai tempat untuk menyalurkan minat dan memajukan generasi muda agar dapat berkompetisi dalam skala global dalam bidang Teknologi Otomotif. Diambil tema Techno-Artistic karena dianggap dapat membantu dalam perancangan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dengan konsep pemanfaatan energi terbarukan karena mencakup aspek perancangan bangunan yang menggunakan teknologi efisien dan efektif, penggunaan material yang cepat dan low carbon, prefabrikasi dan juga pemanfaatan photovoltaic sebagai sumber energi utama pada bangunan yang akan dirancang. Sebagai bangunan pendidikan tentunya harus dapat menimbulkan dampak positif bagi warga sekitar, negara, bahkan inovasi yang dapat membuat dunia menjadi lebih baik.

Kata kunci: Eco, Otomotif, Pre-Fabrication, Sekolah Menengah Kejuruan, Techno Artistic

ABSTRACT

Human resources in developing countries like Indonesia have very high potential. But the lack of alignment between human resources and advances in the availability of technology is still not directly proportional. Likewise with the transportation technology created and developed in Indonesia. The development of transportation in Indonesia has many challenges, one of which is the lack of facilities or media where skills in the automotive field can be honed. In addition, in this modern era, Industry 4.0 and Society 5.0 are being intensified, where automation, modernity, effectiveness, and the use of renewable energy have begun to reach a global scale. It is on this basis that the design of a Vocational High School (SMK) for the development of an eco-based automotive and industrial technology concept is carried out, which can serve as a vessel and media as a place to channel interests and advance the younger generation so that they can compete on a global scale in the field of automotive technology. The Techno-Artistic theme was chosen because it was considered to be able to assist in the design of Vocational High Schools (SMK) with the concept of utilizing renewable energy because it includes aspects of building design that use efficient and effective technology, the use of fast and low carbon materials, prefabrication, and also the use of photovoltaics as an energy source. key to the building to be designed. As an educational building, of course, it must be able to have a positive impact on local residents, the country, and even innovations that can make the world a better place.

Keywords: Automotive, Eco, Pre-Fabrication, Techno Artistic, Vocational High School

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang besar dan banyak penduduknya yang memiliki pemikiran bahwa pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) sebagai salah satu faktor utama yang perlu dipertimbangkan sebelum memasuki dunia kerja, namun tidak sedikit pelajar yang telah menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) tidak dapat melanjutkan ke jenjang perkuliahan dan cenderung sulit mencari pekerjaan. Hal tersebut menyebabkan banyak pelajar yang lebih memilih melanjutkan ke Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Salah satu upaya untuk mengatasi banyaknya pengangguran karena tidak dapat melanjutkan pendidikan ke jenjang perkuliahan adalah dengan menjadi pelajar di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) [1].

Tingkat pendidikan profesi bidang otomotif juga lebih rendah dibandingkan bidang akuntansi, desain grafis dan pariwisata. Oleh karena itu, dipandang perlu menyediakan sarana pendidikan untuk kajian otomotif, mendukung dan menyerap minat dan bakat, serta mengembangkan dunia otomotif yang terjadi di Indonesia. Gelar otomotif ini perlu ditunjang oleh banyak hal, antara lain fakultas, fasilitas, serta kemudahan akses suku cadang dan pengetahuan. Ini juga akan meningkatkan produksi dan memberikan kontribusi untuk kehidupan yang lebih baik, dengan tujuan utama menciptakan mobil konsep ramah lingkungan yang belum terlalu umum di Indonesia.

Judul proyek ini adalah “Perancangan SMK Eco-Friendly Vehicle Development dengan Pendekatan Arsitektur Techno Artistic di Cimahi”. Pemilihan judul ini didasarkan dari adaptasi perkembangan teknologi industri dan pendidikan terhadap perancangan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang direncanakan. Eco-Friendly sendiri merupakan suatu paham akan kesadaran keberlangsungan lingkungan hidup.

Tema perancangan dari Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) ini adalah Techno-Artistic. Techno-Artistic sendiri merupakan sebuah gaya arsitektur modern yang berkembang di akhir abad ke-19 dan ke-20, yang ditandai dengan penggunaan material prefabrikasi, baja tahan karat, rangka baja, dan lain-lain.

Gaya Arsitektur Techno Artistic memiliki ciri utama pembentuk baja-baja tahan karat, kabel metal, material-material prefabrikasi yang dominan pada bentukan bangunan. Tema ini diambil karena dirasa dapat membantu tujuan dan memecahkan masalah yang ada, menjawab tema, konsep dan judul yang ada [2].

2. EKSPLORASI DAN PROSES RANCANGAN

2.1 Definisi Proyek

Proyek ini dinamakan SMK *Eco-Friendly Vehicle Development* yang artinya sebuah sekolah yang mengembangkan kendaraan berbasis Eco. Logo SMK *Eco-Friendly Vehicle Development* ditunjukkan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Logo EVD

Sumber: Penulis, 2022

Definisi dari setiap kata yang terdapat pada judul “Perancangan SMK *Eco-Friendly Vehicle Development* dengan Pendekatan Arsitektur *Techno Artistic* di Cimahi” dan tema “*Techno Artistic Architecture for Industrial Education Figure*” ditunjukkan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Definisi Judul Proyek

No	Kata	Definisi
1	Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)	Lanjutan dari SMP/MTs atau sederajat, merupakan pendidikan setingkat Sekolah Menengah Atas tetapi lebih difokuskan kepada bidang tertentu [1].
2	<i>Eco-Friendly Vehicle</i>	Adalah kendaraan dengan energi alternatif selain penggunaan energi fosil. menggunakan teknologi yang lebih ramah lingkungan dan menggunakan bahan bakar alternatif seperti bio gas, bio-solar, listrik dan lain-lain.
3	<i>Development</i>	<i>Development</i> adalah suatu cara dan proses dalam mengembangkan suatu mutu produk atau barang melalui cara tertentu. Cara tersebut dapat berupa material, metode pembuatan maupun hasil produk itu sendiri yang lebih berkembang dari sebelumnya.
4	<i>Techno Artistic Architecture</i>	Rancangan berteknologi pabrikan lebih maju dan lebih besar dengan konstruksi utama logam atau metal. Arsitektur tidak lagi mengambil bentuk sculptural abstrak seperti pada arsitektur monumenal yang terbuat dari bahan beton [3].
5	Industrial	Sebutan untuk sebuah tempat terjadinya proses produksi atau dihasilkannya sebuah barang. Dalam arsitektur, industrial digambarkan sebagai gaya yang mengadaptasi bekas industri
6	<i>Education</i>	Bentuk suatu penyebaran atau pemberian ilmu yang dalam bentuk fisik, keterampilan, kebiasaan, atau kecakapan dari satu individu ke individu lain, Individu kepada dirinya sendiri atau pun Individu dengan yang ia Yakini dan dapat dibuktikan [4].
7	<i>Figure</i>	<i>Figure</i> dapat diartikan sebagai sebuah gambaran atau sebuah <i>role model</i> dalam sesuatu. Dalam proyek ini, <i>figure</i> bangunan yang dirancang diharapkan dapat menjadi acuan proyek sejenis.

Sumber: Penulis, 2022

2.2 Lokasi Proyek

Kota Cimahi berada di tengah-tengah Kota Bandung, Kabupaten Bandung, dan Kabupaten Bandung Barat. Dahulu Kota Cimahi merupakan wilayah dari Kabupaten Bandung kemudian berkembang sebagai kota administratif pada tanggal 29 Januari 1976. Kota Cimahi merupakan kota yang memiliki luas 40.37 km². Di dalamnya terdapat banyak pusat pendidikan militer dan markas militan. Pada tanggal 21 Juni 2001, Kota Cimahi ditetapkan sebagai kota otonom. Kota Cimahi memiliki 3 kecamatan dan 15 kelurahan. Pada tahun 2021, jumlah penduduk Kota Cimahi berjumlah 560.512 jiwa dengan kepadatan 13.850 jiwa/km². Peta wilayah Kota Cimahi ditunjukkan seperti ada Gambar 2 [5].



Gambar 2 Peta Kota Cimahi

Sumber: <https://cimahikota.go.id/peta> , 2023

2.3 Definisi Tema

Komponen baja, kaca, metal dan pre-fabrikasi adalah komponen utama dari Arsitektur Techno Artistic. Arsitektur ini berpegang teguh kepada aspek struktural dan keteraturan repetisi pada vertical, diagonal maupun horizontalnya. Karena strukturnya yang berpegangan pada baja, banyak kelompok yang beraliran arsitektur monumental mengatakan bahwa Techno-Artistic bukanlah sebuah gaya bangunan melainkan campur tangan industri, pabrik dan tanpa nilai seni. hal ini dimulai ketika bangunan Crystal Palace di london dibangun. Menariknya, hal hal tersebut menjadi sebuah karakter yang indah dimata beberapa orang, dari mulai teknologi membangunnya yang cepat, kabel kabel dan tiang tiang baja yang menghiasi muka dan dalam bangunan, sistem sistem struktur secara integral menimbulkan gayanya sendiri. Perkembangan gaya arsitektur ditunjukkan seperti pada Tabel 2 [6].

Tabel 2 Perkembangan Gaya Arsitektur

PERTENGAHAN			AKHIR			AWAL			PERTENGAHAN			AKHIR				
1840	1850	1860	1870	1880	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	
KLASIK	EKLEKTIK / NEO KLASIK AMERIKA White House 1872-1892 (James Hoban) EKLEKTIK INDONESIA Museum Nasional Jakarta (1862-1868) Katedral Lapangan Banteng (1891-1901)					MODERN AWAL AMERIKA SERIKAT Wainwright Building (1890-92) (Sullivan-Aldor)			FUNGSIONALISME-KUBISME Maison La Roche (1923) (Le Corbusier)			MONUMENTALISME-SCULPTURALISME Everson Museum of Art (1962-1968) (I.M. Pei) Boston City Hall (1962) (McKim-Knowles)				
						ART-NOUVEAU Tassel House 1902 (Victor Horta) Kareiplatz Station 1894-1901 (Otto Wagner)			RASONALISME ITALYERMAN Casa del Fazio 1932-1936 (Giuseppe Terragni) Gedung Bauhaus Dessau (1924) (Walter Gropius)			Everson Museum of Art (1962-1968) (I.M. Pei) Boston City Hall (1962) (McKim-Knowles)				
NEO KLASIK	EKLEKTIK NEO KLASIK EROPA British Museum London 1823-1846 (Sir Robert Smirke) Westminster 1836-1868 (Sir Charles Barry) Gereja Sacre Coeur 1812-1884 (Paul Abadie)					MATERIAL BARU MODERN BETON Gereja Saint-Jean 1897-1904 (JE Antoin de Baudouin) Apartemen Ratz Franklin 1903 (August Perret)			RASONAL-VERNACULAR au Universal Exhibition 1937 (Piazentin)			ARS ORGANIK Pine Tower (1955) W.L. Wright			TEKNO ARTISTIK Pompidou Centre (1974-1976) (Rogers-Piano)	
	MATERIAL & TEKNOLOGI BARU MODERN AWAL BATA Crystal Palace 1851 (Joseph Paxton) Bibliothque Saint Germain 1801-1815 (Henri Labrouste) Galerie des Machines 1889 (Dauzat-Contamin) Maison Eiffel 1887-1889 (Gustave Eiffel)					MODERN AWAL BETON Sagrada Familia, (1884-?) (Antonio Gaudi)			MODERN KURSI PERANCIS Villa Savoye 1929-1931 (Le Corbusier) MODERN PASCA-BETON Notre Dame du Raincy 1922-1924 (August Perret) MODERN GARDEN CITY Cité Industrielle 1901-1917 (Tony Garnier)			POST MODERNISME Museum Getty (1970-75) Norman Neuremburg Teatro del Mundo (1979-80) (Aldo Rossi)			FERNACULAR-KONTEMPORER Hotel Bukit Wangi (1979- 82) (I.M. Pei)	
RENAISSANCE	MODERN AWAL VERNACULAR Jantakam P-Schinger 1884-1885 (Hansjak Petrus Berlage) N.I.S. Samarang 1902 (Klinkhamer)					RASONALISME/PURISM DE STIL Honey house (1916) (Robert van Hoff)			ART-DECO Bransdall House 1920 (F.R. Wright)			PENCAKAR LANGIT Rockefeller C. 1931-40 (R. Hood)			BRUTALISME Lisence University (1959-1953) (James Stirling)	
												METABOLISME JEPANG Hall Expo 70 Osaka (Kosro Tongo)			KONTEMPORER MODERN AKHIR Bank of China Tower (1982-88) (I.M. Pei)	

Sumber: <http://architectureandbeauty.com/>. 2019

Tabel 3 Parameter Techno-Artistic

No	Parameter	Penjelasan
1	Definisi Techno-Artistic	- Techno-artistic merupakan sebuah bentuk perkembangan yang kompleks menggunakan teknologi yang lebih maju dan besar. - Berkembang di akhir tahun 1980 dan awal tahun 1990. - Kemunculan awal di zaman modern yang dianggap tidak termasuk hasil seni melainkan hasil industri.
2	Karakteristik	- Prefabrication - Konstruksi metal dan logam sebagai estetika

		• Penggunaan teknologi bangunan
3	Tokoh	Sir Nicholas Grimshaw lulus dari Asosiasi Arsitektur tahun 1965. Beliau memulai praktiknya sendiri dan memenangkan beberapa penghargaan untuk bangunannya di tahun 1960-an dan 1970-an diantaranya pabrik pemenang penghargaan RIBA Herman Miller. Beliau telah mengajar di 23 negara di seluruh dunia. Ia adalah seorang arsitek ternama di Negara Inggris, Jerman, Prancis, dan Spanyol. Setelah ujian di tahun 2002, ia juga mendaftar praktik arsitektur di New York [7].     Sir Nicholas Grimshaw Student Housing British Pavilion Expo Waterloo Terminal Gambar 3 Tokoh <i>Techno-Artistic</i> Nicolas Grimshaw Sumber: www.grimshaw.com

Sumber: www.grimshaw.com, 2019

2.4 Elaborasi Tema

Elaborasi Tema adalah peroses perangkaian pemikiran pemikiran dan teori yang ada terhadap sesuatu yang akan diimplementasikan sehingga dapat tercapai maksud dan tujuannya. Berikut tabel elaborasi.

Tabel 4 Tabel Elaborasi

	SMK OTOMOTIF	ARSITEKTUR TECHNO ARTISTIC
MEAN	Institusi yang bergerak di dunia Pendidikan dengan tujuan untuk memajukan kehidupan dan kecerdasan bangsa sesuai dengan pedoman dalam pembukaan UUD1945. Menyediakan pelayanan khusus dalam pegenbangan otomotif perguruan menengah atas	Konsep arsitektur yang berkembang karena kebutuhan industri dan teknologi yang dapat menjadi pakem sebuah bangunan dengan kegiatan mesin, kendaraan, dan teknologi karena akan mengikuti perkembangan zaman terutama dalam bidang industri.
PROBLEM	Merancang Institusi Pendidikan yang dapat dijadikan padoman dan panutan bagi Instansi sejenis lainnya. Begerak dalam Pendidikan bidang otomotif yang dapat memenuhi aspek desain, aktifitas, dan tujuannya.	Kesesuaian dalam praktik pengembangan bidang otomotif yang berlandaskan industri teknologi masa kini yang mengadaptasi ekspansi perluasan pabrik modern agar dapat mewadahi dan menjadi support kegiatan di dalamnya.
FACTS	Instansi Pendidikan terkait yang setingkat dengan pemahaman modern masih belum ada di Cimahi bahkan di sekitaran Bandung Metropolitan Area secara lebih luasnya. Pendidikan Otomotif dirasa masih tertinggal daripada negara lainnya.	Arsitektur Techno Artistik sendiri berlandaskan perkembangan industry.
NEEDS	Memberi fasilitas penunjang yang dapat membantu proses perkembangan otomotif di Indonesia khususnya di Cimahi.	Perancangan dengan tema Techno Artistic cocok untuk membantu kebutuhan pengembangan Pendidikan otomotif tersebut.
GOALS	Tujuan dari sekolah otomotif ini adalah mencerdaskan kehidupan bangsa dan mengenalkan masyarakat dan siswa untuk mengetahui Pendidikan dan industry modern.	Merancang bangunan Pendidikan yang mengikuti zaman sehingga masyarakat dan siswa dapat memahami gaya bangunan yang sesuai kebutuhan dengan era Industry 4.0
CONCEPT	Sekolah Menengah Kejuruan Otomotif dengan Implementasi Arsitektur Techno Artistic Perancangan Sekolah Menengah Kejuruan Otomotif yang melayani dan mewadahi peserta didik dengan penerapan kurikulum yang berlaku serta mengajarka tentang dunia industry menurut standar nasional dan industry global untuk menghasilkan lulusan yang kompeten dan andal dalam Industri dunia. Perancangan dengan Tema Architecture Artistic ini juga dirasa sangat cocok dengan kesesuaian fungsi dan tujuan bangunan Pendidikan pengembangan Industri Otomotif	

Sumber: Penulis, 2022

2.5 Key Point

Key point yang akan dijadikan acuan pada perancangan proyek ditunjukkan seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 Key Point

No	Key Point	Penjelasan
1	<i>Structure As Aesthetic</i>	Struktur yang ada merupakan unsur estetika terpenting dari sebuah bangunan.
2	<i>Industrial Scale Oriented</i>	Standar industri yang sudah ada dan terus berkembang digunakan sebagai referensi kurikulum khusus suatu industri.
3	<i>Keep Up With Era</i>	Selalu mengikuti perkembangan zaman dan teknologi.

4	Ad Astra	Dalam Bahasa Latin artinya “menuju bintang” yang merupakan salah satu slogan dan sekolah yang dibuat oleh founder Tesla Elon Musk. Merupakan Sekolah dengan cara belajar terapan ke kehidupan nyata dan sesuai dengan yang dibutuhkan muridnya [8].
---	----------	---

Sumber: Penulis 2023

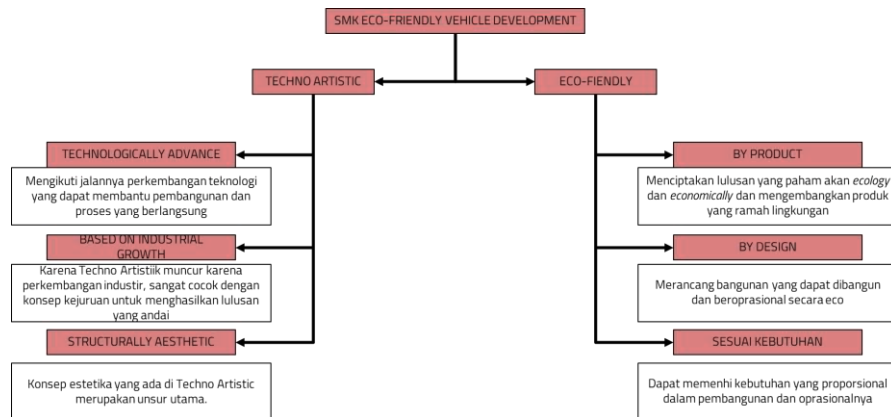


Diagram 1 Elaborasi Tema dan Konsep

Sumber: Penulis, 2022

2.6 Implementasi

a. Bagian Façade

Pada bagian facade dirancang menggunakan modul-modul pre-fabrikasi berelemen kaca dan *metal composite*. Bukaan pada facade menggunakan kaca *double glazing* dengan rongga udara untuk menahan panas matahari yang memiliki radiasi pada bangunan. Penentuan bukaan pada bangunan juga berorientasi ke arah utara dan selatan untuk menghindari panas matahari secara berlebihan. Penggunaan bahan *finishing* mentah seperti pada lantai koridor utama dan tangga main *entrance* dipilih untuk memunculkan aksent *Techno-Artistic* yang mengarah ke perkembangan industri pada zamannya.

b. Industrial Size

Perancangan bagian *workshop* diusahakan mirip dengan kondisi saat berada di lapangan dengan standar yang ada.

c. Bagian Struktur

Struktur sengaja di-*expose* memperlihatkan maskulinitas rangka baja. *Frame* pintu dan jendela juga memakai bahan metal.

d. Solar Energy

Penggunaan *photovoltaic* sebagai alat konversi energi surya menjadi energi listrik dirasa sangat bermanfaat untuk bangunan *non-profit* yang tidak beroperasi hingga malam hari. Hal ini juga didukung oleh pemerintah setempat dengan cara memberi dana tambahan bagi bangunan industri dan pendidikan yang merancang menggunakan Solar Panel.

3. HASIL RANCANGAN

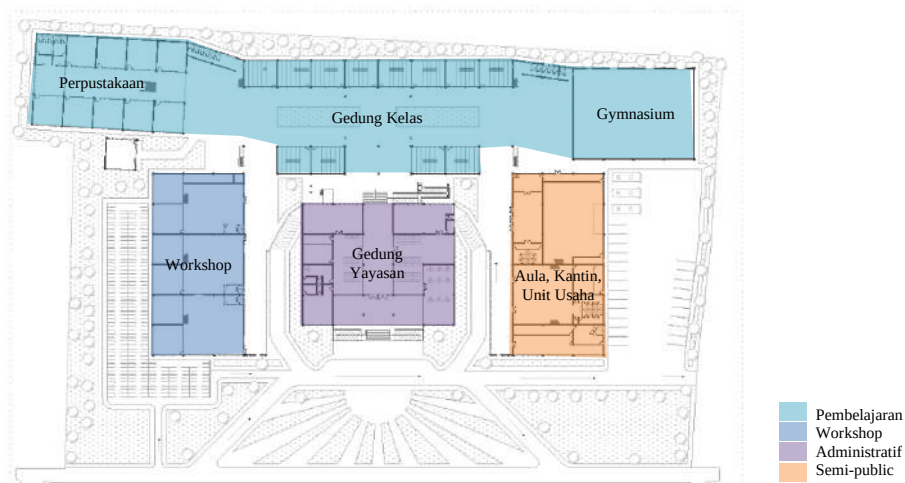
Hasil rancangan yang dibuat setelah melalui proses studi, analisis, dan hitungan-hitungan. Kaidah dasar-dasar menggambar arsitektur diperlukan agar sesuai dengan standar yang ada. Menggambar, dalam Bahasa Inggris disebut 'drawing' adalah kegiatan membentuk *image* menggunakan banyak pilihan teknik atau metode dan alat (gambar). Bisa pula berarti membuat tanda-tanda tertentu di atas permukaan dengan mengolah goresan dari alat gambar. Gambar merupakan hasil atau produk dari proses menggambar. Dalam dunia seni dan desain, produk gambar merupakan suatu karya nyata yang tertuang dalam satu media dan merupakan hasil pemikiran, ide, atau gagasan dari sang penggambaranya [9].

Suatu bangunan harus dapat menyesuaikan diri dengan iklim/cuaca daerah sekitarnya. Peduli untuk cuaca atau iklim juga dapat mempengaruhi kenyamanan pada bangunan hunian ini. Dengan ini, perlu pendekatan ilmu-ilmu tentang iklim tropis dalam proses desain [10].

3.1 Zonasi Dalam Tapak

Berdasarkan penerapan tema *Techno-Artistic* dan mengadaptasi bentuk bangunan sekitar seperti asrama militer dan rumah dinas yang simetris maka dirancanglah bagian depan bangunan yang simetris terhadap sumbu tengahnya. Bangunan yang berada di tengah merupakan koridor utama menjadi bangunan penerima sebelum masuk ke dalam *site*. Bagian *laybay* yang langsung bisa dicapai setelah masuk ke dalam *site*, lalu bisa masuk ke parkir *basement* di bawah Gedung Yayasan atau langsung keluar.

Zona pada tapaknya sendiri dibagi menjadi zona pembelajaran, *workshop*, administratif, dan *semi-public*. Zona *workshop* sendiri dipisahkan dari zona pembelajaran karena berpotensi menimbulkan kebisingan yang dapat mengganggu sekitar. Bangunan *semi-public* seperti aula, kantin, dan unit usaha sekolah disatukan ke dalam satu zona agar mudah beroperasi saat bangunan lain sedang tidak digunakan. Zona pembelajaran dibuat terbuka tetapi masih bisa menjaga privasi, mengendalikan sirkulasi, dan menjaga kebisingan dari dalam maupun luar dengan *buffer* di sekitarnya. Pembagian zonasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.

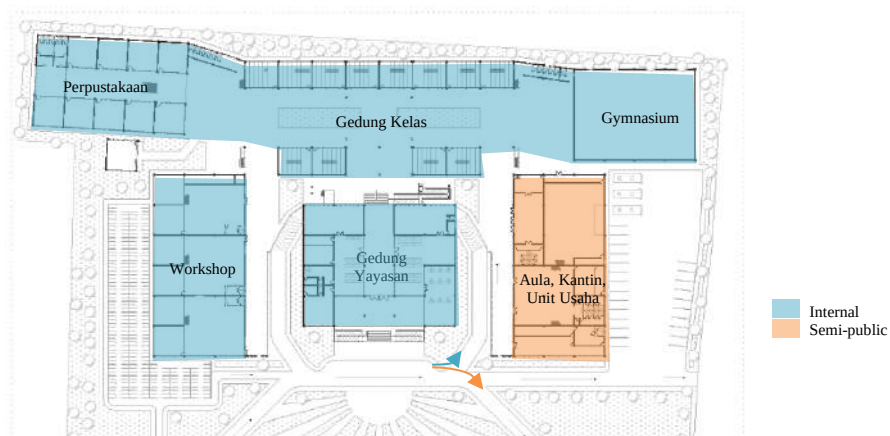


Gambar 4 Zonasi Dalam Tapak

Sumber: Penulis, 2022

3.2 Pola Sirkulasi Dalam Tapak

Pola sirkulasi dibedakan menjadi kendaraan *private* dan *public*. Kendaraan *private* memiliki akses masuk yang sama dengan kendaraan *public* hanya saja memiliki akses parkir yang berbeda. Untuk kendaraan *private* bisa parkir ke bawah Gedung Yayasan, sedangkan untuk kendaraan umum baik roda 4 atau roda 2 parkir di ring luar *site* pada bagian barat dan timur. Untuk *drop-off* disediakan di luar *site* dan di dalam *site*. Kendaraan *service* dapat melakukan *load* barang pada bagian timur di luar jam operasional. Sirkulasi pada dalam *site*-nya sendiri dapat dibedakan untuk internal dan *semi-public*. Pengguna internal seperti guru, siswa, pengurus yayasan memiliki akses ke dalam *site*, sedangkan



Gambar 5 Pola Sirkulasi Dalam Tapak

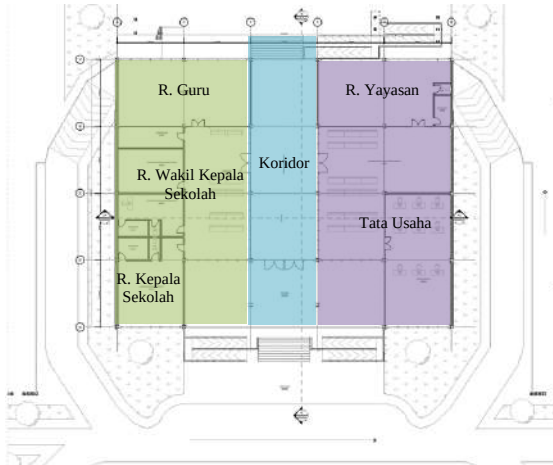
Sumber: Penulis, 2022

semi-public hanya memiliki batas di sekitar aula, kantin, dan unit usaha. Pola sirkulasi dalam *site* dapat dilihat pada Gambar 5.

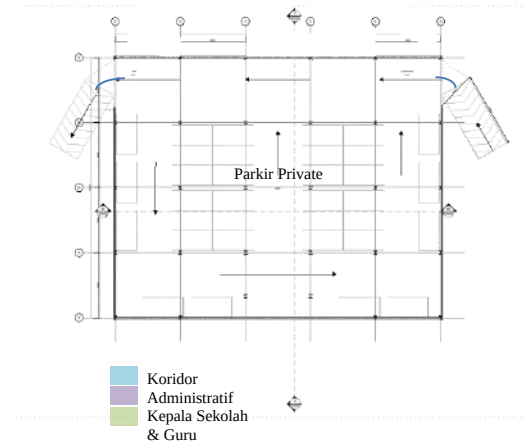
3.3 Zonasi Dalam Bangunan

a. Zonasi Gedung Yayasan

Pada Gedung Yayasan terbagi menjadi sayap kiri dan sayap kanan yang dipisahkan koridor utama. Bagian sayap kiri merupakan zona untuk bekerja kepala sekolah, wakil kepala sekolah, guru, dan memiliki fasilitas untuk bertemu tamu. Pada sayap kanan bangunan digunakan untuk kepengurusan yayasan dan bagian administrasi tata usaha sekolah.



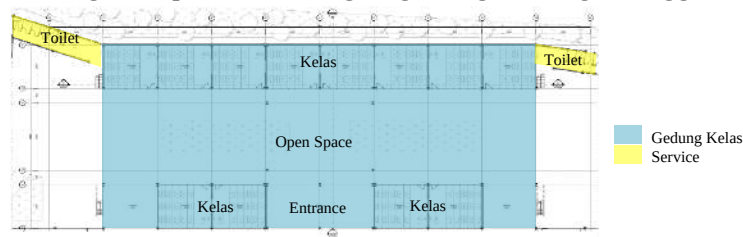
Gambar 6 Lantai Dasar Gedung Yayasan
Sumber: Penulis, 2022



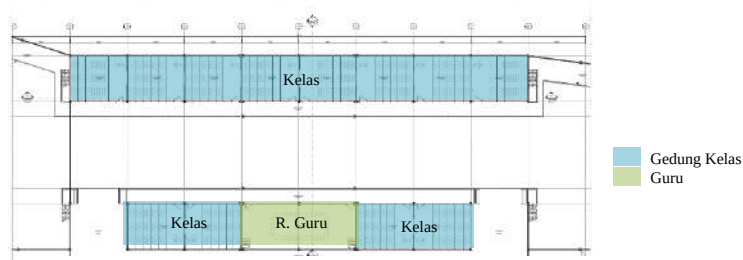
Gambar 7 Lantai Semi Basement Gedung Yayasan
Sumber: Penulis, 2022

b. Zoning Gedung Kelas

Pada gedung kelas terbagi menjadi 2 bangunan, yaitu di bagian utara *site* yang berbatasan langsung dengan kebun dan juga di tengah *site* yang merupakan *entrance* ke gedung kelas. Pada lantai dasarnya sendiri memiliki area lapang untuk upacara dan zona *public* untuk siswa. Bagian timur dan barat terdapat Gedung perpustakaan, laboratorium, dan gymnasium. Gedung ini dipisahkan dengan zona *service* toilet dan janitor. Lantai 2 dapat dicapai dengan tangga atau ramp yang diakses dari koridor utama. Di lantai 2 juga terdapat ruang guru yang dapat digunakan sebagai ruang rapat, ruang ini dapat diakses langsung oleh guru dengan tangga dari koridor utama.



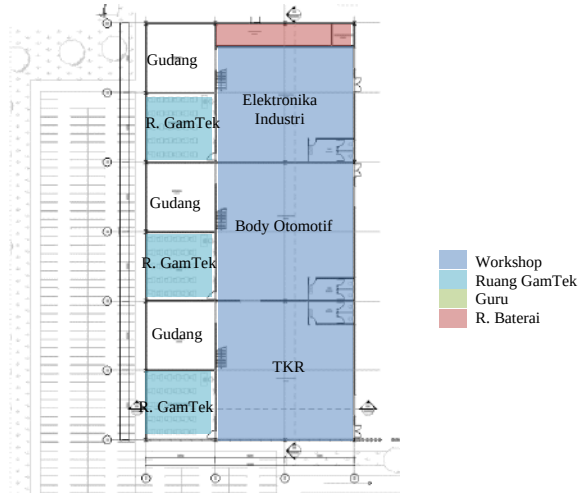
Gambar 8 Lantai Dasar Gedung Kelas
Sumber: Penulis, 2022



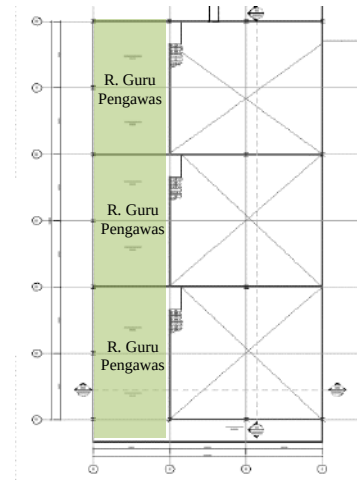
Gambar 9 Lantai 2 Gedung Kelas
Sumber: Penulis, 2022

c. Zoning Gedung Praktik

Letak Gedung Praktik dekat dengan akses jalan untuk memudahkan keluar masuk barang dan jauh dari perpustakaan juga kelas agar tidak mengganggu aktivitas. Seluruh *workshop* dibuat menyatu karena dalam beberapa situasi terdapat kegiatan yang dapat berkolaborasi. Di setiap *workshop* juga dilengkapi gudang untuk masing-masing jurusan, ruang gambar teknik dan lab komputer, pengawas, dan guru. Di setiap *workshop* juga dilengkapi toilet dan tempat menggantung baju bengkel untuk persiapan pembelajaran. Pada gedung ini juga ditempatkan sebuah ruang baterai sebagai penyimpanan dari energi solar yang diperoleh *photovoltaic*, letaknya berada di *workshop*.



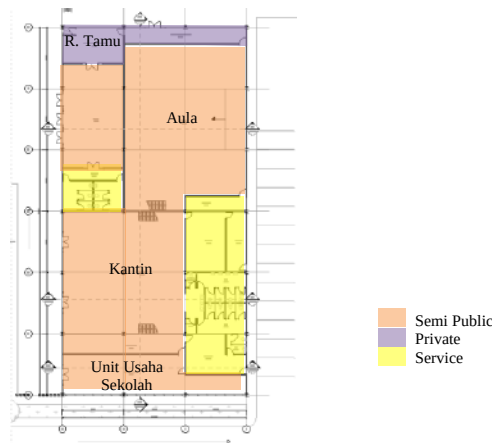
Gambar 10 Lantai Dasar Gedung Praktik
Sumber: Penulis, 2022



Gambar 11 Lantai 2 Gedung Praktik
Sumber: Penulis, 2022

d. Zoning Aula, Kantin, Unit Usaha

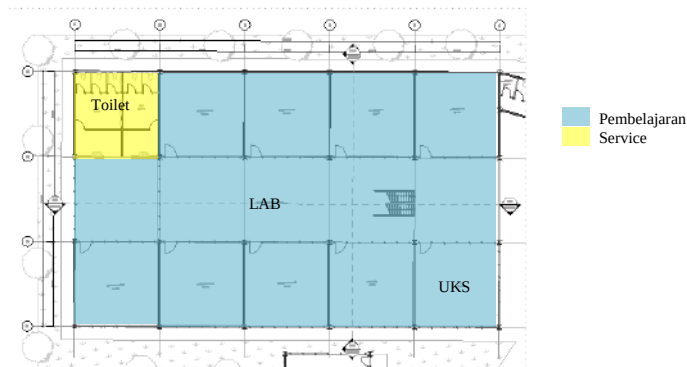
Gedung ini merupakan gedung berzona *semi-public* saat-saat tertentu. Akses pengunjung bisa langsung dari *drop off* ataupun dari parkir di timur *site*. Akses pada bagian timur bangunan hanya digunakan untuk *service* saja. Untuk bagian aula disediakan *entrance* dan ruangan untuk tamu, jalur ini terpisah dari jalur pengunjung lainnya. Gedung ini dapat berfungsi saat sekolah tidak beroperasi.



Gambar 12 Aula, Kantin, dan Unit Usaha Sekolah
Sumber: Penulis, 2022

e. Zoning Gedung Perpustakaan

Gedung ini merupakan gedung pembelajaran praktik mata pelajaran umum. Oleh karena itu, gedung ini menyatukan berbagai macam jurusan dengan mata pelajaran sejenis. Selasar dibuat pada tengah bangunan sebagai tempat adaptasi dan komunikasi antar siswa. Pada koridornya juga terdapat *entrance* untuk ke perpustakaan.



Gambar 13 Lab dan Perpustakaan
Sumber: Penulis, 2022

3.1 Fasad Bangunan

a. Tampak Depan Site

Bangunan yang menjadi satu kompleks multi masa dapat terlihat formal mengikuti bangunan sekitarnya. Kesan *Techno-Artistic* didapat dari aksens *repetitive* dan struktur yang terlihat dari luar.



Gambar 14 Tampak Site
Sumber : Penulis. 2022

b. Tampak Depan Gedung Yayasan

Bangunan yang diangkat lebih tinggi dari bangunan lain menggambarkan bangunan penting. *Main entrance* dibuat jelas dan besar dengan bagian teras sebagai tempat transisinya. Elemen kaca dan kesan metal kaku yang berulang didapat dari tema perancangan tersebut.



Gambar 15 Tampak Depan Gedung Yayasan
Sumber : Penulis. 2022

c. Tampak Depan Gedung Kelas

Kelas-kelas dibuat repetisi dan urutannya dibuat cermin setelah mencapai sumbu tengah. Bagian yang menghadap koridor menggunakan kaca untuk pencahayaan alami optimal dari arah utara. Atap diberi tritisan sebagai pembayangan dan peneduh pada koridor.



Gambar 16 Tampak Depan Gedung kelas
Sumber : Penulis. 2022

d. Tampak Depan Gedung Praktik

Bagian atas *over-stack* sebagai pembangunan ruang luar. Material kaca digunakan pada lantai bawah facade depan.



Gambar 17 Tampak Depan Gedung Prkatik
Sumber : Penulis. 2022

e. Tampak Depan Gedung Aula, Kantin, Unit Usaha

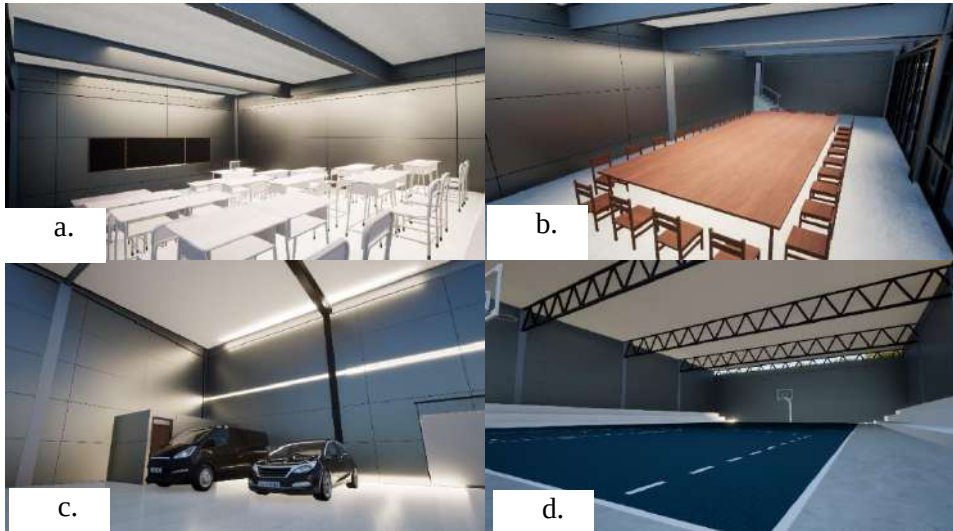
Facade dibuat repetisi mengikuti bangunan lainnya secara vertikal maupun horizontal. Bagian depan merupakan unit usaha sekolah, facade bagian tengah merupakan kantin, dan yang atas merupakan aula.



Gambar 18 Tampak Depan Gedung Prkatik
Sumber : Penulis 2022

3.2 Interior Bangunan

Interior bangunan terbuat dari *metal composite insulated* yang memiliki peredam suara dan ketahanan panas dari luar yang baik. Balok-balok di-expose agar menimbulkan kesan bebas dan maskulin tetapi memiliki pola repetitif sebagai penanda keteraturan.



Keterangan:

- a. Ruang Kelas
- b. Ruang Guru/ Meeting
- c. Workshop
- d. Gymnasium

Gambar 19 Interior
Sumber: Penulis, 2022

3.3 Eksterior Bangunan

Suasana logam yang dipadukan dengan keadaan sekitar *site* dengan bangunan pemukiman membuat bangunan menonjol walaupun bentuknya mengadaptasi bangunan sekitar. Bagian dalam *site* juga mendapatkan cahaya matahari dan udara yang cukup.

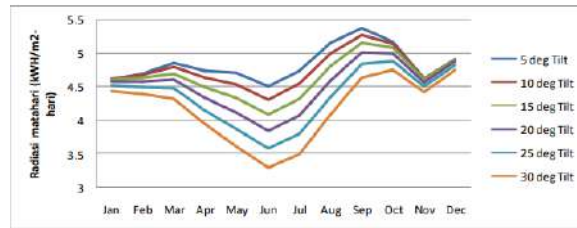


Gambar 20 Interior Workshop dan Gymnasium
Sumber: Penulis, 2022

3.4 Konsep Energi

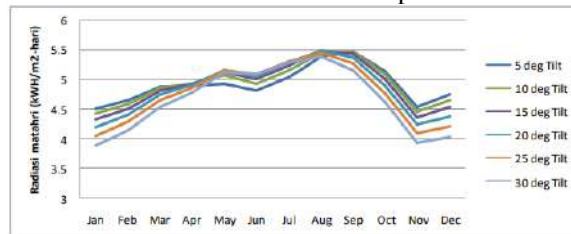
a. Radiasi Sinar Matahari

Dibawah menunjukkan radiasi total matahari yang jatuh pada bidang miring selama setahun dimana panel photovoltaic diarahkan menghadap ke selatan dengan variasi sudut tilt 5, 10, 15, 20, 25 dan 30°. Pada grafik tersebut tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara sudut tilt, tetapi radiasi total matahari tertinggi yang jatuh pada bidang miring sepanjang tahun yaitu pada sudut tilt 5° dari bulan Februari s.d. Oktober dan sudut tilt 10° dari November s.d. Januari. Hal ini dikarenakan lokasi pemasangan panel photovoltaic ada disebelah selatan garis ekuator bumi, sehingga dengan panel diarahkan ke sebelah selatan sepanjang tahun maka sudut tilt yang terkecil yang akan mendapatkan radiasi yang besar sepanjang tahun.



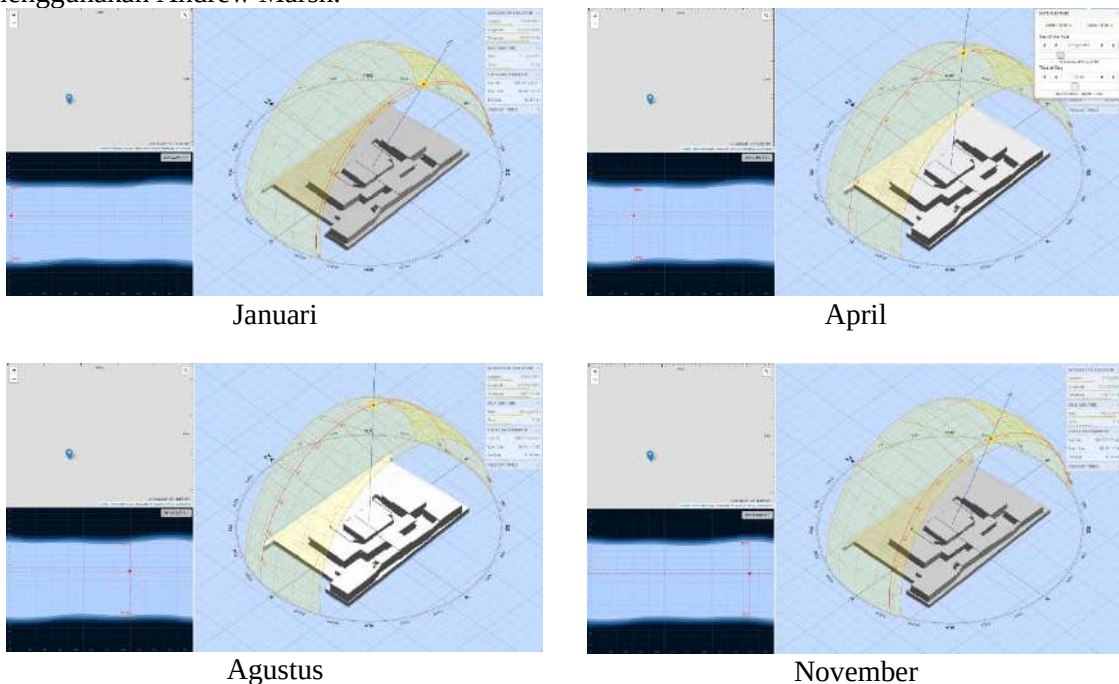
Gambar 21 Energi Yang dihasilkan Saat Menghadap Selatan
Sumber: Penulis, 2022

Dimana arah azimuth panel diarahkan menghadap utara dengan variasi sudut tilt 5, 10, 15, 20, 25 dan 30°. Pada grafik tersebut menunjukkan dari bulan Januari s.d. Maret radiasi total tertinggi yang jatuh pada bidang miring pada sudut tilt 5°, bulan April pada sudut 15°. Sedangkan bulan Mei pada sudut tilt 20°, bulan Juni s.d. Juli pada sudut 25°, bulan Agustus pada sudut 20°, bulan September pada sudut 10° dan dari bulan Oktober s.d. Desember pada sudut 5°.



Gambar 22 Energi Yang Dihasilkan Saat Menghadap Utara
Sumber: Penulis, 2022

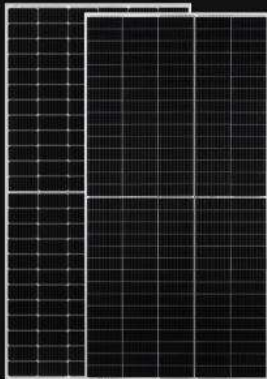
Tipe Panel photovoltaic yang tidak bisa di setting baik arah azimuth maupun sudut tilt (fixed panel photovoltaic) maka berdasarkan data Gambar 3 dan Gambar 4 optimal sudut tilt adalah 10° dengan arah azimuth menghadap utara. Hal ini disebabkan oleh posisi latitude pemasangan panel photovoltaic yang berada di belahan bumi selatan dimana panel photovoltaic diarahkan ke garis ekuator bumi. Berikut merupakan simulasi arah datang matahari kepada bangunan di site dengan menggunakan Andrew Marsh.



Gambar 23 Posisi Matahari Terhadap Site
Sumber: Andrew Marsh, 2022

b. Perangkat yang Digunakan

Perangkat yang digunakan menggunakan Photovoltaic buatan Half Cell yang memiliki Standard Test Conditions (STC) sebesar 550W dan Nominal Operating Cell Temperature (NOCT) sebesar 409W. Standard Test Conditions (STC) merupakan STC adalah pengujian di pabrik dengan kondisi temperatur panel stabil sebesar 25°C dan Nominal Operating Cell Temperature (NOCT), yakni saat sel PV (atau panel PV) bekerja pada kondisi normal (Normal Operating Conditions / NOC), saat temperatur udara 20°C. Saat panel beroperasi, suhu panel meningkat karena panas dan rugi-rugi, mengakibatkan Isc (short circuit current) naik, sebaliknya Voc (open circuit voltage) turun. Secara total, Pmax (daya maksimum) yang dihasilkan turun. Saat merancang sistem, output power yang dihasilkan bukanlah 550W pada STC, melainkan 409W pada NOCT.



Half-Cell monocrystalline 510 - 550 WP

- 10 Years Product Warranty
- High Efficiency Solar Modul (up to 21.33%)

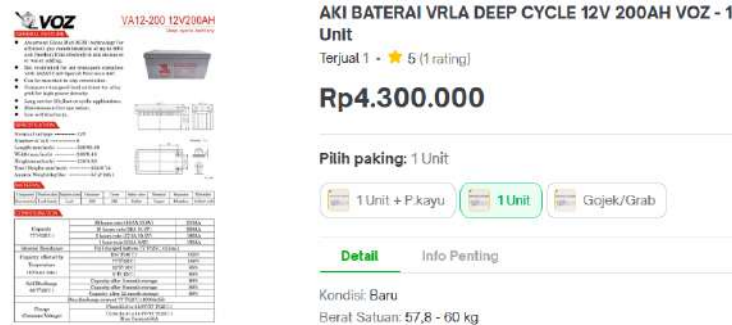
SPECIFICATIONS	510 WP	550 WP
Weight	26.3 Kg	29 Kg
Dimensions (L x W x H)	2185 x 1098 x 35 mm	2256 x 1133 x 35 mm
Cell Dimensions	210 x 210 mm	182 x 182 mm
Cell Amount	150 pcs	144 pcs
Maximum System voltage	1500V	
Junction Box	IP68	
Frame	Aluminum Alloy	
Cable	4mm ² , Positif Pole: 300mmNegatif Pole: 300mm	4mm ² , Positif Pole: 240mmNegatif Pole: 120mm
Connector	MC4	
Application Level	Class A	

ELECTRICAL PARAMETERS	510 WP		550 WP	
	STC	NOCT	STC	NOCT
Power	510 W	385 W	550 W	409 W
Open Circuit Voltage	52.1 V	49.2 V	49.62 V	46.84 V
Short Circuit Current	12.42 A	9.99 A	14.03 A	11.33 A
Maximum Power Voltage	43.2 V	40.8 V	40.9 V	38.42 V
Maximum Power Current	11.81 A	9.49 A	13.45 A	10.65 A
EModule Efficiency	21.3%		21.33%	

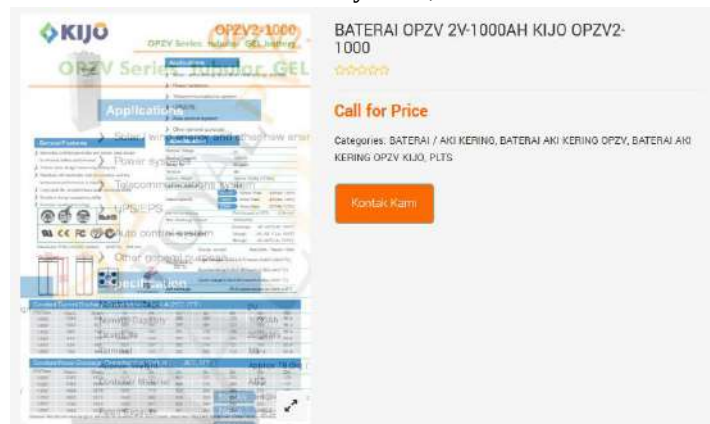
STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25 25°C, AM=1.5 NOCT: Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20 20°C, AM=1.5, Wind Speed 1m/s

Gambar 24 Spesifikasi Photovoltaic

Sumber: HiCell. 2017



Gambar 25 Spesifikasi Batrai
Sumber: Royal PV, 2017



Gambar 26 Spesifikasi Deep Cycle Battery
Sumber: RoyalPV, 2017

c. Perhitungan Kebutuhan Perangkat

Kebutuhan Listrik bengkel dalam sehari = 20.000W

Kebutuhan kapasitas Sun Energy = Total Daya : Waktu Optimal
= 20.000 Watt : 5 Jam
= 4000 Watt Peak

Arus listrik masih berupa DC dan harus ubah ke AC, memakan 20 % tenaga. Maka dari itu dilebihkan 20% dari kebutuhan.

$$20\% \times 4000 = 800$$

Daya yang dibebankan pada panel surya = 4000 + 800 = 4800 wp

Efektifitas Panel surya 21% dari (550W) = + 100W

Kebutuhan untuk Gedung Bengkel = 4800/100 = 48 buah

Kebutuhan Listrik Kelas dan Kantor dalam sehari = 15.000 W

Kebutuhan kapasitas Sun Energy = Total Daya : Waktu Optimal
= 15.000 Watt : 5 Jam
= 3000 Watt Peak

Arus listrik masih berupa DC dan harus ubah ke AC, memakan 20 % tenaga. Maka dari itu dilebihkan 20% dari kebutuhan.

$$20\% \times 3000 = 600$$

Daya yang dibebankan pada panel surya = 3000 + 600 = 3600 wp

Efektifitas Panel surya 21% dari (550W) = + 100W

Kebutuhan untuk Gedung Bengkel = 3600 / 100 = 36 buah

Kebutuhan Listrik Bengkel dalam sehari = 16,500 W

Kebutuhan kapasitas Sun Energy = Total Daya : Waktu Optimal
= 16,500 Watt : 5 Jam
= 3300 Watt Peak

Arus listrik masih berupa DC dan harus ubah ke AC, memakan 20 % tenaga. Maka dari itu dilebihkan 20% dari kebutuhan.

$$20\% \times 3300 = 660$$

Daya yang dibebankan pada panel surya = $3300 + 660 = 3960$ wp

Efektifitas Panel surya 21% dari (550W) = + 100W

Kebutuhan untuk Gedung Bengkel = $3960 / 100 = 39.6$ buah = 40 buah

Kebutuhan Kantin dan Unit Usaha dalam sehari = 3000 W

Kebutuhan kapasitas Sun Energy = Total Daya : Waktu Optimal

$$= 3000 \text{ Watt} : 5 \text{ Jam}$$

$$= 600 \text{ Watt Peak}$$

Arus listrik masih berupa DC dan harus ubah ke AC, memakan 20 % tenaga. Maka dari itu dilebihkan 20% dari kebutuhan.

$$20\% \times 600 = 120$$

Daya yang dibebankan pada panel surya = $600 + 120 = 720$ wp

Efektifitas Panel surya 21% dari (550W) = + 100W

Kebutuhan untuk Gedung Bengkel = $720 / 100 = 7.2$ buah = 8 buah

Total Kebutuhan Panel = $48 + 36 + 40 + 8 = 132$ buah

Total Kebutuhan Harian = 54,500 watt

Baterai Yang dibutuhkan = 54,500 watt akan dibagi lagi menjadi 3:7

16,350 Untuk Starting Battery dan 38,150 Untuk Deep Cycle Battery

Kebutuhan Starting Battery = $16.350 : (12V \times 200Ah)$

$$= 16,350 : 2400$$

$$= 7 \text{ Baterai}$$

Kebutuhan Deep Cycle Battery = $38,150 : (2V \times 1000Ah)$

$$= 38,150 : 2000$$

$$= 19 \text{ Baterai}$$

Total Baterai yang dibutuhkan adalah 7 Starting Battery dan 19 Deep cycle Battery

d. Perhitungan Biaya

1. Biaya dengan hanya mengandalkan PLN

Biaya yang dilakukan oleh PLN dibagi bagi menjadi Pelayanan Sosial, Rumah Tangga, Bisnis Industri, Kantor Pemerintah & PJU, Traksi, Curah. Sekolah sendiri termasuk pelayanan sosial komersial Menyangkut pelayanan untuk strata sosial menengah ke atas, terutama yang lebih berorientasi ke arah pengembangan (self-propelling growth). Golongan tarif listrik sosial mencakup rumah ibadah dan sekolah yang terbagi lagi dalam kategori golongan S1, S2 dan S3. Pelanggan S1 merupakan pelanggan sosial dengan kapasitas daya 220 VA. Sementara S2 merupakan pelanggan sosial dengan daya 450 VA hingga 200 kVA dan S3 pelanggan sosial di atas 200 kVa. Penentuan harga per kWh ditentukan oleh pemerintah sendiri, tetapi pada umumnya tiap kWh dihargai 1.699,53 Rp/kWh

Konsumsi Listrik Harian = $54.500 \text{ watt} = 54,5 \text{ kWh}$

Konsumsi Listrik Bulanan = $54,5 \text{ kWh} \times 30 = 1,605 \text{ kWh}$

Konsumsi Listrik Tahunan = $1.605 \text{ kWh} \times 12 = 19,260 \text{ kWh}$

Biaya Pertahun = $19,260 \text{ kWh} \times 1.699,54 \text{ Rp/kWh} = 32,733,140 \text{ Rupiah}$

Biaya 25 Tahun = 818,328,510 Rupiah

2. Biaya dengan PLTS

Harga Photovoltaic = $2.900.000 \text{ Rp} \times 132 \text{ Buah} = 382,800,000$

Harga Baterai = Starting battery = $4.300.000 \times 7 = 30,100,000$

Deepcycle Battery = $2.450.000 \times 19 = 46,550,000$

Harga Inverter = $4.624.840 \times 4 \text{ Blok} = 18,499,360$

Biaya Struktur = 6.000.000

Biaya Aksesoris (Proteksi, Penghubung, Panel) = 1.530.000

Biaya Pemasangan = 8.000.000

Total = 493.479.360

Biaya Maintenance per tahun 2.500.000

Maintenance Per 25 tahun = $2.500.000 \times 25 = 62.500.000$

Total Pengeluaran Untuk 25 tahun kedepan = 555,979,360 Rupiah

Bisa dilihat pada perhitungan bagaimana dalam kurun waktu biaya listrik hanya dengan mengandalkan PLN tanpa melibatkan inflasi 25 tahun kedepan sebesar 818,328,510 Rupiah sedangkan jika menggunakan system PLTS hybrid sebesar 555,979,360 Rupiah. Terdapat perbedaan sekitar 262.349.150 Rupiah dalam kurun 25 tahun.

4. SIMPULAN

Perancangan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) *Eco Vehicle Development* ini akan mengadopsi konsep *Techno-Artistic* dengan menerapkan struktur sebagai fasad dan elemen pembentuk kaca dan metal di seluruh bangunannya. Perancangan ini menerapkan energi matahari sebagai sumber listrik utama bangunan dengan PLN dan genset sebagai pendukung sekundernya. Tema perancangan ini dipilih karena dirasa masih kekurangan media untuk menciptakan dan mengembangkan kendaraan listrik yang didukung oleh teknologi ramah lingkungan. *Site* yang terletak di daerah yang masih dikelilingi kebun di area pemukiman dinas militer kemungkinan dapat mendukung proses belajar mengajar. Potensi *site* yang terletak di khatulistiwa juga memungkinkan penggunaan *photovoltaic* secara optimal

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. S. B. a. A. F. Andriyansa, "Penerapan Tema Arsitektur Perilaku pada Desain Fasilitas Pendidikan Anak Berkebutuhan Khusus di Surabaya.," *Tekstur*, vol. 2, pp. 31-36, 2021.
- [2] T. Arsitektur, "Techno Arsitektur," *Muster Architect*, 2009. [Online]. Available: <http://mode-arsitektur.blogspot.com/2009/03/techno-arsitektur.html>.
- [3] A. a. Beauty, "Aliran Arsitektur Teknoartistik," 2015. [Online]. Available: <https://architectureandbeauty.com/aliran-arsitektur-teknoartistik.html#!>. [Accessed October 2022].
- [4] B. a. H. D. S. Wulandari, "Pengaruh problem-based learning terhadap hasil belajar ditinjau dari motivasi belajar PLC di SMK.," *Jurnal pendidikan vokasi*, vol. 3.2, 2013.
- [5] P. D. K. Cimahi, "PERDA Kota Cimahi No. 2 Tahun 2015 tentang BANGUNAN GEDUNG [JDIH BPK RI]," BPK, 2015. [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/62557>. [Accessed 29 January 2023].
- [6] A. Dially, "The Far Site House / TechnoArchitecture," *ArchDaily*, 2020. [Online]. Available: <https://www.archdaily.com/947576/the-far-site-house-technoarchitecture>. [Accessed October 2022].
- [7] G. Architect, "Sir Nicholas Grimshaw – People – Practice – GRIMSHAW," GRIMSHAW, 2019. [Online]. Available: <https://grimshaw.global/practice/people/sir-nicholas-grimshaw/>. [Accessed 15 October 2022].
- [8] T. Crunch, "Tesla to temporarily shut down Fremont factory," *TechCrunch*, 19 March 2020. [Online]. Available: <https://techcrunch.com/2020/03/19/tesla-to-temporarily-shut-down-fremont-factory/>. [Accessed 15 October 2022].
- [9] T. Hedarto, "Dasar-Dasar Menggambar Arsitektur," Jakarta: Griya Kreasi, 2016.
- [10] R. P. Sihombing, "Climatological Aspects In The Circulation Of Sustainable Apartment," *Journal of Architectural Research and Education*, vol. 1, no. 2, pp. 139-146, 2019.