

## PERANCANGAN KAWASAN VERTIKAL BERKELANJUTAN DI KARET TENGSIN

Dicky Erwin Permana<sup>1)</sup>, Santoni<sup>2)</sup>

<sup>1</sup> Desain, Universitas Pelita Harapan  
Email: dickyerwinpermana@gmail.com

<sup>2</sup> Teknik, Universitas Agung Podomoro  
Email: santoni@podomorouniveristy.ac.id

### ABSTRAK

Operasional bangunan dan infrastruktur dalam kota vertikal. Penelitian ini difokuskan pada pencarian kriteria dan penerapan prinsip kota berkelanjutan dalam menghemat energi dan menggunakan energi terbarukan untuk menghemat sumber daya tidak terbaharui dan meningkatkan kualitas lingkungan. Kawasan menjadi objek penelitian adalah kawasan bangunan vertikal di Karet Tengsin Perancangan yang dilakukan didasarkan atas permasalahan Karet Tengsin terhadap penghematan dan produksi energi, yaitu sirkulasi yang tidak efisien, kurangnya ruang hijau, dan penggunaan lahan yang kurang maksimal. Solusi yang di usulkan dalam perancangan ini adalah optimalisasi alur sirkulasi kawasan, pengembalian ruang hijau dan memaksimalkan penggunaan lahan. Tahapan berikutnya adalah analisis dan simulasi dari radiasi dan pergerakan aliran angin untuk memaksimalkan penerapan sistem panel photovoltaic dan turbin angin dalam menghasilkan energi dari sumber daya yang dapat diperbaharui. Dengan adanya perancangan ini dapat disimpulkan kawasan Karet Tengsin dapat berpotensi untuk menghemat energi dan menghasilkan energi sebesar 2.62GWh melalui penerapan energi terbarukan pada bangunan.

**Keywords:** perancangan kawasan vertikal, penghematan energi, produksi energi, panel photovoltaic, turbin angin

### ABSTRACT

#### SUSTAINABLE VERTICAL DISTRICT IN KARET TENGSIN

The research is due to the high energy usage caused by the operational of vertical building and the city infrastructure. This research is focused on finding the criteria and applying the principal of sustainable city to save energy and to use renewable energy resources for the purpose to preserve non-renewable energy resources and improve the environmental quality. The object of this research is vertical building area in Karet Tengsin. The design of the vertical building area is related to the problem of Karet Tengsin in energy saving and energy production, which is the inefficient access and circulation, lack of green space, and minimal building land usage. The solution proposed in the design is the to optimize access and circulation within the area, increasing green spaces, and increasing the building land usage. The next 2 procedure is the analysis and simulation of sun radiation and air flow movement through the area to make the photovoltaic panel systems and wind turbines work maximally on producing energy from renewable resources. With the application of this design, Vertical Building Area in Karet Tengsin had the potential to reduce energy and producing energy through the photovoltaic panels and wind turbine.

**Keywords:** vertical building area design, energy saving, energy production, photovoltaic panels, wind turbine

### A. PENDAHULUAN

Jessica Suryaudaya dan Santoni  
Penataan Lingkungan dan ...

#### Article History

Received : 2020-09-01

Revised : 2020-11-21

Accepted : 2020-12-01



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

### Penerapan Prinsip Berkelanjutan pada Kawasan Bangunan Vertikal

Tingkat pertumbuhan populasi manusia yang semakin meningkat, secara langsung kebutuhan akan ruang atau *space* pun turut meningkat. Pembangunan kota atau lingkungan hidup secara vertikal menjadi solusi untuk mengatasi masalah kepadatan populasi manusia pada sebuah lahan yang terbatas.

Pembangunan bangunan secara vertikal dapat menimbulkan dampak negatif seperti kebutuhan untuk penggunaan energi yang sangat besar untuk operasional bangunan tersebut dan tingkat kepadatan yang tinggi pada sebuah kawasan. Hal ini dapat membahayakan kelestarian sumber daya alam karena semakin banyak energi yang digunakan maka semakin banyak sumber daya yang dibutuhkan untuk dirubah menjadi energi tersebut serta dapat menurunkan kualitas kehidupan manusia yang tinggal di dalamnya. Oleh karena itu pembangunan kota secara vertikal harus diiringi dengan kemampuan untuk mengurangi semaksimal mungkin dampak negatif tersebut dengan membangun kota yang berkelanjutan. Dengan artian kawasan akan dibangun sesuai dengan prinsip berkelanjutan yang menghemat penggunaan energi serta meningkatkan kualitas lingkungan. Dari latar belakang tersebut, perumusan masalah yang akan di analisis adalah :

1. Bagaimana kriteria prinsip kota vertikal berkelanjutan dan integrasi sistem energi terbarukan ?
2. Bagaimana perancangan kawasan bangunan tinggi Karet Tengin yang memenuhi kriteria prinsip kota vertikal berkelanjutan dan integrasi sistem energi terbarukan?

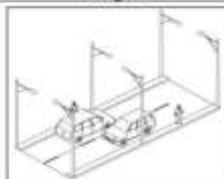
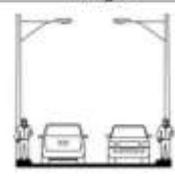
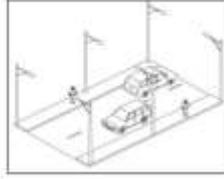
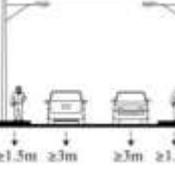
### B. KAJIAN LITERATUR DAN PEGEMBANGAN HIPOTESIS

Pada bab ini akan dibahas mengenai prinsip pengembangan berkelanjutan, kota vertikal berkelanjutan, serta upaya untuk mencapainya. Perancangan kota yang berorientasi pada penghematan energi, menjaga kelestarian lingkungan, dan integrasi sistem energi yang terbarukan pada bangunan kota akan dilakukan sebagai upaya untuk mengurangi penggunaan sumber daya yang tidak dapat diperbaharui dan mengurangi pencemaran lingkungan dengan tujuan untuk mencapai kota vertikal berkelanjutan.

Elemen kota yang diperhatikan dalam merancang sebuah kota vertikal berkelanjutan yang berorientasi pada penghematan penggunaan energi tidak terbarukan adalah jalan dan sirkulasi, ruang hijau, zonasi, kepadatan bangunan, dan bangunan yang ada pada kota tersebut.

#### Jalan dan Sirkulasi

**Tabel 1. Analisis Perancangan dan Sirkulasi Terhadap Aspek Kota Vertikal**

	Diagram	Potongan
✘		
✔		

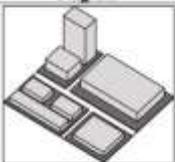
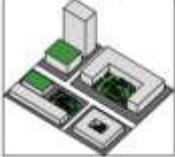
(Analisis pribadi)

Jalan merupakan fasilitas yang menghubungkan antar tempat pada sebuah kota. Jalan menjadi wadah yang memfasilitasi sirkulasi manusia dari suatu tempat ke tempat lainnya. Sirkulasi pada kota dibagi menjadi sirkulasi kendaraan bermotor dan

sirkulasi pedestrian. Elemen jalan dan sirkulasi menjadi penting dalam perancangan kota yang berkelanjutan karena kegiatan sirkulasi ini turut menyumbang penggunaan energi sebuah kota. Energi yang digunakan terletak pada bahan bakar bagi kendaraan bermotor. Alur sirkulasi dan jalan yang tidak efisien pada sebuah kota dapat mengakibatkan kemacetan yang berpengaruh pada pemborosan sumber daya minyak bumi dan meningkatkan pencemaran udara dari asap kendaraan. Lajur kendaraan yang efisien pada jalan kota untuk satu mobil minimal memiliki lebar 3.0m. Jika terlalu sempit maka sirkulasi berpotensi akan terhambat, dan jika terlalu lebar maka kendaraan akan berpotensi meningkatkan kecepatan yang dapat membahayakan pedestrian. Jalur pedestrian perlu diterapkan pada kedua tepi jalan dengan lebar minimal 1.5m untuk jalan lokal dan lebar minimal 1.8-2.4m untuk jalan arteri.

### Ruang Hijau

**Tabel 2. Analisis Perancangan Ruang Hijau terhadap aspek kota vertical berkelanjutan**

	Diagram	Gambar
✗		
✓		

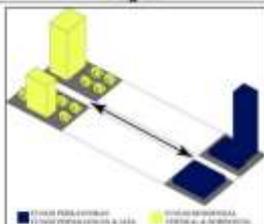
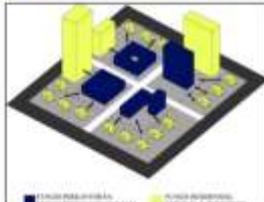
(Analisis pribadi, tahun)

Ruang hijau menjadi aspek penting pada kualitas lingkungan dan penghematan energi sebuah kota. Ruang hijau pada sebuah kota memiliki beberapa manfaat yaitu dapat menurunkan tingkat polusi udara, meningkatkan kualitas kesehatan manusia dan menurunkan tingkat

penggunaan energi untuk mendinginkan suatu bangunan. Tingkat polusi udara dan suara akibat kendaraan bermotor dapat dikurangi dengan penerapan ruang hijau. Ruang hijau ini dapat secara langsung mengurangi polusi udara dengan menyaring langsung debu dan asap serta mengurangi polusi suara melalui vegetasi. Kualitas kesehatan manusia dapat meningkat dengan penerapan ruang hijau karena kualitas udara yang lebih baik. Ruang hijau juga dapat berperan dalam menurunkan tingkat penggunaan energi untuk mendinginkan suatu bangunan. Penelitian di Chicago menunjukkan bahwa suatu kota yang memiliki ruang hijau sekitar 10% dapat menurunkan penggunaan energi untuk pendinginan bangunan sekitar 5-10%. Penerapan ruang hijau ini tidak terbatas pada penanaman tumbuhan, melainkan dapat berupa ruang komunal sebagai ruang publik tambahan manusia contohnya taman kota yang dapat diakses oleh berbagai user dari bangunan di sekitarnya. Penerapan ruang hijau minimal 20-30% dari luas total lahan.

### Zonasi

**Tabel 3. Analisis Perancangan Zonasi Kota Terhadap Aspek Kota Vertikal**

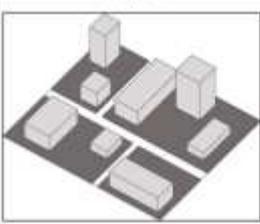
	Diagram	Analisis
✗		Perbedaan jarak yang jauh antar fungsi zonasi bangunan mengakibatkan peningkatan penggunaan kendaraan motor dan mobilisasi yang tidak efisien. Secara langsung meningkatkan penggunaan bahan bakar dan meningkatkan pencemaran udara.
✓		Pengaturan antar zonasi fungsi bangunan yang terpusat dan dekat satu dengan yang lain memudahkan mobilisasi dan cenderung dapat di akses dengan berjalan kaki atau bersepeda. Mengurangi penggunaan kendaraan bermotor yang mengarah pada penurunan konsumsi bahan bakar dan pencemaran udara.

(Analisis pribadi, tahun)

Zonasi peletakan berbagai fungsi kota pada suatu lahan atau tapak dapat dirancang agar memaksimalkan penghematan energi dan kualitas lingkungan, contohnya letak zonasi bangunan pertokoan dekat dengan jalan raya dan zona perumahan sehingga mudah diakses, yang secara langsung mengurangi bahan bakar yang digunakan dibandingkan jika zona perdagangan tersebut letaknya jauh dengan zona lainnya. Zona fungsi ruang hijau juga dapat diterapkan sebagai buffer suara dan mengurangi polusi udara di sebuah kota sehingga kualitas lingkungan meningkat

### Kepadatan Bangunan

Tabel 4. Analisis Perancangan Zonasi Kota Terhadap Aspek Kota Vertikal

	Diagram	Analisis
✘		Peningkatan jumlah populasi manusia harus disertai dengan bertambahnya ruang bagi kebutuhan manusia tersebut. Pembangunan bangunan kota yang tidak memaksimalkan lahan dapat mengurangi kapasitas untuk memenuhi kebutuhan ruang bagi populasi manusia yang terus meningkat.
✔		Bangunan yang dibangun secara ringkas dan padat, sebuah kota vertikal dapat memaksimalkan pengadaan ruang tambahan yang mengakomodasi berbagai kebutuhan manusia.

(Analisis pribadi, tahun)

Sebuah kota vertikal berkelanjutan harus memiliki tingkat kepadatan bangunan yang tinggi guna meningkatkan tingkat efisiensi penggunaan lahan. Dengan bangunan yang dibangun secara ringkas dan padat, sebuah kota vertikal dapat memaksimalkan pengadaan ruang tambahan yang mengakomodasi berbagai kebutuhan manusia. Manfaat lain pembangunan kota yang ringkas dan padat adalah mengurangi penggunaan kendaraan bermotor

sebagai modal transportasi utama, mengurangi jarak yang ditempuh oleh kendaraan, dan jarak yg ditempuh dapat dicapai dengan bersepeda atau berjalan kaki (D. Milakis 2005, 26). Penurunan tingkat penggunaan kendaraan bermotor dan memaksimalkan mobilisasi dengan bersepeda atau berjalan kaki dapat menurunkan tingkat penggunaan sumber daya penghasil energi bagi kendaraan dan dapat menjaga kualitas lingkungan akibat tingkat polusi udara dan suara yang rendah. Hal ini dapat memenuhi prinsip kota vertikal yang berkelanjutan



Gambar 1. Contoh Peningkatan Kepadatan Bangunan Pada Kota (Google image, 2020)

Gambar diatas menunjukkan peningkatan kepadatan bangunan pada suatu daerah meningkatkan mobilitas manusia dengan berjalan kaki karena bangunan saling berdekatan. Mengurangi penggunaan kendaraan bermotor sebagai modal transportasi utama.

### Bangunan Kota

Bangunan tinggi merupakan elemen yang tidak dapat dipisahkan dari sebuah kota vertikal. Rata-rata bangunan tinggi pada sebuah kota menggunakan 20-30% energi dari total energi yang dibutuhkan suatu negara. Energi listrik yang digunakan oleh bangunan beragam tergantung dari fungsi penggunaan bangunan tersebut. Pada umumnya penghitungan penggunaan energi listrik pada

bangunan dihitung dalam kWh/m<sup>2</sup> (Kilo-Watt-hour/meter persegi).

**Tabel 5. Penggunaan energi listrik selama 1 tahun pada bangunan**

No	Fungsi Bangunan	Energi terpakai (selama 1 thn)
1.	Perkantoran	167-183 kWh/m <sup>2</sup>
2.	Hotel	162-225 kWh/m <sup>2</sup>
3.	Apartemen/ <i>vertical building</i>	137-181 kWh/m <sup>2</sup>

(Analisa pribadi)

Bangunan yang *sustainable* menjadi faktor yang penting dalam membangun kota yang berkelanjutan. Dalam *Conference on Sustainable Construction* yang dilakukan secara internasional, ada 7 prinsip untuk menciptakan bangunan yang *sustainable* : Mengurangi penggunaan sumber daya

1. Menggunakan kembali sumber daya
2. Mendaur ulang sumber daya
3. Ramah lingkungan / melindungi kualitas dari lingkungan
4. Mengeleminasi penggunaan material yang beracun dan menimbulkan pencemaran
5. Optimalisasi pendekatan terhadap siklus pemakaian sumber daya
6. Fokus terhadap penghematan energi pada bangunan

Dalam kasus makalah ini adalah mengurangi penggunaan sumber daya tidak terbarukan dan mengintegrasikan sistem energi terbarukan untuk mencapai keberlanjutan sebuah kota. Hal ini mendorong perubahan dalam cara mendesain bangunan atau gedung, menjadi bagaimana bangunan tersebut dapat menghemat penggunaan energi sekaligus menghasilkan energi secara independen sehingga meningkatkan

penghematan pada energi yang berasal dari sumber daya yang tidak dapat diperbaharui. Menggunakan sumber daya yang dapat diperbaharui untuk menghasilkan energi terbarukan dapat menjadi solusi untuk mengurangi pemakaian sumber daya tidak dapat diperbaharui sebagai penghasil energi.

### + **Integrasi Sistem Energi Terbarukan pada Bangunan**

Integrasi sistem energi terbarukan pada bangunan dapat mengurangi penggunaan sumber daya tidak terbarukan sebagai penghasil energi. Hal ini dilakukan sebagai upaya untuk tetap melestarikan keberadaan sumber daya tersebut hingga masa depan dan mengurangi pencemaran lingkungan yang dihasilkan dalam proses pengolahan sumber daya tersebut. Integrasi sistem energi terbarukan pada bangunan dapat memenuhi prinsip kota vertikal berkelanjutan.

### Sumber Energi Terbarukan

Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari sumber daya alam contohnya cahaya matahari, angin, hujan, biomassa, dan geotermal yang dapat secara alami dapat diperbaharui. Perhatian kita terhadap perubahan iklim secara global ditambah dengan terus meningkatnya harga minyak bumi dan menurunnya ketersediaan minyak bumi tersebut, mendorong munculnya pemahaman atau gerakan untuk meningkatkan kapasitas produksi energi dari sumber daya yang dapat diperbaharui yang menghasilkan energi terbarukan. Keuntungan yang didapatkan dengan menggunakan energi yang terbarukan :

1. Meningkatkan keamanan terhadap ketersediaan energi dari sumber daya yang dapat diperbaharui secara alami.
2. Mengurangi emisi yang menimbulkan pencemaran

lingkungan dan merusak atmosfer ketika menggunakan sumber daya konvensional contohnya minyak bumi sebagai penghasil energi.

3. Mengembangkan pilihan terhadap aspek pengadaan energi di daerah yang terpencil dan pada negara berkembang.
4. Meningkatkan ekonomi dengan menyediakan lapangan kerja baru dalam infrastruktur produksi energi terbarukan, termasuk dalam pemasangan dan pemeliharaan.

Energi yang terbarukan pada umumnya jauh lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan penggunaan energi dari sumber daya yang tidak dapat diperbaharui. Hal ini dapat menjadi faktor untuk membentuk sebuah kota yang berkelanjutan dengan melestarikan sumber daya tidak terbarukan dan mengurangi pencemaran lingkungan. Berbagai sumber daya yang dapat digunakan sebagai penghasil energi terbarukan adalah energi matahari, energi angin, gelombang pasang surut air laut, geotermal, dan tenaga air. Namun dengan analisis pada lingkungan *site* yang dipilih, penerapan energi terbarukan yang sesuai digunakan adalah penggunaan energi matahari dan energi angin.

#### Solar Energy dan Panel Photovoltaic

*Solar Energy* atau energi matahari selalu terbarukan setiap hari dan memiliki kapasitas penghasil energi lebih besar dibandingkan energi dari minyak bumi. Sekitar 89 PW/(1015)W dari energi matahari yang sampai ke permukaan bumi. Meskipun tidak dimungkinkan untuk menangkap dan mengkonversi semua energi tersebut, menangkap dan mengkonversi 0.02 persen dari

keseluruhan energi tersebut dapat mencukupi kebutuhan energi dunia. Dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber dari energi listrik terbarukan, penggunaan sumber daya yang tidak dapat diperbaharui sebagai penghasil energi dapat diminimalisir. Secara global, penggunaan energi matahari sebagai penghasil energi terbarukan berkembang sekitar 35 persen di beberapa tahun belakangan ini.

Di Indonesia sendiri cocok diterapkan penghasil energi terbarukan dari energi matahari karena letak Indonesia yang berada di ekuator, sehingga mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun dan intensitas radiasi matahari yang jatuh pada permukaan bumi lebih tinggi dibandingkan dengan daerah yang dekat dengan area kutub bumi. Perangkat yang digunakan untuk mengubah energi dari cahaya matahari adalah panel *Photovoltaic*. *Photovoltaic* adalah perangkat yang dapat mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Sumber energi cahaya yang digunakan oleh panel *photovoltaic* ini adalah cahaya matahari. *Photovoltaic* sendiri tidak menggunakan komponen yang bergerak, tidak membutuhkan bahan bakar, serta tidak menimbulkan polusi dalam pengoperasiannya. Oleh karena itu, *photovoltaic* menjadi solusi yang tepat untuk menghasilkan energi ramah lingkungan dan dapat terus diperbaharui. Perangkat *photovoltaic* dapat diaplikasikan ke dalam desain bangunan untuk menciptakan bangunan yang merespon kebutuhan akan energi yang sustainable dan ramah lingkungan.

Prinsip dasar dari *photovoltaic* adalah material yang dapat mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Pada awalnya hal ini diteliti oleh ilmuwan Perancis bernama Edmund Becquerel pada tahun 1839. Cara kerja

panel ini adalah pelepasan elektron pada elektroda ketika dipaparkan dengan cahaya. Efek photovoltaic dapat dijelaskan secara sederhana yaitu saat cahaya (energi) memasuki sel *photovoltaic* (elektroda), menyebabkan elektron di elektroda terlepas. Elektron yang lepas tersebut kemudian bereaksi dengan *Potential Barrier* sehingga menghasilkan arus listrik yang dapat dialirkan ke sirkuit listrik.

Secara umum, modul dari *photovoltaic* dapat dipasang tanpa struktur yang khusus, oleh karena itu modul panel *photovoltaic* dapat diaplikasikan ke dalam desain bangunan. Konsumsi/penggunaan energi listrik dari pembangkit listrik yang menggunakan sumber daya yang tidak dapat diperbaharui sebagai bahan bakarnya dapat berkurang karena penggunaan panel *photovoltaic* di bangunan.

Dari sisi arsitektural, finansial, dan teknik, keuntungan bangunan yang menggunakan *photovoltaic*:

- Tidak membutuhkan lahan tambahan karena dapat di-integrasikan langsung ke dalam bangunan
- Tidak menggunakan struktur khusus dalam pemasangan
- Menghasilkan energi listrik secara independent
- Dapat menggantikan material penutup fasad bangunan
- Mengurangi pengeluaran/pembiayaan gedung.

**Tabel 6. Intensitas radiasi matahari di beragam kondisi cuaca**

	Radiasi Matahari	Bagian terdifusi
Cerah tidak berawan	600-1000W/m <sup>2</sup>	10-20%

Berkabut dan sedikit berawan	200-500W/m <sup>2</sup>	20-80%
Berawan	50-150W/m <sup>2</sup>	80-100%

(Sick, 1996, h. 10.)

Terdapat beberapa alternatif pemasangan panel photovoltaic pada bangunan.

**Tabel 7. Alternatif pemasangan panel PV pada bangunan**

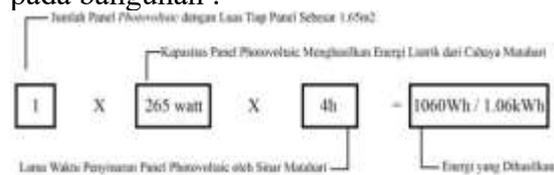
Alternatif	Diagram	Keterangan
<i>Slope-Glazing</i>		Struktur rangka panel PV ditambah pada bagian fasad bangunan dan kemiringan panel diatur.
<i>Vertical Panels</i>		Panel PV dipasang pada fasad bangunan, biasanya sebagai jendela atau curtain wall.
<i>Inclined Walls</i>		Bangun tembok pada sebagian fasad dimiringkan untuk mengatur orientasi panel PV.
<i>Fixed Sunshade</i>		Panel PV dipasang pada fasad bangunan sebagai penghalang sinar matahari langsung ke dalam bangunan.
<i>Adjustable Sunshade</i>		Panel PV dipasang pada fasad bangunan sebagai penghalang sinar matahari langsung ke dalam bangunan, namun dapat diatur kemiringannya.

(Kayal, 2009, h. 46)

Energi listrik yang dihasilkan dari panel photovoltaic dapat disimpan terlebih dahulu kemudian digunakan atau bisa secara langsung terintegrasi dengan sistem listrik pada bangunan. Panel photovoltaic terdiri dari elemen (Kayal, 2009, h. 46). Tabel 2.8 Alternatif Pemasangan Panel PV Pada Bangunan *monocrystalline*, yaitu senyawa yang berperan utama menghasilkan energi listrik jika dipaparkan sinar matahari. Di tahun 2015 pada umumnya panel photovoltaic yang tersedia memiliki tingkat efisiensi sebesar 20-25%. Dengan artian panel tersebut dapat mengkonversi 20-25% energi dari

radiasi sinar matahari menjadi energi listrik. Rata-rata 1 panel photovoltaic berukuran sekitar 1m x 1.65m yang dapat menghasilkan energi listrik sebesar 265watt. Jika besaran watt yang dihasilkan tersebut dikalikan dengan berapa jam sebuah panel photovoltaic terpapar sinar matahari maksimal maka akan didapatkan hasil berupa energi listrik dengan satuan WH (*watt-hour*).

Contoh perhitungan energi yang dihasilkan oleh panel photovoltaic pada bangunan :

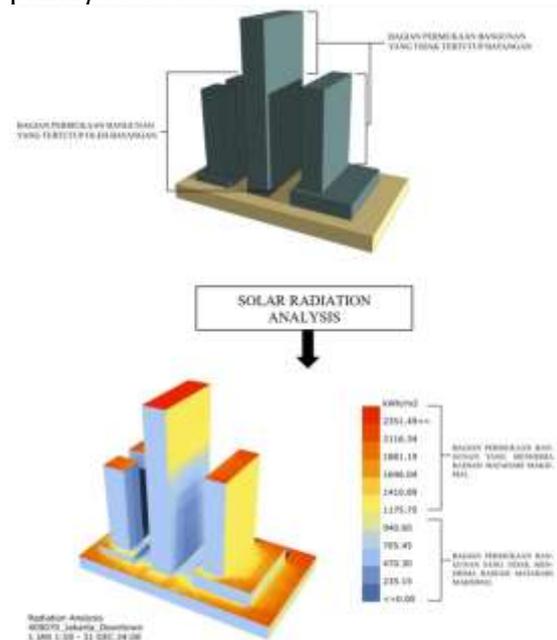


**Gambar 2. Contoh perhitungan energi dihasilkan oleh photovoltaic**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Ketika diaplikasikan dalam bangunan, panel photovoltaic tidak boleh dianggap sebagai perangkat penghasil energi saja, namun harus dianggap juga sebagai material yang dapat berfungsi sebagai penutup fasad bangunan atau shade bagi bangunan, sehingga pemakaian panel photovoltaic menghasilkan fungsi ganda.

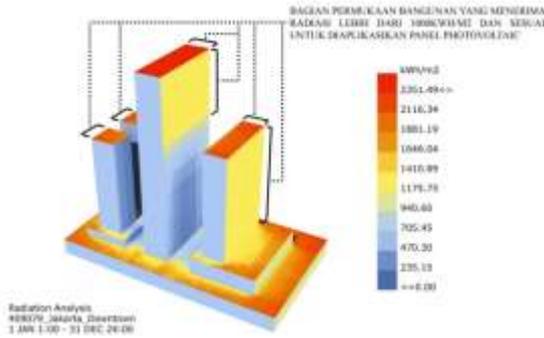
Penerapan panel photovoltaic pada bangunan sangat dipengaruhi oleh radiasi sinar matahari yang diterima pada permukaan bangunan. Massa bangunan yang akan diaplikasikan panel photovoltaic harus memperhatikan bagian permukaan bangunan yang berpotensi menerima radiasi matahari paling besar. Pada umumnya permukaan bangunan yang menghadap arah barat menerima radiasi sinar matahari dibanding dengan permukaan lainnya. Bayangan atau shading yang dihasilkan dari bangunan sekitar dapat menurunkan tingkat penerimaan radiasi matahari pada permukaan bangunan. Oleh

karena itu analisis massa bangunan dan sekitarnya untuk mengetahui bagian permukaan bangunan yang menerima radiasi matahari paling besar menjadi penting guna memaksimalkan penghasilan energi listrik oleh panel photovoltaic yang diintegrasikan pada bangunan tersebut. Hal ini dapat dilakukan dengan Solar Radiation Analysis terhadap sebuah kompleks atau kumpulan bangunan tinggi yang akan diintegrasikan dengan sistem panel photovoltaic.



**Gambar 3. Contoh Analisis Penerimaan Radisai Sinar Matahari pada Permukaan Bangunan**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Panel photovoltaic dapat menghasilkan energi listrik secara maksimal jika radiasi matahari yang diterima oleh panel tersebut lebih besar dari 1000kWh/m2. Hasil analisis yang diperoleh dari Solar Radiation Analysis dapat diketahui bagian permukaan bangunan yang memperoleh radiasi matahari lebih besar dari 1000kWh/m2 sehingga panel photovoltaic dapat diterapkan pada bangunan secara maksimal.



**Gambar 4. Ilustrasi permukaan bangunan yang sesuai diaplikasikan panel photovoltaic**

(Dokumentasi pribadi, 2020)

Dapat disimpulkan bahwa penerapan panel *photovoltaic* sangat dipengaruhi oleh kondisi sekitar bangunan dan orientasi bangunan tersebut sehingga penerimaan radiasi matahari dapat maksimal.

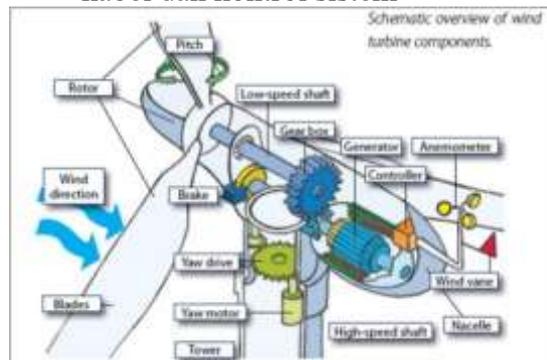
#### Wind Energy dan Turbin Angin

Angin adalah udara yang bergerak. Angin terjadi akibat dari pemanasan yang tidak merata pada permukaan bumi oleh matahari. Perbedaan temperatur tersebut menyebabkan udara mengalir. Ketika udara mengalir terdapat energi didalamnya yaitu energi kinetik. Energi angin atau kekuatan dari angin yang berupa energi kinetik dapat diproses untuk menghasilkan energi mekanik dan pada akhirnya dapat menghasilkan energi listrik. Alasan utama penggunaan energi angin sebagai sumber energi yang terbarukan karena energi angin selalu diperbaharui secara alami dan tidak ada konsekuensi dari pencemaran atau polusi terhadap lingkungan. Energi kinetik angin dapat diperoleh tanpa biaya dan berasal dari sumber daya yang terbarukan. Tidak terpengaruh seberapa banyak kita menggunakan energi angin saat ini, energi angin akan terus ada di masa depan, dan pada akhirnya dapat menjadi sumber listrik yang bersih serta tidak menimbulkan polusi. Turbin angin digunakan

sebagai perangkat untuk merubah energi kinetik dari angin menjadi energi mekanik untuk menggerakkan generator penghasil energi listrik. Turbin angin berbentuk seperti baling-baling yang bergerak akibat udara yang mengalir melewatinya, Balingbaling tersebut dihubungkan ke generator listrik sehingga menghasilkan arus listrik yang dapat disimpan dan kemudian disalurkan untuk berbagai macam kebutuhan.

Turbin angin yang marak digunakan adalah Horizontal-Axis Turbine. Komponen turbin ini terdiri dari :

1. Baling-baling atau rotor yang mengkonversi energi kinetik pada angin menjadi energi pemutar batang shaft.
2. Girboks dan generator listrik
3. Struktur penyangga baling-baling dan generator
4. Perangkat lain berupa sistem kabel dan kontrol sistem



**Gambar 5. Skema komponen turbin angin**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Contoh pemasangan turbin angin pada bangunan :

**Tabel 8. Alternatif aplikasi turbin angin pada bangunan tinggi**

1. Sky-Bridges	
2. Atap Bangunan	
3. Fasad Bangunan	

(Dokumentasi pribadi, 2020)

Energi yang dapat dihasilkan oleh turbin angin tergantung pada kecepatan angin pada kawasan tertentu dan kapasitas energi dari turbin angin tersebut. Turbin angin juga memiliki tingkat efisiensi yaitu sekitar 10-59%. Turbin angin yang marak digunakan adalah yang memiliki tingkat efisiensi sekitar 30-40%. Dengan artian turbin dapat mengkonversi 30-40% energi kinetik dari energi angin menjadi energi listrik. Pada umumnya turbin angin memproduksi energi dengan kecepatan angin minimal 2-3m/s, maksimal pada kecepatan angin 10m/s. Dengan menganggap angin berhembus dengan stabil, diameter dari baling-baling turbin angin yang menjadi penentu seberapa besar energi yang dihasilkan oleh turbin angin tersebut.

**Tabel 9. Perbandingan diameter baling-baling terhadap kapasitas energi yang dihasilkan**

Diameter baling-baling (m)	Energi maksimal yang dihasilkan(KW)
10	25

169

17	100
27	225
33	300
40	500

(Danish Wind Industry Association, American Wind Energy Association, 2020)

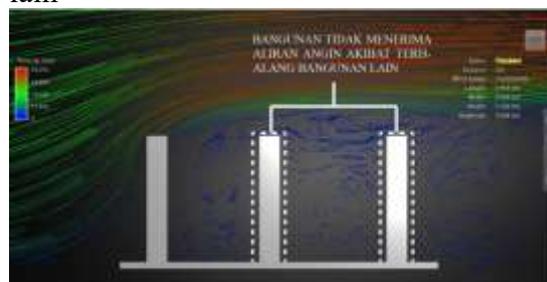
Contoh Perhitungan energi yang dihasilkan oleh turbin angin



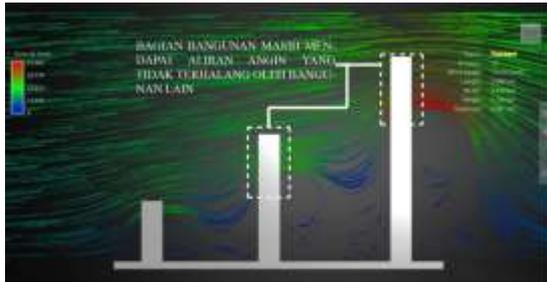
\* Dengan Asumsi :  
 - Angin berhembus maksimal dengan kecepatan 15m/s  
 - Lama Waktu Pergerakan Turbin Angin oleh Angin selama 24 jam  
 - Ukuran baling-baling yang digunakan sebesar 10m

**Gambar 6. Contoh perhitungan energi yang dihasilkan turbin angin**  
 (Dokumentasi pribadi, 2020)

Penerapan turbin angin pada sebuah kota vertikal dipengaruhi oleh pergerakan angin yang melalui kota tersebut. Pergerakan angin dapat berubah arah ketika melalui sebuah massa contohnya bangunan pada kota (RHEOLOGIC 2013). Hal ini dapat menyebabkan berkurangnya kapabilitas maksimal penghasilan energi oleh turbin angin. Oleh karena itu integrasi turbin angin pada bangunan tinggi harus diaplikasikan pada bagian bangunan yang mendapat aliran angin secara maksimal yang tidak dipengaruhi oleh bangunan lain di sekitarnya. Penerapan turbin angin pada bangunan harus lebih tinggi dibandingkan dengan bangunan disekitarnya untuk menghindari aliran angin yang terhalang oleh bangunan lain

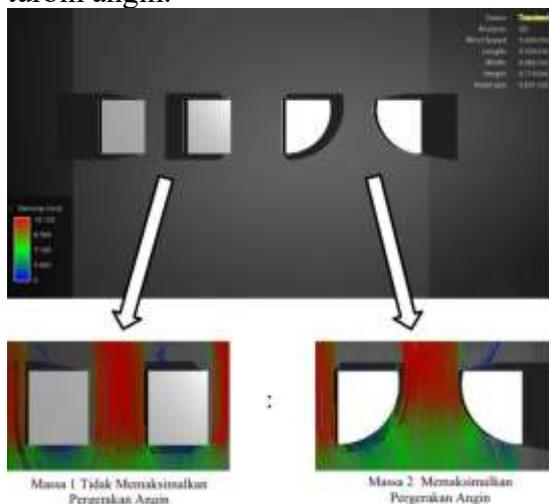


Jessica Suryaudaya dan Santoni  
 Penataan Lingkungan dan ...



**Gambar 7. Perbandingan ketinggian massa bangunan terhadap pergerakan angin**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Pergerakan turbin angin dipengaruhi juga oleh kecepatan angin yang melewatinya. Semakin besar kecepatan angin yang melalui turbin angin maka turbin angin tersebut dapat menghasilkan energi listrik secara maksimal. Seperti diketahui sebelumnya massa bangunan pada kota dapat mengubah arah pergerakan angin. Massa bangunan yang mengintegrasikan turbin angin dapat dirancang dengan bentuk yang memaksimalkan pergerakan angin menuju ke bagian turbin. Bentuk ini seolah-olah dapat “menangkap” lebih banyak aliran angin dan memfokuskan aliran angin yang melewati bangunan tersebut sehingga memaksimalkan kecepatan angin yang diterima oleh turbin angin.



**Gambar 8. Perbandingan bentuk massa bangunan yang memaksimalkan pergerakan angin**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

## C. METODE PENELITIAN

### Pemilihan Lokasi Tapak

DKI Jakarta merupakan ibu kota dari negara Republik Indonesia. Perkembangan kota di Jakarta sendiri begitu pesat dibandingkan dengan daerah-daerah lain di Indonesia. Pemenuhan kebutuhan manusia di berbagai sektor kehidupan memaksakan pembangunan yang terus berkembang cepat. Kota Jakarta merupakan kota yang memiliki bangunan tinggi terbanyak di Indonesia. Contohnya pada kecamatan Karet Tengsin, Jakarta Pusat. Kawasan ini merupakan kawasan yang memiliki fungsi zonasi peruntukan untuk bangunan tinggi dan dikelilingi dengan akses-akses jalur primer kota Jakarta. Kawasan yang dipilih memiliki luas 5,1 hektar dan berada di Kecamatan Karet Tengsin, DKI Jakarta. Kawasan ini nantinya akan dirancang dengan menerapkan prinsip kota vertikal berkelanjutan dan terintegrasi dengan sistem energi terbarukan pada bangunannya.



**Gambar 9. Tapak yang dipilih dari kawasan karet tengsin**  
(Googlemaps, 2020)



**Gambar 10. Peta CAD tapak**  
(CAD DKI Jakarta, 2020)

Seperti yang sudah dibahas pada bab-bab sebelumnya, kawasan bangunan tinggi memiliki masalah dalam penggunaan energi. Energi yang diperlukan untuk operasional bangunan tersebut meningkat drastis. Peningkatan penggunaan energi ini turut meningkatkan pengelolaan sumber daya alam untuk menghasilkan energi tersebut. Sumber daya alam yang pada umumnya digunakan untuk menghasilkan energi tersebut berasal dari sumber daya alam terbarukan dan menimbulkan pencemaran saat pengolahannya. Jika dilakukan terus menerus maka akan terjadi eksploitasi sumber daya alam yang akan mengarah pada habisnya sumber daya tersebut dan meningkatkan pencemaran lingkungan akibat polusi yang dihasilkan. Metode yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah menerapkan prinsip kota vertikal berkelanjutan dan integrasi sistem energi terbarukan pada kawasan, guna meningkatkan pemanfaatan sumber daya alam yang dapat diperbaharui untuk menghasilkan energi bagi bangunan-bangunan tersebut serta meningkatkan kualitas lingkungan. Di Jakarta sendiri belum terdapat bangunan yang dapat menghasilkan energi secara independen yang mampu mengurangi penggunaan sumber daya alam penghasil energi. Hal ini mendorong

penulis untuk menerapkan prinsip kota vertikal berkelanjutan dan integrasi sistem energi terbarukan pada kawasan bangunan tinggi di Karet Tengsin.

Dapat ditarik kesimpulan dari kriteria pemilihan kawasan berdasarkan kriteria kawasan bangunan tinggi terdapat banyak bangunan tinggi di kawasan Karet Tengsin. mengakibatkan penggunaan energi yang tinggi. Menjadi alasan bagi penulis untuk merancang kota yang sustainable. Dari kriteria kedua yaitu tidak adanya bangunan yang menghasilkan energi terbarukan di kawasan karet ini, dikarenakan Keseluruhan bangunan tinggi di kawasan Karet Tengsin tidak memiliki kemampuan untuk menghasilkan energi terbarukan secara independen. Penerapan bangunan yang dapat menghasilkan energi terbarukan menjadi alternatif bagi kawasan tersebut untuk mencapai sustainability.

Untuk kriteria ketiga yaitu kapabilitas kawasan dengan dilihat dari kawasan di Jakarta memiliki kapabilitas mengenai potensi energi angin dan energi matahari yang dapat dimanfaatkan sebagai penghasil energi terbarukan bagi bangunan. Sedangkan untuk kriteria peraturan zonasi yang mendukung peraturan pembangunan di kawasan mendukung untuk dibangunnya kota vertikal dengan berbagai fungsi di dalamnya.

## **D. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Analisis Mikro**

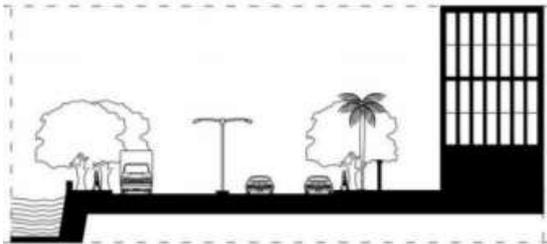
Pada Subbab ini akan dibahas mengenai data-data dari tapak dan konteks sekitar. Data-data ini berupa akses menuju ke tapak, data bangunan tinggi eksisting tapak dan zonasi fungsi bangunan pada tapak.

#### Akses Menuju Tapak

Daerah Karet Tengsin di kelilingi oleh tiga jalan penting Jakarta dan merupakan akses utama di daerah Jakarta Pusat. Akses jalan ini yang digunakan untuk sirkulasi menuju ke tapak.



**Gambar 11. View pada Jl. R.M. Margono Djojohadikoesoemo**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)



**Gambar 12. Potongan pada Jl. R.M. Margono Djojohadikoesoemo**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)



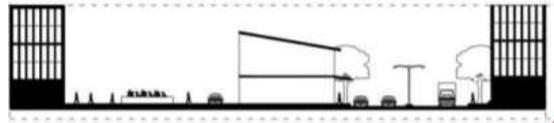
**Gambar 13. View pada Sisi Timur : Jl. Jenderal Sudirman**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)



**Gambar 14. Potongan pada Sisi Timur : Jl. Jenderal Sudirman**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)



**Gambar 15. View pada sisi barat Jl. KH. Mas Mansyur**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)



**Gambar 16. Potongan pada sisi barat Jl. KH. Mas Mansyur**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Data Bangunan Tinggi Eksisting Tapak

Tapak memiliki beberapa bangunan yang mengakomodasi berbagai macam fungsi peruntukan.

**Tabel 10. Daftar bangunan pada tapak pilihan**

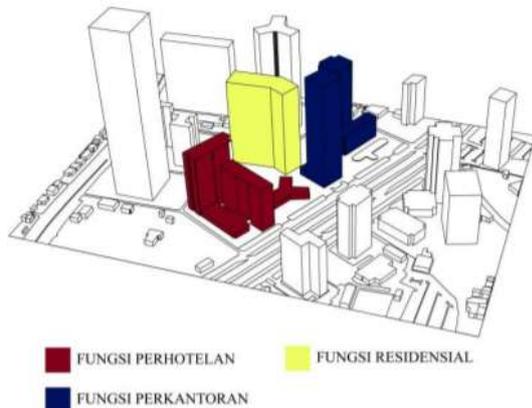
No	Nama bangunan	Jumlah Lantai	Fungsi Bangunan	Tahun pembangunan
1	Grand Sahid Jaya	21	Hotel	1973
2	Sahid Sudirman Residence	39	Vertikal Residence	2009
3	Midplaza Jakarta	25	Perkantoran	1990
4	Davinci Tower	35	Perdagangan dan jasa	2003
5	Masjid Sahid Nurul Iman	2	Fasilitas sosial	2009

(Dokumentasi pribadi, 2020)



**Gambar 17. Indeks tabel daftar bangunan pada gambar**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Zonasi Bangunan Eksisting Tapak Bangunan pada tapak memiliki fungsi peruntukan yang berbeda-beda untuk mengakomodasi kebutuhan manusia.



**Gambar 18. Zonasi bangunan eksisting tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

### Analisis Elemen Kota dalam Penerapan Prinsip Kota Vertikal Berkelanjutan dan Integrasi Sistem Energi Terbarukan

Pada subbab ini akan dijelaskan kondisi eksisting elemen kota pada tapak yaitu kawasan bangunan tinggi Karet Tengsin, yang akan dianalisis berdasarkan penerapan prinsip kota vertikal berkelanjutan dan integrasi sistem energi terbarukan. Elemen kota yang akan dianalisis pada tapak adalah jalan dan sirkulasi, ruang hijau, zonasi, kepadatan bangunan, dan bangunan pada tapak.

#### Jalan dan Sirkulasi

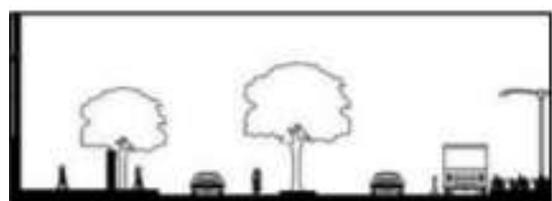


**Gambar 19. Akses dan sirkulasi eksisting tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Terdapat akses sirkulasi bagi kendaraan bermotor maupun pedestrian pada sekeliling tapak. Bahasan detail mengenai nama jalan, letak, potongan, dan foto akses sirkulasi akan dibahas pada tabel di bawah ini.



**Gambar 20. Letak dan view pada Jl. Jend. Sudirman**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)



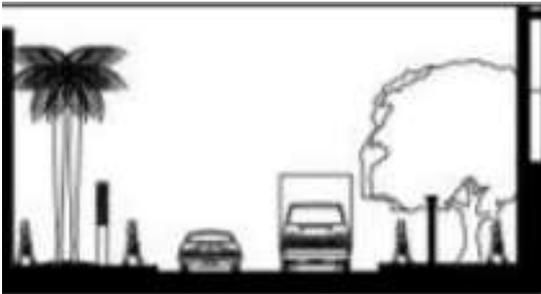
**Gambar 21. Akses dan sirkulasi eksisting tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Kondisi jalan di Jl. Jend. Sudirman ini sudah baik dengan penerapan 5 lajur kendaraan selebar 15 m dan jalur

pedestrian yang memadai selebar 2.5m.



**Gambar 22. Akses dan sirkulasi eksisting tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

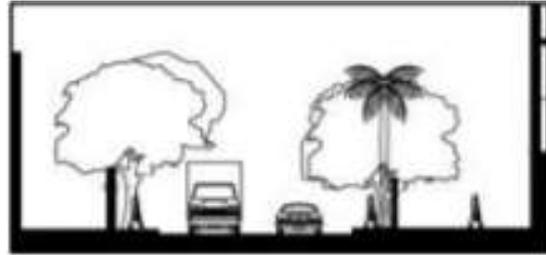


**Gambar 23. Akses dan sirkulasi eksisting tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Kondisi jalan pada Jl. Karet Pasar Baru Timur 5 penerapan 2 jalur berlawanan arah dengan 1 lajur pada masing-masing jalur. Lebar masing-masing jalur untuk kendaraan sebesar 3m. Jalur Pedestrian memiliki lebar 1.5m. Kapabilitas jalan sudah baik namun terdapat orang berjualan pada pinggir jalan yang mengurangi lebar jalan. Jalur pedestrian sudah baik pada kedua sisi, namun salah satu sisi dipergunakan sebagai tempat berjualan.



**Gambar 24. Akses dan sirkulasi eksisting tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

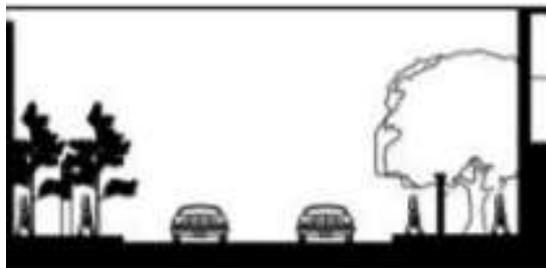


**Gambar 25. Akses dan sirkulasi eksisting tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Kondisi jalan di Jl. Jend. Sudirman sudah adanya penerapan 2 jalur berlawanan arah dengan 1 lajur pada masing-masing jalur. Lebar masing-masing jalur untuk kendaraan sebesar 3m. Kapabilitas jalan kurang maksimal karena adanya parkir pada tepi jalan. Jalur pedestrian hanya terdapat pada satu tepi jalan dengan lebar 80cm dan tidak memadai.



**Gambar 26. Akses dan sirkulasi eksisting tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)



**Gambar 27. Akses dan sirkulasi eksisting tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Kondisi Jl. Jend. Sudirman penerapan 2 jalur berlawanan arah dengan 1 lajur pada masing-masing jalur. Lebar masing-masing jalur untuk kendaraan sebesar 3m. Kapabilitas jalan memenuhi kriteria jalan yang baik. Kondisi jalur pedestrian yang baik juga dan memadai pada kedua sisi tepi jalan.

Kondisi jalan dan sirkulasi yang mengelilingi tapak cenderung kurang maksimal dan dapat mengurangi tingkat efisiensi penggunaan bahan bakar. Penerapan jalur pedestrian yang tidak merata dan kurang memadai pada keseluruhan tapak menjadikan tapak ini sulit diakses oleh pedestrian. Perlu dilakukan perancangan kembali terhadap beberapa jalan dan sirkulasi di tapak yaitu pada jalan nomor dua dan tiga dan pengajuan pengadaan jalan baru untuk dapat meningkatkan kapabilitas jalan tersebut, meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar, dan mengurangi pencemaran udara agar memenuhi prinsip kota vertikal berkelanjutan.



**Gambar 28. Ruang hijau eksisting pada tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Kondisi penerapan ruang hijau pada tapak hanya sebesar  $\pm 13\%$  dari total luas tapak yaitu dengan luas sekitar  $6.630\text{m}^2$  saja. Pada tapak juga tidak ditemukan sebuah ruang hijau dengan fungsi sebagai ruang komunal yang memfasilitasi kebutuhan sosial manusia. Kondisi ruang hijau yang minim pada tapak dapat menyebabkan penyaringan udara menjadi tidak maksimal. Perlu dilakukan perancangan kembali terhadap ruang hijau di tapak dan menambahkan fungsi ruang komunal sehingga meningkatkan kapabilitas ruang hijau tersebut untuk menyaring udara dan dapat dipergunakan sebagai fasilitas umum, agar memenuhi prinsip kota vertikal berkelanjutan.

Zonasi Fungsi Bangunan



**Gambar 29. Zonasi fungsi bangunan eksisting pada tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Terdapat perbedaan beragam zonasi fungsi bangunan yang ditemukan pada tapak. Kondisi ini sudah baik karena letak zonasi dengan fungsi bangunan yang beragam, diletakan saling berdekatan. Hal ini dapat mengurangi penggunaan kendaraan bermotor dan dapat diakses dengan berjalan kaki. Penggunaan bahan bakar dan pencemaran udara pun menurun sehingga dapat memenuhi prinsip sebagai kota vertikal berkelanjutan yang menghemat penggunaan energi dan menjaga kualitas lingkungan.

Kepadatan Bangunan



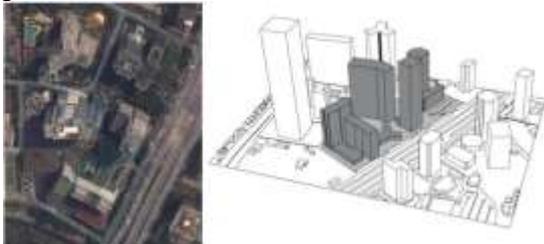
**Gambar 30. Kepadatan bangunan pada tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Kondisi kepadatan bangunan pada tapak kurang memaksimalkan penggunaan lahan, hanya terdapat sekitar  $21.000\text{m}^2$  yaitu  $41\%$  dari total luas tapak yang terbangun bangunan. Prinsip kota vertikal berkelanjutan mengharuskan penggunaan lahan secara maksimal. Peningkatan kepadatan bangunan pada tapak perlu dilakukan sehingga dapat menghasilkan ruang tambahan bagi

kebutuhan manusia karena populasi yang terus meningkat. Manfaat lain pada peningkatan kepadatan bangunan adalah memaksimalkan mobilisasi dengan bersepeda atau berjalan kaki dapat menurunkan tingkat penggunaan sumber daya penghasil energi bagi kendaraan dan dapat menjaga kualitas lingkungan akibat tingkat polusi udara dan suara yang rendah, guna mencapai sebuah kota vertikal berkelanjutan.

### Bangunan pada Tapak

Bangunan yang sustainable atau berkelanjutan termasuk ke dalam prinsip untuk mencapai sebuah kota vertikal berkelanjutan. Penerapan sistem energi terbarukan pada bangunan dapat diterapkan untuk mencapai bangunan yang sustainable. Kondisi bangunan eksisting pada tapak tidak ditemukan adanya bangunan yang mengintegrasikan sistem energi terbarukan yang dapat menjadikan bangunan tersebut menghasilkan energi secara independen. Analisis mengenai kapabilitas tapak untuk diterapkan sistem energi terbarukan akan dibahas pada subbab ini.

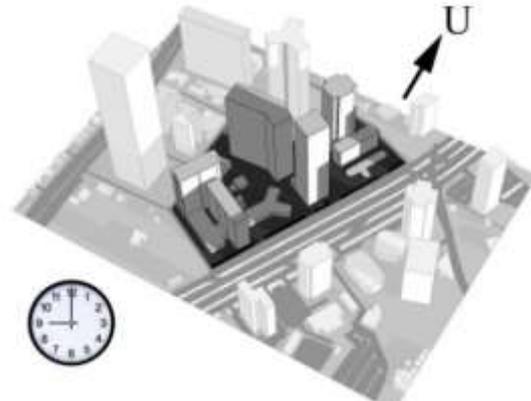


**Gambar 31. Ilustrasi bangunan eksisting pada tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

### Analisis Bangunan Terhadap Radiasi Matahari dalam Penerapan Panel Photovoltaic

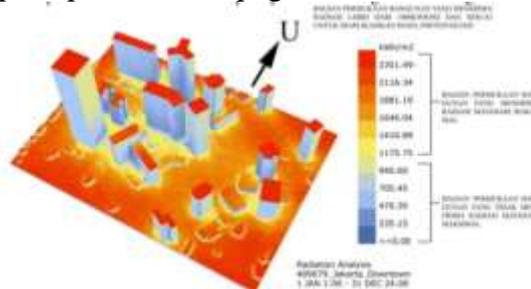
Penerapan sistem energi terbarukan berupa panel photovoltaic pada bangunan perlu memaksimalkan penerimaan radiasi sinar matahari pada permukaan bangunan. Arah jatuh bayangan dari bangunan sekitar dapat

mempengaruhi penerimaan radiasi matahari. Analisis arah bayangan dan radiasi matahari pada bangunan eksisting tapak akan dianalisis pada tabel di bawah ini.



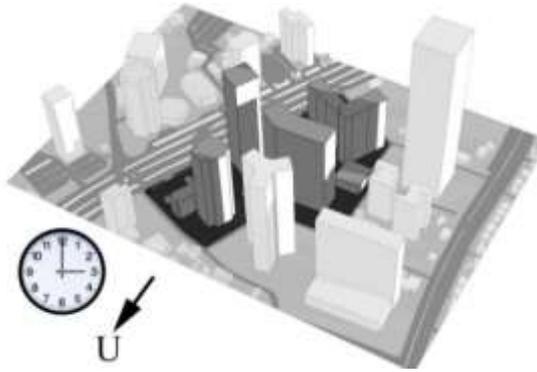
**Gambar 32. Analisis jatuh bayangan**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Diagram diatas menunjukkan analisis Analisis penerimaan jatuh bayangan pada permukaan bangunan eksisting pada pukul 09.00 pagi.



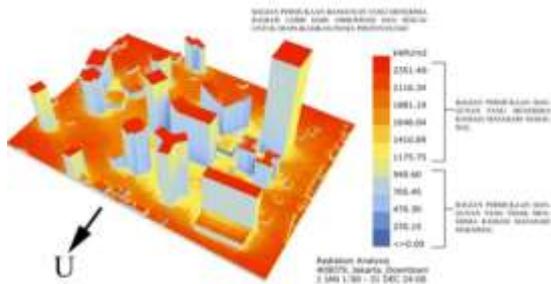
**Gambar 33. Analisis penerimaan radiasi matahari**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Analisis penerimaan radiasi matahari pada permukaan bangunan eksisting Terdapat beberapa bagian permukaan bangunan eksisting yang tertutup oleh bayangan dari bangunan di sekitarnya. Orientasi bangunan eksisting tidak menerima radiasi matahari yang maksimal pada pukul 09.00-12.00.



**Gambar 34. Analisis jatuh bayangan**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Analisis penerimaan jatuh bayangan pada permukaan bangunan eksisting pada pukul 15.00 di siang hari.



**Gambar 35. Analisis penerimaan radiasi matahari**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

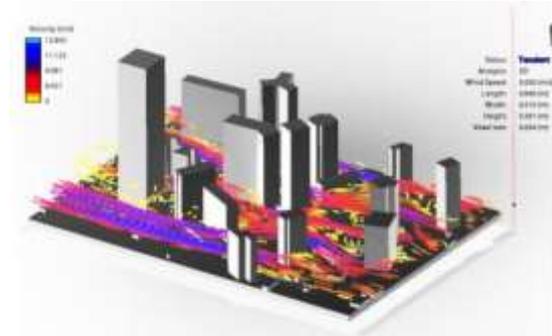
Analisis penerimaan radiasi matahari pada permukaan bangunan eksisting jika dilihat terdapat beberapa bagian permukaan bangunan eksisting yang tertutup oleh bayangan dari bangunan di sekitarnya. Orientasi beberapa bangunan eksisting menerima radiasi matahari maksimal pada pukul 13.00-16.00

Setelah analisis tabel di atas, dapat disimpulkan kondisi beberapa permukaan bangunan eksisting tertutup oleh bayangan dari bangunan disekitarnya dan orientasi bangunan yang kurang merespon penerimaan radiasi matahari. Hal ini dapat menyebabkan penerapan panel photovoltaic pada bangunan tapak menjadi tidak maksimal. Perlu dilakukan perancangan kembali massa bangunan pada tapak agar penerapan

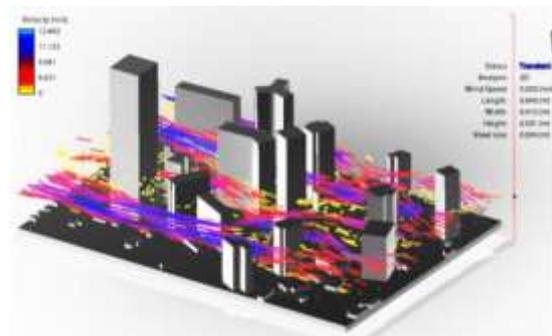
sistem panel photovoltaic maksimal, sehingga dapat memproduksi energi secara maksimal guna mencapai bangunan kota vertikal berkelanjutan.

### Analisis Bangunan Terhadap Aliran Angin Kota dalam Penerapan Turbin Angin

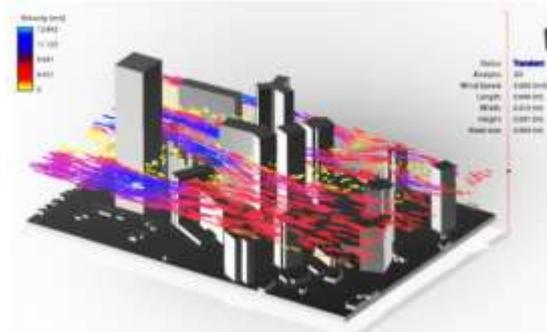
Penerapan sistem energi terbarukan berupa turbin angin pada bangunan perlu menganalisis pergerakan angin yang terjadi pada tapak. Pergerakan angin dapat dipengaruhi oleh adanya bangunan di sekitar tapak. Pada ketinggian tertentu penerimaan aliran angin oleh bangunan tapak menjadi terhalang dan dapat mempengaruhi penerimaan angin pada bangunan. Analisis pergerakan angin yang terjadi pada tapakan dianalisis pada tabel di bawah ini.



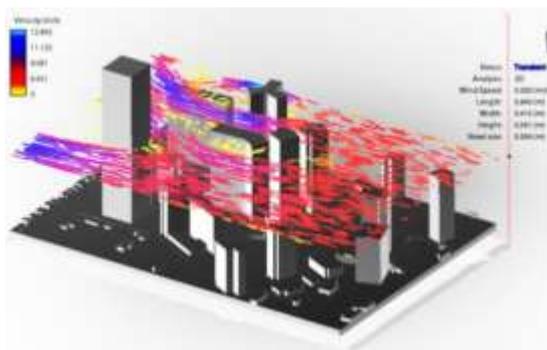
**Gambar 36. Analisis pergerakan angin pada bangunan setinggi 20m**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)



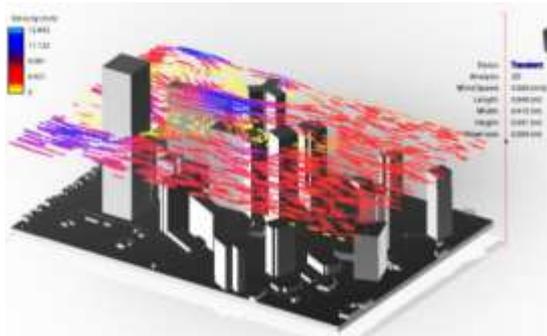
**Gambar 37. Analisis pergerakan angin pada bangunan setinggi 50m**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)



**Gambar 38. Analisis pergerakan angin pada bangunan setinggi 75m**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)



**Gambar 39. Analisis pergerakan angin pada bangunan setinggi 100m**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)



**Gambar 40. Analisis pergerakan angin pada bangunan setinggi 120m**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

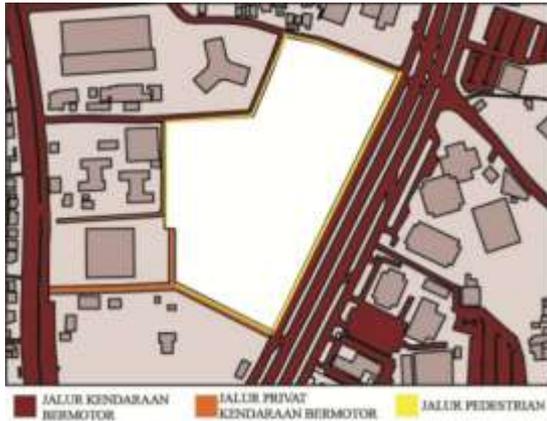
Setelah melakukan analisis di atas, dapat disimpulkan kondisi beberapa permukaan bangunan eksisting pada ketinggian tertentu terhalang oleh bangunan di sekitarnya menyebabkan penerimaan angin tidak maksimal, serta tidak terdapatnya bentuk massa bangunan yang memaksimalkan pergerakan angin. Hal ini dapat menyebabkan penerapan turbin angin pada bangunan tapak

*Jessica Suryaudaya dan Santoni  
Penataan Lingkungan dan ...*

menjadi tidak maksimal. Perancangan kembali massa bangunan yang memaksimalkan pergerakan angin dan menganalisis arah angin yang berubah akibat massa bangunan sekitar untuk mengetahui bagian tapak yang mendapatkan aliran angin serta menetapkan ketinggian turbin angin, sehingga dapat memproduksi energi secara maksimal guna mencapai bangunan kota vertikal berkelanjutan.

Pembahasan membahas konsep perancangan jalan dan sirkulasi pada tapak. Pembinaan jalan eksisting dan pengajuan penambahan jalur baru untuk memaksimalkan tingkat efisiensi sirkulasi tapak akan dilakukan. Tahap kedua adalah konsep perancangan ruang terbuka hijau yang akan ditingkatkan sesuai dengan teori prinsip yang sudah dibahas pada bab dua. Tahap ketiga akan membahas perancangan konsep zonasi fungsi bangunan yang akan diatur sesuai dengan teori dan analisa pada bab dua dan tiga. Tahap keempat akan membahas konsep perubahan kepadatan bangunan pada tapak untuk memaksimalkan penggunaan lahan. Tahap kelima akan membahas perancangan bangunan pada tapak yang merespon keadaan alam untuk mengintegrasikan sistem energi terbarukan. Tahap keenam merupakan finalisasi dari tahapan-tahapan yang sudah dilalui dan menghasilkan sebuah konsep perancangan sebuah kawasan bangunan tinggi di Karet Tengsin berdasarkan prinsip kota vertikal berkelanjutan dan integrasi sistem energi terbarukan.

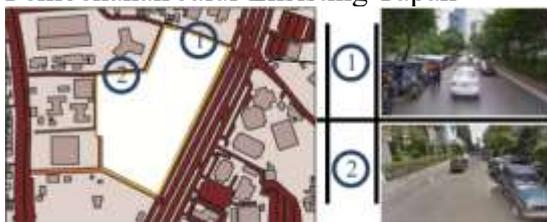
### **Konsep Perancangan Jalan dan Alur Sirkulasi**



**Gambar 41. Kondisi jalan dan sirkulasi eksisting tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

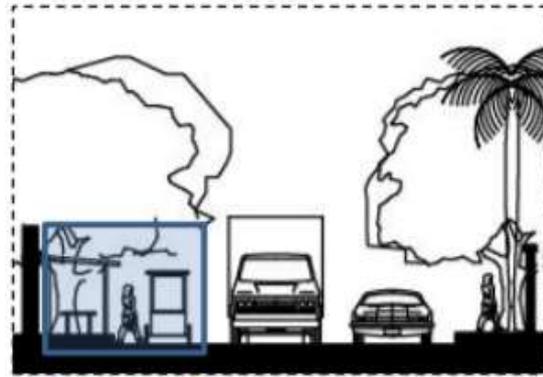
Pada tahap ini akan dijelaskan mengenai konsep perancangan jalan dan sirkulasi pada tapak berdasarkan pada teori tentang jalan yang sudah dibahas pada bab dua. Hal ini bertujuan untuk menciptakan alur jalan dan sirkulasi yang efisien sehingga dapat menghemat penggunaan bahan bakar bagi kendaraan serta akses pedestrian yang memadai.

#### Pembenahan Jalur Eksisting Tapak

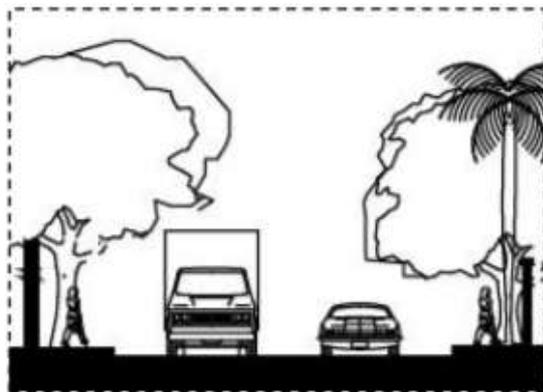


**Gambar 42. Jalur kendaraan yang akan dibenahi**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Terdapat dua jalur kendaraan yang akan di ubah sesuai dengan teori mengenai jalan dan sirkulasi yang telah dibahas pada bab sebelumnya. Jalan tersebut adalah : 1. Jl. Karet Pasar Baru Timur 5 2. Jl. Jend. Sudirman Konsep perancangan akan ditunjukkan dengan potongan sebelum dan sesudah perancangan dan diilustrasikan melalui diagram 3 dimensi.

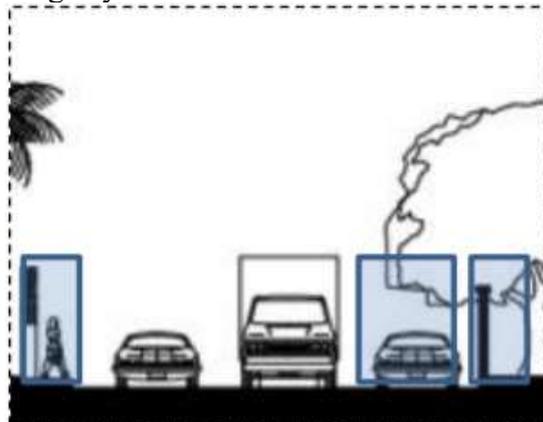


**Gambar 43. Potongan jalan sebelum perancangan**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

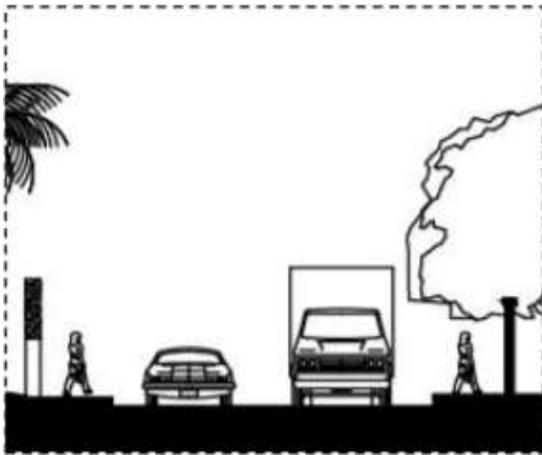


**Gambar 44. Potongan jalan setelah perancangan**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Masalah yang terdapat pada jalur kendaraan nomor satu adalah adanya orang berjalan pada jalur pedestrian dan jalur kendaraan bermotor. Hal ini menyebabkan jalan menjadi sempit dan tidak efisien. Penertiban orang berjalan untuk memaksimalkan penggunaan jalan dan jalur pedestrian dapat digunakan kembali sesuai fungsinya.

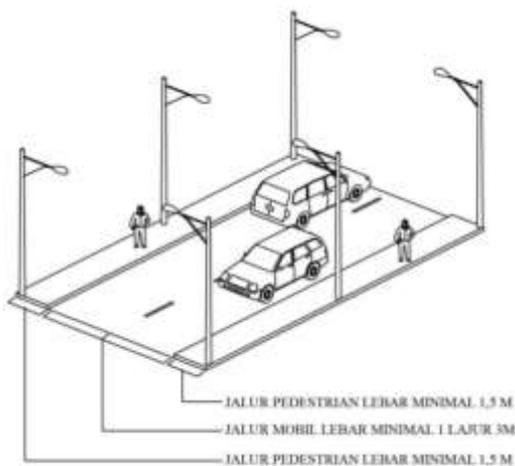


**Gambar 45. Potongan jalan sebelum perancangan**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)



**Gambar 46. Potongan jalan setelah perancangan**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Bisa dilihat dari gambar diatas terdapat tiga permasalahan yang terdapat pada jalur kendaraan nomor dua adalah yang pertama jalur pedestrian pada sisi kiri jalan terlampau sempit bagi pedestrian. Kedua ditemukannya parkir pada tepi jalan yang menggunakan jalur kendaraan. Ketiga adalah tidak terdapat jalur pedestrian pada sisi kanan jalan. Pembetulan dilakukan dengan memperlebar dan menambah jalur pedestrian pada kedua sisi jalan dan penertiban parkir kendaraan yang menggunakan jalan.



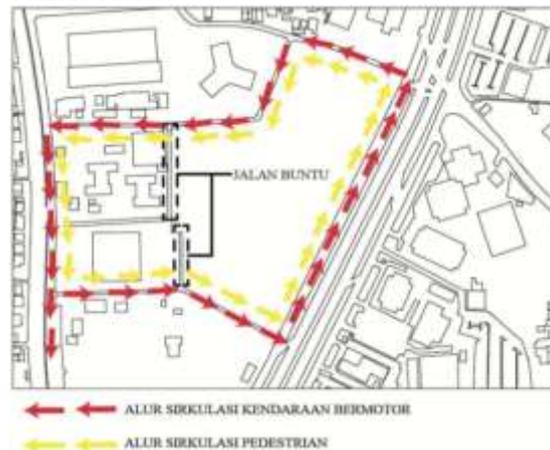
**Gambar 47. Diagram jalan yang akan diterapkan pada tapak**

(Dokumentasi pribadi, 2020)

Penerapan jalur kendaraan dan sirkulasi pedestrian pada tapak akan disesuaikan dengan diagram yang ditunjukkan pada gambar diatas. Jalur kendaraan memiliki lebar minimal tiga meter pada tiap lajur dan jalur pedestrian memiliki lebar minimal satu setengah meter.

### Penambahan Jalur Kendaraan dan Pedestrian Baru

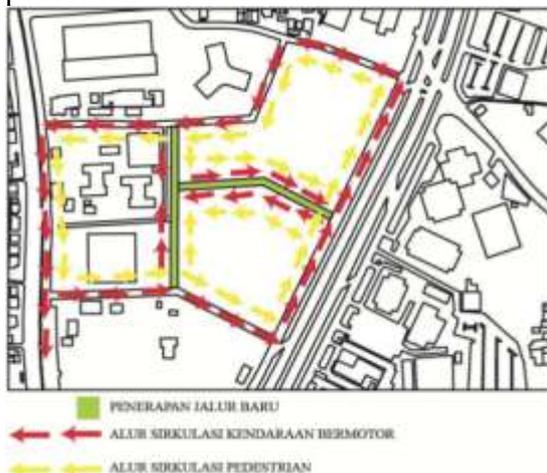
Kondisi eksisting sirkulasi kendaraan bermotor dan pedestrian pada tapak menunjukkan bahwa tidak ada jalur yang mengelilingi tepi tapak pilihan. Kendaraan bermotor maupun pedestrian yang ingin mengelilingi tapak harus memutar menuju ke arah jalan K.H. Mas Mansyur yang merupakan jalan rawan kemacetan. Hal ini dapat menyebabkan sirkulasi yang mengelilingi tapak menjadi tidak efisien dan terjadi pemborosan energi bahan bakar.



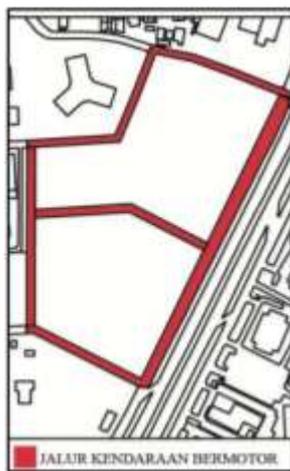
**Gambar 48. Diagram pergerakan sirkulasi pada tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Penambahan jalur baru perlu diterapkan pada untuk memaksimalkan efisiensi sirkulasi kendaraan dan pedestrian pada tapak. Penggunaan bahan bakar dan waktu tempuh dapat dikurangi dengan adanya penambahan jalur baru ini. Terdapat dua jalur baru yang diterapkan pada tapak. Jalur baru

pertama diterapkan pada tengah tapak dan membagi tapak menjadi dua wilayah dan jalur baru kedua diterapkan pada bagian jalan buntu yang terdapat pada tapak. Hal ini menghasilkan sirkulasi yang dapat mengelilingi tapak dan mempermudah sirkulasi kendaraan bermotor dan pedestrian.

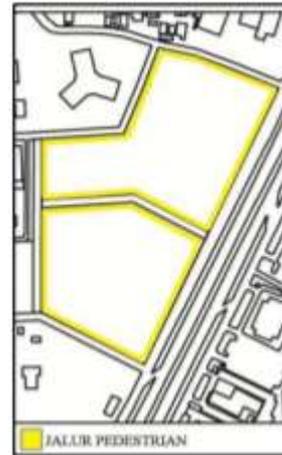


**Gambar 49. Diagram penerapan jalur baru dan sirkulasi pada tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)



**Gambar 50. Diagram jalur sirkulasi kendaraan**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Untuk sirkulasi kendaraan bermotor, setelah konsep penerapan jalur baru dilakukan, kendaraan bermotor dapat mengelilingi bagian tepi tapak. Meningkatkan efisiensi sirkulasi yang menghemat bahan bakar karena jarak tempuh yang berkurang.



**Gambar 51. Diagram jalur sirkulasi pedestrian**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

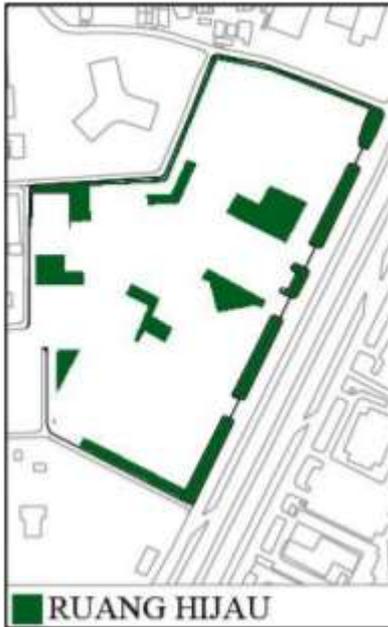
Sedangkan untuk jalur pedestrian, setelah konsep penerapan jalur baru dilakukan, pedestrian dapat mengelilingi bagian tepi tapak. Pejalan kaki tidak perlu berjalan jauh untuk sampai ke tapak dan sirkulasi yang mengelilingi tapak.

Peningkatan efisiensi sirkulasi pada tapak dilakukan dengan penerapan jalur baru bagi kendaraan bermotor dan pedestrian. Hal ini dapat menciptakan sirkulasi yang lebih baik dan dapat menghemat bahan bakar bagi kendaraan bermotor sehingga sumber daya dapat dihemat dan pencemaran udara di minimalkan.



**Gambar 52. Konsep perancangan jalan dan alur sirkulasi tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

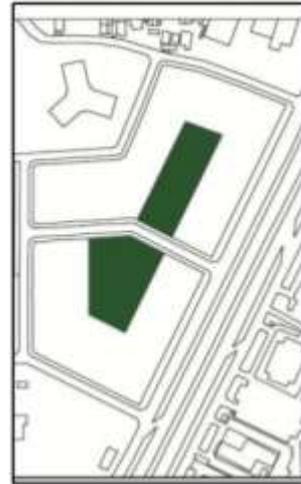
## Konsep Perancangan Ruang Hijau



**Gambar 53. Kondisi Ruang Hijau Eksisting pada Tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Pada tahap ini akan dijelaskan mengenai konsep perancangan ruang hijau pada tapak berdasarkan pada teori tentang jalan yang sudah dibahas pada bab dua. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan jumlah luasan ruang terbuka sesuai dengan kriteria yang dibahas pada bab sebelumnya untuk meningkatkan kapabilitas kawasan dalam menyaring udara dan pembentukan sebuah ruang terbuka hijau sebagai ruang komunal.

Kondisi ruang hijau pada eksisting menunjukkan tapak hanya sebesar  $\pm 13\%$  dari total luas tapak yaitu dengan luas sekitar  $6.630\text{m}^2$  saja. Pada tapak juga tidak ditemukan ruang hijau dengan fungsi sebagai ruang komunal yang memfasilitasi kebutuhan sosial manusia. Perlu dilakukan perancangan kembali terhadap ruang hijau di tapak dan menambahkan fungsi ruang komunal sehingga meningkatkan kapabilitas ruang hijau tersebut untuk menyaring udara dan dapat dipergunakan sebagai fasilitas umum, agar memenuhi prinsip kota vertikal berkelanjutan.



**Gambar 54. Ruang hijau ditengah tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)



**Gambar 55. Konsep perancangan ruang hijau**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Apabila terdapat ruang hijau yang berada di tengah kawasan maka penerapan ruang hijau pada tengah kawasan menambah luas sekitar  $19\%$  dari total luas lahan. Fungsi ruang hijau ini adalah sebagai sebuah taman kota yang dapat digunakan sebagai ruang komunal yang tidak terdapat pada kondisi eksisting tapak sebelumnya. Taman ini nantinya dapat diakses dari setiap bangunan pada tapak yang mengelilingi taman.

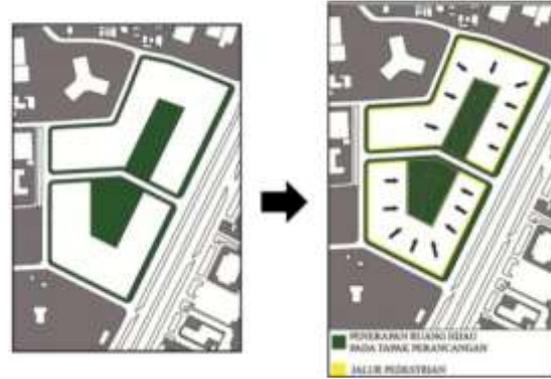


**Gambar 56. Ruang hijau disekitar tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)



**Gambar 57. Konsep perancangan ruang hijau**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Penerapan ruang hijau pada tepian tapak kawasan menambah luas sekitar 9% dari total luas lahan. Ruang hijau ini berfungsi sebagai *buffer* dan menyaring polusi udara, dan suara dari jalan. Ruang hijau pada tepian ini nantinya akan diintegrasikan dengan jalur pedestrian yang mengelilingi tapak.



**Gambar 58. Akses bangunan dan pedestrian pada konsep ruang hijau tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Konsep penerapan ruang hijau pada tapak akan dilakukan dengan menambahkan fungsi taman kota pada tengah tapak dan sekeliling tapak. Total luas ruang hijau pada tapak menjadi 14.280m<sup>2</sup> sekitar 28% dari total luas lahan dan sudah sesuai dengan kriteria perancangan ruang hijau yang sudah dibahas pada bab dua. Pengadaan taman kota pada tengah tapak memberikan akses bagi user dari bangunan sekitar untuk menggunakannya sebagai ruang komunal. Taman ini terintegrasi dengan ruang hijau pada dan pedestrian yang berada di sekeliling tapak. Memberikan akses yang mudah bagi pedestrian untuk mengakses taman kota ini.

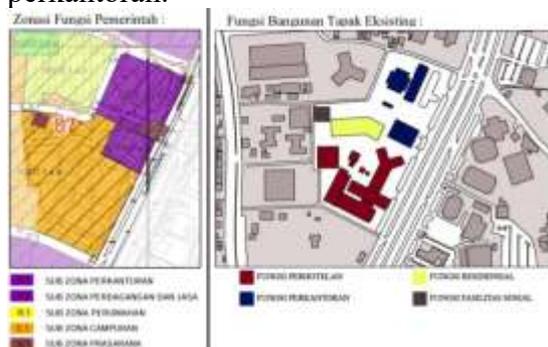


**Gambar 59. Konsep perancangan ruang hijau pada tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

### Konsep Perancangan Zonasi Fungsi Bangunan

*Jessica Suryaudaya dan Santoni  
Penataan Lingkungan dan ...*

Pada tahap ini akan dijelaskan mengenai konsep perancangan zonasi fungsi bangunan pada tapak berdasarkan pada teori peran zonasi yang sudah dibahas pada bab dua. Teori menjelaskan letak zonasi berbagai fungsi bangunan yang diletakan berdekatan dan dekat dengan jalan raya menjadi mudah diakses, yang secara langsung mengurangi bahan bakar yang digunakan untuk bersirkulasi dan dapat dijangkau dengan berjalan kaki atau bersepeda. Kondisi zonasi fungsi bangunan pada tapak eksisting menunjukkan tapak sudah menerapkan berbagai fungsi peruntukan bangunan seperti hotel, perumahan vertikal (apartemen) dan perkantoran.



**Gambar 60. Peraturan Zonasi Pemerintah dan Fungsi Bangunan Tapak Eksisting**  
(Bappeda Jakarta, tahun dan Dokumentasi pribadi, 2020)

Dapat dilihat pada gambar 4.11, fungsi bangunan pada tapak eksisting sudah mengikuti peraturan pemerintah. Terdapat satu buah bangunan dengan fungsi hotel, satu buah bangunan dengan fungsi perumahan vertikal (apartemen), dan tiga buah bangunan dengan fungsi perkantoran. Karena tapak akan dirancang ulang, zonasi bangunan pada kawasan yang baru akan disesuaikan dengan peraturan pemerintah dan kondisi eksisting kawasan, Penambahan fungsi baru Zonasi Fungsi Pemerintah : Fungsi Bangunan Tapak Eksisting : yaitu ruang komunal pada tengah tapak akan diterapkan sesuai dengan pembahasan

Jessica Suryaudaya dan Santoni  
Penataan Lingkungan dan ...

pada tahap kedua bab ini mengenai ruang hijau.



**Gambar 61. Konsep perancangan zonasi lahan fungsi pada tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

### Konsep Perancangan Kepadatan Bangunan

Pada tahap ini akan dijelaskan mengenai konsep perancangan kepadatan bangunan pada tapak berdasarkan pada teori kepadatan bangunan yang sudah dibahas pada bab dua. Teori menjelaskan perlunya tingkat kepadatan bangunan yang tinggi guna meningkatkan efisiensi penggunaan lahan. Dengan bangunan yang dibangun secara ringkas dan padat, sebuah kota vertikal dapat memaksimalkan pengadaan ruang tambahan yang mengakomodasi berbagai kebutuhan manusia. Manfaat lain pembangunan kota yang ringkas dan padat adalah mengurangi penggunaan kendaraan bermotor sebagai modal transportasi utama, mengurangi jarak yang ditempuh oleh kendaraan, dan jarak yg ditempuh dapat dicapai dengan bersepeda atau berjalan kaki.



**Gambar 62. Kondisi tingkat kepadatan bangunan eksisting pada tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Kondisi kepadatan bangunan pada tapak eksisting menunjukkan daerah terbangun hanya menggunakan kurang lebih sekitar 21.000m<sup>2</sup> yaitu 41% dari total luas lahan yang tersedia. Perlu dilakukan perancangan kembali komposisi bangunan yang terdapat pada tapak untuk meningkatkan efisiensi penggunaan lahan. Penyusunan komposisi massa yang lebih teratur juga akan dilakukan untuk mempermudah akses bangunan dari jalan. Peningkatan kepadatan bangunan pada tapak akan dilakukan dengan asumsi tidak mengikuti peraturan pemerintah mengenai KDB dan KLB lahan perancangan.



**Gambar 63. Kondisi tingkat kepadatan bangunan eksisting pada tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Lahan yang tersedia memiliki luas sebesar kurang lebih 36.720m<sup>2</sup> (dikurangi luas ruang hijau). Kepadatan tapak bangunan pada

konsep perancangan ini memiliki luas terbangun sebesar 25.704m<sup>2</sup> yaitu sekitar 70% dari total luas lahan yang tersedia. Hal ini meningkatkan penggunaan lahan karena memaksimalkan pengadaan ruang tambahan yang mengakomodasi berbagai kebutuhan manusia. Komposisi luas lahan yang terbangun juga dirancang agar teratur dan dapat mudah diakses melalui jalan yang terdapat pada tapak.



**Gambar 64. Kondisi perancangan kepadatan bangunan pada tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

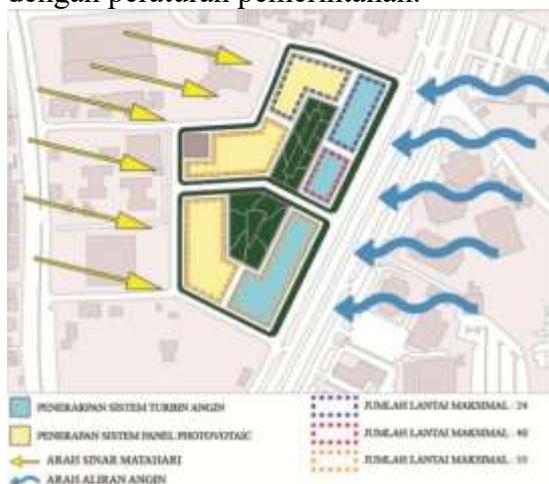
### Konsep Perancangan Bangunan Terintegrasi Sistem Energi Terbarukan

Pada tahap ini akan dijelaskan mengenai konsep perancangan bangunan pada tapak berdasarkan pada teori untuk mengintegrasikan sistem energi terbarukan pada bangunan sudah dibahas pada bab dua. Sistem energi terbarukan yang akan diterapkan pada kawasan ini adalah panel *photovoltaic* dan turbin angin. Integrasi sistem energi terbarukan pada bangunan dapat mengurangi penggunaan sumber daya tidak terbarukan sebagai penghasil energi. Hal ini dilakukan sebagai upaya untuk tetap melestarikan keberadaan sumber daya tersebut hingga masa depan dan mengurangi pencemaran lingkungan yang dihasilkan dalam proses pengolahan sumber daya tersebut. Teori yang sudah dibahas pada bab dua

*Jessica Suryaudaya dan Santoni  
Penataan Lingkungan dan ...*

menjelaskan beberapa kriteria merancang bangunan untuk memaksimalkan penerimaan sumber daya yang digunakan pada sistem energi terbarukannya.

Tahap ini akan menghasilkan massa bangunan melalui analisis-analisis kondisi alam dan kondisi tapak sekitar yang mempengaruhi penerimaan sumber daya tersebut sehingga penerimaan sumber daya menjadi maksimal. Perancangan bangunan yang menerapkan turbin angin akan dilakukan terlebih dahulu pada bagian Timur tapak karena pertimbangan angin yang mengalir pada tapak berasal dari arah Timur dan meminimalisir terhalangnya angin oleh massa bangunan lain termasuk massa bangunan perancangan. Setelah itu dilakukan perancangan bangunan yang menerapkan panel *photovoltaic* pada bagian Barat tapak karena pertimbangan diperlukannya massa bangunan sekitar terlebih dahulu untuk mengetahui posisi bangunan yang mendapat radiasi matahari paling maksimal dan sisi Barat merupakan penerimaan radiasi matahari paling besar pada bangunan. Ketinggian dari massa bangunan akan disesuaikan dengan peraturan pemerintahan.



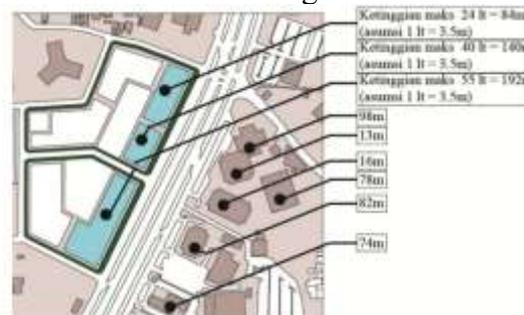
**Gambar 65. Pembagian penerapan sistem energi terbarukan dan peraturan ketinggian**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

### Konsep Perancangan Bangunan Terintegrasi Turbin Angin



**Gambar 66. Massa bangunan perancangan terintegrasi turbin angin**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

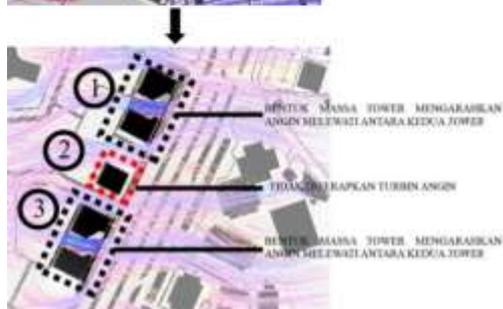
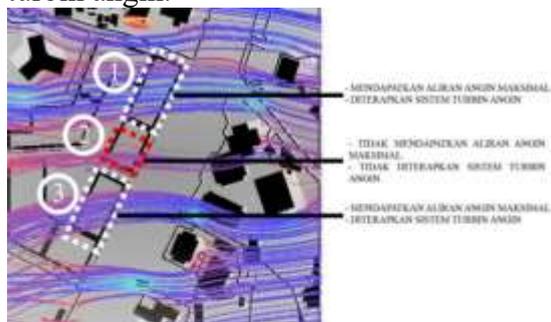
Penerapan turbin angin pada massa bangunan berpengaruh pada aliran angin yang terjadi pada tapak. Aliran angin dapat berubah arah akibat massa bangunan lain yang terdapat pada sekitar tapak. Massa bangunan perancangan akan dibentuk sesuai dengan peraturan ketinggian bangunan yang sudah diatur oleh pemerintah. Hal ini mengakibatkan massa bangunan perancangan memiliki potensi untuk tidak mendapatkan aliran angin yang maksimal akibat aliran angin yang berubah arah karena bangunan sekitar.



**Gambar 67. Ketinggian bangunan pada tapak dan sekitarnya**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Penerapan sistem turbin angin pada bangunan nantinya akan diterapkan pada sky-bridges antara dua buah tower. Agar penerapan turbin angin menjadi maksimal, perlu dilakukan analisis pergerakan angin pada tapak yang terpengaruh oleh

bangunan sekitar. Dengan analisis ini akan diketahui bagian tapak yang akan diterapkan turbin angin pada *sky-bridges* antara dua buah tower perancangan. Setelah mengetahui bagian yang mendapatkan aliran angin maksimal, massa tower akan dibentuk sesuai dengan teori pada bab dua mengenai massa bangunan yang memaksimalkan aliran udara menuju turbin angin.

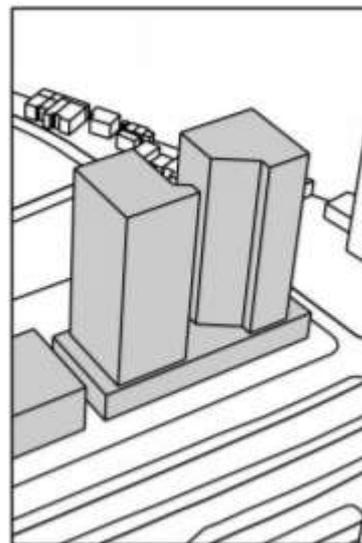


**Gambar 68. Analisis Arah Angin pada Tapak dan Pembentukan Massa Bangunan**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Terdapat tiga buah massa bangunan yang akan diterapkan turbin angin. Analisis yang telah dilakukan menunjukkan bagian pada tapak yang mendapatkan 1 2 3 1 2 3 aliran angin sehingga pembentukan massa bangunan yang merespon pergerakan angin dilakukan pada bagian tersebut. Ketinggian bangunan pada massa perancangan berdasarkan peraturan pemerintah. Turbin angin ini akan diaplikasikan diantara dua buah tower yang terintegrasi pada *sky-bridges* yang menghubungkan kedua tower. Pembahasan mendetail mengenai massa bangunan yang dirancang terintegrasi dengan turbin angin akan dibahas pada tabel di bawah ini.

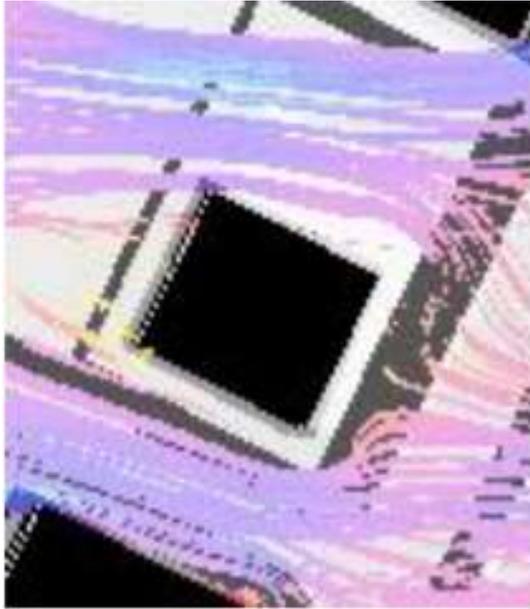


**Gambar 69. Massa bangunan perancangan 1**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)



**Gambar 70. 3D massa bangunan 11**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

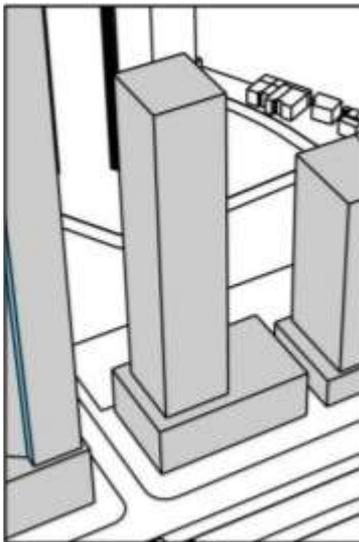
Bentuk massa bangunan pada bagian tapak ini dirancang untuk memaksimalkan pergerakan angin yang melewati kedua buah tower. Massa bangunan ini terbagi menjadi dua yaitu podium dan tower. Ketinggian bangunan ini setinggi 84m dan disesuaikan dengan peraturan pemerintah.



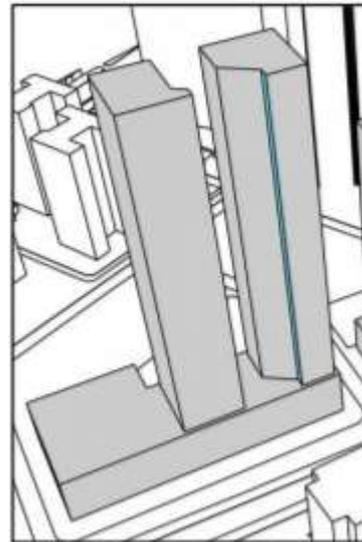
**Gambar 71. Massa bangunan perancangan 2**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)



**Gambar 73. Massa bangunan perancangan 3**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)



**Gambar 72. 3D massa bangunan 2**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

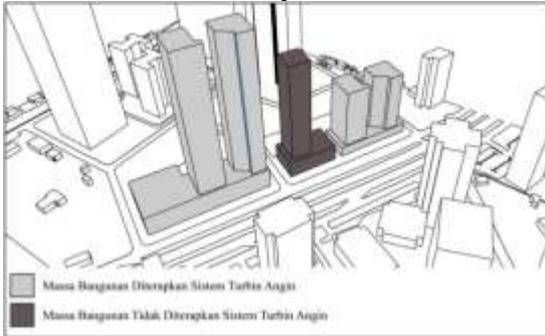


**Gambar 74. 3D massa bangunan 3**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Massa bangunan pada bagian tapak ini tidak diterapkan dengan sistem turbin angin karena pergerakan angin yang kurang maksimal pada bagian ini. Massa bangunan terbagi menjadi dua yaitu podium dan tower. Ketinggian bangunan ini setinggi 140m dan disesuaikan dengan peraturan pemerintah.

Dapat disimpulkan terdapat tiga buah massa bangunan perancangan pada sisi Timur tapak. Dua buah massa bangunan perancangan diterapkan sistem turbin angin dan satu buah tidak diterapkan. Hal ini berdasarkan hasil analisis pada gambar diatas. Turbin angin akan diintegrasikan pada *sky-bridges* antara dua tower massa bangunan perancangan. Sistem turbin angin diterapkan pada bangunan

vertikal guna menghemat penggunaan listrik bangunan yang berasal dari sumber daya tidak terbarukan. Hal ini bertujuan menciptakan bangunan yang *sustainable* yang merupakan prinsip kota vertikal berkelanjutan.



**Gambar 75. Massa bangunan perancangan pada sisi timur tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

### Finalisasi Konsep Perancangan Kawasan Vertikal Karet Tengsin

Pada tahap ini akan dihasilkan penggabungan konsep-konsep perancangan yang sudah dilalui pada subbab sebelumnya. Konsep perancangan yang sudah dilalui bertujuan untuk membuat sebuah kawasan bangunan tinggi yang dirancang berdasarkan prinsip kota vertikal berkelanjutan dan terintegrasi sistem energi terbarukan dengan tujuan untuk menghemat penggunaan sumber daya yang tidak dapat diperbaharui dan menjaga kualitas lingkungan tempat hidup manusia. Sebuah konsep perancangan keseluruhan pada tapak yang dipilih akan diilustrasikan dalam *blockplan* dan bentukan massa tiga dimensi.



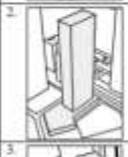
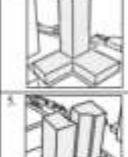
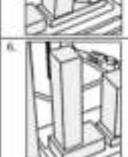
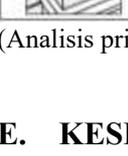
**Gambar 76. Massa bangunan perancangan pada sisi timur tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)



**Gambar 77. Massa bangunan perancangan pada sisi timur tapak**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Pada tapak perancangan terdapat enam bangunan tinggi berbentuk *mix-use building* terbagi antara tower dan podium. Bangunan mengelilingi taman kota yang berada pada tengah tapak dan masing-masing mendapat akses menuju taman tersebut. Pengadaan jalan baru dan pembenahan jalan *existing* dilakukan untuk memaksimalkan sirkulasi kendaraan dan pedestrian yang mengakses tapak. Kepadatan bangunan ditingkatkan guna menghasilkan ruang tambahan yang maksimal untuk mengakomodasi berbagai kebutuhan ruang manusia. Fungsi peruntukkan bangunan dan batas ketinggian bangunan disesuaikan dengan peraturan pemerintah. Bangunan pada tapak juga dirancang dengan integrasi sistem energi terbarukan berupa sistem panel photovoltaic dan sistem turbin angin. Penerapan sistem energi terbarukan pada tiap bangunan dilakukan melalui analisis-analisis yang memaksimalkan penerapan tersebut. Detail masing-masing bangunan seperti fungsi peruntukkan, ketinggian, dan sistem energi terbarukan.

**Tabel 11. Detail Perancangan Massa Bangunan pada Tapak**

Massa Bangunan	Fungsi Perumahan	Ketinggian	Sistem Energi Terbarukan
	Residensial/Perumahan Vertikal	184m	Sistem Panel Photovoltaic
	Residensial/Perumahan Vertikal	184m	Sistem Panel Photovoltaic
	Perumahan	184m	Sistem Turbin Angin
	Perumahan	84m	Sistem Panel Photovoltaic
	Perumahan	84m	Sistem Turbin Angin
	Perumahan	100	-

(Analisis pribadi, 2020)

## E. KESIMPULAN

Perancangan yang akan diterapkan pada tapak akan berdasarkan pada analisis kondisi tapak terhadap kriteria prinsip kota vertikal berkelanjutan dan integrasi sistem energi terbarukan pada bangunannya. Kesimpulan analisis masing-masing elemen apakah memenuhi kriteria prinsip kota vertikal berkelanjutan dan integrasi sistem energi terbarukan pada bangunan akan dijabarkan pada tabel di bawah ini.

Kesimpulan analisis elemen kota di tapak terhadap prinsip kota vertikal berkelanjutan dan integrasi sistem energi terbarukan melihat beberapa elemen perancangan. Elemen perancangan pertama yaitu jalan dan sirkulasi. Jika dilihat dari kondisi eksisting kondisi jalan dan sirkulasi yang mengelilingi tapak cenderung

kurang maksimal dalam dan tidak efisien, dapat mengurangi tingkat efisiensi penggunaan bahan bakar. Penerapan jalur pedestrian yang tidak merata dan kurang memadai pada keseluruhan tapak menjadikan tapak ini sulit diakses oleh pedestrian. Maka dari itu dapat ditarik kesimpulan untuk elemen jalan dan sirkulasi masih belum memenuhi kriteria yang seharusnya.

Untuk elemen ruang hijau, kondisi penerapan ruang hijau pada tapak hanya sebesar  $\pm 13\%$  dari total luas tapak yaitu dengan luas sekitar  $6.630\text{m}^2$ . Pada tapak juga tidak ditemukan ruang hijau dengan fungsi sebagai ruang komunal yang dapat memfasilitasi kebutuhan sosial manusia. Kondisi ruang hijau yang minim pada tapak dapat menyebabkan penyaringan udara menjadi tidak maksimal. Sehingga elemen ini juga masih belum memenuhi kriteria yang seharusnya.

Pada elemen zonasi fungsi bangunan, Terdapat beragam zonasi fungsi bangunan yang ditemukan pada tapak. Kondisi ini sudah baik karena dengan fungsi bangunan yang beragam, diletakan saling berdekatan. Hal ini dapat mengurangi penggunaan kendaraan bermotor dan dapat diakses dengan berjalan kaki. Penggunaan bahan bakar dan pencemaran udara pun menurun. Maka dari itu elemen perancangan ini sudah memenuhi kriteria.

Kriteria ke 4 yaitu kepadatan bangunan, jika dilihat dari kondisi kepadatan bangunan pada tapak kurang memaksimalkan penggunaan lahan, hanya terdapat sekitar  $21.000\text{m}^2$  yaitu  $41\%$  dari total luas tapak yang terbangun bangunan. Maka elemen ini tidak memenuhi kriteria.

Elemen perancangan yang terakhir yaitu bangunan pada tapak, ketika dilihat pada kondisi bangunan eksisting pada tapak tidak ditemukan

adanya bangunan yang mengintegrasikan sistem energi terbarukan yang dapat menjadikan bangunan tersebut menghasilkan energi secara independen dan dapat menghemat penggunaan energi yang berasal dari sumber daya tidak terbarukan.

Namun karena pada elemen ini terbagi lagi menjadi dua pandangan yaitu apabila dilihat dari kemampuan tapak untuk penerapan panel *photovoltaic* pada bangunan. Kondisi beberapa permukaan bangunan eksisting tertutup oleh bayangan dari bangunan disekitarnya Hal ini dapat menyebabkan penerapan panel *photovoltaic* pada bangunan tapak menjadi tidak maksimal.

Jika dilihat dari kemampuan kedua yaitu kemampuan tapak untuk penerapan turbin angin pada bangunan. Maka dapat dikatakan kondisi beberapa permukaan bangunan eksisting pada ketinggian tertentu terhalang oleh bangunan di sekitarnya serta tidak terdapatnya bentuk massa bangunan yang memaksimalkan pergerakan angin. Hal ini dapat menyebabkan penerapan turbin angin pada bangunan tapak menjadi tidak maksimal. Maka untuk elemen perancangan bangunan pada tapak dilihat dari berbagai kemampuan juga masih belum memenuhi kriteria yang seharusnya.

Setelah melakukan analisis elemen kota terhadap kriteria prinsip kota vertikal berkelanjutan dan integrasi sistem energi terbarukan, ditemukan 4 elemen yang tidak memenuhi kriteria tersebut. Elemen yang tidak memenuhi kriteria adalah jalan dan sirkulasi, ruang hijau, kepadatan bangunan, dan bangunan kota. Hal ini mendorong penulis untuk melakukan perancangan kembali kawasan tapak beserta massa bangunannya untuk mencapai prinsip

sebuah kota vertikal berkelanjutan dan terintegrasi dengan sistem energi terbarukan, guna menghemat penggunaan sumber daya tidak terbarukan dan tetap menjaga kualitas lingkungan.

Kawasan bangunan tinggi Karet Tengsin dipilih menjadi tapak yang akan diterapkan prinsip kota vertikal berkelanjutan dan integrasi sistem energi terbarukan pada bangunannya. Kawasan ini dipilih berdasarkan beberapa kriteria pemilihan. Elemen kota tapak seperti jalan dan sirkulasi, ruang hijau, zonasi bangunan, kepadatan bangunan, dan bangunan eksisting dianalisis terhadap prinsip kota vertikal berkelanjutan dan integrasi bangunan dengan sistem energi

Hasil analisis yang didapat adalah terdapat empat elemen kota pada kawasan bangunan tinggi Karet Tengsin tidak memenuhi kriteria untuk mencapai prinsip tersebut. Elemen yang tidak memenuhi kriteria adalah jalan dan sirkulasi, ruang hijau, kepadatan bangunan, dan bangunan kota pada tapak. Perlu dilakukan perancangan kembali tapak yang berada di kawasan bangunan tinggi Karet Tengsin agar mencapai sebuah kawasan bangunan tinggi yang memenuhi prinsip kota vertikal berkelanjutan dan integrasi sistem energi terbarukan pada bangunannya, dengan tujuan menghemat penggunaan sumber daya tidak terbarukan dan menjaga kualitas lingkungan sehingga kualitas kehidupan manusia dapat terjamin pada saat ini maupun di masa yang akan datang.

## DAFTAR PUSTAKA

Berardi, U. (2013). *Moving to sustainable buildings: paths to adopt green innovations in*

- developed countries*. London: Versita.
- Bhatia, S.C. (2014). *Advanced renewable energy systems*. New Delhi: Woodhead Publishing India PVT
- Haq, S. M. A. (2011). Urban Green Spaces and an Integrative Approach to Sustainable Environment. *Journal of Environmental Protection*. 02(05)p. 601-08. doi:10.4236/jep.2011.25069
- Kayal, S. (2009). *Application of PV Panels in Large Multi-Story Buildings.: Feasibility Study*. US: California Polytechnic State University
- Sick, F., & Erge, T. (1996). *Photovoltaics in buildings: a design handbook for architects and engineers*. London: James & James.
- Milakis, D. (2017). " ". The optimum density for the sustainable city: the case of Athens. *Sustainable Development and Planning II* (1). P26-27. doi:10.2495/sdp11.
- Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah. (2017). Rencana Detail Tata Ruang dan Peraturan Zonasi. Retrieved from [http://bappedajakarta.go.id/?page\\_id=1891](http://bappedajakarta.go.id/?page_id=1891).
- ClimateTechWiki. (2017). *Wind energy: building-integrated turbines*. *Wind energy: building-integrated turbines*. Retrieved from <http://www.climatetechwiki.org/technology/building-integrated-windturbines>.
- Fedbikesafe (n.d). *Pedestrian Safety Guide and Countermeasure Selection System: Resources and Guidelines Recommended Guidelines/Priorities for Sidewalks and Walkways*. Retrieved from [http://www.pedbikesafe.org/pedbikesafe/resources\\_guidelines\\_sidewalkswalkways.cfm](http://www.pedbikesafe.org/pedbikesafe/resources_guidelines_sidewalkswalkways.cfm)
- Solar Power Rocks. (2017). *How much electricity does a solar panel produce?* Retrieved from <https://solarpowerrocks.com/solarbasics/how-much-electricity-does-a-solar-panel-produce/>.