

## FASILITAS PEMULIHAN ENERGI PLASTIK DENGAN KONTEKS PERKOTAAN DAN KOMUNITAS

Marcellus Lucky Tanong<sup>1)</sup>, Suwardana Winata<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi S1 Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara, marcellus.lucky@gmail.com

<sup>2)</sup> Program Studi S1 Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara, suwardanaw@dtt.untar.ac.id

Masuk: 04-07-2021, revisi: 15-08-2021, diterima untuk diterbitkan: 23-10-2021

### Abstrak

Fasilitas pemulihan energi plastik merupakan sebuah fasilitas industri yang memiliki fungsi dalam mengolah limbah plastik menjadi energi berupa minyak bahan bakar. Kata pemulihan energi sendiri awalnya tidak hanya membahas mengenai limbah material saja, tapi juga sebuah sistem operasi yang meminimalisir jumlah energi yang terbuang dalam suatu proses. Sistem ini seringkali digunakan dalam bentuk teknologi untuk mengurangi jumlah limbah energi yang terbuang dan limbah tersebut dapat berupa plastik juga. Namun di dalam proses fasilitas pengolahan limbah plastik menjadi energi, perlu diketahui bahwa diperlukan energi yang akhirnya akan terbuang. Energi yang terbuang itu bisa berupa panas, cahaya, listrik, air, dan udara. Terbuangnya energi tersebut memunculkan masalah dimana fasilitas pengolahan limbah plastik sendiri akhirnya juga menghasilkan limbah energi dalam sistemnya. Jika dibiarkan, limbah energi ini akan membuat fasilitas pengolahan plastik menjadi hal yang sia-sia dikarenakan banyaknya jumlah energi yang dibuang untuk memproses limbah plastik. Oleh karena itu dalam perancangan, diterapkan metode perancangan berupa pemulihan energi yang diterapkan dalam sistem bangunan. Pemulihan energi ini secara garis besar diterapkan dalam tiga cara, yaitu menerapkan sistem daur ulang pada energi yang dipakai, konservasi energi, dan melalui pemanenan energi dari alam. Dengan pemanenan energi dari alam dan konservasi energi, berarti konsumsi energi pada bangunan bisa dilakukan dengan lebih berkelanjutan dan efisien. Penggunaan energi pada bangunan bisa tidak hanya bergantung dari sistem pasokan energi dari sektor pengelola tapi juga bisa memanfaatkan energi yang ada di alam. Dengan demikian, rancangan fasilitas pemulihan energi plastik dapat bekerja dalam sistem yang lebih berkelanjutan dan peka terhadap lingkungan.

**Kata kunci:** daur ulang energi; fasilitas pemulihan energi plastik; konservasi energi; limbah; pemulihan energi; pemanenan energi

### Abstract

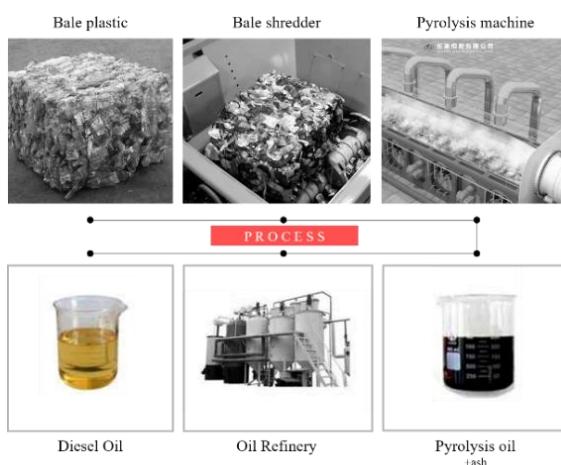
*The plastic energy recovery facility is an industrial facility that has a function in processing plastic waste into energy in the form of fuel oil. The word energy recovery itself initially did not only discuss material waste, but also an operating system that minimizes the amount of energy wasted in a process. This system is often used in the form of technology to reduce the amount of wasted energy waste and the waste can be in the form of plastic as well. However, in the process of processing plastic waste into energy, it is important to know that energy is needed which will eventually be wasted. The wasted energy can be in the form of heat, light, electricity, water, and air. This wasted energy creates a problem where the plastic waste treatment facility itself also ends up generating too much energy waste in its system. If left unchecked, this energy waste will make plastic processing facilities useless because how much energies are wasted in processing plastic waste. Therefore, in the design, a design method in the form of energy recovery is applied in the building system. This energy recovery is broadly implemented in three ways, namely applying a recycle system to the energy used, energy conservation, and through energy harvesting from nature by harvesting energy from nature and conserving energy, it means that energy consumption in buildings can be done more sustainably and efficiently. Energy use in buildings can not only depend on the energy supply system from the management sector but can also utilize the energy that exists in nature. Thus, the design of the plastic energy recovery facility can work in a more sustainable and environmentally sensitive system.*

**Keywords:** energy conservation; energy harvesting; energy recovery; plastic energy recovery; recycle energy; waste

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Fasilitas pemulihan energi adalah sebuah teknologi yang mengolah limbah plastik menjadi energi yang berupa minyak. Minyak ini kemudian dapat digunakan sebagai bahan bakar maupun diubah menjadi energi listrik. Dalam memproses limbah plastik menjadi energi, digunakanlah sistem yang disebut *pyrolysis*. *Pyrolysis* merupakan teknologi dekomposisi yang menggunakan panas sehingga ikatan-ikatan kimia yang ada pada material tersebut terurai. (International Union of Pure and Applied Chemistry, 2009). Dalam mengolah limbah plastik menjadi energi, digunakanlah beberapa jenis energi seperti, panas, listrik, dan air. Dalam prosesnya untuk mengolah kira-kira delapan ton limbah plastik, diperlukan 244 kWh listrik per hari, 60m<sup>3</sup> air per bulan, dan 500 kg arang per hari. (Waste Tire Oil, 2011) Angka ini belum termasuk dalam energi yang diperlukan dalam tujuan mengoperasikan fasilitas pemulihan energi plastik ini, mulai dari listrik, cahaya, udara, dan energi lainnya.



Gambar 1. Proses *Pyrolysis* Plastik

Sumber: Penulis, 2021

Diperlukan banyak sekali jumlah dan jenis energi yang digunakan dalam sistem beroperasi bangunan. Fasilitas pemulihan energi plastik yang seharusnya mengubah limbah menjadi energi ternyata juga menghasilkan limbah yang jumlahnya tidaklah sedikit. Untuk menciptakan fasilitas pemulihan energi plastik yang berkelanjutan dan peka terhadap lingkungan, maka diperlukan sebuah sistem bangunan yang memerhatikan bagaimana energi dikonsumsi dan bagaimana memanfaatkan energi yang ada semaksimal mungkin. Sistem bangunan tersebut disebut sebagai sistem pemulihan energi, yang tujuannya meminimalisir jumlah energi yang terbuang dalam sebuah proses. Pemulihan energi berperan dalam mengurangi banyaknya energi yang terbuang dan memaksimalkan cara mendapatkan energi alternatif yang tidak merusak alam.

### Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang sudah dituliskan, maka rumusan masalah dari jurnal ini adalah:

- Bagaimana membuat arsitektur yang dapat mendukung proses *pyrolysis* secara efisien dan menghasilkan limbah serendah mungkin.
- Bagaimana memanfaatkan kembali energi terbuang untuk menunjang operasional pabrik.

### Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

- Memberi ajuan desain bagaimana fasilitas pemulihan energi plastik dapat memiliki sifat berkelanjutan dan peka terhadap lingkungan.

- b. Merancang fasilitas pemulihan energi plastik yang dapat beroperasi menggunakan sistem pemulihan energi untuk keberlanjutan fasilitas.

## 2. KAJIAN LITERATUR

### Pemulihan Energi

Pemulihan energi merupakan sebuah cara atau metode dalam mengurangi energi yang terbuang dalam sebuah proses. Metode ini sendiri didasarkan dari hukum alam yang menjelaskan bahwa energi bersifat kekal, hanya berubah dalam bentuk saja. Oleh karena itu energi yang sudah digunakan, entah energi itu berubah bentuk atau berpindah, bisa dimanfaatkan kembali untuk sebuah proses. Asal tujuan dari pemulihan energi terutama untuk mengurangi konsumsi energi dunia yang semakin berkembangnya teknologi, semakin meningkat juga angka dari konsumsi energi dunia.

Pemulihan energi memiliki keterhubungan erat dengan bagaimana mengatasi dan mengurangi jumlah energi yang terbuang menjadi limbah. Ini merupakan sebuah cara bagaimana manusia berespon terhadap limbah dan mengurangi dampak lingkungan maupun ekonomi (Shulman, 2011). Pada penerapannya, sistem pemulihan energi seringkali berhubungan dengan cara bagaimana menghasilkan energi listrik, panas, atau cahaya dari sebuah energi yang terbuang. Menurut riset di Amerika, energi panas yang terbuang dalam industry di Amerika dapat menghasilkan kurang lebih 19% hingga 20% listrik (Schaper, 2008).

Dalam penerapannya dalam arsitektur, pemulihan energi dibagi menjadi tiga metode utama, yaitu konservasi energi, pemanenan energi dan daur ulang energi. Konservasi energi berupa usaha mengurangi penggunaan energi, pemanenan energi berupa usaha mendapatkan energi dari alam untuk digunakan sebagai energi alternatif dari energi yang disediakan oleh sektor pengelola, sedangkan daur ulang energi bertujuan untuk memanfaatkan kembali energi yang sudah digunakan.

### Konservasi Energi

Konservasi energi adalah sebuah upaya untuk mengurangi konsumsi energi dengan cara pengurangan lebih sedikit layanan servis energi. Energi layanan servis ini biasanya berupa energi cahaya, panas, dan juga pengudaraan ruangan yang biasanya digunakan ketika manusia beraktifitas. Dalam perancangan arsitektur, pendekatan desain yang digunakan untuk konservasi energi biasanya disebut *passive building design*.

*Passive design* merupakan cara bagaimana memanfaatkan energi dari alam yang mengalir secara natural untuk meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan lingkungan binaan (Altan, Aoul, 2016). Dalam penerapan *passive design* ada beberapa parameter yang bisa digunakan untuk mencapainya, seperti orientasi bangunan, material, lanskap, dan penutup atap. Pemanfaatan parameter ini bertujuan untuk memanfaatkan energi dari alam tanpa terlalu bergantung pada energi yang disediakan dari layanan servis.

### Pemanenan Energi

Pemanenan energi adalah sebuah proses yang menangkap dan menyimpan energi dari luar untuk menjadi energi alternatif dari layanan servis energi (Guler et al. 2017). Energi dari luar yang dimaksud biasanya dari alam dan ditangkap menggunakan sebuah perangkat. Energi tersebut dapat berasal dari matahari, panas, udara, dan energi lainnya yang kemudian biasanya diubah menjadi energi listrik. Energi listrik tersebut kemudian disebar ke sistem bangunan dan digunakan untuk menghidupkan perangkat-perangkat elektronik yang memiliki fungsinya masing-masing.

### Daur Ulang Energi

Daur ulang energi memiliki pengertian sebuah proses daur ulang energi yang biasanya terbuang dalam sebuah proses untuk digunakan kembali dalam bentuk yang sama. Hal ini bertujuan untuk mengurangi jumlah energi yang diperlukan dan juga mengurangi jumlah energi yang terbuang dalam sebuah proses. Penerapan cara daur ulang energi ini bisa diterapkan dalam berbagai jenis energi, seperti air, panas, dan bentuk energi lainnya.

### 3. METODE

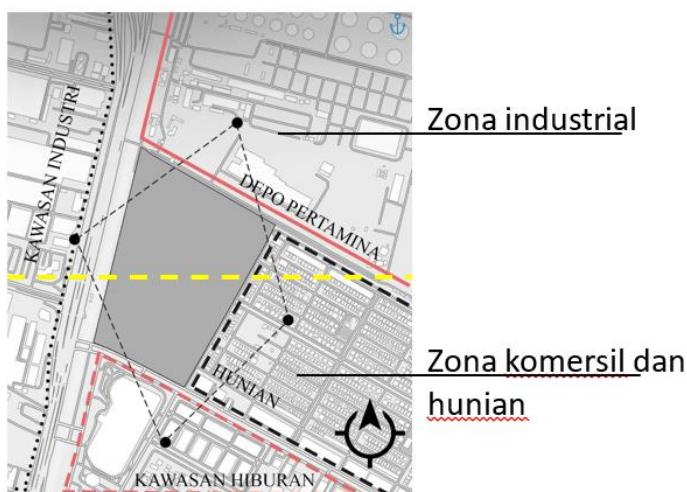
Dalam proses riset, digunakan metode pengumpulan data bersifat kualitatif dan kuantitatif yang kemudian data tersebut dianalisis dan diterapkan kepada rancangan melalui metode *research-based design*. Adapun pendekatan yang diaplikasikan kepada rancangan berupa:

- a. Pendekatan konservasi energi
- b. Pendekatan pemanenan energi
- c. Pendekatan daur ulang energi

### 4. DISKUSI DAN HASIL

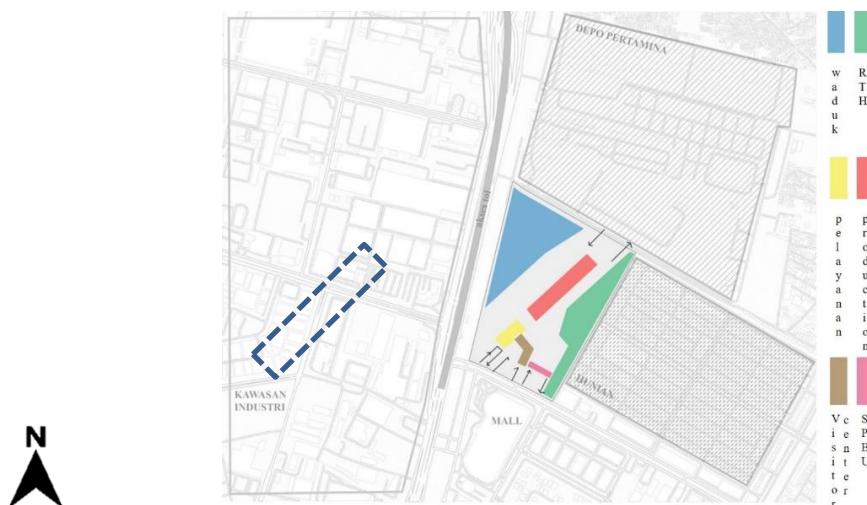
#### Konservasi Energi

Konservasi energi ketika diterapkan dalam arsitektur seringkali disebut sebagai *passive design*. Penerapan parameter pertama dalam perancangan bedasarkan pada pengaturan orientasi bangunan. Untuk memaksimalkan cahaya matahari yang diterima, masa bangunan dibentuk memanjang dengan permukaan yang lebih besar menghadap ke arah Barat dan Timur.



Gambar 2a. Diagram Peta Tapak Rancangan

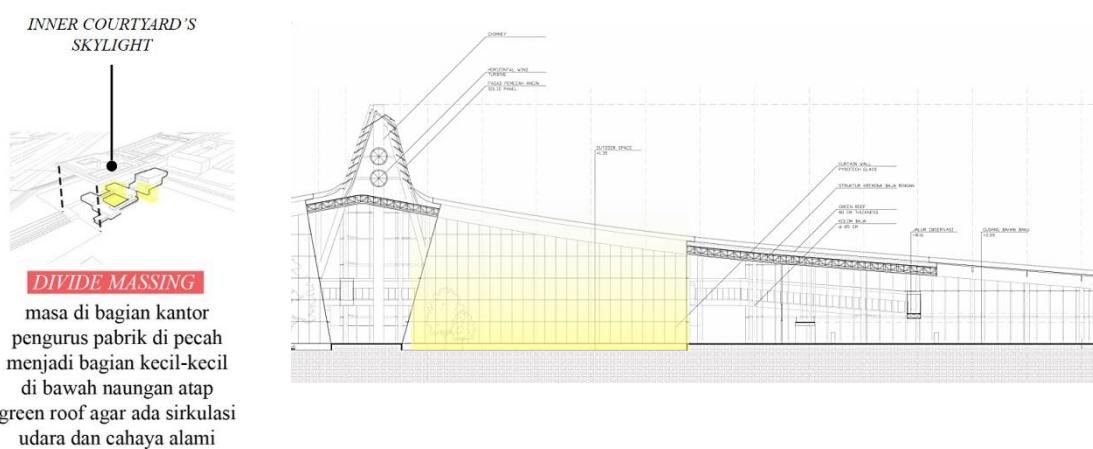
Sumber: Penulis, 2021



Gambar 2b. Zonasi Masa Bangunan

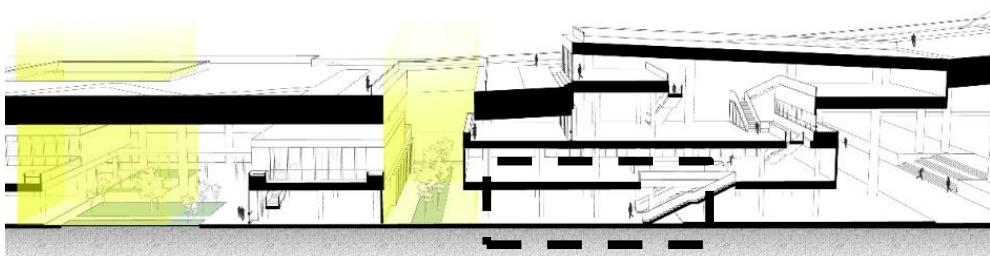
Sumber: Penulis, 2021

Penerapan parameter kedua menggunakan *micro-climate* yang bisa berperan mengatur suhu dan pencahayaan alami dalam skala mikro dalam konteks perkotaan. Dengan menerapkan desain berupa lanskap dan vegetasi pada rancangan, panas pada keruangan bisa berkurang pada skala mikro dan menghadirkan pencahayaan maupun pengudaraan alami pada bangunan (Thani et al. 2012) . Dengan menciptakan masa yang terpecah-pecah dan menyertakan *inner courtyard*, maka ruang-ruang yang tercipta lebih hidup dan sehat.



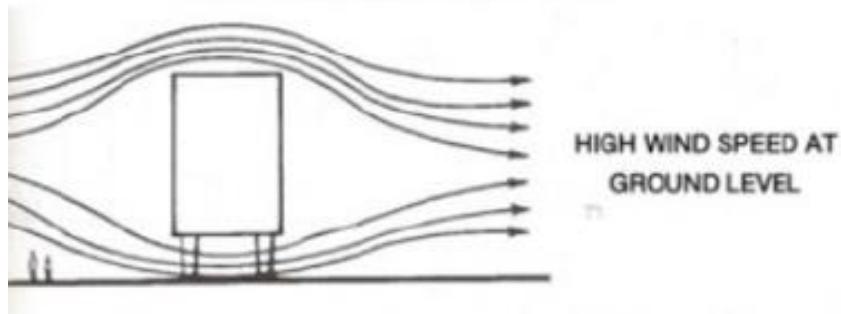
Gambar 3. Potongan Bangunan 1

Sumber: Penulis, 2021



Gambar 4. Potongan Bangunan 2

Sumber: Penulis, 2021

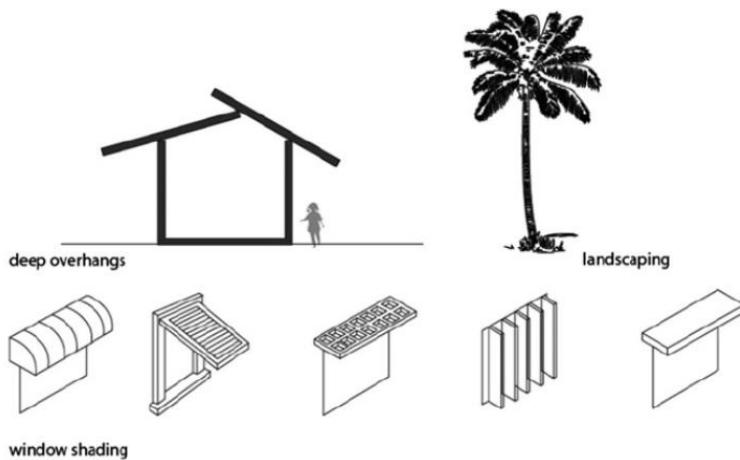


Gambar 5. Pengaruh Bentuk Masa Pada Pola Pengudaraan

Sumber: Pedata 2011

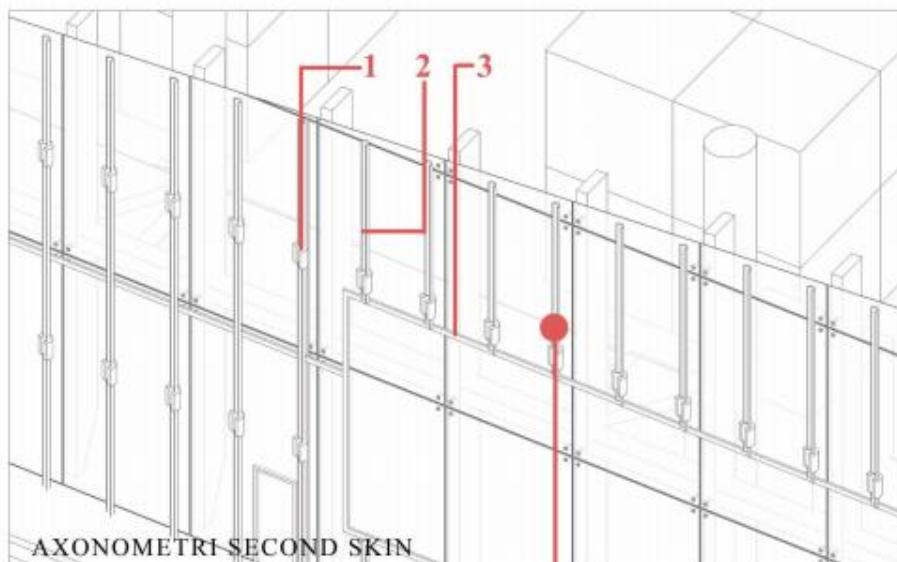
Bentuk masa yang merupakan *pilotis* juga berperan dalam menciptakan sistem pengudaraan yang alami tanpa perlu mengandalkan terlalu banyak energi dan pencahayaan buatan. Dengan membuat ruang terbuka di lantai dasar yang terhubung dengan ruang vegetasi, maka suasana ruang yang diciptakan juga bisa lebih sehat dan baik dengan banyaknya pencahayaan dan pengudaraan alami yang mengalir.

Penerapan parameter ketiga adalah pemilihan material dan sistem fasad pada bangunan yang mengatur banyaknya cahaya dan panas matahari yang masuk ke dalam bangunan. Fasad bangunan terutama pada area produksi menggunakan pencampuran antara dinding solid dan *curtain wall* untuk mengatur bagaimana cahaya alami dapat masuk ke bangunan. Lalu untuk mengurangi cahaya matahari yang masuk secara *direct*, digunakan juga sistem *second skin* pada area fasad untuk membuat cahaya matahari yang masuk bisa lebih bersifat *indirect lighting*. Namun untuk kedepannya, bagian *second skin* pun perlu digantikan ketika kondisinya sudah tidak layak. Karena itu sistem *second skin* menggunakan material pipa PVC yang seketika jika perlu digantikan, maka pipa PVC yang sudah tidak terpakai bisa diproses pada fasilitas dan diubah kembali menjadi energi.



Gambar 6. Pengaruh Bukaan Pada Desain

Sumber: Yaniv, 2012



seiring berjalan waktu, jika fasad di service dan ada bagian dari pipa PVC yang harus diganti, maka pipa yang sudah diganti tersebut bisa diproses di dalam fasilitas plastic energy recovery ini

Gambar 7. Axonometri Fasad

Sumber: Penulis, 2021

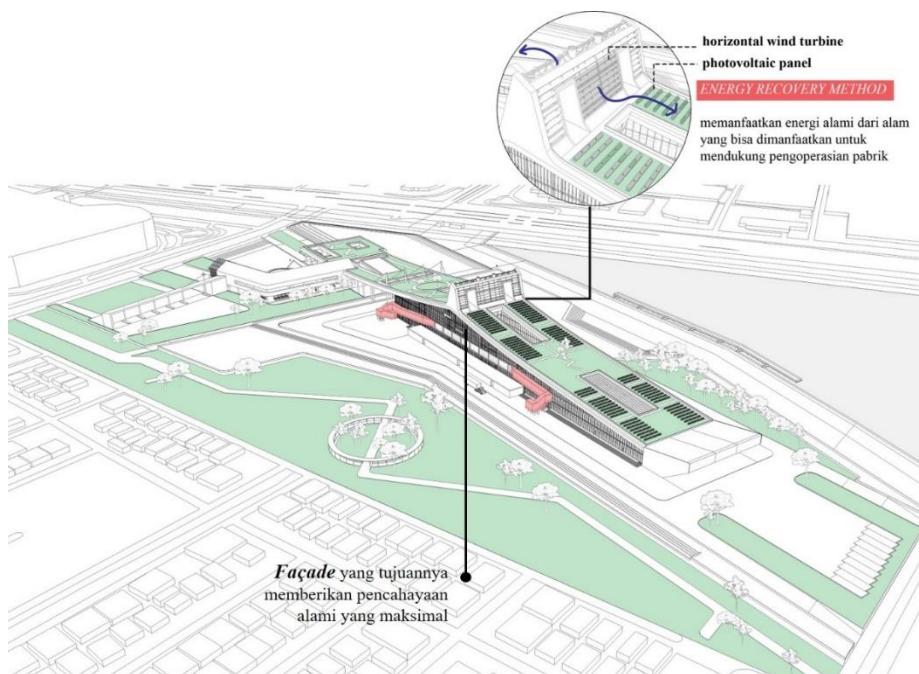
### Pemanenan Energi

Metode perancangan pemanenan energi adalah bentuk upaya untuk mendapatkan energi alternatif yang berasal dari alam dan untuk mengurangi penggunaan energi yang berasal dari layanan servis. Pengaplikasian dari metode perancangan ini adalah pemanfaatan energi di sekitar tapak atau bangunan yang ada dan kemudian diubah menjadi energi listrik dan digunakan untuk kebutuhan operasi bangunan. Pemanfaatan energi ini berupa energi angin dan juga cahaya matahari yang ditangkap oleh *horizontal wind turbine* dan *photovoltaic panel*. Dari kedua alat tersebut, energi dipindahkan ke mesin generator yang bertujuan mengubahnya menjadi energi listrik.

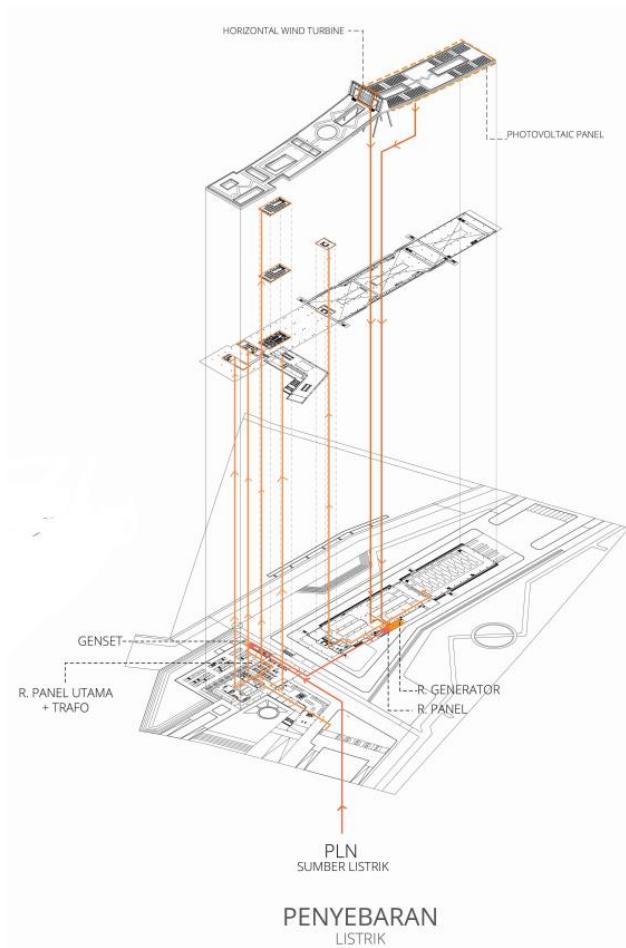


Gambar 8. Perspektif Green Roof

Sumber: Penulis, 2021



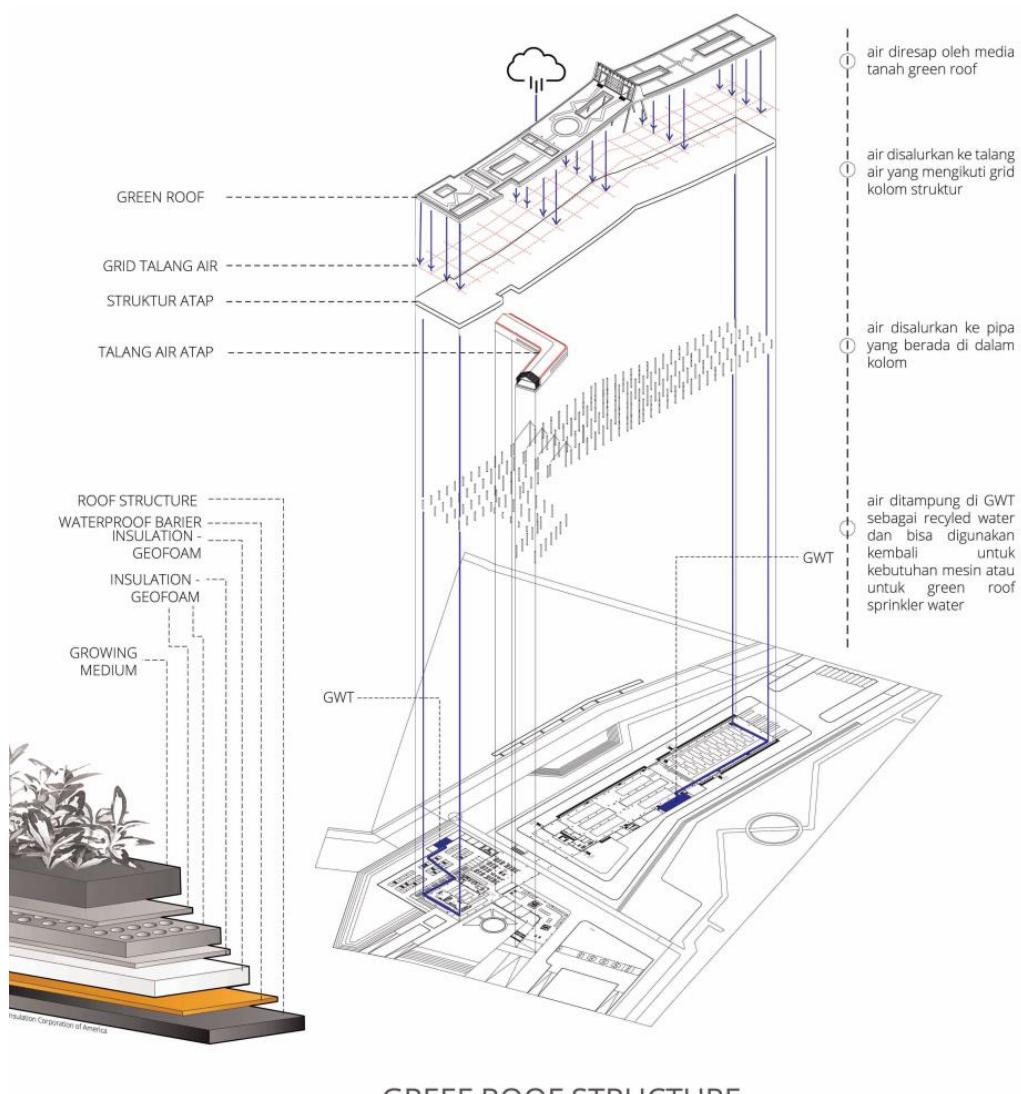
Gambar 9. Diagram Pemanenan Energi  
Sumber: Penulis, 2021



Gambar 10. Axonometri Penyebaran Listrik  
Sumber: Penulis, 2021

### Daur Ulang Energi

Pengaplikasian dari metode ini adalah dengan pemanfaatan kembali air yang sudah digunakan atau ditangkap oleh *green roof*. Air tersebut ditangkap dan disimpan untuk digunakan kembali dengan tujuan memaksimalkan efisiensi penggunaan air yang ada. Terutama pada area *green roof* yang memiliki luasan area vegetasi yang besar dan memerlukan jumlah volume air yang banyak untuk sistem penyiraman, maka diterapkan sistem *water catcher* pada *green roof* yang kemudian air disalurkan melalui talang air dan disimpan dalam tanki air kembali yang nantinya bisa dimanfaatkan airnya untuk menyiram kembali area vegetasi ataupun untuk pendinginan mesin pengolahan limbah plastik. Dengan penerapan sistem ini, jumlah air yang diperlukan dalam jangka panjang bisa dikurangi dengan cara di daur ulang dan baru diganti jika memang sudah tidak bisa digunakan kembali.



Gambar 11. Axonometri Struktur *Green Roof*  
Sumber: Penulis, 2021

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Fasilitas pemulihan energi plastik memiliki tujuan untuk mengurangi jumlah limbah plastik yang ada dan dimanfaatkan menjadi energi. Namun dalam penerapannya, ditemukan bahwa fasilitas ini memerlukan berbagai jenis energi dan juga memiliki jumlah yang banyak. Jika dibiarkan saja, maka fasilitas ini akan memiliki isu keberlanjutannya dan efek negatifnya pada lingkungan pada jangka panjang. Oleh karena itu perlu kepekaan untuk mengatasi bagaimana energi menjadi terbuang sia-sia. Untuk mengatasi hal itu, diterapkanlah pendekatan pemulihan energi yang bertujuan memaksimalkan penggunaan energi sehingga bersifat efisien dan lebih berkelanjutan.

Penerapan pendekatan tersebut dibagi menjadi tiga, yaitu konservasi energi, pemanenan energi, dan daur ulang energi. Konservasi energi merupakan metode yang bertujuan memanfaatkan energi yang mengalir secara alami di alam untuk kebutuhan bangunan dan seringkali penerapan ini disebut *passive design*. Untuk menerapkan metode ini, digunakan parameter-parameter seperti pembentukan masa, peletakan vegetasi untuk membentuk *micro-climate*, dan sistem fasad bangunan.

Dalam metode perancangan pemanenan energi, digunakan bantuan perangkat teknologi untuk menangkap energi dari alam yang berupa cahaya matahari dan aliran udara. Kedua energi tersebut kemudian diubah menjadi energi listrik dan digunakan untuk pengoperasian bangunan. Kemudian dalam metode daur ulang energi, air sebagai salah satu energi yang digunakan cukup banyak didaur ulang terutama dari *green roof* masa bangunan sehingga bisa dimanfaatkan kembali.

Fasilitas yang tujuannya mengubah limbah menjadi energi juga perlu memiliki kepekaan terhadap energi yang dipakai untuk kebutuhan bangunan maupun penggunanya. Dengan bedasarkan pada hukum alam bahwa energi tidak akan hilang hanya berubah bentuk saja, maka rancangan berusaha menerapkan pemahaman ini untuk menciptakan menciptakan fasilitas pemulihan energi plastik yang berkelanjutan dan peka terhadap alam.

### Saran

Untuk lebih mendalami pendekatan pemulihan energi, penulis bisa lebih memahami cara kerja mesin dari fasilitas pemulihan energi dan cara kerja cerobong asap yang terhubung. Dengan mempelajari kedua hal tersebut, mungkin bisa ada pendekatan arsitektur yang bisa memberikan solusi dalam mengurangi asap yang dihasilkan dari cerobong asap atau memanfaatkan asap tersebut menjadi energi lain.

## REFERENSI

- David S. (2008). '*Recycling*' Energy Seen Saving Companies Money
- Guler U. , Sendi M.S.E. , Ghovanloo M. (2017). *Dual-mode passive rectifier for wide-range input power flow, IEEE 60th International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS)*
- Haşim Altan, K. Tabet Aoul (2016). *ZEMCH: Toward the Delivery of Zero Energy Mass Custom Homes*
- International Union of Pure and Applied Chemistry (2009). *Compendium of Chemical Terminology*. p. 1824.
- Pedata L. (2011). *Environmental design IED Master*
- Valerie L. Shulman (2011). *Waste*
- Waste Tire Oil, *Waste Plastic Recycling Pyrolysis Plant*, diunduh pada 22 Juli 2021, <[https://www.wastetireoil.com/Pyrolysis\\_plant/waste\\_plastic\\_pyrolysis\\_plant/waste\\_plastic\\_pyrolysis\\_plant\\_1266.html#Technical](https://www.wastetireoil.com/Pyrolysis_plant/waste_plastic_pyrolysis_plant/waste_plastic_pyrolysis_plant_1266.html#Technical)>
- Yaniv R. (2012) *Building beyond: a trade school in Swaziland, Africa, passive design techniques*