

## Desain *secondary skin* dari limbah *polyethylene terephthalate* sebagai material alternatif pengganti kayu konvensional

Stivani Ayuning Suwarlan <sup>a1\*</sup>, Hendy Tan <sup>a2</sup>, Seno Prakoso <sup>a3</sup>

a Universitas Internasional Batam, Kepulauan Riau, Indonesia

1 [stivani@uib.ac.id](mailto:stivani@uib.ac.id) \*; 2 [hendytan2001@gmail.com](mailto:hendytan2001@gmail.com); 3 [yoseph.seno@uib.ac.id](mailto:yoseph.seno@uib.ac.id)

\*korespondensi penulis

Informasi artikel	ABSTRAK
Sejarah artikel: Diterima Revisi Dipublikasikan	Menurut Global Forest Watch pada tahun 2020, Indonesia telah menduduki peringkat ke-4 dunia berdasarkan total kehilangan hutan primer. Selain itu, isu mengenai peningkatan jumlah limbah plastik juga menjadi perhatian. <i>Polyethylene terephthalate</i> atau disingkat menjadi PET merupakan salah satu dari banyaknya jenis plastik yang umumnya sering ditemukan sebagai bahan kemasan seperti botol plastik. Dikarenakan bukan merupakan material yang mudah terurai, satu-satunya cara adalah dengan melalui proses daur ulang demi mengurangi dampak limbah botol plastik yang tidak terkendali. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan pendekatan deskriptif dari hasil studi literatur yang telah ada sebelumnya mengenai limbah botol plastik PET yang kemudian dilanjutkan dengan studi komparatif antara hasil temuan berupa prototype hasil daur ulang limbah plastik PET dengan kayu konvensional. Hasil dari penelitian kemudian dikembangkan menjadi pelapis dinding bangunan <i>secondary skin</i> yang terbuat dari olahan limbah botol plastik PET dapat dijadikan sebagai material alternatif sebagai pengganti elemen kayu konvensional yang diharapkan dapat mengatasi terkait permasalahan kelangkaan kayu konvensional serta mengurangi jumlah limbah botol plastik.
<b>Kata kunci:</b> <i>Polyethylene terephthalate</i> <i>Secondary skin</i> Limbah plastik Material alternatif	
<b>Key word:</b> Polyethylene terephthalate Secondary skin Plastic waste Alternative material	<b>ABSTRACT</b> According to Global Forest Watch in 2020, Indonesia was ranked 4th in the world based on total primary forest loss. In addition, the issue of increasing the amount of plastic waste is also a concern. Polyethylene Terephthalate or well-known as PET is one of the many types of plastic that are generally often found as packaging materials such as plastic bottles. Since it is not a biodegradable material, the only way is to go through a recycling process to reduce the impact of uncontrolled plastic bottle waste. The method used in this research is to use a descriptive approach from the results of previous literature studies regarding PET plastic bottle waste, which is then followed by a comparative study between the findings in the form of a prototype of recycled PET plastic waste with conventional wood. The results of the research were then developed into a secondary skin as building façade cover made from processed PET plastic bottle waste which can be used as an alternative material to replace conventional wood elements which are expected to overcome the problem of conventional wood scarcity and reduce the amount of plastic bottle waste.

Copyright © 2023 Universitas Widya Mataram Yogyakarta. All Right Reserved

### Pendahuluan

Demi meningkatkan kualitas hidup di ruang lingkup perkotaan, peran arsitek tentu sangat diperlukan dalam proses perancangan serta penataan kota yang lebih baik. Pemilihan material salah satunya kayu pun menjadi yang dibutuhkan sebagai elemen utama struktur ataupun hanya sebagai pelapis luaran sebagai elemen dekorasi. Dikarenakan sifat serta karakteristiknya yang unik, kebutuhan kayu pun semakin meningkat seiring dengan lajunya pembangunan dan juga pertumbuhan manusia. Hal ini berakibat pada jumlah kayu yang menjadi semakin langka seperti yang telah dilansir Global Forest Watch tahun 2020 yang mencatat bahwa, Indonesia telah menduduki peringkat ke-4 yang sebelumnya berada di peringkat ke-3 pada tahun 2019 untuk kategori peringkat negara berdasarkan total kehilangan hutan primer.

Selain permasalahan kelangkaan kayu, isu sampah limbah plastik di Indonesia pun turut diperhatikan salah satunya pada kota industri yaitu Kota Batam. Sebagai contoh dari salah satu

perusahaan yaitu PT. Polymer Resources Indonesia yang berlokasi di Kecamatan Nongsa, Kota Batam menerima jumlah sampah plastik mencapai hingga 3 truk setiap harinya. Sampah plastik tersebut dikumpulkan dari beberapa gudang yang tersebar di seluruh penjuru Kota Batam. Salah satunya ialah sampah plastik jenis PET yang merupakan limbah yang umumnya ditemukan pada kemasan produk dan makanan seperti botol air mineral (Kirana, 2018).

Desain yang berkelanjutan adalah penerapan desain yang menjadi opsi untuk memberikan solusi atas tantangan ekonomi, sosial, serta lingkungan pada suatu perancangan secara bersamaan yang dijalankan dengan energi yang berkelanjutan (Ananditya, 2017). Untuk memperoleh keberlanjutan, beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain: meminimalkan konsumsi energi yang dapat berpengaruh pada lingkungan serta penggunaan kembali bahan hasil daur ulang. Bahan daur ulang (*recycled material*) adalah bahan hasil daur ulang dari olahan ulang limbah, sampah, maupun sejenisnya (Olivia, Robertha, and Yovita 2019).

Para pakar juga telah memulai mengambil langkah untuk memanfaatkan limbah plastik yang ada sebagai material konstruksi. Seperti yang telah disampaikan oleh (Tapkire & Parihar, 2014) dalam (Kirana, 2018) manfaat yang diperoleh tidak hanya menjadi solusi untuk mengurangi jumlah sampah plastik, namun juga dapat meningkatkan efisiensi seperti kekuatan dan ketegangannya dalam jangka pendek maupun panjang. Dikarenakan cukup umum digunakan sebagai material pengemasan, PET diproduksi secara masif sehingga mengakibatkan limbah PET pun semakin bertambah banyak. Salah satu kelemahan dari plastik ialah sulit terurai, sehingga dikatakan sebagai *non-biodegradable material* (Yusra 2020). Atas dasar itulah maka sangat dimungkinkan limbah tersebut juga dapat diolah untuk menjadi bahan *secondary skin* untuk Gedung bangunan.

Definisi dari fasad menurut Sandak (2019) dalam (Rahadian et al. 2021) adalah pembatas antara ruang luar dengan ruang dalam bangunan. Kemudian Sandak menambahkan bahwa fasad juga berperan dalam menjaga konsistensi iklim mikro dalam bangunan terhadap pengaruh lingkungan eksternal bangunan, khususnya terkait dengan kondisi iklim dimana bangunan tersebut berada.

*Secondary skin* disebut sebagai lapisan yang terletak di luar dari dinding bangunan yang berfungsi sebagai penghalau cahaya matahari yang masuk secara langsung. Selain untuk melindungi dinding dan menahan hawa panas yang mungkin dapat mengganggu kenyamanan sebagian penghuni didalamnya, fungsi lain ialah sebagai estetika bagi eksterior atau pun interior rumah. Penerapan *secondary skin* pada fasad bangunan dapat mereduksi jumlah cahaya yang masuk pada ruangan. Selain itu, dapat juga sebagai nilai tambah dari efek visual elemen dekoratif apabila memperhatikan kriteria motif/ pola, jarak, material, tipe, dan teknologinya (Jati, Thojib, dan Amiuzza 2015).

Sementara itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya limbah plastik jenis PET yang dapat dijadikan sebagai material alternatif pengganti kayu konvensional yang sudah semakin langka. Kemudian mengetahui bagaimana limbah plastik jenis PET dapat diaplikasikan sebagai kerangka *secondary skin* pada fasad bangunan serta keunggulannya. Dengan demikian diharapkan dengan adanya riset atau pengolahan dari limbah botol plastik PET menjadi material alternatif pengganti kayu konvensional sebagai material bangunan dapat menekan kebutuhan akan penggunaan kayu konvensional serta mengurangi permasalahan sampah plastik di Indonesia. Dengan adanya penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi inspirasi serta referensi yang baik untuk menciptakan industri pengolahan material alternatif dalam skala besar untuk kebutuhan konstruksi di masa yang akan datang.

## Metode

Metode penelitian ini dilakukan melalui tiga tahapan. Tahap pertama adalah tahap pengumpulan data. Data yang dikumpulkan adalah proses limbah plastik jenis PET dan produk akhir berupa kerangka *secondary skin*.

Tahap kedua ialah melakukan studi komparatif. Penelitian komparatif adalah suatu penelitian yang memfokuskan perhatian kepada kelompok subyek penelitian, dimana dengan memperhatikan variabel yang diteliti dalam suatu kelompok dan kemudian dikomparasikan. Sehingga peneliti dapat menyelidiki apakah terdapat dua atau lebih kelompok pada suatu fenomena yang sedang dikaji (Djuwita, 2015). Tahap ini dilakukan guna untuk menguji 2 produk antara lain hasil olahan limbah plastik PET dengan kayu konvensional untuk menentukan material mana yang lebih diunggulkan sebagai material aplikasi untuk kerangka *secondary skin*.

Tahap ketiga ialah menemukan konsep. Konsep merupakan cara-cara yang digunakan untuk mencapai suatu tujuan (Indriani et al. 2019). Pada penelitian ini, peneliti bermaksud mengaitkan motif

batik kembang gong-gong yang merupakan salah satu motif khas Kota Batam untuk dijasikan sebagai motif utama pada hasil akhir desain *secondary skin*.

Tahap keempat adalah berupa proses simulasi yaitu memproyeksikan hasil desain ke sebuah model fasad yang kemudian dapat diambil kesimpulan dari hasil analisis pada kolom pembahasan.

## Hasil dan pembahasan

### Hasil penelitian

Proses pembuatan *secondary skin* dari limbah botol plastik diperlukan beberapa tahapan dan langkah-langkah seperti tahap pembersihan, pemilahan, dan pencetakan (*molding*). Untuk itu, beberapa tahapan akan dijelaskan sebagai berikut;

1. Proses pengumpulan

Dimulai dari proses pengumpulan botol-botol plastik yang diperoleh oleh pemulung, kemudian dikumpulkan oleh pengepul untuk disortir sebelum akhirnya diserahkan ke bank sampah atau industri untuk diolah (Indriani et al. 2019)

2. Proses pembersihan

Fungsi dari tahap ini yaitu untuk memastikan agar tidak ada zat-zat yang tersisa yang terbawa dari sampah botol sebelumnya.



Gambar 1. Flowchart proses pengumpulan serta pembersihan botol  
Sumber: Chirayil, Mishra, and Thomas 2019

3. Proses pemotongan dan penghalusan

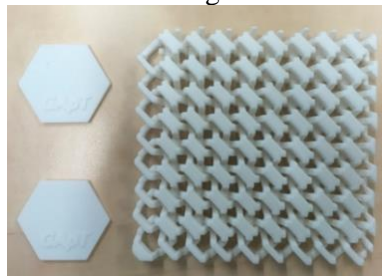
Setelah proses pembersihan, selanjutnya ialah tahap pemotongan menjadi serpihan-serpihan yang lebih halus (*flakes*). Tujuan dari proses ini adalah agar saat proses pemanasan atau proses peleburan akan lebih mudah mencair sehingga akan menghasilkan cetakan yang lebih sempurna.

4. Proses pelelehan

Botol plastik PET merupakan resin polyester yang tahan lama, kuat, ringan, serta mudah dibentuk ketika dipanaskan. *Polyethylene terephthalate* (PET) akan melunak pada suhu 180°C dan dapat mencair dengan sempurna pada suhu sekitar 200°C. Kepingan-kepingan halus tersebut kemudian akan dicairkan pada tabung pelebur (Okatama, 2016).

5. Proses pencetakan

Setelah resin dari limbah botol plastik PET terbentuk, maka proses pendinginan sekaligus pencetakan dilakukan. Proses ini akan menggunakan teknik cetak 3D Printing (*mold*) untuk mendapatkan motif/ corak yang diinginkan, sehingga produk akhir berupa kerangka *Secondary skin* telah dapat dipasang pada eksterior bangunan.



Gambar 2. Contoh prototype dari proses molding pada daur ulang limbah PET  
Sumber: Gu et al., 2019

### Studi komparatif terhadap material *secondary skin*

Material yang digunakan pada *secondary skin* fasad bangunan umumnya perlu memiliki spesifikasi berikut, antara lain; ketahanan yang tinggi, ringan, mudah dibentuk, serta perawatan yang mudah. Berikut perbandingan antara material kayu, dengan daur ulang botol plastik PET:

Tabel I. Komparasi antara material kayu dengan olahan limbah PET sebagai material unggulan untuk penerapan *secondary skin*

No.	Kriteria	Kayu	Olahan limbah plastik PET
1.	Kokoh, kuat, fleksibel	Lebih kaku	√
2.	Ringan	X	Lebih ringan dibandingkan dengan kayu
3.	Ketahanan terhadap cuaca ekstrim	X	Lebih unggul dibanding dengan kayu
4.	Sustainable	X	√
5.	Mudah dibentuk	X	√

Sumber: Analisis penulis, 2022

### Penerapan motif pada desain *secondary skin*

Motif atau corak yang ada pada *secondary skin* biasanya dapat menjadi identitas pada sebuah bangunan. Sehingga penetapan motif pada desain *secondary skin* dapat menjadi salah satu komponen yang penting. Dalam hal ini salah satu motif yang digunakan yaitu, motif kembang gong-gong yang akan mempresentasikan kearifan lokal ciri khas Kota Batam yang merupakan salah satu kota industri dan penyumbang limbah plastik di Indonesia.

#### Motif Gong-gong

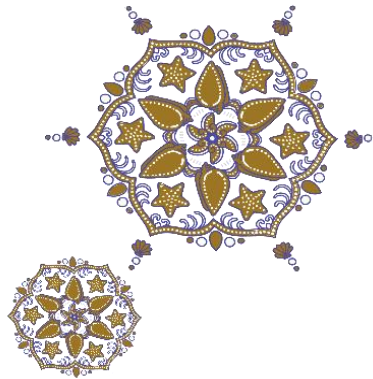
Gong-gong (*Laevistrombus canarium*) merupakan spesies siput laut bercangkang putih kecoklatan. Gong-gong dapat ditemukan di area perairan Desa lobam, Tanjung Uban, Tanjungpinang, Pulau Bintan, dan Batam. Oleh karena itu, hal ini memperkuat motif gong-gong diangkat menjadi motif batik khas Kota Batam. Motif gong-gong direncanakan akan menjadi motif utama pada desain *secondary skin*. Sehingga akan menampilkan tampilan yang unik juga mencerminkan kota Batam dan Kepulauan Riau sendiri.



Gambar I. Motif gong-gong khas Kota Batam  
Sumber: serinditemas.wordpress.com

Motif kembang gong-gong adalah motif hasil kombinasi antara kembang gong-gong yang orisinal khas kota batam yang kemudian dikembangkan menjadi sebuah terapan desain yang unik. Ciri khas dari motif kembang gong-gong ini tetap menonjolkan motif utama dari gong-gong itu sendiri, kemudian divariasikan dengan beberapa motif pendamping yang juga merupakan biota laut, seperti; kerang,

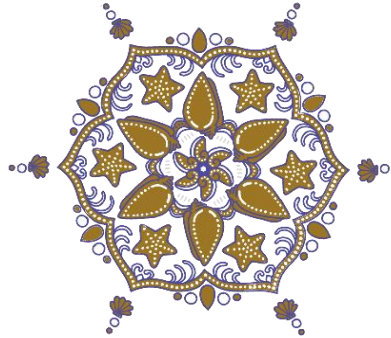
bintang laut, dan detail-detail dekorasi sehingga menciptakan sebuah motif kembang dengan satu kesatuan yang unik.



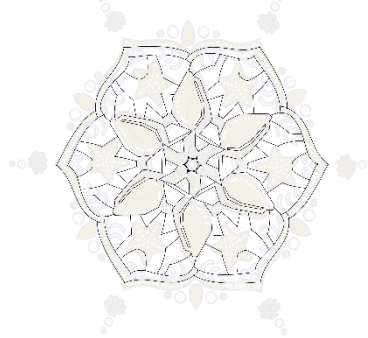
Gambar 2. Motif kembang gong-gong  
Sumber analisis penulis, 2022

#### **Aplikasi motif pada desain *secondary skin***

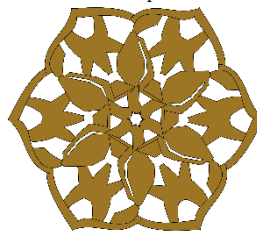
Proses ini bertujuan untuk menciptakan sebuah desain untuk kerangka *secondary skin* yang terinspirasi dari motif kembang gong-gong yang menampilkan ciri khas dari motif batik yang berasal dari Kota Batam.



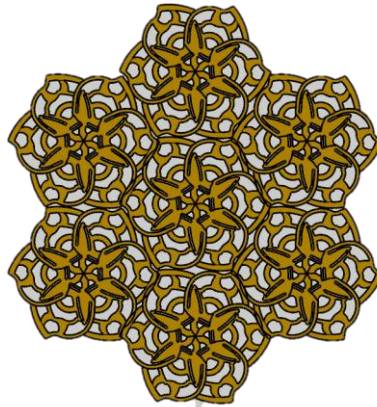
Gambar 3. Motif kembang gong-gong yang orisinal  
Sumber analisis penulis, 2022



Gambar 4. Penggambaran ulang motif menjadi desain yang baru  
Sumber analisis penulis, 2022



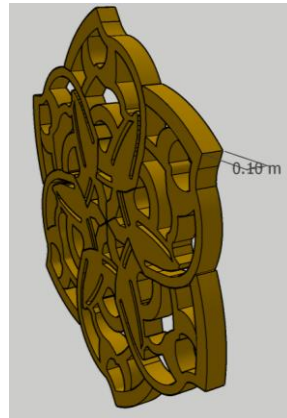
Gambar 5. Pewarnaan motif untuk menentukan komposisi solid dan void  
Sumber analisis penulis, 2022



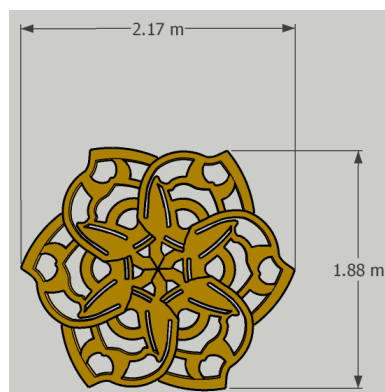
Gambar 6. Hasil akhir motif sebagai *secondary skin* fasad bangunan  
Sumber analisis penulis, 2022

### Spesifikasi desain *secondary skin* motif gong-gong

Spesifikasi pada desain *secondary skin* motif gong-gong ini bertujuan untuk mengetahui hasil desain dalam skala asli sehingga dapat memudahkan untuk diterapkan pada fasad bangunan secara nyata. Adapula spesifikasi berikut meliputi dimensi, komposisi, dan material.



Gambar 7. Dimensi ketebalan motif  
Sumber: Analisis penulis, 2022



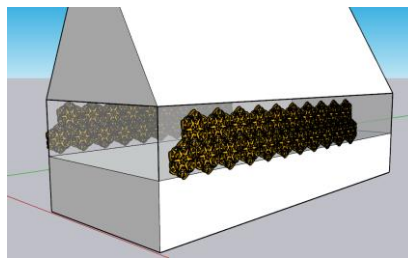
Gambar 8. Dimensi panjang dan lebar motif  
Sumber: Analisis penulis, 2022

Tabel 2. Spesifikasi motif

Panjang motif	217 cm
Lebar motif	188 cm
Tebal motif	10 cm
Komposisi solid	60%
Komposisi void	40%
Jarak kerangka secondary skin dari fasad bangunan	60 cm
material	Limbah plastik PET
Teknik pewarnaan	Pemeberian warna saat proses pencetakan

Sumber: Analisis penulis, 2022

### Simulasi penerapan hasil desain pada fasad bangunan

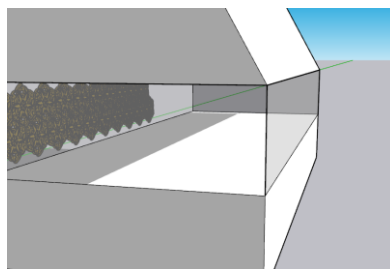


Gambar 91. Gambar proyeksi secara perspektif

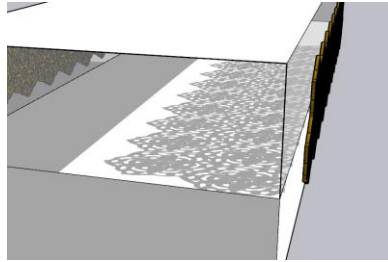
### Keunggulan *Secondary Skin* Motif Kembang Gong-gong pada Fasad Bangunan

Mamfaat yang diperoleh dari *secondary skin* motif kembang gong-gong pada fasad bangunan, antara lain;

1. Menghalau sebagian sinar cahaya matahari yang masuk ke bangunan.  
Seperti yang telah diketahui, pada fasad bangunan hampir keseluruhan akan menggunakan material kaca sebagai dinding bangunan dikarenakan agar dapat memaksimalkan view ke luar bangunan. Akan tetapi, apabila tidak ada elemen pelapis seperti *secondary skin*, maka saat siang hari, sinar matahari tentu akan dapat masuk seluruhnya ke dalam ruangan. Keunggulan dari *secondary skin* motif kembang gong-gong ini ialah dapat menghalau 60% dari total sinar matahari yang masuk dan juga dapat menambahkan efek visual baik ke dalam, maupun ke luar bangunan seperti yang dapat dilihat perbandingannya pada gambar berikut;



Gambar 102. Model fasad sebelum pengaplikasian hasil desain



Gambar 113. Peran *secondary skin* pada model fasad bangunan

2. Menambahkan efek visualitas pada interior dan eksterior bangunan  
Fasad bangunan dengan konsep modern biasanya berbentuk sederhana serta kubisme, sehingga dari tampilan akan terkesan membosankan. Solusinya ialah dengan menambahkan *secondary skin* dengan motif unik pada fasad untuk meningkatkan visualitas baik tampilan pada interior bangunan, maupun pada eksterior bangunan.
3. Menggunakan material yang *sustainable*  
Salah satu keunggulan dari *secondary skin* yang tentunya memiliki perbedaan pada *secondary skin* lainnya yaitu, penggunaan material yang *sustainable*. Dikarenakan berasal dari limbah botol plastik PET yang telah diproses, sehingga material ini menjadi material yang ramah lingkungan. Alternatif ini juga dapat diterapkan pada banyak fasad bangunan untuk menggantikan material konvensional seperti kayu yang sudah semakin langka, sehingga dapat memecahkan permasalahan terkait kelangkaan kayu di Indonesia.
4. *Durability* dan *maintenance*  
Dibandingkan dengan material kayu konvensional, material ini lebih *durable* serta segi perawatannya (*maintenance*) yang mudah, dikarenakan material ini cukup kuat untuk menahan panas matahari, hujan, kelembaban, serta tidak rawan terhadap serangan jamur.
5. Bobotnya lebih ringan dibandingkan dengan kayu  
Bobot *secondary skin* juga perlu diperhatikan agar tidak terlalu membebani struktur bangunan. Sehingga pemilihan material yang lebih ringan akan lebih efisien. Dalam hal ini, *secondary skin* dari limbah plastik PET lebih diunggulkan dari segi bobot daripada kayu konvensional.

## Simpulan

Deskripsi desain yang baik akan mencakup kriteria penciptaan lingkungan yang sehat serta efisiensi energi yang maksimal. Salah satu contoh penerapannya ialah desain *secondary skin* dari olahan limbah plastik PET tentunya akan dapat memecahkan permasalahan daripada sampah plastik yang melonjak dimana alternatif ini dapat dijadikan sebagai solusi untuk mengurangi jumlah sampah plastik yang tidak terkendali khususnya pada kota-kota industri di Indonesia. Melalui beberapa tahapan atau proses pengolahan dari limbah botol plastik, sehingga dapat menjadi kerangka *secondary skin* yang dapat menambahkan efek visual pada eksterior bangunan, serta dapat melindungi sebagian bangunan dari cahaya matahari yang tentunya dapat berdampak baik pada bangunan itu sendiri, maupun kenyamanan penghuni di dalamnya.

## Referensi

- Ananditya, Khrisma. 2017. "Implementasi Arsitektur Berkelanjutan Pada Strategi Perancangan Rusunawa Di Surakarta." *Arsitektura* 15(2):455. doi: 10.20961/arst.v15i2.12840.
- Chirayil, Cintil Jose, Raghvendra Kumar Mishra, and Sabu Thomas. 2019. *Materials Recovery, Direct Reuse and Incineration of PET Bottles*. Kottayam, Kerala, India: Elsevier Inc.
- Djuwita, Puspa. 2015. *Penelitian Komparatif*. Bengkulu: Departemen Pendidikan Nasional Universitas Bengkulu.
- Gu, Hao, Fayez Alfayez, Toseef Ahmed, and Zahir Bashir. 2019. "Poly ( Ethylene Terephthalate ) Powder — A Versatile." *Polymers*. doi: 10.3390/polym11122041.
- Indriani, Reri, Sutanti Siti Namtini, Deksa Presiana, Desy Rasta Waty, Nugraha Edhi Suyatma, Yeni Restiani, and Rangga S. Nugraha. 2019. *Pedoman Dan Kriteria Plastik Berbahan Polyethylene Terephthalate (PET) Daur Ulang Yang Aman Untuk Kemasan Pangan*. Jakarta Pusat: BPOM RI.

- Jati, Razqyan Mas Bimatyugra, Jusuf Thojib, and Chairil Budiarto Amiuza. 2015. “*Secondary skin* Motif Batik Jawa Timur Pada Hotel Di Surabaya.” *Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur* 3(1):1–14.
- Kirana, Astrit. 2018. Analisis Variasi Komposisi Limbah Polyethylene Polypropylene , Dan Serbuk Kayu Terhadap Sifat Mekanik Dan Sifat Fisis Wood Plastic Composite. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Okatama, Irvan. 2016. “Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terphalate (Pet) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik.” *Jurnal Teknik Mesin* 5(3):20. doi: 10.22441/jtm.v5i3.1213.
- Olivia, Audrey, Helena Robertha, and Maria Yovita. 2019. “Eko-Desain Pada Interior Gereja Katolik ST. Maria Assumpta Di Klaten.” *Teknik Sipil Dan Perencanaan*.
- Rahadian, Erwin Yuniar, Windi Dwiastuti, Nanda Annisa Maretia, and Beri Fitriani. 2021. “Pengaruh *Secondary skin* Fasade Bangunan Terhadap Kualitas Pencahayaan Alami Ruang Kerja.” *Jurnal Arsitektur TERRACOTTA* 2(2):124–35. doi: 10.26760/terracotta.v2i2.4688.
- Yusra, Afdhal. 2020. Perancangan Masjid Apung Di Tanjung Pinggir, Sekupang, Batam Pendekatan Arsitektur Melayu Dan Penekanan Strategi Pencahayaan. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.