

**ANALISA EKONOMI POTENSI PENGHEMATAN ENERGI
MELALUI PENERAPAN *GREEN ROOF*
(STUDI KASUS GEDUNG PRODUKSI J PT. PHAPROS SEMARANG)**

Dwi Apriyanti^{1*} dan Eddy Prianto²

¹Program Studi Magister Energi, Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro
Jl. Imam Bardjo SH No. 5 Semarang

²Laboratorium Teknologi Bangunan, Departemen Arsitektur, Fak. Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof.H.Sudarto, SH Tembalang, Semarang 50275.

*Email: aprigreen@gmail.com

Abstrak

Industri sebagai pengguna sector energi terbesar berupaya untuk mengendalikan konsumsi energinya sebagai usaha untuk melakukan penghematan energi yang pada akhirnya akan menghemat biaya pembelian energi dan memberikan keuntungan finansial bagi perusahaan. Salah satu caranya adalah dengan pemasangan atap hijau (green roof) pada bangunan yang membutuhkan treatment pendinginan tertentu. Atap hijau ini merupakan langkah untuk mengurangi beban pendinginan pada bangunan gedung. Ide pemanfaatan atap hijau akan diterapkan pada gedung produksi J PT. Phapros. Untuk menilai kelayakan dalam rencana investasinya, maka dilakukan analisa besarnya biaya yang dibutuhkan, penghematan yang diperoleh, serta waktu pengembalian modal (payback periode). Dari hasil analisa diperoleh bahwa investasi yang dibutuhkan sebesar Rp. 115.725.714, potensi penghematan yang dapat diperoleh sebesar Rp. 44.683.8604/ bulan dan waktu pengembalian modal selama 2,6 bulan.

Kata kunci : *atap, energi, gedung, green roof, pendinginan*

1. PENDAHULUAN

Industri merupakan salah satu sektor pengguna energi terbesar, selain sektor transportasi. Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, industri memiliki peluang penghematan energi sebesar 10 - 30%. Peluang penghematan ini dapat dilakukan melalui berbagai cara, sesuai dengan kondisi dan situasi di masing-masing perusahaan.

PT. Phapros Tbk merupakan salah satu industri farmasi yang berlokasi di Jl. Simongan Semarang menyadari akan peluang penghematan energi di industrinya. Beberapa upaya dilakukan dalam rangka pengelolaan energi yang efektif dan efisien serta ramah lingkungan. Sebagai contoh adalah pada gedung produksi J. Pada pelaksanaan operasinya, gedung operasi J membutuhkan alat pengkondisian udara (*chiller*). *Chiller* yang digunakan sudah masuk dalam kategori *green chiller*, yaitu menggunakan refrigerant jenis hidrokarbon. *Green chiller* diperkirakan mampu menghemat penggunaan listrik sampai dengan 394.311 kWh/tahun atau setara dengan Rp 440 juta/ tahun (EBTKE, 2018). PT. Phapros merupakan industri pertama yang menggunakan sistem pendingin berbasis hidrokarbon di Indonesia.

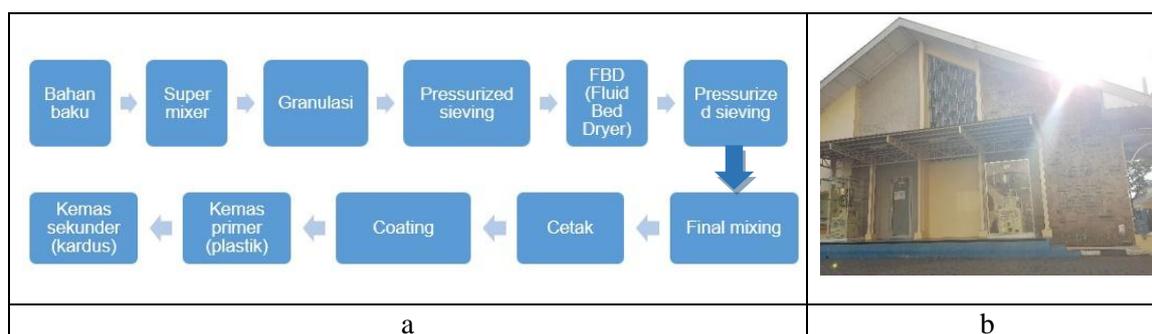
Kondisi operasi gedung produksi J yang memerlukan pengkondisian pada temperatur tertentu, mengharuskan dilakukannya upaya agar kondisi temperatur tersebut selalu terjaga kestabilannya. Selain menggunakan *chiller*, perlu dilakukan upaya lain salah satunya melalui pemanfaatan *green roof* dalam rangka mengurangi terpaan sinar matahari yang langsung mengenai atap bangunan gedung sehingga daya yang digunakan untuk pendinginan oleh *chiller* bisa seminimal mungkin. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perkiraan besarnya biaya pemasangan atap hijau pada gedung produksi J PT. Phapros, untuk mengetahui potensi penghematan energi listriknya, dan untuk mengetahui kelayakan rencana investasi yang akan dilakukan.

1.1. TINJAUAN PUSTAKA

Komitmen yang tinggi PT. Phapros, Tbk. pada standar kualitas serta lingkungan dibuktikan dengan terus mengikuti perubahan standar mutu melalui implementasi dari Cara Pembuatan Obat yang Baik/CPOB terkini (Current Good Manufacturing Practices), Pembuatan Obat Tradisional yang Baik/ CPOTB terkini (Current Herbal Good Manufacturing Practices), serta persyaratan penyaluran alat kesehatan dan Cara Pembuatan Alat Kesehatan yang Baik (CPAKB), Persyaratan Standar Akuntansi Keuangan (PSAK) serta sistem Manajemen Mutu yang terintegrasi yang

meliputi standar ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, ISO/IEC 17025 dan Manajemen Risiko (More, 2018).

Gedung produksi J PT. Phapros, Tbk. dibangun pada tahun 2017 untuk menghasilkan produk berjenis tablet, tablet salut, kapsul, sirup, dan sachet cair. Gedung ini memiliki panjang 79,98 meter dan lebar 14,4 meter, dengan atap terbuat dari genteng tanah liat yang memiliki tritisan sekitar 1 meter. Material dinding terbuat dari bata ringan dan dilapisi aci. Dinding bagian dalam dan luar diberi warna krem dan tidak dilengkapi dengan jendela. Pintu dan plafon terbuat dari insulated panel. Antar ruangan dibatasi oleh partisi yang juga terbuat dari insulated panel berwarna putih. Hal ini dimaksudkan untuk menyesuaikan dengan kondisi operasi atau proses produksinya, dimana temperature ruangan harus dijaga pada 22 - 27 derajat Celcius. Untuk mengkondisikan ruangan pada temperature tersebut digunakan *Air Handling Unit (AHU)* yang berjumlah 5 buah dengan kapasitas masing-masing 50 ton/jam. AHU yang digunakan berjenis *green chiller* yang telah menggunakan refrigerant hidrokarbon dengan nama pasaran Musi Cool MC-22 gambar 1 adalah.



**Gambar 1. a). Proses produksi yang berlangsung di gedung produksi J PT. Phapros, Tbk.
b). Gedung produksi J tampak depan**

Selain mengkondisikan udara di dalam ruangan menggunakan chiller, perlu dilakukan upaya lain sebagai salah satu langkah untuk mengurangi beban pendinginan yang selanjutnya dapat mengurangi daya pendinginan *chiller*, yang pada akhirnya dapat menghemat energi. Kondisi yang sudah ada saat ini baru keberadaan pohon sebagai vegetasi alami di sekeliling bangunan gedung J. Sejak awal dibangunnya, gedung ini telah menggunakan Lampu Hemat Energi (LHE) yang juga menyesuaikan dengan kondisi operasi sekaligus memenuhi standard Cara Pembuatan Obat yang Baik/CPOB yang ditetapkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM).

1.2. Atap Hijau (*Green Roof*)

Green roof atau atap hijau adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan atap bangunan yang dihijaukan menjadi ruang terbuka hijau berwujud tanaman. Dalam beberapa konteks, istilah *green roof* memiliki arti yang sama dengan *roof garden* (Atap & Ringan, 2018). *Green roof* juga disebut sebagai *eco-roof*, *oikosteges*, atap tumbuhan, dan atap hidup. Beberapa bangunan yang telah menerapkan *green roof* adalah California Academy of Sciences by Renzo Piano, GrinGrin Building for Island City Central Park, Fukuoka pref, Japan, Nanyang Technological University in Singapore, ACROS Fukuoka Building (Roof, Hijau, dan Kaskus, 2018).

Atap hijau yang dapat ditumbuhi tanaman sebenarnya telah dikenal di Eropa sejak ratusan tahun silam. Namun teknologi pengembangannya baru mulai diciptakan pada periode 1970-an di Eropa Utara. Konsep atap hijau dimulai ketika para ilmuwan menyadari adanya degradasi kualitas air dan kurangnya manajemen air hujan (lihat gambar 2). Kemudian, pada tahun 1980-an para arsitek Indonesia bergelut dengan topik Arsitektur Tropis yang tujuannya adalah pemanfaatan kondisi alam Indonesia yang berada pada iklim tropis yang akan sangat menguntungkan pada aspek penghematan energi pada bangunan. Sekarang ini dari konsep arsitektur tropis, kemudian munculah konsep *Green Architecture* dan *Sustainable Architecture* dimana sebuah produk arsitektur sebisa mungkin tidak memberikan dampak negatif terhadap lingkungannya. Perancangan sebuah bangunan yang hemat energi merupakan salah satu aspek dalam mewujudkan arsitektur berkelanjutan. Desain hemat energi diartikan sebagai perancangan bangunan untuk meminimalkan

penggunaan energi tanpa membatasi fungsi bangunan maupun kenyamanan ataupun produktivitas penghuninya (Prianto, 2013). Menurut Prianto, 60% akumulasi panas dalam suatu bangunan dipengaruhi oleh fungsi dinding/ *envelope* bangunannya yang terkena langsung sinar matahari siang hari (Prianto, 2012), atau lebih tepatnya adalah bijak dalam mengolah konfigurasi arsitektur bangunannya (Prianto, 2007), (Prianto et al, 2017).



Gambar 2. a).Animasi atap hijau ada suatu bangunan b) Atap hijau pada bangunan

Beberapa manfaat dari pembuatan atap hijau adalah :

- Atap hijau mampu menyerap air hujan dan menyimpannya sementara dalam lapisan tanah, sehingga secara tidak langsung hal ini dapat berguna untuk mendinginkan atap sehingga dapat mengurangi konsumsi pendingin udara (AC).
- Atap hijau berguna sebagai insulasi alami yang dapat mendinginkan permukaan bangunan sekitar 10 - 25 persen. Sementara itu, suhu di dalam bangunan pun akan turun kurang lebih 3 - 4 derajat dibandingkan suhu luar bangunan. Sebuah studi yang dilakukan oleh seorang peneliti Spanyol menemukan bahwa dedaunan lebat dapat mengurangi masuknya suhu panas matahari ke dalam gedung melalui atap hingga 60 persen (Ramadhiani, n.d.).
- Menyaring air hujan menjadi air tanah yang bebas dari polusi dan zat asam
- Mengurangi dampak karbon dioksida dan berbagai polusi udara yang bisa menyebabkan penyakit pernafasan
- Secara psikologis, mampu meningkatkan *mood* orang-orang yang berada di tempat tersebut
- Atap hijau melindungi lapisan penahan air (*waterproofing*) atap dari serangan radiasi ultraviolet, paparan suhu udara yang ekstrim, serta kerusakan fisik lain. Hasilnya, usia lapisan relatif lebih panjang, mampu bertahan sampai 20 tahun.
- Meredam kebisingan polusi suara (Hakimhomint, n.d.)
- Menciptakan wahana tempat ekosistem pada habitat alam hidup di lingkungan kita.

Berdasarkan tingkat peranannya, atap hijau terbagi menjadi 3 jenis, yakni atap intensif, ekstensif, dan biodiversal atau atap coklat.

- Atap hijau intensif

Atap intensif memiliki ketebalan lapisan media tanam lebih dari 20 cm. Media tanam yang digunakan adalah tanah subur yang diperlukan untuk menanam berbagai tumbuhan taman. Atap intensif biasanya terdapat di atas rumah atau bangunan yang luas, misalnya gedung pertunjukan atau kampus. Media tanam yang ada pada jenis ini bisa digunakan untuk menanam rumput, semak belukar, petak bunga, sampai pohon. Bahkan di beberapa bangunan besar, atap hijau intensif dilengkapi dengan jalan setapak. Perawatan secara intensif mutlak diperlukan untuk menjaga kelestarian dan keindahannya.

- Atap hijau ekstensif

Atap hijau ekstensif tidak memerlukan banyak waktu untuk merawat tanamannya. Media tanam yang digunakan merupakan tanah semi subur untuk menanam rumput. Atap ini tidak untuk diinjak, karena lapisannya tipis, dengan ketebalan media tanam kurang dari 15 cm. Jenis tanaman yang bisa diletakkan pun tidak bervariasi, hanya jenis rumput sedum atau tanaman yang bisa tumbuh di tanah kering dan berbatu. Atap hijau ekstensif sangat cocok diterapkan di rumah.

- Atap coklat/biodiversal

Atap biodiversal sengaja dibuat sebagai media alami tumbuhnya tanaman liar. Atap hijau model ini dirancang sebagai atap hijau modern yang mengutamakan kealamian suatu alam, bukan buatan. Dengan menciptakan lingkungan yang alami, atap tersebut tidak hanya berisi tanah dan tanaman,

tetapi juga banyak serangga dan berbagai jenis binatang lain, sehingga atap coklat tersebut juga disebut atap biodiversal, yakni atap yang menjadi habitat dari berbagai jenis makhluk hidup. Tanah yang digunakan sebagai media tanam atap biodiversal adalah lapisan tipis tanah biasa, dan biasanya dilengkapi dengan pasir dan batu-batuan. Penampilannya menyerupai halaman rumah atau lapangan yang sudah lama tidak dirawat. Meskipun terlihat berantakan, atap model ini diklaim sebagai atap hijau paling modern.

Secara garis besar, atap hijau terdiri atas 3 lapisan utama, yakni lapisan tanaman, lapisan penyaring, dan atap dasar. Lapisan tanaman merupakan lapisan paling atas yang terdiri atas berbagai vegetasi dan media tanam. Lapisan ini bisa dirancang sesuai dengan jenis yang dipilih. Untuk atap hijau intensif, lapisan paling atas juga bisa mencakup paving atau bahan lain yang digunakan sebagai jalan setapak. Lapisan penyaring berperan penting dalam mengubah air hujan menjadi air tanah dan membatasi permukaan atap dengan tanaman. Secara sederhana, lapisan ini terdiri atas saluran air/ drainase dan membran pembatas yang berfungsi sebagai pencegah serapan air masuk ke lapisan atap. Di atas saluran drainase diletakkan lapisan penyaring berupa kain khusus dari bahan geotekstil, sehingga air yang masuk ke drainase sudah dalam keadaan bersih. Pada atap hijau intensif, lapisan penyaring dilengkapi juga dengan lapisan pelindung anti akar, sehingga akar tanaman tidak akan masuk dan merusak atap. Lapisan atap merupakan atap beton yang biasa terdapat di rumah. Selain beton, atap juga bisa berupa dek kayu atau metal. Kedua jenis atap ini tentunya lebih lemah daripada atap beton (Yuanita, n.d.).

1.3. Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi dilakukan untuk mengetahui kelayakan rencana penerapan *green roof* pada gedung produksi J PT. Phapros, Tbk, dengan menghitung nilai investasi yang diperlukan dan potensi penghematan yang akan diperoleh, serta waktu pengembalian modal (investasi) atau *payback periode* dalam penerapan proyek ini. Investasi atau penerapan proyek dikatakan layak jika waktu pengembalian modal lebih cepat daripada umur ekonomis investasi tersebut (Yasuha & Saifi, 2017).

2. METODOLOGI

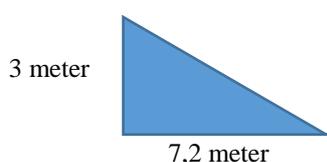
Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan melakukan analisa data primer dan sekunder untuk mengetahui potensi penghematan yang dapat diperoleh melalui pemanfaatan atap hijau pada gedung produksi J PT. Phapros, Tbk. Data primer, merupakan data-data yang diperoleh berdasarkan data riil di lapangan, yaitu ukuran atap gedung produksi J dan konsumsi energi listriknya. Data sekunder, merupakan data-data yang diperoleh dari studi berbagai sumber, misalnya harga material yang akan digunakan, pemilihan jenis tanaman yang akan ditanam pada atap gedung produksi J serta potensi penghematan yang dapat diperoleh dari pemanfaatan atap hijau ini. Beberapa asumsi akan digunakan di dalam analisa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Biaya Pemasangan Atap Hijau

Berdasarkan studi yang telah dilakukan oleh universitas Michigan di tahun 2006, biaya yang dihabiskan untuk memasang *green roof* pada 1.950 m² atap adalah \$ 464.000 atau Rp 4.408.000.000 (Hijau & Hijau, 2018).

Berdasarkan penampakan gedung bagian depan, dengan menggunakan rumus pythagoras, dapat diperkirakan lebar atap bangunan gedung J (lihat gambar 3). Diasumsikan bahwa ketinggian atap adalah 3 meter, sisi bagian bawah segitiga adalah setengah kali lebar bangunan gedung J, yaitu 7,2 meter, dan panjang tritisan samping pada bagian atap adalah 0,5 meter.



Sehingga, lebar atap pada salah satu sisi
 $= 0,5 + \sqrt{(7,2^2 + 3^2)} = 0,5 + \sqrt{(51,84 + 9)} = 0,5 + 7,8 = 8,3$ meter
 Lebar atap pada kedua sisi = $2 \times 8,3$ meter = 16,6 meter

Gambar 3. Lebar atap bangunan Gedung J dengan menggunakan rumus pythagoras

Atap tersebut memiliki ukuran lebar 16,6 meter dan panjang sama dengan panjang gedung J yaitu 79,98 meter, sehingga luasnya menjadi = $16,6 \text{ m} \times 79,98 \text{ m} = 1.327,668 \text{ m}^2$

Dianalogikan dengan luas atap hijau pada universitas Michigan :

Luas = 1.950 m^2 , biaya pemasangan atap hijau = Rp 4.408.000.000.

Maka untuk luas atap bangunan gedung J = $1.327,668 \text{ m}^2$

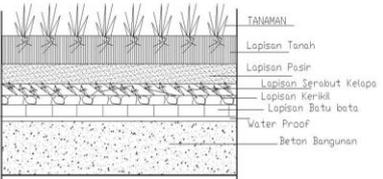
Biaya pemasangan atap hijaunya = $\frac{1.327,668 \text{ m}^2}{1.950 \text{ m}^2} \times \text{Rp. } 4.408.000.000 = \text{Rp. } 3.001.210.535$.

Perkiraan biaya pemasangan atap hijau dengan nilai di atas termasuk *high investment cost*, sehingga perlu dicarikan alternatif pemasangan atap hijau dengan bahan-bahan yang lebih murah dan mudah di dapat, seperti pada gambar 3 (Andyka, 2018).

Diasumsikan, tinggi masing-masing lapisan adalah 5 cm atau 0,05 meter. Sehingga volume masing-masing lapisan adalah panjang atap x lebar atap x kedalaman.

$$\text{Volume} = (79,98 \text{ m}) * (16,6 \text{ m}) * (0,05 \text{ meter}) = 66,4 \text{ m}^3.$$

Berdasarkan referensi harga material-material yang akan digunakan menggunakan alternative pemasangan atap hijau, maka dapat dihitung kebutuhan dan biayanya pada gambar 4:

	Material	Harga (Rp/ m3)	Pembelian (Rp)
 <p>Gambar 4. Alternatif bahan untuk pemasangan atap hijau</p>	Tanah (Indolanscaping, n.d.)	600.000	39.840.000
	Pasir (Hargabahanbangunan, n.d.)	175.000	11.620.000
	Serabut kelapa (Lukscreation, n.d.)	30.000	1.992.000
	Kerikil (Hargabahanbangunan, n.d.)	260.000	17.264.000
	Batu-bata (Hargabahanbangunan, n.d.)	900 (per buah = $0,0014 \text{ m}^3$)	42.685.714
	Water block (Arga, n.d.)	35.000	2.324.000
	Total		

Jadi, biaya yang harus dikeluarkan untuk pemasangan atap hijau pada atap bangunan gedung produksi J PT. Phapros adalah Rp. 115.725.714,-. Nilai ini hanya 4% dari biaya yang seharusnya dibutuhkan.

3.2. Analisa Potensi Penghematan

Berdasarkan hasil pengukuran listrik pada *Sub Distribution Panel* (SDP) gedung produksi J, diperoleh nilai rata-rata untuk pemakaian dayanya adalah sebagai berikut :

SDP 1 = 11.022,26 watt (digunakan untuk Mesin FBD/ *Fluid Bed Dryer*), SDP 2 = 142.394,71 watt (digunakan untuk mesin proses (selain FBD) dan penerangan, dan SDP 3 = 5.708,96 watt (digunakan untuk HVAC). Sehingga total kebutuhan daya rata-rata pada gedung produksi J adalah 159.125,93 watt = 159,13 KW.

Proses di gedung produksi J berlangsung selama 24 jam/hari dan 30 hari/bulan, sehingga kebutuhan daya selama 1 bulan = $(159,13 \text{ KW}) * (24 \text{ jam/hari}) * (30 \text{ hari/bulan}) = 114.574 \text{ KWh/ bulan}$

Harga listrik rata-rata yang harus dibayarkan oleh PT. Phapros, Tbk = Rp. 1.300/ KWh, maka biaya yang harus dibayarkan untuk kebutuhan energi listrik gedung produksi J

$$= (114.574 \text{ KWh/ bulan}) * (\text{Rp. } 1.300/ \text{KWh}) = \text{Rp. } 160.403.040/ \text{bulan.}$$

Berdasarkan referensi, atap hijau berguna sebagai insulasi alami yang dapat mendinginkan permukaan bangunan sekitar 10–25%. Sementara itu, suhu di dalam bangunan pun akan turun kurang lebih 3-4°C dibandingkan suhu luar bangunan. Setiap setting suhu turun 1°C, akan menaikkan 10% penggunaan energi untuk pendinginan bangunan (Karyono, 2010).

Diasumsikan penurunan suhu pada bagian dalam bangunan sebagai dampak dalam penerapan *green roof* adalah 3 derajat Celcius. Penurunan suhu pada bagian dalam ruangan akan mengurangi beban chiller dalam mendinginkan ruangan yang pastinya akan mengurangi energi yang digunakan untuk proses pendinginan, sehingga penghematan konsumsi energi listrik yang akan diperoleh sebesar = $(3^\circ\text{C}) * (10\%/^\circ\text{C}) = 30\%$

$$= (30\%) * (114.574 \text{ KWh/ bulan}) = 34.372 \text{ KWh/ bulan}$$

$$= (34.372 \text{ KWh/ bulan}) * (\text{Rp. } 1.300/ \text{KWh}) = \text{Rp. } 44.683.860/ \text{bulan}$$

3.3. Kelayakan Investasi

Untuk mengetahui apakah rencana pemasangan atap hijau pada gedung J PT. Phapros ini layak atau tidak, maka dilakukan perhitungan *payback periode*, yaitu lamanya waktu pengembalian modal. Investasi ini dikatakan layak jika pengembalian modalnya lebih cepat daripada umur ekonomi investasi tersebut.

$$\text{Payback periode} = \frac{\text{Nilai investasi}}{\text{Penghematan}} = (\text{Rp. } 115.725.714,-) / (\text{Rp. } 44.683.860/\text{bulan}) = 2,6 \text{ bulan}$$

Dari nilai *payback periode* di atas, yaitu 2,6 bulan, maka investasi ini layak dilaksanakan.

4. KESIMPULAN

Biaya yang dibutuhkan untuk pemasangan atap hijau memang termasuk *high investment cost*, tetapi cara mahal ini dapat dicarikan alternatifnya menggunakan material yang ada di sekitar kita sehingga hanya membutuhkan biaya pemasangan sebesar 4% dari biaya yang seharusnya, yaitu hanya sebesar Rp. 115.725.714,-. Potensi penghematan yang dapat diperoleh dari pemanfaatan atap hijau pada bangunan gedung J PT. Phapros adalah Rp. 44.683.860/ bulan. *Payback periode* dalam pelaksanaan investasi ini adalah 2,6 bulan, sehingga investasi ini layak untuk dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andyka. (2018). www.andykasipil.blogspot.com - BLOGNYA ORANG TEKNIK SIPIL: Teknik Pembuatan Atap Hijau, (8), 2–3.
- Arga. (n.d.). Jual WATERBLOCK WATERPROOFING ½KG BROWN (2018438003) di lapak Arga Bahan Bangunan [buildndesignpromo](http://buildndesignpromo.com).
- Atap, R., & Ringan, B. (2018). Jayawan Jayawan, 5–7.
- EBTKE, H. (2018). Implementasikan Green Chiller, Phapros Hemat Biaya Listrik 440 Juta per Tahun - Kementerian ESDM Republik Indonesia, 6–8.
- Hakimhomint. (n.d.). ATAP HIJAU – Arsitektur – Interior.
- Hargabahanbangunan. (n.d.). Harga Pasir Dan Batu Murah Juni 2018 TERBARU.
- Hijau, R., & Hijau, A. (2018). Tag : green building, 1–7.
- Indolanscaping. (n.d.). harga tanah urugan per kubik atau per rit truk Mitra Bumi Sejahtera.
- Karyono, T. H. (2010). Kenyamanan Termal Dan Penghematan Energi : Teori Dan Realisasi Dalam, (March).
- Lukscreation. (n.d.). Jual serabut kelapa - coco fiber - sabut kelapa - ijuk kelapa - lukscreation Tokopedia.
- More, R. (2018). Sejarah phapros, 1–2.
- Prianto, E. (2007). Rumah Tropis Hemat Energi Bentuk kepedulian Global Warming, Jurnal Riptek, 1 (1), 1-10
- Prianto, E. (2012). Strategi disain facade Rumah Tinggal Hemat Energi, Jurnal Riptek, 6(1), 55-65
- Prianto, E. (2013). Dalam Menciptakan Kenyamanan Di Kota Semarang : Sebuah Studi Awal, Jurnal Riptek, 7(1), 1–14.
- Prianto,E., Windarta,J., dan Harianja,B., 2017, The Role of Vegetation and Landscape in The Energy Efficiency – of Tropical Building, Advanced Science Letters vol 23. No.3, hal 2211-2214
- Ramadhiani, A. (n.d.). Atap Hijau Gedung Mampu Mereduksi Panas Matahari 60 Persen - Kompas.com.
- Roof, G., Hijau, T., & Kaskus, B. (2018). Manfaat dan Jenis Hal Hal yang Perlu Diperhatikan Dalam Membuat Atap Hijau Green Roof di Indonesia, (1), 1–13.
- Yasuha, J. X. L., & Saifi, M. (2017). AKTIVA TETAP (Studi kasus pada PT Pelabuhan Indonesia III (Persero) Cabang Tanjung Perak Terminal, 46(1).
- Yuanita, A. (n.d.). Teknologi Atap Hijau Ramah Lingkungan (Bagian II) | Rooang.com.