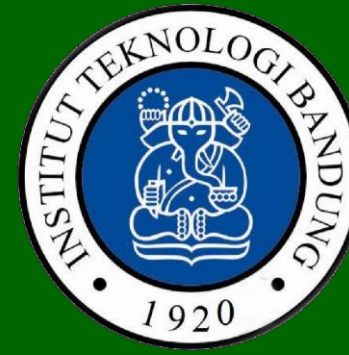


# Penggunaan Bahan Berubah Fasa pada Dinding Bangunan dalam Sistem Pengondisian Udara Pasif



Yuli S. Indartono, Dr. Eng

Prof. Dr. Ir. Aryadi Suwono

Lia Laila, S.T., M.T.

Pusat Penelitian Energi Baru dan Terbarukan  
Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara  
Institut Teknologi Bandung

## Latar Belakang

Bahan berubah fasa (*Phase Change Material-PCM*) merupakan bahan yang dapat menyimpan panas sebagai kalor laten, yakni kalor yang tersimpan dalam suatu zat untuk mengubah wujudnya dari satu bentuk ke bentuk yang lain tanpa kenaikan temperatur. PCM dapat digunakan sebagai bahan campuran untuk dinding bangunan. Sebagai pengondisi udara pasif, PCM dapat menyimpan energi termal dari lingkungan sehingga temperatur dalam ruangan lebih rendah dan stabil. Pada penelitian ini, PCM yang digunakan adalah minyak kelapa dengan batu apung sebagai media penyimpan PCM.

## Tujuan

- Menurunkan beban pendinginan pada bangunan guna menghemat konsumsi energi listrik.
- Menghasilkan bangunan yang unggul, baik dari segi termal maupun kekuatan struktur.

## Pengujian

Terdapat dua metode yang dilakukan, yaitu metode eksperimental dan perhitungan beban pendinginan menggunakan *software*. Metode eksperimental mencakup uji konduktivitas termal batako, uji kekuatan struktur batako, dan uji temperatur pada miniatur bangunan. Batako yang digunakan pada pembuatan miniatur bangunan adalah batako *hollow* yang disebut bataton. Bagian *hollow* ini kemudian diisi dengan adonan dari campuran semen, pasir, batu apung PCM (batu apung yang mengandung PCM), dan air.



(a)



(b)

Gambar 1. (a) Bataton kosong, (b) Bataton PCM

## Uji Konduktivitas Termal



Gambar 2. Perangkat uji konduktivitas termal

Spesimen uji memiliki ukuran 20 cm x 10 cm x 5 cm. Terdapat dua jenis batako yang diukur konduktivitas termalnya, yaitu batako non-PCM dan batako PCM.

## Uji Kekuatan Struktur

Spesimen yang diuji kekuatan strukturnya adalah bataton kosong dan bataton PCM. Spesimen uji diberi beban tekan sampai retak.



Gambar 3. Proses pengujian kekuatan batako

## Uji Termal Miniatur Bangunan

Miniatur bangunan dibuat dari bahan dasar kayu dengan satu sisi dinding terbuat dari bataton sebagai penyusunnya. Dinding PCM (sebelah kanan) tersusun dari 21 bataton PCM dan dinding non-PCM (sebelah kiri) tersusun dari 21 bataton kosong. Persentase PCM pada dinding berukuran 1 m x 1m adalah 4,09%. Titik pengukuran temperatur diambil pada bagian luar dinding, bagian dalam dinding, temperatur ruang dan temperatur lingkungan.



Gambar 4. Uji termal miniatur bangunan

## Perhitungan Beban Pendinginan

Perhitungan beban pendinginan dilakukan untuk membandingkan beban pendinginan antara bangunan PCM (bangunan yang menggunakan bahan berubah fasa sebagai campuran dinding bangunan) dengan bangunan non-PCM (bangunan yang tidak mengandung PCM). Beban pendinginan dihitung selama 4 jam yaitu pukul 08:00 – 12:00 dengan asumsi nilai konduktivitas termal konstan. Semua data yang digunakan untuk kedua jenis bangunan adalah sama, kecuali nilai konduktivitas termal dari batako. Pada penelitian ini, bangunan yang dianalisis adalah rumah dua lantai dengan luas tanah 280 m<sup>2</sup> yang berlokasi di Jakarta. Bangunan tersebut memiliki 17 ruangan dengan total luas lantai 174,8 m<sup>2</sup>.

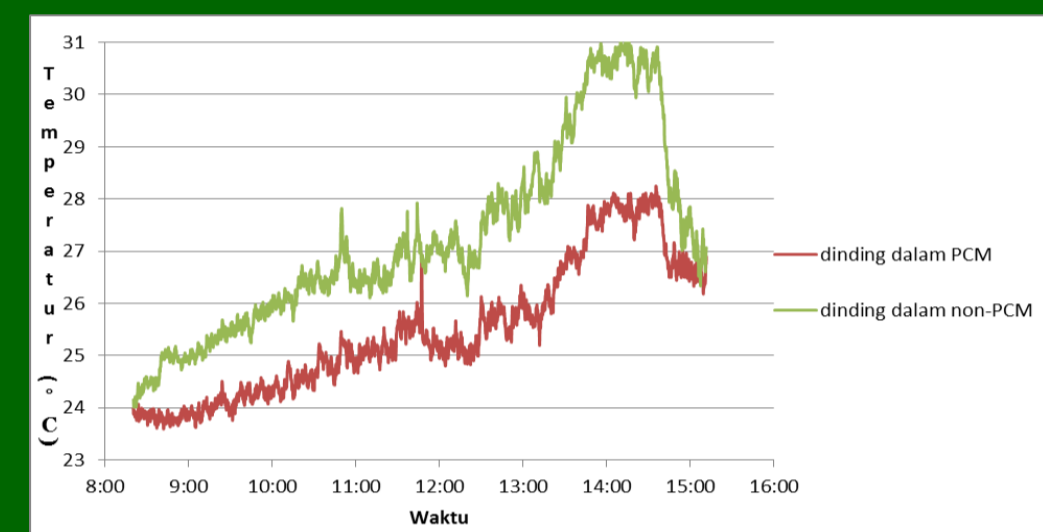
## Hasil Pengujian

Tabel 1. Nilai Konduktivitas Termal Batako

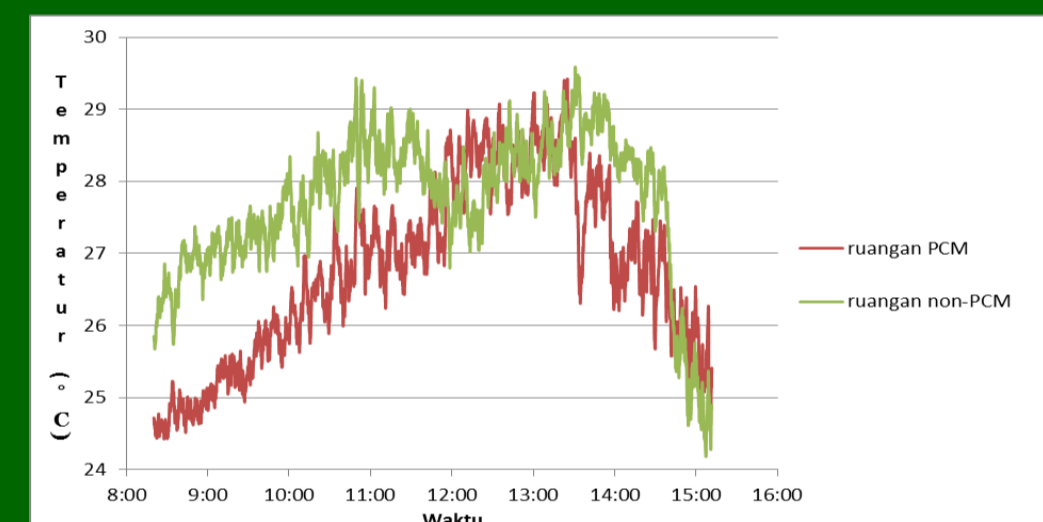
No.	Jenis Batako	Nilai konduktivitas termal (W/m.K)
1	Batako non-PCM	0.683
2	Batako PCM	0.436

Tabel 2. Kekuatan Struktur Bataton

Jenis Batako	Luas Bidang Tekan (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (kg)	Kekuatan Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )
Bataton Kosong	246	31500	128
Bataton PCM	406	35300	87



Grafik 1. Data temperatur dinding dalam miniatur bangunan



Grafik 2. Data temperatur ruangan miniatur bangunan

Tabel 3. Total Beban Pendinginan

Nama Bangunan	Konduktivitas Termal (W/mK)	Total Beban Pendinginan (W)
Bangunan Standar	1,4	31587
Bangunan Biasa	0,683	30568
Bangunan PCM	0,436	29908

## Kesimpulan

- Bataton PCM memiliki kualitas yang unggul, baik secara termal maupun kekuatan struktur.
- Temperatur dinding dalam miniatur bangunan PCM relatif lebih rendah maksimum sebesar 3,38°C. Sedangkan temperatur ruangan bangunan PCM relatif lebih rendah rata-rata sebesar 1°C.
- Kekuatan tekan bataton PCM sebesar 87 kg/cm<sup>2</sup>, telah melewati kekuatan tekan standar minimum untuk batako.
- Total penurunan beban pendinginan bangunan PCM di Indonesia selama setahun adalah sekitar 240,9 kW/tahun.