

# PENGGUNAAN LARUTAN KALSIMUM KLORIDA SEBAGAI BAHAN BERUBAH FASA UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI ELEKTRIK PANEL SURYA

Yuli Setyo Indartono, Dr.Eng | Agastya Nugraha Putra

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

## Latar Belakang

Indonesia sebagai negara tropis yang dilalui garis khatulistiwa, memiliki potensi pemanfaatan sumber daya energi baru dan terbarukan yang besar, salah satu diantaranya adalah sumber energi surya. Energi surya dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik dengan menggunakan sel surya. Sel surya mengalami penurunan efisiensi elektrik seiring peningkatan temperatur sel surya, padahal temperatur sel surya berbanding lurus terhadap iradiasi matahari. Oleh karena itu, diperlukan sistem pendingin untuk menghambat kenaikan temperatur sel surya agar efisiensi elektrik sel surya dapat dipertahankan. Bahan berubah fasa berupa larutan kalsium klorida dapat digunakan sebagai pendingin. Titik leleh larutan kalsium klorida dapat diatur dengan mengubah konsentrasinya. Sistem pendingin yang baik membutuhkan wadah bahan berubah fasa dengan sifat konduktivitas termal yang tinggi, seperti aluminium. Material logam seperti aluminium mengalami kerusakan ketika berinteraksi dengan lingkungan yang korosif. Larutan kalsium klorida bersifat korosif. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian korosi larutan kalsium klorida pada aluminium untuk mengetahui sejauh mana aluminium dapat digunakan sebagai wadah larutan kalsium klorida.

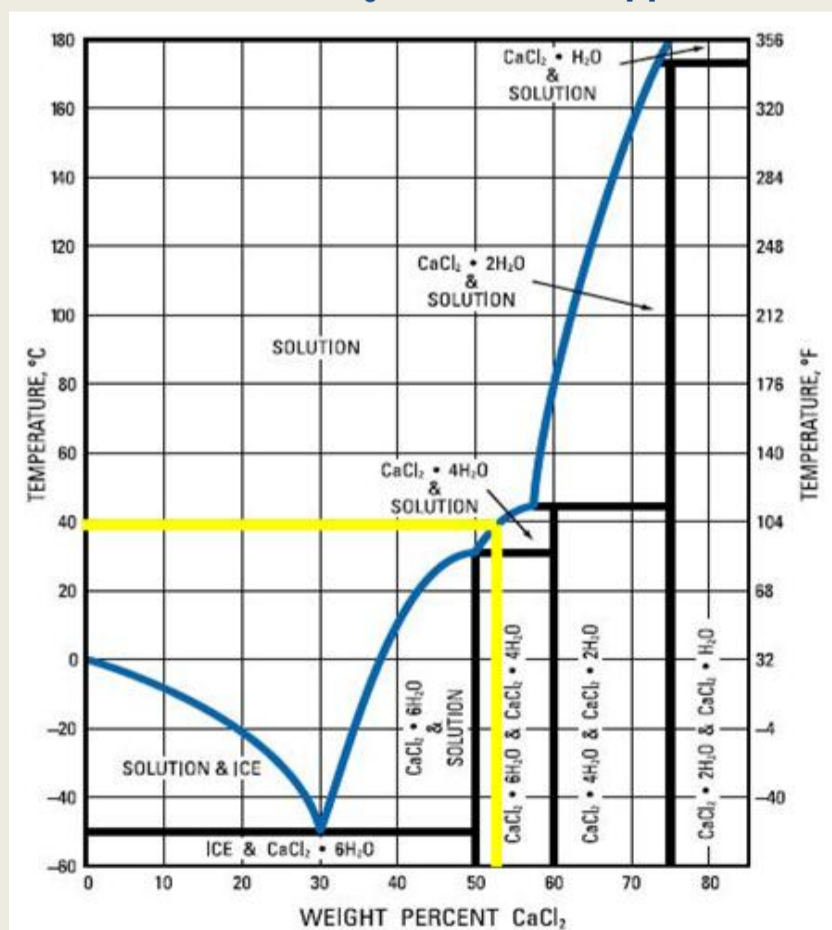
## Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakteristik termal larutan kalsium klorida
2. Mengetahui laju korosi larutan kalsium klorida pada aluminium
3. Mengetahui pengaruh penggunaan bahan berubah fasa berupa larutan kalsium klorida sebagai pendingin terhadap temperatur panel surya
4. Mengetahui pengaruh penggunaan bahan berubah fasa berupa larutan kalsium klorida sebagai pendingin terhadap efisiensi elektrik panel surya

## Metodologi Penelitian

Temperatur kerja panel surya berada pada rentang 30 °C – 60 °C. Larutan kalsium klorida diinginkan meleleh pada 40 °C agar tidak meleleh terlalu dini dan jangka waktu pemanfaatannya dapat lebih panjang. Gambar 1 menunjukkan larutan kalsium klorida dengan konsentrasi 53 % meleleh pada 40 °C. Larutan kalsium klorida dibuat dengan mencampurkan serbuk kalsium klorida dengan air. Serbuk kalsium klorida diketahui memiliki kandungan kalsium klorida minimal 75 %. Dengan mempertimbangkan kandungan kalsium klorida pada serbuk, larutan kalsium klorida dibuat dengan mencampurkan 70,67 % massa berupa serbuk kalsium klorida dan 29,33 % berupa air. Larutan kalsium klorida tersebut diuji konsentrasinya, diuji titik lelehnya, diuji laju korosinya terhadap aluminium, dan dimasukkan ke *rectangular tube* untuk dipasang sebagai pendingin di permukaan bawah panel surya.

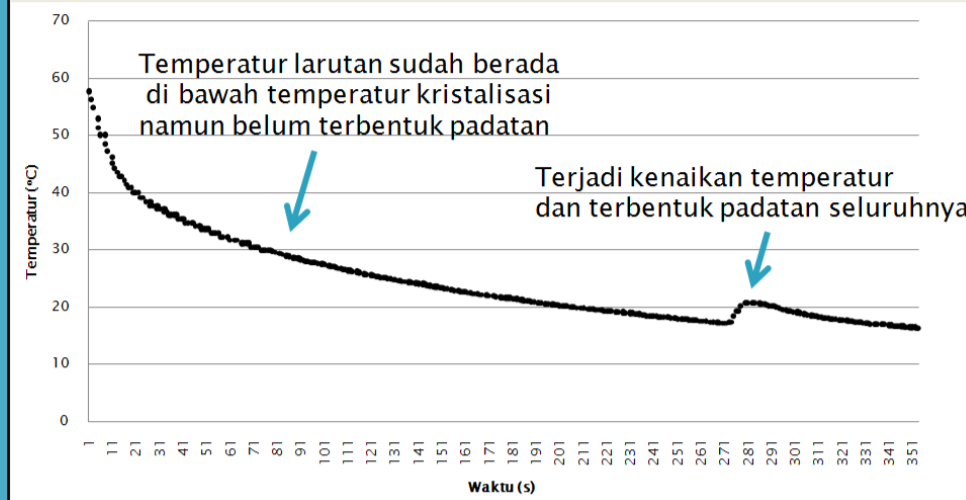
Gambar 1 Diagram fasa CaCl<sub>2</sub>-air [1]



## Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil pengujian konsentrasi menunjukkan bahwa larutan kalsium klorida yang digunakan memiliki konsentrasi 57,96 %, sementara hasil pengujian titik leleh menunjukkan bahwa larutan kalsium klorida yang digunakan meleleh pada 41 °C. Larutan kalsium klorida dengan konsentrasi 57,96 % seharusnya meleleh pada 47 °C. Perbedaan titik leleh yang diperoleh dari pengujian dengan referensi dikarenakan kualitas serbuk kalsium klorida yang digunakan pada pengujian adalah *commercial grade* (bukan *research grade*). Gambar 2 menunjukkan fenomena *supercooling* pada larutan kalsium klorida yang didinginkan. Hasil pengujian laju korosi pada temperatur kamar menunjukkan laju korosi larutan kalsium klorida pada aluminium sebesar 0,99 mg/cm<sup>2</sup>yr.

Gambar 2 Proses pendinginan larutan kalsium klorida



Pengujian performa panel surya berpendingin dilakukan di lantai seperti pada Gambar 3 dan di rangka seperti pada Gambar 4. Ketika panel surya diletakkan di lantai, maka tidak terjadi proses pendinginan pada permukaan bawah panel surya. Ketika panel surya diletakkan di rangka, maka akan terjadi proses pendinginan oleh angin secara konveksi paksa pada permukaan bawah panel surya.

Gambar 3 Pengujian performa panel surya berpendingin di lantai

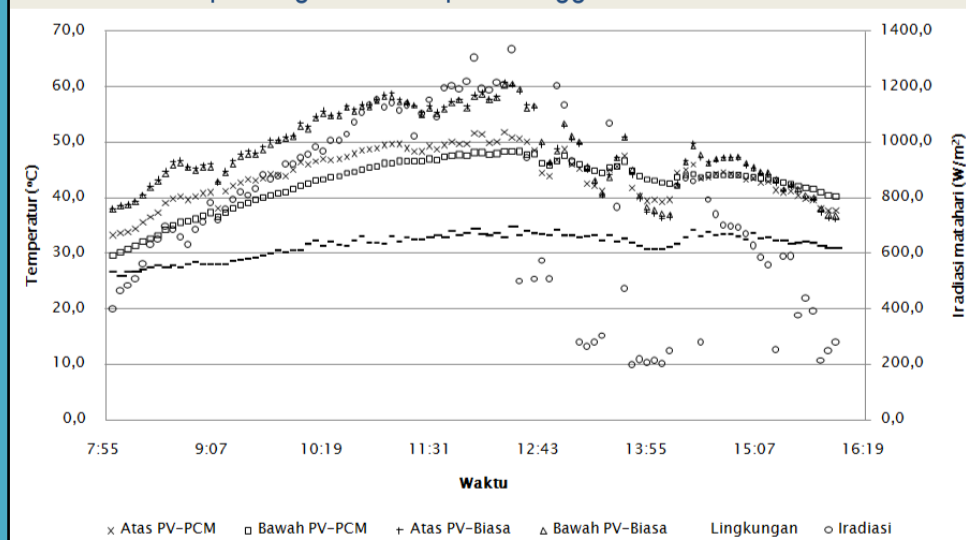


Gambar 4 Pengujian performa panel surya berpendingin di rangka

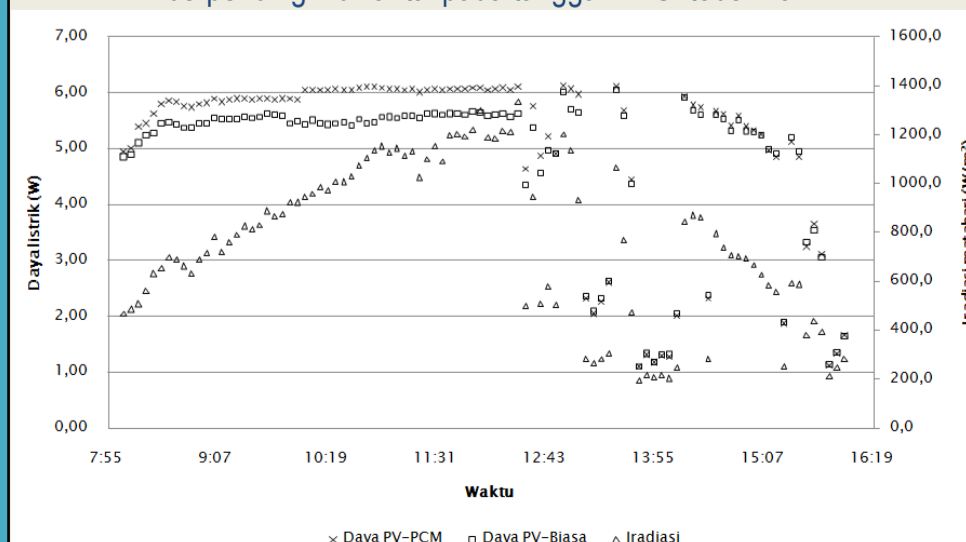


Gambar 5 menunjukkan bahwa temperatur panel surya berbanding lurus terhadap iradiasi matahari. Pada pukul 8:05 sampai dengan 12:45 WIB, temperatur panel surya berpendingin lebih rendah dari temperatur panel surya biasa menyebabkan daya listrik dan efisiensi elektrik panel surya berpendingin lebih tinggi dari panel surya biasa. Pada pukul 12:45 sampai dengan 16:00 WIB, temperatur panel surya berpendingin lebih lambat turun daripada temperatur panel surya biasa, hal ini disebabkan oleh efek inersia termal bahan berubah fasa.

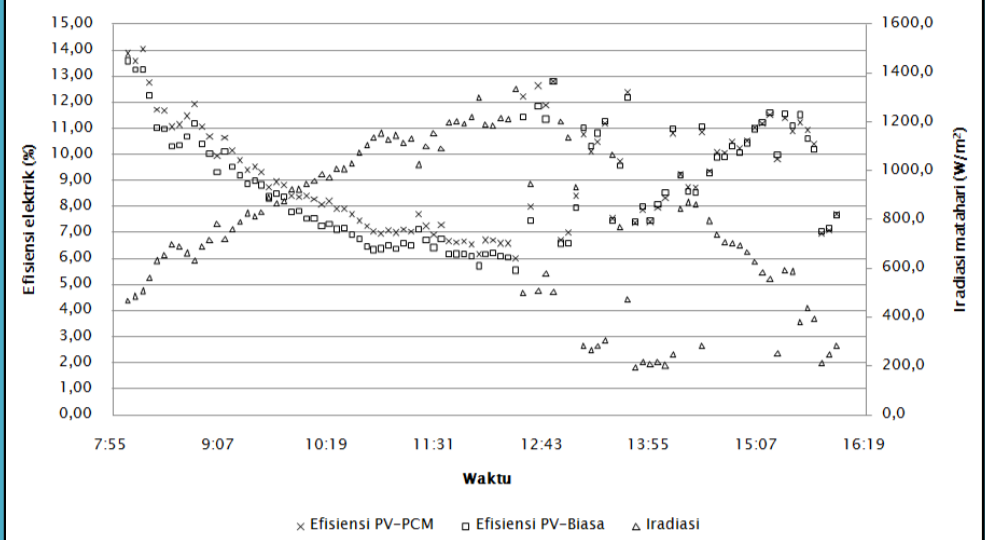
Gambar 5 Grafik temperatur-waktu-iradiasi matahari pengujian panel surya berpendingin di lantai pada tanggal 17 Oktober 2014



Gambar 6 Grafik daya listrik-waktu-iradiasi matahari pengujian panel surya berpendingin di lantai pada tanggal 17 Oktober 2014



Gambar 7 Grafik efisiensi elektrik-waktu-iradiasi matahari pengujian panel surya berpendingin di lantai pada tanggal 17 Oktober 2014



Hasil pengujian performa panel surya berpendingin dirangkum pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4. Selisih daya listrik dan selisih efisiensi elektrik yang diperoleh dari hasil pengujian performa berpendingin di rangka tidak signifikan sebab selisih temperaturnya kecil karena terjadi proses pendinginan pada permukaan bawah panel surya biasa oleh angin secara konveksi paksa.

Tabel 1 Rangkuman data iradiasi matahari dan temperatur hasil pengujian performa panel surya berpendingin di rangka

Tanggal	Iradiasi matahari rata-rata (W/m <sup>2</sup> )	Temperatur rata-rata (°C)				Selisih temperatur rata-rata (°C)	
		PV-PCM		PV-Biasa		Atas	Bawah
16/10/14	715,4	41,8	40,8	43,0	42,1	1,1	1,2
20/10/14	654,7	39,2	38,0	40,1	38,9	0,9	0,9
23/10/14	671,0	39,1	38,2	40,2	39,5	1,2	1,3

Tabel 2 Rangkuman data daya listrik dan efisiensi elektrik hasil pengujian performa panel surya berpendingin di lantai

Tanggal	Daya listrik rata-rata (W)		Selisih daya listrik rata-rata (W)	Kenaikan daya listrik rata-rata (%)	Efisiensi elektrik rata-rata (%)		Selisih efisiensi elektrik rata-rata (%)
	PV-PCM	PV-Biasa			PV-PCM	PV-Biasa	
16/10/14	4,84	4,82	0,02	0,41	8,73	8,71	0,02
20/10/14	4,53	4,52	0,01	0,22	9,44	9,44	0,00
23/10/14	5,10	5,08	0,02	0,39	10,56	10,54	0,02

Tabel 3 Rangkuman data iradiasi matahari dan temperatur hasil pengujian performa panel surya berpendingin di lantai

Tanggal	Iradiasi matahari rata-rata (W/m <sup>2</sup> )	Temperatur rata-rata (°C)				Selisih temperatur rata-rata (°C)	
		PV-PCM		PV-Biasa		Atas	Bawah
17/10/14	762,4	43,9	42,5	48,6	48,5	4,7	5,9
19/10/14	653,3	42,3	41,6	45,7	45,7	3,4	4,1
25/10/14	508,2	39,7	38,9	42,1	42,4	2,4	3,6

Tabel 4 Rangkuman data daya listrik dan efisiensi elektrik hasil pengujian performa panel surya berpendingin di lantai

Tanggal	Daya listrik rata-rata (W)		Selisih daya listrik rata-rata (W)	Kenaikan daya listrik rata-rata (%)	Efisiensi elektrik rata-rata (%)		Selisih efisiensi elektrik rata-rata (%)
	PV-PCM	PV-Biasa			PV-PCM	PV-Biasa	
17/10/14	5,05	4,79	0,26	5,42	9,21	8,85	0,36
19/10/14	4,11	3,92	0,18	4,59	8,03	7,78	0,24
25/10/14	3,47	3,33	0,13	3,90	8,22	8,01	0,21

## Kesimpulan

1. Larutan kalsium klorida yang digunakan memiliki konsentrasi 57,96 %, meleleh pada 41 °C, dan menunjukkan fenomena *supercooling* ketika didinginkan.
2. Laju korosi larutan kalsium klorida pada aluminium sebesar 0,99 mg/cm<sup>2</sup>yr.
3. Pada pengujian performa panel surya berpendingin di lantai, temperatur rata-rata panel surya berpendingin selalu lebih rendah dari temperatur rata-rata panel surya biasa. Selisih rata-rata temperatur permukaan atas adalah 4,7 °C, sedangkan selisih rata-rata temperatur permukaan bawah adalah 5,9 °C. Pada pengujian performa panel surya berpendingin di rangka, temperatur rata-rata panel surya berpendingin selalu lebih rendah dari temperatur rata-rata panel surya biasa. Selisih rata-rata temperatur permukaan atas adalah 1,2 °C, sedangkan selisih rata-rata temperatur permukaan bawah adalah 1,3 °C.
4. Pada pengujian performa panel surya berpendingin di lantai, efisiensi elektrik rata-rata panel surya berpendingin selalu lebih tinggi dari efisiensi elektrik panel surya biasa dengan selisih rata-rata terbesar sebesar 0,36 % dengan kenaikan daya listrik hingga 5,42 %. Pada pengujian performa panel surya berpendingin di rangka, efisiensi elektrik rata-rata panel surya berpendingin selalu lebih tinggi dari efisiensi elektrik panel surya biasa dengan selisih rata-rata terbesar sebesar 0,02 % dengan kenaikan daya listrik hingga 0,41 %.

## Referensi

[1] Occidental Chemical Corporation, *A guide to Physical Properties Calcium Chloride*.

## Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada LPPM ITB dan PT PLN atas dukungan pendanaan pada penelitian ini.