



Terbit online pada laman web jurnal : <http://inomet.ft.unand.ac.id>

INoMeT: Jurnal Inovasi Rekayasa Mekanikal dan Termal

| ISSN (Online) 3025-2598 |

Artikel Penelitian

Uji Performa Absorber Prisma dengan Pelapisan Titanium Dioksida pada Kolektor Surya

Iskandar Ridwan ^a, Endri Yani ^a, Ridho Zulfikar ^a

^a Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, Padang 25163, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 01 Juni 2026

Revisi Akhir: 12 Juni 2026

Diterbitkan Online: 26 Juni 2026

KATA KUNCI

Solar Collector

Titanium Dioxide

V-Corrugated Prism Absorber

Thermal Efficiency

KORESPONDENSI

E-mail:

endriyani@eng.unand.ac.id

ABSTRACT

This study aims to analyze the performance of a solar collector with a V-corrugated prism absorber coated with titanium dioxide (TiO₂). The research was carried out experimentally using a solar collector with two absorber coating configurations, namely upper-side and lower-side TiO₂ coating. The observed parameters included solar radiation intensity, inlet and outlet air temperature and absorber temperature. The results indicate that the lower-side TiO₂ coating demonstrated superior thermal performance compared to the upper-side coating. The solar collector with the lower coating achieved a maximum outlet temperature of 96°C and the highest efficiency of 14.45%, whereas the upper coating only reached 89.7°C and 13.92%, respectively. These findings show that applying TiO₂ on the lower side of the prism absorber enhances heat absorption and maintains a stable temperature distribution.

1. PENDAHULUAN

Titanium dioksida (TiO₂) adalah senyawa oksida logam yang terbentuk secara alami akibat reaksi antara titanium dan oksigen di udara. Material ini dikenal memiliki sejumlah karakteristik unggulan, termasuk ketahanan terhadap suhu tinggi serta dapat berfungsi sebagai fotokatalis [1]. Titanium dioksida mempunyai kemampuan untuk memecah polutan organik menjadi senyawa yang lebih sederhana, seperti air dan karbon dioksida. Selain itu, material ini menunjukkan kestabilan termal dan kimia yang tinggi, menjadikannya pilihan yang andal untuk berbagai aplikasi energi surya. Di samping itu,

Titanium dioksida (TiO₂) adalah bahan semikonduktor yang punya banyak kelebihan, seperti tahan lama, tidak mudah berkarat (bersifat tahan terhadap korosi), mudah ditemukan di alam, tidak beracun, memiliki konduktivitas listrik yang rendah dan harganya juga cukup terjangkau [2].

Titanium dioksida (TiO₂) juga merupakan salah satu partikel logam yang memiliki kemampuan menghantarkan panas (konduktivitas termal) yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan logam ferro lainnya. Konduktivitas termalnya mencapai 8,9 W/m°C, lebih tinggi dibandingkan beberapa jenis nanofluida lainnya, seperti *graphene oxide* [3].

Titanium yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Titanium dioksida

Titanium dioksida memiliki indeks refraktif nonlinier yang tinggi, yang memungkinkan terjadinya pengurungan cahaya yang efisien dalam pandu gelombang optik. Selain itu, sifat nonlinier yang kuat dari material ini sangat berguna dalam proses pembangkitan superkontinum. Dengan jendela transparansi yang mencakup spektrum dari ultraviolet hingga inframerah, titanium dioksida menjadi material yang menarik untuk beragam aplikasi, termasuk fotokatalisis dan teknologi sel surya [4].

Salah satu teknologi sel surya adalah inovasi yang dapat diterapkan pada kolektor surya seperti pengembangan alat pengering berbasis absorber prisma yang berbentuk *V-corrugated* dengan dilapisi titanium dioksida (TiO_2) yang mampu menyerap dan memanfaatkan panas matahari secara optimal. Absorber prisma yang berbentuk *V-corrugated* berperan sebagai komponen utama dalam sistem kolektor surya yang bertugas menangkap, mengarahkan, dan mendistribusikan sinar matahari ke area lain dalam sistem tersebut [5].

Penelitian ini difokuskan pada pengembangan absorber prisma *V-corrugated* yang dilapisi titanium dioksida (TiO_2), dengan membandingkan efektivitas pelapisan pada bagian atas dan bagian bawah prisma. Pelapisan di bagian atas berpotensi menyerap sinar matahari langsung secara optimal, karena berada pada sisi yang lebih terekspos terhadap radiasi. Sementara itu, pelapisan di bagian bawah dapat menahan radiasi yang diserap absorber agar tidak terbuang kembali ke kaca penutup. Dengan membandingkan kedua posisi ini, maka

dapat diidentifikasi posisi pelapisan TiO_2 yang paling efektif dalam meningkatkan efisiensi penyerapan dan distribusi panas pada sistem kolektor surya.

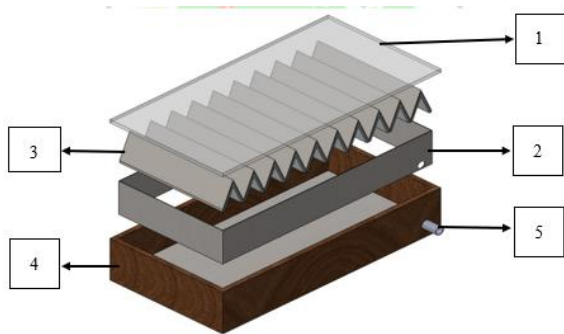
Penelitian tentang modifikasi kolektor surya sudah pernah dilakukan Evi Sunarti Antu. Evi Sunarti Antu meneliti kolektor surya dengan absorber seng gelombang yang dicat warna hitam, dengan memvariasikan sudut kolektor yaitu 75° dan 45° [6]. Anca Diana Racovita melakukan penelitian tentang peningkatan kinerja kolektor surya tipe trapezoidal untuk pemanas udara dengan menggunakan absorber prisma dalam meningkatkan penyerapan panas sehingga menghasilkan efisiensi yang lebih baik [7].

2. METODOLOGI

Sebelum proses pengujian, terlebih dahulu dibuat *absorber* prisma yang berbentuk *V-corrugated* yang dilapisi titanium dioksida pada bagian atas dan bagian bawahnya.

Proses pelapisan plat aluminium *absorber* dengan titanium dioksida (TiO_2) dilakukan menggunakan epoxy resin sebagai bahan pengikat dengan perbandingan resin dan hardener 1:2. Tahap awal dimulai dari persiapan substrat aluminium, yaitu membentuk plat sesuai ukuran yang dibutuhkan. Proses pelapisan dilakukan dengan mengaplikasikan campuran epoxy resin ke permukaan aluminium plat menggunakan metode kuas sehingga permukaan tertutup merata lalu di taburkan bubuk titanium ke permukaan aluminium yang sudah dioleskan resin. Untuk menghasilkan lapisan yang lebih tebal dan seragam, proses pelapisan dapat dilakukan berulang setelah lapisan pertama setengah kering. Selanjutnya, plat yang telah dilapisi didiamkan pada suhu $60\text{--}80^\circ\text{C}$ selama 1–2 jam. Setelah selesai, plat aluminium didinginkan pada suhu ruang hingga siap digunakan.

Skema kolektor surya yang digunakan ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kolektor Surya

Keterangan:

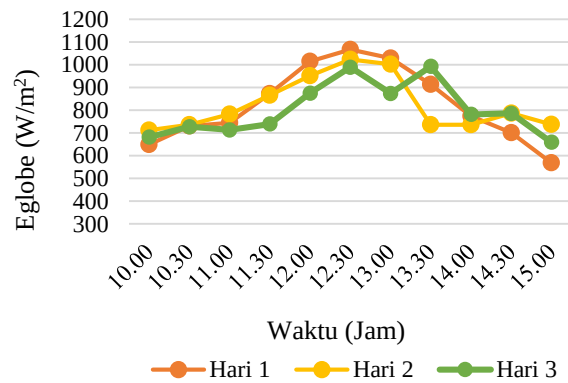
1. Cover
2. Insulator
3. Absorber prisma berbentuk V
4. Kerangka luar
5. Pipa penghubung ke ruang pengering

Kolektor yang digunakan merupakan jenis kolektor pengering surya pasif tipe tidak langsung dan memiliki absorber prisma berbentuk V. Desain prisma ini bertujuan untuk memaksimalkan penyerapan sinar matahari oleh kolektor, sehingga panas dapat mengalir secara optimal dari bagian bawah kolektor ke arah luar. Selain itu, penambahan lapisan titanium dioksida pada absorber akan menambah daya serap radiasi matahari, sehingga panas yang dihasilkan akan menjadi lebih maksimal. Kolektor ini juga dirancang sedemikian rupa agar sirkulasi udara panas di dalam sistem dapat berlangsung secara alami tanpa bantuan kipas, sehingga lebih hemat energi dan ramah lingkungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

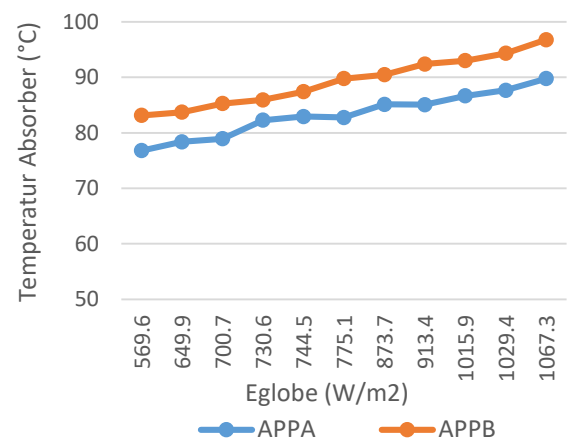
Setelah proses pengujian dilakukan, diperoleh data intensitas cahaya matahari yang berfungsi untuk melihat pengaruh waktu terhadap intensitas cahaya matahari, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.

Pada Gambar 3 terlihat bahwa intensitas cahaya matahari berubah seiring waktu akibat posisi matahari dan kondisi lingkungan. Penelitian ini dilakukan selama tiga hari, dimana intensitas cahaya matahari berkisar antara 569,6 W/m² hingga 1067,3 W/m².



Gambar 3. Pengaruh waktu terhadap intensitas cahaya matahari

Tinggi rendahnya intensitas cahaya matahari, akan mempengaruhi temperatur yang dihasilkan oleh absorber dan temperatur keluaran kolektor surya, seperti terlihat pada gambar 4 dan 5.

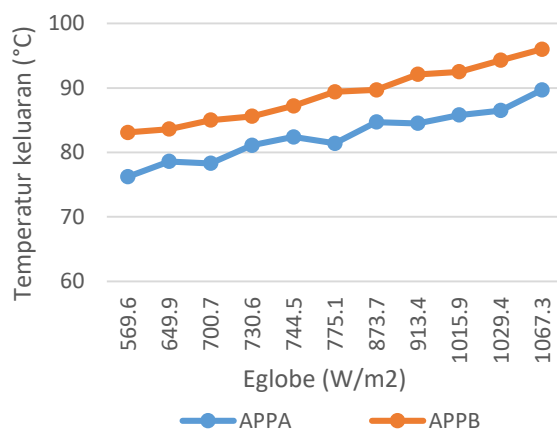


APPA = Absorber prisma pelapisan atas
APPB = Absorber prisma pelapisan bawah

Gambar 4 Perbandingan temperatur absorber terhadap intensitas matahari

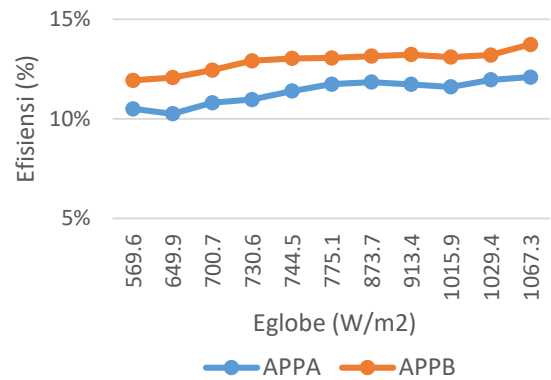
Gambar 4 menunjukkan hubungan antara intensitas radiasi matahari dengan temperatur absorber. Nilai temperatur *absorber* pada kolektor surya akan meningkat seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya matahari. Dari rentang intensitas 569,6 W/m² hingga 1067,3 W/m² didapatkan temperatur *absorber* rata-rata pada kolektor surya dengan *absorber* prisma pelapisan bawah (APPB) lebih tinggi dibandingkan kolektor surya dengan *absorber* prisma pelapisan atas (APPA). Temperatur *absorber* pada kolektor surya dengan

absorber prisma pelapisan atas meningkat dari 76,80°C hingga 89,77°C. Sedangkan pada kolektor surya dengan *absorber* prisma pelapisan bawah didapatkan peningkatan temperatur dari 83,13°C hingga 96,77°C. Dengan adanya lapisan TiO₂ pada sisi bawah, radiasi matahari dapat diserap kembali secara efektif, sehingga panas yang dihasilkan menjadi lebih besar dan efisien. Kondisi ini membuat suhu pada *absorber* lebih stabil dan panas yang tersimpan dapat bertahan lebih lama. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa prisma pelapisan bawah memiliki sifat termal yang baik sehingga memungkinkan distribusi panas yang lebih efisien.



Gambar 5 Perbandingan temperatur keluaran terhadap intensitas

Gambar 5 menunjukkan temperatur keluaran kolektor surya yang meningkat seiring dengan naiknya intensitas cahaya matahari dan berbanding lurus dengan temperatur *absorber*. Pada rentang intensitas 569,6 W/m² hingga 1067,3 W/m², kolektor dengan *absorber* prisma pelapisan bawah menunjukkan temperatur keluaran yang lebih tinggi dibandingkan pelapisan atas, yaitu dari 83,1°C hingga 96°C, sedangkan pelapisan atas hanya mencapai 76,2°C hingga 89,7°C. Perbedaan ini menunjukkan bahwa lapisan TiO₂ pada bagian bawah lebih efektif dalam menyerap dan mempertahankan panas, karena posisinya terlindung dari aliran udara luar sehingga kehilangan panas akibat konveksi dapat diminimalkan. Kondisi ini membuat suhu pada *absorber* lebih stabil dan distribusi panas di dalam kolektor menjadi lebih merata.



Gambar 6. Efisiensi kolektor surya terhadap intensitas matahari

Pada Gambar 6 terlihat bahwa kolektor surya dengan *absorber* prisma pelapisan bawah menunjukkan kinerja efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan kolektor surya dengan *absorber* prisma pelapisan atas pada seluruh rentang intensitas radiasi surya yang diuji. Efisiensi prisma pelapisan atas tercatat nilai tertinggi sebesar 12,10% dan nilai terendah sebesar 10,51%, sedangkan prisma pelapisan bawah nilai tertinggi 13,74% dan nilai terendahnya 11,94%. Perbedaan ini erat kaitannya dengan karakteristik termal prisma pelapisan bawah yang memiliki kemampuan distribusi radiasi surya yang sangat baik. Dengan demikian, *absorber* prisma pelapisan bawah memiliki karakteristik termal yang lebih baik dan menghasilkan efisiensi penyerapan panas yang lebih tinggi dibandingkan pelapisan atas.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *absorber* prisma pelapisan bawah mempunyai performa yang lebih bagus dibandingkan dengan *absorber* prisma pelapisan atas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Ayorinde and C. M. Sayes, "An updated review of industrially relevant titanium dioxide and its environmental health effects," *Journal of Hazardous Materials Letters*, vol. 4, no. May, p. 100085, 2023, doi: 10.1016/j.hazl.2023.100085.

- [2] A.D. Racovita, "Titanium Dioxide: Structure, Impact, and Toxicity," *Int J Environ Res Public Health*, vol. 19, no. 9, 2022, doi: 10.3390/ijerph19095681.
- [3] Fadhli Aulia Syukri and Budhi M. Suyitno, "Analisis Pengaruh Nanofluida Titanium Dioksida (TiO₂) Terhadap Kinerja Fluida Dasar Pada Perpindahan Panas Pada Alat Penukar Panas Pipa Ganda," *Kalpika*, vol. 19, no. 1, 2023, doi: 10.61488/kalpika.v19i1.35.
- [4] N. M. Yusoff, E. K. Ng, N. S. Rosli, C. A. C. Abdullah, N. M. Yusoff, and M. A. Mahdi, "TiO₂-SiO₂Nanocomposite Saturable Absorber for Ultrafast Photonics," *IEEE Photonics J*, vol. 15, no. 1, pp. 1–10, 2023, doi: 10.1109/JPHOT.2023.3237513.
- [5] K. J. Wang, L. D. Dao, and A. J. W. Whang, "Prism-based solar system optimization adopting stochastic light demands," *Solar Energy*, vol. 225, no. April, pp. 608–623, 2021, doi: 10.1016/j.solener.2021.07.054.
- [6] E. S. Antu, "Analisa Sistem Pengering Biji Jagung Dengan Metode Natural Convection," *Jtech*, vol. 4, no. 1, pp. 24–27, 2016.
- [7] L. Diana, "Peningkatan Kinerja Kolektor Surya Tipe Trapezoidal Absorber Plate Menggunakan Obstacle Berbentuk Prisma Segitiga dengan Variasi Sudut Tekuk Vertikal Disusun Inline," pp. 22–22, 2016.