

ANALISIS KARAKTERISTIK SISTEM *PHOTOVOLTAIC-THERMAL* SERTA APLIKASINYA UNTUK PENGERINGAN GABAH

NADHYAH SYIFA CAMILA



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Karakteristik Sistem *Photovoltaic-Thermal* serta Aplikasinya untuk Pengeringan Gabah” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2024

Nadhyah Syifa Camila
F1401201043

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

NADHYAH SYIFA CAMILA. Analisis Karakteristik Sistem *Photovoltaic-Thermal* serta Aplikasinya untuk Pengeringan Gabah. Dibimbing oleh LEOPOLD OSCAR NELWAN.

Sistem *Photovoltaic Thermal* (PV/T) dapat menghasilkan energi listrik dan panas secara bersamaan, memanfaatkan energi surya secara efisien. Namun, efisiensi modul PV menurun seiring dengan peningkatan suhu. Mengalirkan fluida melalui sistem dapat menyerap dan memanfaatkan panas tersebut. Tujuan penelitian ini adalah melakukan analisis karakteristik PV dan sistem PV/T serta menguji performansi alat pengering gabah dengan memanen energi dari sistem PV/T-kolektor. Tahap dari penelitian ini adalah pengujian karakteristik PV, sistem PV/T, sistem PV/T-kolektor serta pengeringan 183 kg gabah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai efisiensi dari panel PV cenderung menurun pada tingkat radiasi yang tinggi. Hal ini terjadi karena saat radiasi matahari meningkat suhu pada panel pun meningkat. Sistem PV/T yang menggunakan aliran udara di bawah panel menunjukkan bahwa laju aliran yang tinggi menghasilkan efisiensi yang lebih baik. Namun, dalam penelitian ini, efisiensi tidak lebih tinggi dibandingkan dengan panel PV saja karena beberapa faktor, seperti perbedaan waktu pengambilan data dan adanya debu yang menempel pada panel PV. Total waktu pengeringan dilakukan selama 12 jam. Pada pengujian, suhu udara pengering yang dihasilkan sistem berkisar 35,4-42,6 °C dengan laju pengeringan 0.735% bk·jam⁻¹. Kadar air awal gabah adalah 19,11% dan kadar air akhir gabah adalah 12,89%, sehingga massa air yang diuapkan adalah 13,06 kg.

Kata kunci: energi, gabah, karakteristik, pengeringan, *photovoltaic-thermal*

@Hak Cipta IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRACT

NADHYAH SYIFA CAMILA. Characteristic Analysis of Photovoltaic-Thermal System and its Application for Paddy Drying. Supervised by LEOPOLD OSCAR NELWAN.

Photovoltaic Thermal (PV/T) systems can generate electrical energy and heat simultaneously, utilizing solar energy efficiently. However, the efficiency of PV modules decreases as the temperature increases. Passing a fluid through the system can absorb and utilize the heat. The purpose of this research is to analyze the characteristics of PV and PV/T system and test the performance of grain dryer by harvesting energy from PV/T-Collector system. The stages of this research are testing the characteristics of PV, PV/T system, PV/T-Collector system and drying 183 kg of grain. The results showed that the efficiency value of the PV panel tends to decrease at high radiation levels. This happens because when solar radiation increases the temperature on the panel also increases. PV/T systems that use airflow under the panels show that high flow rates result in better efficiency. However, in this study, the efficiency was not higher than with PV panels alone due to several factors, such as the difference in data collection time and the presence of dust on the PV panels. The total drying time was 12 hours. In the test, the drying air temperature produced by the system ranged from 35.4-42.6 °C with a drying rate of 0.735% db·hour⁻¹. The initial moisture content of the grain was 19.11% and the final moisture content of the grain was 12.89%, so the mass of water evaporated was 13.06 kg.

Keywords: characteristics, drying, energy, paddy, photovoltaic-thermal



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

ANALISIS KARAKTERISTIK SISTEM PHOTOVOLTAIC-THERMAL SERTA APLIKASI UNTUK PENGERINGAN GABAH

NADHYAH SYIFA CAMILA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si.

2. Dr. Ir. I Wayan Budiastara, M.Agr.



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Skripsi : Analisis Karakteristik Sistem Photovoltaic-Thermal serta
Aplikasinya untuk Pengeringan Gabah

Nama : Nadhyah Syifa Camila

NIM : F1401201043

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing:

Dr. Leopold Oscar Nelwan, S.TP. M.Si

NIP 197012081999031001

Diketahui oleh

Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem:

Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc. Agr

NIP 196304251989031001

Tanggal Ujian:
13 Agustus 2024

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2024 sampai bulan Juni 2024 ini ialah analisis karakteristik serta pengeringan, dengan judul “Analisis Karakteristik Sistem *Photovoltaic-Thermal* serta Aplikasinya untuk Pengeringan Gabah”. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Kedua orang tua yang berjasa dalam hidup penulis, Saripudin dan Damayanti. Terima kasih atas doa, semangat, kasih sayang serta pengorbanannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. Leopold Oscar Nelwan, S.TP. M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi saran, masukan serta ilmu pengetahuan kepada penulis.
3. Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si. selaku dosen penguji pertama dan Dr. Ir. I Wayan Budiastira, M.Agr. selaku dosen penguji kedua dan Dr. Nanik Purwanti, S.T.P., M.Sc. selaku dosen moderator yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis.
4. Staf Laboratorium Teknik Energi Terbarukan, Leuwikopo (Pak Angga), serta staf Departemen Teknik Mesin dan Biosistem yang telah membantu penulis selama pengumpulan data.
5. Penelitian Dosen Skema Riset Fundamental (Re-Fund) tahun anggaran 2023-2024 425/IT3.D10/PT.01.03/P/B/2023 dengan judul “Pengembangan Model Sistem Pengereng Surya Mandiri dengan Metode *Photovoltaic-Thermal* (PV/T) dan Penyimpanan Panas Absorsi untuk Pengeringan Gabah”.
6. Kakak tersayang Dhiya Asti Ramadhani yang telah memotivasi penulis.
7. Annida, Aliyah, Adisti, Rani, Risa, Messa, Anisya, Sonya, dan Iin yang telah menemani, membantu dan memberikan semangat kepada penulis.
8. Serta teman-teman TMB Angkatan 57 “Meisterian” yang telah kebersamai penulis selama lebih kurang 4 tahun.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

Nadhyah Syifa Camila



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Energi Surya	3
2.2 Fotovoltaik	3
2.3 Kolektor Surya	3
2.4 Sistem <i>Photovoltaic-Thermal</i>	4
2.5 Gabah	5
2.6 Pengeringan	6
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Kerja	8
3.4 Analisis Data	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Pengujian Karakteristik	15
4.2 Pengujian Sistem PV/T	19
4.3 Pengujian Kinerja Sistem PV/T untuk Memanaskan Udara	24
4.4 Pengeringan	25
V SIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Simpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	34
RIWAYAT HIDUP	47

Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	Alat dan bahan yang digunakan	7
2	Spesifikasi panel PV	8
3	Nilai karakteristik PV	18
4	Perbandingan efisiensi sistem PV/T tiap variasi laju aliran udara dengan PV saja	23
5	Energi yang dihasilkan PV, energi yang masuk dan keluar baterai serta energi yang digunakan beban	29

DAFTAR GAMBAR

1	Kolektor surya (a) tipe plat datar (Tong <i>et al.</i> 2019) (b) tipe konsentrator (Bellos dan Tzivanidis 2018) (c) tipe tabung hampa (Wadaskar dan Karale 2009)	4
2	Skema sistem PV/T konvensional (Das <i>et al.</i> 2017)	5
3	Skema alat pengering tenaga surya dengan kolektor udara PV/T (Kong <i>et al.</i> 2020)	5
4	Skema percobaan karakteristik PV	9
5	Kurva karakteristik I-V dan P-V (Ishaque <i>et al.</i> 2011)	9
6	Skema percobaan sistem PV/T	10
7	Skema sistem PV/T-kolektor serta pengeringan gabah	11
8	Kurva karakteristik PV saat rata-rata radiasi $233,11 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ dengan nilai standar deviasi $5,15 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	15
9	Kurva karakteristik PV saat rata-rata radiasi $378,57 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ dengan nilai standar deviasi $17,71 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	15
10	Kurva karakteristik PV saat rata-rata radiasi $463,30 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ dengan nilai standar deviasi $19,81 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	16
11	Kurva karakteristik PV saat rata-rata radiasi $486,72 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ dengan nilai standar deviasi $13,31 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	16
12	Kurva karakteristik PV saat rata-rata radiasi $592,31 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ dengan nilai standar deviasi $7,17 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	16
13	Kurva karakteristik PV saat rata-rata radiasi $898,25 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ dengan nilai standar deviasi $20,54 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	17
14	Kurva karakteristik PV saat rata-rata radiasi $947,59 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ dengan nilai standar deviasi $13,16 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	17
15	Karakteristik I-V yang mempertlihatkan pengaruh radiasi matahari	19
16	Perbandingan efisiensi pada variasi kecepatan fluida udara saat rata-rata radiasi $250,39 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	19
17	Perbandingan efisiensi pada tiap variasi kecepatan fluida udara saat rata-rata radiasi $339,58 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	20
18	Perbandingan efisiensi pada tiap variasi kecepatan fluida udara saat rata-rata radiasi $437,34 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	20
19	Perbandingan efisiensi pada tiap variasi kecepatan fluida udara saat rata-rata radiasi $551,94 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	21



20	Perbandingan efisiensi pada tiap variasi kecepatan fluida udara saat rata-rata radiasi $646,95 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	21
21	Perbandingan efisiensi pada tiap variasi kecepatan fluida udara saat rata-rata radiasi $646,95 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	22
22	Perbandingan efisiensi pada tiap variasi kecepatan fluida udara saat rata-rata radiasi $892,29 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	22
23	Pengujian kinerja sistem PV/T pada beberapa titik pengukuran suhu terhadap radiasi matahari	24
24	Radiasi terhadap waktu pada pengeringan hari pertama	25
25	Radiasi terhadap waktu pada pengeringan hari kedua	25
26	Suhu tiap titik pengukuran terhadap waktu pada pengeringan hari pertama	26
27	Suhu tiap titik pengukuran terhadap waktu pada pengeringan hari kedua	27
28	Energi termal pengeringan hari pertama	27
29	Energi termal pengeringan hari kedua	28
30	Pengukuran listrik yang dihasilkan PV, digunakan beban, serta yang tersimpan pada pengeringan hari pertama	28
31	Pengukuran listrik yang dihasilkan PV, digunakan beban, serta yang tersimpan pada pengeringan hari kedua	29
32	Penurunan kadar air hari pertama (kiri) dan hari kedua (kanan)	30

DAFTAR LAMPIRAN

33	Foto sistem	35
34	Susunan rangkaian resistor untuk pengujian karakteristik PV dan sistem PV/T	36
35	Contoh perhitungan daya maksimum, <i>fill factor</i> dan efisiensi listrik	37
36	Contoh perhitungan energi termal	38
37	Contoh perhitungan kadar air bahan basis basah dan basis kering, laju pengeringan serta data kadar air pada saat pengeringan	39
38	Perhitungan laju aliran udara pada sistem PV/T	41
39	Contoh perhitungan jumlah air yang diuapkan	42
40	Perhitungan nilai kelembaban relatif menggunakan aplikasi <i>Psicometrics Calculator</i>	43
41	Pengambilan data	44
42	Data listrik pengeringan hari pertama dan hari kedua	45