



DESAIN, FABRIKASI, DAN KARAKTERISASI SENSOR KELEMBABAN DAN SUHU BERBASIS TEKNOLOGI FILM TEBAL

BERLIANA SYAFITRI



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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 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 laporan akhir dengan judul “Desain, Fabrikasi, dan Karakterisasi Sensor Kelembaban dan Suhu Berbasis Teknologi Film Tebal” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun 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, Juni 2026

Berliana Syafitri
G7401211092

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 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

BERLIANA SYAFITRI. Desain, Fabrikasi, dan Karakterisasi Sensor Kelembaban dan Suhu Berbasis Teknologi Film Tebal. Dibimbing oleh HERIYANTO SYAFUTRA dan I DEWA PUTU HERMIDA.

Fabrikasi sensor kelembaban dan suhu pada satu substrat untuk mendukung sistem pemantauan lingkungan terkoordinasi yang presisi dan efisien. Penelitian ini mendesain, memfabrikasi, dan mengkarakterisasi sensor kelembaban resistif dan suhu berbasis teknologi film tebal menggunakan metode *screen printing* dan *doctor blade*. Material yang digunakan meliputi pasta perak, PVA serta komposit PVA-TiO₂ dengan variasi 5%, 10%, dan 15%. Karakterisasi material menunjukkan PVA memiliki ukuran partikel 23,52 nm, ketebalan lapisan sensitif 11,44 μm , ketebalan elektroda 20,00 μm , dan bersifat semi-kristalin, sedangkan TiO₂ berstruktur anatase. Komposit PVA-TiO₂ memiliki distribusi partikel 300-400 nm, disertai peningkatan ketebalan lapisan sensitif, serta variasi ketebalan elektroda. FTIR menginformasi TiO₂ terintegrasi di dalam PVA melalui interaksi hidrogen. Kinerja sensor kelembaban menunjukkan penurunan resistansi pada 60-90% RH. Sensor suhu mengalami peningkatan resistansi seiring kenaikan suhu 30-80°C.

Kata kunci: desain, fabrikasi, karakterisasi, sensor kelembaban, sensor suhu

ABSTRACT

BERLIANA SYAFITRI. Design, Fabrication, and Characterization of Humidity and Temperature Sensors Based on Thick Film Technology. Supervised by HERIYANTO SYAFUTRA dan I DEWA PUTU HERMIDA.

The fabrication of humidity and temperature sensors on a single substrate was carried out to support a coordinated environmental monitoring systems that is precise and efficient. This study design, fabricate, and characterize resistive humidity and temperature sensors based on thick film technology using screen printing and doctor blade methodes. The materials used include silver paste, PVA, and PVA-TiO₂ composites with variations 5%, 10%, and 15%. Material characterization showed that PVA had a particle size of 23,52 nm, a sensitive layer thickness of 11,44 μm , an electrode thickness of 20,00 μm and a semi-crystalline nature, whereas TiO₂ exhibited and anatase structure. The PVA-TiO₂ composite had a particle distribution of 300-400 nm, accompanied by an increase in sensitive layer thickness and variations in electrode thickness. FTIR indicated that TiO₂ was integrated into PVA through hydrogen interaction. The humidity sensor showed a decrease in resistance at 60-90% RH. The temperature sensor exhibited an increase in resistance with increasing temperature 30-80°C.

Keywords: design, fabrication, characterization, humidity sensor, temperature sensor



@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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
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.



DESAIN, FABRIKASI, DAN KARAKTERISASI SENSOR KELEMBABAN DAN SUHU BERBASIS TEKNOLOGI FILM TEBAL

BERLIANA SYAFITRI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Fisika

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. **Dr. Siti Nikmatin, S.Si., M.Si.**
2. **Dr. Faozan, S.Si., M.Si.**

Judul Skripsi : Desain, Fabrikasi dan Karakterisasi Sensor Kelembaban dan Suhu Berbasis Teknologi Film Tebal

Nama : Berliana Syafitri
NIM : G7401211092

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Heriyanto Syafutra, S.Si., M.Si.
NIP. 198604232014041001

Pembimbing 2:
I Dewa Putu Hermida, M.T.
NIP. 196605111994031003



Diketahui oleh

Ketua Departemen Fisika:
Dr. Ir. Irmansyah, M.Si.
NIP. 196809161994031001



Tanggal Ujian: 22 Juni 2026

Tanggal Lulus:

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 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada *Allah Subhanahu wa Ta'ala* atas segala karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyusun skripsi dengan judul “Desain, Fabrikasi, dan Karakterisasi Sensor Kelembaban dan Suhu Berbasis Teknologi Film” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana di Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor. Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Almarhum Bapak H. Syakirin dan Ibu Hj. Rodiyah selaku orang tua penulis yang telah memberikan dukungan berupa moral, materil, doa, dan kasih sayang, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Heriyanto Syafutra, S.Si., M.Si. selaku pembimbing utama dan Bapak I Dewa Putu Hermida, M.T. selaku pembimbing kedua yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, serta dukungan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi hingga selesai.
3. Ibu Dr. Siti Nikmatin, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji pertama dan Bapak Dr. Faozan, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji kedua yang telah memberikan saran dan masukkan serta dukungan kepada penulis dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi.
4. Seluruh dosen Departemen Fisika IPB atas segala ilmu dan pengetahuan yang telah diberikan kepada penulis.
5. Bapak Prof. Goib Wiranto, Ibu Dr. Eng. Diki Purnawati, S.Si., M.Sc. dan Bapak Ir. Shobih, M.T. serta staf laboratorium yang telah membantu selama proses penelitian dan pengumpulan data di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) KST Samaun Samadikun, Bandung.
6. Diri sendiri yang telah berjuang, berusaha, berdoa dan bertahan dalam menyelesaikan skripsi ini, meskipun menghadapi berbagai tantangan, keluhan, dan tangisan.

Penulis mengucapkan terima kasih dan memohon maaf apabila masih terdapat kesalahan dan kekeliruan dalam penyusunan skripsi ini. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca, serta memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2026

Berliana Syafitri



@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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II met PUSTAKA	4
2.1 Sensor Kelembaban	4
2.2 Sensor Kelembaban Tipe Resistif	5
2.3 Sensor Suhu	5
2.4 Teknologi Film Tebal Menggunakan Metode <i>Screen Printing</i>	6
2.5 Keramik Alumina Sebagai Substrat	8
2.6 Elektroda Interdigital (IDE) dan Pasta Perak (Ag)	8
2.7 Material Lapisan Sensitif Sensor Kelembaban	10
III METODE	13
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Prosedur Kerja	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Fabrikasi <i>Device</i> Sensor Kelembaban dan Suhu	21
4.2 Hasil Karakterisasi XRD pada Material Lapisan Sensitif	22
4.3 Hasil Karakterisasi PSA pada Material Lapisan Sensitif	23
4.4 Hasil Karakterisasi SEM pada Material Sensor Kelembaban	24
4.5 Hasil Karakterisasi FTIR pada Material Lapisan Sensitif	25
4.6 Hasil Analisis Pengujian Resistansi Sensor Kelembaban	26
4.7 Sensitivitas Sensor Kelembaban Resistif	28
4.8 Waktu Respon dan Pemulihan Sensor Kelembaban	29
4.9 Hasil Pengujian Kinerja Sensor Suhu	31
V SIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Simpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	41
RIWAYAT HIDUP	48

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.

DAFTAR TABEL

1. Referensi penerapan metode <i>screen printing</i> pada sensor kelembaban	7
2. Referensi penerapan elektroda interdigital dan pasta perak pada sensor kelembaban	9
3. Referensi penerapan PVA dalam sensor kelembaban	11
4. Referensi penerapan titanium dioksida pada sensor kelembaban	12
5. Komposisi bahan pembuatan larutan lapisan sensitif sensor kelembaban	17
6. Puncak XRD dan jarak antar bidang dari sampel TiO ₂	23
7. Hasil pengukuran nilai resistansi sensor kelembaban tipe resistif	27
8. Hasil pengukuran waktu respon dan pemulihan sensor kelembaban	29
9. Hasil pengukuran elektroda sensor suhu (Ω)	31

DAFTAR GAMBAR

1. Struktur kimia PVA (Martadi <i>et al.</i> 2019)	10
2. Polimorf kristal TiO ₂ (a) rutil, (b) anatase, (c) brookite (Fajriah 2024)	11
3. (a) Desain elektroda interdigital sensor kelembaban dan elektroda sensor suhu, (b) desain lapisan dielektrik sensor	14
4. Dimensi elektroda sensor kelembaban tipe resistif dan sensor suhu	14
5. Mesin <i>screen printer type de hart</i> model SP SA 10	15
6. Skema pengujian sensor kelembaban tipe resistif menggunakan <i>chamber styrofoam</i> (dimodifikasi dari Hermida <i>et al.</i> (2024))	18
7. Sensor kelembaban dan suhu berbasis (a) PVA, (b) PVA-TiO ₂ 5%, (c) PVA-TiO ₂ 10%, (d) PVA-TiO ₂ 15%	22
8. Difraktogram hasil XRD sampel (a) PVA, (b) TiO ₂	22
9. Distribusi ukuran partikel menggunakan PSA pada material (a) PVA (b) PVA-TiO ₂ 5%, (c) PVA-TiO ₂ 10%, (d) PVA-TiO ₂ 15%	24
10. Ukuran ketebalan lapisan sensitif dan elektroda sensor kelembaban berbasis (a) PVA, (b) PVA-TiO ₂ 5%, (c) PVA-TiO ₂ 10%, (d) PVA-TiO ₂ 15% menggunakan SEM perbesaran 500×	25
11. Spektrum FTIR dari sampel (a) PVA, (b) PVA-TiO ₂ 5%, (c) PVA-TiO ₂ 10%, (d) PVA-TiO ₂ 15%	26
12. Grafik penurunan nilai resistansi terhadap perubahan kelembaban material lapisan sensitif pada sensor kelembaban	27
13. Grafik tingkat sensitivitas sensor kelembaban tipe resistif	29
14. Grafik waktu respon sensor kelembaban pada material lapisan sensitif (a) PVA, (b) PVA-TiO ₂ 5%, (c) PVA-TiO ₂ 10%, (d) PVA-TiO ₂ 15%	30
15. Grafik waktu pemulihan sensor kelembaban pada material lapisan sensitif (a) PVA, (b) PVA-TiO ₂ 5%, (c) PVA-TiO ₂ 10%, (d) PVA-TiO ₂ 15%	31
16. Grafik pengujian elektroda pada empat <i>chip</i> sensor suhu	32

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 mengumarkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR LAMPIRAN

1. Diagram alir pelaksanaan penelitian	42
2. Dokumentasi proses desain sensor kelembaban dan suhu menggunakan aplikasi CorelDRAW dan proses pencucian substrat alumina	43
3. Dokumentasi proses pencetakan elektroda sensor kelembaban dan suhu menggunakan metode <i>screen printing</i> dan proses sintesis PVA dan TiO ₂ untuk lapisan sensitif	43
4. Dokumentasi proses pemotongan alumina sensor dan proses pendeposisi lapisan sensitif menggunakan metode <i>doctor blade</i>	43
5. Dokumentasi proses pengujian sensor kelembaban dan suhu	44
6. Hasil kumulatif pengukuran menggunakan PSA	44
7. Dokumentasi olah hasil data XRD menggunakan software Match	45
8. Perhitungan parameter kisi TiO ₂ menggunakan metode Cramer-Cohen	45
9. Perhitungan variasi konsentrasi TiO ₂	46
10. Contoh perhitungan sensitivitas sensor kelembaban	46
11. Perhitungan waktu respon dan pemulihan	46
12. Grafik mencari gradient pada sensor suhu	47

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.