

IMPLEMENTASI FILM TIPIS $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$ DIDADAH MANGAN DAN SENSOR DHT22 PADA SISTEM IOT UNTUK MONITORING KONDISI CAHAYA DAN SUHU

AULIA RAHMAWATI



TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN PROYEK AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Proyek Akhir dengan judul “Implementasi Film Tipis $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$ Didadah Mangan dan Sensor DHT22 Pada Sistem IoT untuk Monitoring Kondisi Cahaya dan Suhu.” 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 Laporan Proyek Akhir ini.

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

Bogor, Juni 2026

Aulia Rahmawati
J0404221022

ABSTRAK

AULIA RAHMAWATI. Implementasi Film Tipis $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$ Didadah Mangan dan Sensor DHT22 Pada Sistem IoT untuk Monitoring Kondisi Cahaya dan Suhu. Dibimbing oleh IRZAMAN.

Penelitian ini mengembangkan sensor cahaya film tipis $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$ (BST) yang didadah mangan (Mn), diintegrasikan dengan sensor suhu DHT22 dalam sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT). Film tipis BST-Mn dengan variasi pendadah 0%, 0,5%, dan 1% disintesis melalui *Chemical Solution Deposition*, *spin coating*, dan *annealing* 550°C, lalu dikarakterisasi meliputi ketebalan, XRD, UV-Vis, dan I-V. Sistem dirancang menggunakan ESP32 terintegrasi ADS1115, DHT22, dan *buzzer*, dengan tampilan data *real-time* melalui *dashboard* website. Hasil menunjukkan ketebalan film 17,2–31,2 nm, *band gap* 2,13–3,27 eV, dan sampel 0,5% Mn menghasilkan tegangan keluaran fotodiode tertinggi (27,9 mV). Sensitivitas sensor tertinggi pada sampel 1% Mn (15,35%), suhu tetap stabil dengan selisih 0,1–0,4°C. Sistem berhasil mengintegrasikan kedua sensor secara *real-time*, menunjukkan potensi BST didadah Mn untuk sistem *monitoring* lingkungan berbasis IoT.

Kata kunci: DHT22, ESP32, film tipis BST, IoT, sensor cahaya.

ABSTRACT

AULIA RAHMAWATI. Implementation of Manganese-Doped $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$ Thin Film and DHT22 Sensor in an IoT System for Monitoring Light Conditions and Temperature. Supervised by IRZAMAN.

This research developed a light sensor based on manganese-doped $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$ (BST) thin film, integrated with a DHT22 temperature sensor in an Internet of Things (IoT)-based monitoring system. BST-Mn thin films with dopant variations of 0%, 0.5%, and 1% were synthesized via *Chemical Solution Deposition*, *spin coating*, and *annealing* at 550°C, then characterized for thickness, XRD, UV-Vis, and I-V properties. The system was designed using an ESP32 microcontroller integrated with an ADS1115 module, DHT22 sensor, and *buzzer*, displaying real-time data through a website dashboard. Results showed film thickness of 17.2–31.2 nm, a band gap of 2.13–3.27 eV, and the 0.5% Mn sample produced the highest photodiode output voltage (27.9 mV). The highest sensor sensitivity was obtained for the 1% Mn sample (15.35%), while temperature remained stable with a difference of 0.1–0.4°C. The system successfully integrated both sensors in real time, demonstrating the potential of Mn-doped BST for IoT-based environmental monitoring systems.

Keywords: BST thin film, DHT22, ESP32, IoT, light sensor.



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 ini tanpa mencantumkan atau menyebut 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.

IMPLEMENTASI FILM TIPIS $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$ DIDADAH MANGAN DAN SENSOR DHT22 PADA SISTEM IOT UNTUK MONITORING KONDISI CAHAYA DAN SUHU

AULIA RAHMAWATI

Laporan Proyek Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer

**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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.

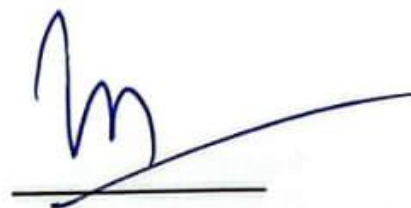
Penguji pada ujian Laporan Akhir: Dr. Ridwan Siskandar, S.Si., M.Si.

Judul Proyek Akhir : Implementasi Film Tipis $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$ Didadah Mangan
Dan Sensor DHT22 Pada Sistem IoT Untuk Monitoring
Kondisi Cahaya Dan Suhu

Nama : Aulia Rahmawati
NIM : J0404221022

Disetujui oleh

Pembimbing:
Prof. Dr. Ir. Irzaman, M.Si.
NIP. 196307081995121001



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Inna Novianty, S.Si., M.Si.
NPI. 201811198611192014

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T.
NIP. 196607171992031003



Tanggal Ujian: 6 Juli 2026

Tanggal Lulus:



@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 ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul “Implementasi Film Tipis $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$ Didadah Mangan dan Sensor DHT22 Pada Sistem IoT untuk Monitoring Kondisi Cahaya dan Suhu” ini dengan baik. Proyek akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer, Sekolah Vokasi, Institut Pertanian Bogor.

Penulis menyadari bahwa penyusunan proyek akhir ini tidak akan terwujud tanpa bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irzaman, M.Si., selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing, mengarahkan, serta memberikan masukan yang sangat berharga selama pelaksanaan dan penyusunan proyek akhir ini.
2. Bapak Aep Setiawan S.Si., M.Si., selaku pembimbing lapangan yang telah membimbing penulis secara teknis selama pelaksanaan penelitian di laboratorium.
3. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer Sekolah Vokasi IPB yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama masa studi.
4. Kedua orang tua, Bapak Mulyanto dan Ibu Siti Mualifah, serta adik, Hanum Dwi Rahmawati yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, semangat, serta motivasi kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga penyelesaian proyek akhir ini.
5. Rekan Sayidina Ali dan Ane Siti Jahra yang telah menjadi teman sekaligus memberikan bantuan, dukungan, semangat, dan kebersamaan selama kurang lebih satu tahun sehingga penulis dapat melalui proses penyusunan proyek akhir ini.
6. Rekan-rekan mahasiswa S1 Program Studi Fisika serta asisten Laboratorium Fisika, Material Optoelektronik, atas segala bantuan, kerja sama, dan dukungan teknis yang diberikan selama penulis melaksanakan penelitian di laboratorium tersebut.
7. Rekan-rekan seperjuangan Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer angkatan 59 yang telah memberikan warna dan kenangan berharga selama masa perkuliahan.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa laporan proyek akhir ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap laporan proyek akhir ini dapat memberikan manfaat, baik sebagai referensi maupun sebagai kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan penelitian selanjutnya.

Bogor, Juni 2026
Aulia Rahmawati

DAFTAR ISI

PRAKATA	x
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR LAMPIRAN	v
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Barium Strontium Titanate ($\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$)	3
2.2 Pendadah Mangan pada BST	3
2.3 Lapisan Film Tipis BST	3
2.4 Chemical Solution Deposition (CSD)	3
2.5 Sensor DHT22	4
2.6 Mikrokontroler ESP32	4
2.7 Buzzer	4
2.8 Internet of Things	4
III METODE	5
3.1. Lokasi dan Waktu	5
3.2 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data	7
3.4 Studi Literatur	9
3.5 Pembuatan Film Tipis	10
3.6 Karakterisasi Film Tipis	14
3.7 Perancangan Alat	14
3.8 Implementasi	18
3.9 Pengujian Alat	19
3.10 Pengambilan Data	20
3.11 Analisis Hasil	20
IV PEMBAHASAN	21
4.1 Data Ketebalan	21
4.2 Data UV-Vis	22
4.3 Data XRD	25



4.4 Sifat Listrik	27
4.5 Karakteristik I-V dan Sensitivitas Film terhadap Cahaya	29
4.6 Data Monitoring	32
V KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	49
RIWAYAT HIDUP	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Prosedur Kerja	9
Gambar 2 Substrat yang telah diukur	10
Gambar 3 (a) Mesin Ultrasonic Cleanser dan (b) Hand Rubber Blower	10
Gambar 4 (a) Proses Penimbangan Bahan dan Proses menghaluskan dengan mortar dan alu.	11
Gambar 5 Pengadukan larutan prekursor.	12
Gambar 6 Penetesan Luran pada sampel	12
Gambar 7 Sampel Hasil Deposisi	13
Gambar 8 Sampel yang akan difurnace	13
Gambar 9 Mesin Furnace	14
Gambar 10 Struktur Lapisan Tampak samping dan (b) Struktur Lapisan Tampak atas	15
Gambar 11 Pemasangan Kawat dan Pasta Perak	15
Gambar 12 Kontak Listrik yang sudah jadi	16
Gambar 13 Gambaran Skematik Rangkaian	17
Gambar 14 Diagram Alir Sistem Monitoring	18
Gambar 15 (a) Rangkaian Fisik Awal dan (b) Rangkaian Fisik Final	19
Gambar 16 Tempat Pengujian	19
Gambar 17 Sampel 2 Ba _{0.5} Sr _{0.5} TiO ₃ (0%)	23
Gambar 18 Ba _{0.5} Sr _{0.5} TiO ₃ (0,5%)	23
Gambar 19 Ba _{0.5} Sr _{0.5} TiO ₃ (1%)	24
Gambar 20 Grafik XRD	25
Gambar 21 Data ICDD	26
Gambar 22 Grafik I-V Meter Sampel 0%	28
Gambar 23 Grafik I-V Meter Sampel 0,5%	28
Gambar 24 Grafik I-V Meter Sampel 1%	28
Gambar 25 Tampilan Dashboard Monitoring Saat Gelap	32
Gambar 26 Tampilan dashboard monitoring saat terang	32
Gambar 27 Fitur grafik data	33
Gambar 28 Fitur Histori data	33
Gambar 29 Hasil export data pdf	34
Gambar 30 Hasil export data excel	34

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Rincian Alat	5
Tabel 2 Rincian Bahan	5
Tabel 3 Rincian Software	6
Tabel 4 Massa Bahan	11
Tabel 5 Hubungan Antar Komponen	17
Tabel 6 Hasil Data Ketebalan	21
Tabel 7 Tabel Data Ketebalan	21
Tabel 8 Parameter Kisi, Momen Dipol, Polarisasi Spontan	26
Tabel 9 Uji Coba Sensor Sebagai Fotoresistor	29
Tabel 10 Uji Coba Sensor Sebagai Fotodiode	29
Tabel 11 Kondisi Gelap dan Terang	31
Tabel 12 Hasil Monitoring Sampel 0%	35
Tabel 13 Hasil Monitoring Sampel 0,5%	36
Tabel 14 Hasil Monitoring Sampel 1%	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Alat dan Bahan Pembuatan Sensor	49
Lampiran 2 Perhitungan Stoikiometri	51
Lampiran 3 Dokumentasi Pembuatan Kontak	54
Lampiran 4 Rekapitulasi nilai bandgap seluruh sampel	55
Lampiran 5 Pengolahan Data UV-Vis menggunakan Origin.	55
Lampiran 6 Kode Program ESP32 pada Arduino IDE	56