

APLIKASI SENSOR GETAR BERBASIS $\text{Ba}_{0,625}\text{Sr}_{0,375}\text{TiO}_3$ DIDADAH Cu PADA SISTEM *MONITORING* GETARAN DENGAN *IoT*

HERLAMBAANG NURASYID RAMDHANI



TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025



@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 LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan proyek akhir dengan judul “Aplikasi Sensor Getar berbasis $\text{Ba}_{0,625}\text{Sr}_{0,375}\text{TiO}_3$ Didadah Cu pada Sistem *Monitoring* Getaran dengan *IoT*” 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 akhir ini..

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

Bogor, Juli 2025

Herlambang Nurasyid Ramdhani
J0304211145



@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

HERLAMBANG NURASYID RAMDHANI. Aplikasi Sensor Getar berbasis $\text{Ba}_{0,625}\text{Sr}_{0,375}\text{TiO}_3$ Didadah Cu pada Sistem *Monitoring* Getaran dengan *IoT*. Dibimbing oleh IRZAMAN.

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem monitoring getaran berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan sensor piezoelektrik $\text{Ba}_{0,625}\text{Sr}_{0,375}\text{TiO}_3$ yang didadah Cu. Sistem ini telah terintegrasi secara fungsional dengan modul ADS1115, mikrokontroler ESP32, dan platform *cloud* InfluxDB, menunjukkan kemampuan sensor dalam menghasilkan sinyal analog berupa perubahan tegangan akibat stimulus mekanik. Dengan rentang tegangan 50 – 600 mV, *threshold* 150 mV, dan *debounce* 200 ms, sistem efektif menyaring *noise* dan mencegah pencatatan *pulse* ganda. Hasil pengujian komparasi menunjukkan bahwa sensor tanpa pendadahan Cu (0% Cu) memberikan performa optimal (rata-rata 55 PPM, 334 mV), meskipun fluktuasi sinyal masih besar. Penambahan 0,5% Cu meningkatkan sensitivitas dan korelasi PPM-tegangan, sementara 1% Cu menghasilkan *energy gap* yang paling stabil (4,13 – 4,17 eV) namun cenderung jenuh pada getaran tinggi. Secara keseluruhan, sistem ini terbukti menjadi *platform* yang efisien dan terukur untuk pemantauan getaran.

Kata kunci: *Barium Strontium Titanate* (BST), *Internet of Things* (IoT), ESP32, Detak Jantung, Sensor Getaran.

ABSTRACT

HERLAMBANG NURASYID RAMDHANI. Application of Vibration Sensor based on $\text{Ba}_{0,625}\text{Sr}_{0,375}\text{TiO}_3$ Contained Cu on Vibration *Monitoring* System with IoT. Supervised by IRZAMAN.

This research successfully developed an *Internet of Things* (IoT)-based vibration monitoring system using a piezoelectric sensor made of $\text{Ba}_{0,625}\text{Sr}_{0,375}\text{TiO}_3$ doped with Cu. The system has been functionally integrated with an ADS1115 module, an ESP32 microcontroller, and the InfluxDB *cloud* platform, demonstrating the sensor's ability to generate analog signals in the form of voltage changes due to mechanical stimuli. With a voltage range of 50-600 mV, a 150 mV *threshold*, and a 200 ms *debounce* delay, the system effectively filters *noise* and prevents duplicate *pulse* recording. Comparative test results indicate that the undoped sensor (0% Cu) exhibited optimal performance (average 55 PPM, 334 mV), despite significant signal fluctuations. The addition of 0.5% Cu enhanced sensitivity and the correlation between PPM and voltage, while 1% Cu yielded the most stable *energy gap* (4.13-4.17 eV) but showed saturation at high vibrations. Overall, this system proves to be an efficient and scalable platform for vibration monitoring.

Keywords: Barium Strontium Titanate (BST), Internet of Things (IoT), ESP32, Heart Rate, Vibration 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 2025
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.

APLIKASI SENSOR GETAR BERBASIS $\text{Ba}_{0,625}\text{Sr}_{0,375}\text{TiO}_3$ DIDADAH Cu PADA SISTEM *MONITORING* GETARAN DENGAN *IOT*

HERLAMBAANG NURASYID RAMDHANI

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
2025**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Penguji pada ujian Laporan Akhir: Dr.Eng. Heru Sukoco, S.Si, M.T.

- 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 Proyek Akhir : Aplikasi Sensor Getar berbasis $\text{Ba}_{0.625}\text{Sr}_{0.375}\text{TiO}_3$ Didadah Cu
pada Sistem *Monitoring* Getaran dengan *IoT*

Nama : Herlambang Nurasyid Ramdhani
NIM : J0304211145

Disetujui oleh

Pembimbing:
Prof. Dr. Ir. Irzaman, M.Si.
NIP. 19630708 199512 1 001

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Inna Novianty, S.Si., M.Si.
NPI. 201811 19861119 2 014

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T.
NIP. 19660717 199203 1 003

Tanggal Ujian: 24 Juni 2025

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 kepada Allah *Subhanahu wa Ta'ala* atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2024 hingga bulan April 2025 ini adalah pengembangan material sensor, dengan judul "Aplikasi Sensor Getar berbasis $\text{Ba}_{0,625}\text{Sr}_{0,375}\text{TiO}_3$ Didadah Cu pada Sistem *Monitoring* Getaran dengan *IoT*".

Terima kasih penulis ucapkan kepada pembimbing Prof. Dr. Ir. Irzaman, M.Si. yang telah dengan sabar membimbing dan banyak memberikan arahan, masukan, serta saran yang sangat berharga selama proses penelitian dan penulisan karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar, dan penguji. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Pembimbing Lapangan Magang saya Aep Setiawan S.Si., M.Si., yang telah membimbing berjalannya magang dan memberi banyak motivasi, serta seluruh pihak terkait Sekolah Vokasi yang telah membantu selama pengumpulan data.

Di samping itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak/Ibu beserta staf Laboratorium Fisika Departemen Fisika IPB yang telah menyediakan fasilitas dan bantuan dalam proses pengumpulan data selama penelitian ini berlangsung. Bantuan ini sangat berarti dan memungkinkan terlaksananya segala aktivitas penelitian.

Ungkapan terima kasih yang tak terhingga juga penulis sampaikan kepada ayah dan ibu beserta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya tanpa henti sehingga penulis dapat menghadapi seluruh proses ini dengan baik. Terima kasih atas keteguhan, pengorbanan, dan motivasi yang selalu hadir setiap kali diperlukan.

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

Bogor, Juli 2025

Herlambang Nurasyid Ramdhani



@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	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Barium Stronsium Titanat ($\text{Ba}_{0,625}\text{Sr}_{0,375}\text{TiO}_3$)	4
2.2 Mikrokontroler ESP32	4
2.3 <i>Internet of Things</i> (IoT)	4
2.4 Sensor Getaran	4
III. METODE	5
3.1 Lokasi dan Waktu Proyek Akhir	5
3.2 Alat dan Bahan	5
3.3 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data	6
3.4 Prosedur Kerja	6
3.5 Gambaran Umum Alat	8
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	9
4.1 Pembuatan Sampel BST	9
4.2 Uji Sifat Optik	14
4.3 Olah Data UV-Vis	15
4.4 Perancangan Rangkaian Pendukung Sensor	18
4.5 Pengolahan Data	21
4.6 Analisis dan Komparasi Data	24
V. KESIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Kesimpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	31
RIWAYAT HIDUP	42



DAFTAR TABEL

1	Rincian alat	5
2	Rincian bahan	5
3	Rincian <i>software</i>	6

DAFTAR GAMBAR

1	Mikrokontroler ESP32	4
2	Prosedur kerja	6
3	Susunan BST dalam <i>sandwich</i> berstruktur SFS	7
4	Gambaran umum alat	8
5	Blok diagram	8
6	Pemotongan substrat silikon	9
7	Penimbangan substrat (a) dan bahan bubuk (b)	9
8	<i>Ultrasonic cleaner</i>	10
9	Penggerusan bahan bubuk (a) dan penimbangan ulang (b)	10
10	<i>Magnetic stirrer hot plate</i>	11
11	Larutan yang telah selesai dibuat	11
12	Substrat silikon yang telah disiapkan	12
13	Substrat yang telah dilakukan penetesan	12
14	Persiapan <i>annealing</i>	13
15	Mesin <i>annealing</i>	13
16	Sampel yang sudah siap diuji	14
17	Proses pengujian UV-Vis	14
18	<i>Ocean optics</i> yang digunakan	15
19	<i>UV-Vis</i> 0%	15
20	<i>UV-Vis</i> 0,5%	16
21	<i>UV-Vis</i> 1%	17
22	Sampel BST ditumpuk	18
23	<i>Platform</i> uji ketuk sensor BST didadah Cu	18
24	Skematik rangkaian pendukung sensor BST didadah Cu	19
25	Visualisasi data yang diterima menggunakan <i>serial plotter</i>	19
26	<i>Pulse</i> tercatat hanya ketika melewati <i>voltageThreshold</i> dan <i>debounceDelay</i>	21
27	Diagram alir kode program pada ESP32	21
28	Diagram alir implementasi <i>platform</i> pemantauan berbasis <i>Internet of Things (IoT)</i> yang dirancang untuk data sensor BST didadah Cu	22
29	Data pada InfluxDB menggunakan <i>Query Flux</i>	23
30	Grafik data PPM	24
31	Grafik akurasi sensor BST didadah Cu	24
32	Grafik lonjakan <i>voltage</i>	25
33	Penurunan performa terjadi pada sisi kiri grafik dan berubah pada sisi grafik kanan	25
34	Grafik perbandingan PPM dan akurasi sensor BST dengan fraksi mol berbeda	26



35 Perbandingan <i>average voltage jump</i> dan akurasi sensor BST dengan fraksi mol berbeda	27
--	----

DAFTAR LAMPIRAN

1 Perhitungan stoikiometri bahan pembuatan BST	33
2 Tabel data uji sampel pada fraksi mol $\text{Ba}_{0,625}\text{Sr}_{0,375}\text{TiO}_3$ didadah Cu	36
3 Tabel data rata-rata total uji per sampel pada fraksi mol $\text{Ba}_{0,625}\text{Sr}_{0,375}\text{TiO}_3$ didadah Cu	36
4 Tabel data uji sampel pada fraksi mol $\text{Ba}_{0,75}\text{Sr}_{0,25}\text{TiO}_3$ didadah Cu	37
5 Tabel data rata-rata total uji per sampel pada fraksi mol $\text{Ba}_{0,75}\text{Sr}_{0,25}\text{TiO}_3$ didadah Cu	37
6 Kode program pada mikrokontroler ESP32 untuk <i>monitoring</i> dan <i>IoT</i>	38