

Rancang Bangun Portabel *Spectrometer* Berbasis *Multichannel Spectral Sensor*

CHAREL MATIUS LEANDER



PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
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.

Perpustakaan IPB University

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Rancang Bangun Portabel *Spectrometer* Berbasis *Multichannel Spectral Sensor*” 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, 24 Desember 2025

Charel Matius Leander
F1401201112



ABSTRAK

CHAREL MATIUS LEANDER. Rancang Bangun Portabel *Spectrometer* Berbasis *Multichannel Spectral Sensor*. Dr. Slamet Widodo, S.T.P., M.Sc.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun spektrometer portabel berbasis sensor multi-channel AS7265x yang dilengkapi dengan *Graphical User Interface* (GUI) untuk akuisisi dan visualisasi data spektral secara *real-time*. Sensor AS7265x memiliki 18 kanal spektral pada rentang panjang gelombang 410–940 nm dan mendukung pengukuran reflektansi dan fluoresensi dengan pengendalian LED VIS dan UV. Sistem dilengkapi proses kalibrasi menggunakan *white reference* dan *dark reference* untuk meningkatkan akurasi data. Kinerja alat diuji melalui pengujian kestabilan pembacaan serta analisis klasifikasi sampel kopi dan gula menggunakan metode *Partial Least Squares–Discriminant Analysis* (PLS-DA). Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat mampu menghasilkan data spektral yang stabil dan membedakan sampel dengan tingkat akurasi yang baik, terutama pada mode reflektansi. Alat ini berpotensi digunakan sebagai alternatif spektrometer portabel yang praktis dan efisien untuk analisis mutu produk pertanian.

Kata kunci: spektrometer portabel, AS7265x, reflektansi, fluoresensi, PLS-DA

ABSTRACT

CHAREL MATIUS LEANDER Design and Development of a Portable Spectrometer Based on a Multichannel Spectral Sensor. Supervised by Dr. Slamet Widodo, S.T.P., M.Sc.

This study aims to design and develop a portable spectrometer based on the AS7265x multi-channel spectral sensor equipped with a Graphical User Interface (GUI) for real-time spectral data acquisition and visualization. The AS7265x sensor provides 18 spectral channels in the wavelength range of 410–940 nm and supports reflectance and fluorescence measurements with automatic VIS and UV LED control. The system includes white and dark reference calibration to improve data accuracy. Instrument performance was evaluated through measurement stability testing and sample classification of coffee and sugar using Partial Least Squares–Discriminant Analysis (PLS-DA). The results indicate that the developed device produces stable spectral data and is able to distinguish samples with good accuracy, particularly in reflectance mode. This portable spectrometer shows potential as a practical and efficient tool for agricultural product quality analysis.

Keywords: portable spectrometer, AS7265x, reflectance, fluorescence, PLS-DA



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.

Rancang Bangun Portabel *Spectrometer* Berbasis *Multichannel Spectral Sensor*

CHAREL MATIUS LEANDER

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

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Ir. Agus Sutejo, M.Si.
2. Dr. Ir. Mohammad Solahudin, M.Si.



@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



Judul Skripsi : Rancang Bangun Portabel Spectrometer Berbasis Multichannel Spectral Sensor
Nama : Charel Matius Leander
NIM : F1401201112

Disetujui oleh

Pembimbing:

Dr. Slamet Widodo, S.T.P., M.Sc.
NIP 198309062012121001

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem:
Prof. Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr.
NIP 196307201986011002

Tanggal Ujian:
28 Januari 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2025 hingga Desember 2025 dengan tema instrumentasi pertanian, dengan judul “Rancang Bangun Portabel *Spectrometer* Berbasis *Multichannel Spectral Sensor*”.

Skripsi ini tersusun atas bimbingan, doa, dan kerja sama dari berbagai pihak selama dalam proses penulisan, terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Papa (Adrian), Mama (Nanda), Oma (Tina), Opa (Ferdinan), Tante (Ciska), Om (Yansi), serta adik adik (Cheyren, Radi, Dhastan, Cello) yang selalu memberikan doa, semangat dan kasih sayang sehingga penelitian ini dapat diselesaikan
2. Dosen pembimbing, Dr. Slamet Widodo, S.T.P., M.Sc. yang telah membimbing dan memberi saran saran, serta memberikan nasihat dan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
3. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing.
4. Teman spesial yang menjadi motivasi untuk Menjadi lebih baik dan memberi banyak pelajaran pada bidang akademik maupun kehidupan.
5. Sahabat Puskesmas Lalu (Linggis), Andi, Albaihaqi (Abeng), Fachry (Cabi), Aqil, Sabam, Rajazmi (Hacep), Rayhan (Nantong) membantu dan tetap menemani saat masa sedang sulit
6. Sahabat Kontrakan Ridho, Dika, Bintang (Bepe), Ghani, Catur, Alvandi dan Raihan, yang sudah membantu berkembang dan membuka pikiran walaupun sibuk dengan urusan masing masing.
7. Serta segenap angkatan MEISTER 57 atas kebersamaan, dukungan, dan waktu indah bersama yang diberikan selama penulis menjalani perjalanan selama berkuliah.

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

Bogor, 24 Desember 2025

Charel Matius Leander



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Dasar Teori Spektroskopi	3
2.1.1 Spektroskopi <i>Ultraviolet-Visible</i> (UV-Vis)	3
2.1.2 Spektroskopi <i>Infrared</i> (IR)	3
2.2 Sensor Spektral multi-channel (AS7265x)	3
2.3 Komunikasi Data & <i>Graphical User Interface</i> (GUI)	4
2.4 Spektroskopi dalam Pertanian	6
2.5 Partial Least Squares (PLS)	6
III. METODE	8
3.1 Waktu dan Tempat	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.3 Prosedur Penelitian	8
3.4 Identifikasi Masalah	8
3.5 Kriteria Perancangan	9
3.6 Analisis Struktural	10
3.7 Analisis Fungsional	10
3.8 Desain Konseptual dan Alternatif Desain	10
3.8.1 Desain Konseptual	11
3.8.2 Alternatif desain	13
3.9 Analisis Rancangan	17
3.9.1 Analisis jarak optimal antara sensor dengan sampel	17
3.9.2 Analisis rancangan antar muka pengguna (GUI)	18
3.10 Gambar Teknik	20
3.11 Manufaktur Prototipe	21



3.12 Pengujian Fungsional	21
IV. PEMBAHASAN	23
4.1 Hasil Perancangan Alat	23
4.2 Kinerja Sistem dan GUI	25
4.3 Pengujian Keandalan Alat	26
4.4 Analisis Performa Kuantitatif Spektroskopi	29
4.1.1 Analisis Kopi Arabika dan Robusta	30
4.1.2 Analisis Gula Putih, Menguning dan Kuning	36
V. SIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Simpulan	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	47
RIWAYAT HIDUP	54

DAFTAR TABEL

1. Perbandingan mikrokontroler	15
2. Perbandingan alternatif desain fisik alat	17
3. Pemilihan Metode Transmisi Data	17
4. <i>Library</i> dan fungsinya dalam perancangan GUI	20
5. Hasil dari seluruh pengulangan	30
6. Simpangan baku dari sampel yang diambil	31
7. <i>Confusion matrix</i> reflektan sampel kopi	36
8. <i>Confusion matrix</i> fluoresensi sampel kopi	37
9. <i>Confusion matrix</i> reflektan sampel gula	44
10. <i>Confusion matrix</i> fluoresensi sampel gula	44



DAFTAR GAMBAR

1. Panjang gelombang yang diterima ketiga sensor	4
2. Diagram alir prosedur pelaksanaan penelitian	8
3. Diagram alir cara kerja alat	11
4. Alternatif desain dengan arduino mega	14
5. a) Tampak komponen alternatif desain <i>keyhole</i> b) Tampak keseluruhan alternatif desain <i>keyhole</i> 15a) Tampak komponen alternatif desain horizontal b) Tampak keseluruhan alternatif desain horizontal	15
6. Field of view (fov) dari sensor spektral AS7265x	17
7. a) Ilustrasi 2d permukaan total pembacaan dari sensor AS7265x b) Ilustrasi 3d permukaan total pembacaan dari sensor AS7265x	18
8. a) Tampak samping alat b) Tampak depan alat c) Tampak atas alat d) Tampak isometri alat e) Tampak potongan alat	21
9. (a) Keseluruhan <i>casing</i> alat (b) Tampak depan <i>casing</i> alat	23
10. Tata peletakan sensor dan mikrokontroler	24
11. Ruang pembacaan sampel	24
12. Tampilan <i>graphical user interface</i> (GUI)	25
13. Hasil bacaan sensor 20 pengulangan	27
14. Hasil bacaan sensor 50 pengulangan	27
15. Hasil bacaan sensor 100 pengulangan	28
16. Hasil bacaan sensor 200 pengulangan	28
17. a) Sampel arabika b) Sampel robusta	30
18. Tampilan grafik reflektan gabungan pembacaan arabika (merah) dan robusta (biru)	31
19. Tampilan grafik fluoresensi gabungan pembacaan arabika (merah) dan robusta (biru)	32
20. a) Grafik <i>Score plot</i> reflektan robusta (biru) dan arabika (merah) b) Grafik <i>Score plot</i> fluoresensi robusta (biru) dan arabika (merah)	33
21. a) Grafik koefisien regresi kopi reflektan b) Grafik koefisien regresi kopi fluoresensi	34
22. a) Grafik <i>Predicted vs Reference</i> reflektan arabika (tipe 1) dan robusta (tipe 2) b) Grafik <i>Predicted vs Reference</i> fluoresensi arabika (tipe 1) dan robusta (tipe 2)	35
23. a) Sampel gula putih b) Sampel gula menguning c) Sampel gula kuning	36
24. Tampilan grafik reflektan gabungan pembacaan gula putih (biru) menguning (merah) dan kuning (hijau)	38
25. tampilan grafik fluoresensi gabungan pembacaan gula putih (biru) menguning (merah) dan kuning (hijau)	39
26. a) Grafik <i>Score plot</i> reflektan gula putih (biru), menguning (merah), dan kuning (hijau) b) Grafik <i>Score plot</i> fluoresensi gula putih (biru), menguning (merah), dan kuning (hijau)	40



27. a) grafik koefisien regresi gula reflektan b) grafik koefisien regresi gula fluoresensi 41
28. Grafik *Predicted vs Reference* reflektan gula putih (kiri), menguning (tengah), dan kuning (kanan) b) Grafik *Predicted vs Reference* fluoresensi gula putih (kiri), menguning (tengah), dan kuning (kanan) 42

DAFTAR LAMPIRAN

1. Pengambilan data 48
2. Sampel dalam ruang sampel 48
3. Gui saat pengambilan data 48
4. Gambar teknik cangkang atas 49
5. Gambar teknik cangkang bawah 50
6. Gambar teknik penutup sampel 51
7. Gambar teknik penutup batre 52
8. Gambar teknik keseluruhan alat 53