



- 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.

# **RANCANG BANGUN *MOBILE PLATFORM* UNTUK *PHENOTYPING* TANAMAN DI DALAM GREENHOUSE**

**MUHAMAD FARHAN FADILLAH**



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
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 SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Rancang bangun *mobile platform* untuk *phenotyping* tanaman di dalam greenhouse.” 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 2025

Muhamad Farhan Fadillah  
F14199001



## ABSTRAK

MUHAMAD FARHAN FADILLAH. Rancang Bangun *Mobile Platform* untuk *Phenotyping* Tanaman di dalam Greenhouse. Dibimbing oleh SLAMET WIDODO.

*Phenotyping* merupakan salah metode atau proses yang menentukan, menganalisis, atau memprediksi semua atau beberapa bagian fenotipe dari organisme. Untuk memaksimalkan kinerja *phenotyping*, perlu dikembangkan instrumen pendukung yang dapat bergerak secara otomatis dan akurat. Salah satu instrumen yang cocok adalah *mobile platform*. Platform digerakkan dengan dua buah motor stepper NEMA 42 yang terhubung pada mikrokontroler arduino ATmega serta dilengkapi dengan dua jenis sensor berupa *limit switch* berfungsi sebagai pengubah arah gerak platform dan sensor warna TCS3200 untuk memberhentikan gerak platform ketika mendeteksi penanda pada rel yang sejajar dengan tanaman. Platform memiliki *machine vision* sederhana yang terdiri atas lampu LED putih, lampu UV, serta webcam yang terhubung pada laptop. Platform didayai oleh 3 buah baterai aki 12 V dan memiliki kecepatan sebesar 0.0592 m/s dengan penggunaan daya 28.5 watt dan lama operasi selama 3 jam 36 menit. Penelitian menggunakan tanaman pakcoi yang mempunyai 3 kelompok umur yaitu 2 minggu, 3 minggu dan 4 minggu. Citra tanaman ditangkap menggunakan webcam pada perangkat *machine vision* yang dibantu oleh pencahayaan lampu LED putih dan lampu UV. Citra diolah melalui proses *image processing* menggunakan aplikasi *ImageJ* dan menghasilkan data yaitu rata-rata luas kanopi untuk tanaman pakcoy dengan umur 2 minggu, 3 minggu, dan 4 minggu secara berurutan sebesar 28.7 cm<sup>2</sup>, 98.6 cm<sup>2</sup>, dan 314.2 cm<sup>2</sup> dan rata-rata jumlah daun secara berurutan sebanyak 4.3 helai daun, 6.3 helai daun, serta 11.3 helai daun. Tingkat kehijauan tanaman berbanding terbalik dengan *luminosity*, semakin rendah *luminosity* maka semakin tinggi tingkat kehijauan tanaman. Tanaman umur 3 minggu memiliki kehijauan tanaman serta laju pertumbuhan tanaman paling tinggi.

Kata kunci : *Phenotyping, mobile platform, image processing, machine vision, ImageJ, sensor warna TCS3200.*



## ABSTRACT

MUHAMAD FARHAN FADILLAH. Design and Development of Mobile Platform for Plant Phenotyping in the Greenhouse. Supervised by SLAMET WIDODO.

Phenotyping was one of the methods or process to determine, analyse, or predict whole or a part of phenotype of an organism. To maximize the performance of phenotyping, supporting instrument need to be developed that able to work automatically. One of instrument that suitable is a mobile platform. Platform is driven with a total of two stepper motors NEMA 42 that has been connected to arduino ATMEGA microcontroller and equipped with two sensors with limit switch which has a function to change the movement of the platform and TCS3200 colour sensor that works to stop platform once the sensor detected the marker that's parallel to the location of the plant. Platform has simple machine vision that consist of white LED lamp, UV lamp, and a webcam connected to laptop. Platform is powered by 3 12 V battery and a velocity of around 0.0592 m/s with the use of power about 28.5 watt and able to work for around 3 hours and 36 minutes. The research use pak choy plant that has 3 age group which are 2 weeks, 3 weeks, and 4 weeks. The image of the plant is collected with the webcam with the support of white LED lamp and UV lamp. The image then will go through a process called image processing that used ImageJ software which resulted of average area of leaf canopy for 2 weeks, and 3 weeks, and 4 weeks of pak choy in order around 28.7 cm<sup>2</sup>, 98.6 cm<sup>2</sup>, and 314.2 cm<sup>2</sup> and the average amount of leaves in the plant in order around 4.3 leaves, 6.3 leaves, and 11.3 leaves. Greenness index is inversely proportional to luminosity, which the lower luminosity, the higher greenness index is. Plant with 3 weeks has the highest greenness index and growth rate.

Keywords: Phenotyping, mobile platform, image processing, machine vision, ImageJ, colour sensor TCS3200.



@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 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.*

# **RANCANG BANGUN *MOBILE PLATFORM* UNTUK *PHENOTYPING* TANAMAN DI DALAM GREENHOUSE**

**MUHAMAD FARHAN FADILLAH**

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  
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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:  
1 Dr. Ir. Dewa Made Subrata M. Agr  
2 Dr. Ir. Mohamad Solahudin M. Si



- 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 : Rancang bangun *mobile platform* untuk *phenotyping* tanaman di dalam greenhouse

Nama : Muhamad Farhan Fadillah  
NIM : F14190092

Disetujui oleh

Pembimbing :  
Dr. Slamet Widodo STP, MSc.

---

Diketahui oleh

Ketua Departemen  
Teknik Mesin dan Biosistem:  
Dr. Ir. Edy Hartulistoyoso, M.Sc.  
NIP. 196304251989031001

---

Tanggal Ujian :  
31 Juli 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 subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2024 sampai bulan Juni 2025 ini ialah Rancang Bangun , dengan judul “Rancang Bangun *Mobile Platform* untuk *Phenotyping* Tanaman di dalam Greenhouse”.

Dalam penulisan karya ilmiah ini, banyak pihak yang telah memberikan penulis dukungan baik dalam bentuk moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis sangat berterima kasih kepada:

1. Pak Dr. Slamet Widodo S.TP., M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bantuan, arahan, saran, dan ilmu pengetahuan kepada penulis dalam penelitian hingga menyelesaikan tugas akhir skripsi ini.
2. Pak Dr. Ir. I Dewa Made Subrata M. Agr serta Pak Dr. Ir. Mohamad Solahudin M.Si selaku penguji pada sidang skripsi yang sudah memberikan kritik dan saran untuk melengkapi kekurangan skripsi penulis serta Pak Elang Pramudya Wijaya S.T. M.T. selaku moderator sidang skripsi yang sudah membantu melancarkan berjalannya sidang.
3. Ayahanda Mamad serta Kakak Muhamad Fakhruy yang telah memberikan dukungan, motivasi, semangat, dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi ini dan Alm. Ibunda Siti Rodiah yang menjadi motivasi utama dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Pak Ahmad, Pak Dharma, dan Pak Udin selaku teknisi leuwikopo yang sudah membantu memberi saran, kritik, dan masukkan serta dukungan yang telah dilakukan dalam proses pembuatan tugas akhir ini.
5. Rekan-rekan dari Teknik Mesin dan Biosistem atas dukungan, doa, serta pengalaman berharga yang terbentuk selama masa perkuliahan.
6. Anggota besar UKM INARI IPB yang telah memberikan dukungan dan doa, serta pertemanan yang takkan tergantikan yang telah mengisi keseruan dalam masa perkuliahan.
7. Seluruh pihak yang terlibat langsung atau tidak secara langsung dalam proses penulisan tugas akhir ini yang penulis tidak bisa sebutkan satu per satu.

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

Bogor, Agustus 2025.

Muhamad Farhan Fadillah



## DAFTAR ISI

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| ABSTRAK .....                                                            | iv  |
| ABSTRACT .....                                                           | v   |
| DAFTAR TABEL .....                                                       | xiv |
| DAFTAR GAMBAR.....                                                       | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                    | xv  |
| PENDAHULUAN .....                                                        | 1   |
| 1.1 Latar Belakang.....                                                  | 1   |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                                | 1   |
| 1.3 Tujuan.....                                                          | 1   |
| 1.4 Manfaat.....                                                         | 1   |
| TINJAUAN PUSTAKA .....                                                   | 2   |
| 2.1 <i>Autonomous Robot</i> .....                                        | 2   |
| 2.2 Mikrokontroler .....                                                 | 2   |
| 2.2.1 Arduino Mega 2560.....                                             | 2   |
| 2.2.2 Arduino IDE .....                                                  | 3   |
| 2.2.3 Sensor TCS 3200 .....                                              | 3   |
| 2.3 Motor Stepper .....                                                  | 4   |
| 2.4 <i>Phenotyping Tanaman</i> .....                                     | 4   |
| 2.5 <i>UV-Induced Fluorescence Tanaman</i> .....                         | 5   |
| 2.6 Machine Vision .....                                                 | 6   |
| 2.7 ImageJ.....                                                          | 6   |
| III METODE .....                                                         | 7   |
| 3.1 Waktu dan Tempat.....                                                | 7   |
| 3.2 Alat .....                                                           | 7   |
| 3.3 Bahan .....                                                          | 7   |
| 3.4 Prosedur Kerja .....                                                 | 7   |
| 3.4.1 Identifikasi masalah.....                                          | 8   |
| 3.4.2 Perumusan konsep desain.....                                       | 8   |
| 3.4.3 Menentukan kecepatan nominal dari platform serta total berat. .... | 9   |
| 3.4.4 Menghitung daya dan torsi dari motor stepper.....                  | 9   |
| 3.4.5 Perancangan pemograman serta motor penggerak. ....                 | 10  |
| 3.5 Analisis Desain .....                                                | 10  |
| 3.5.1 Desain dan Gambar Teknik Model.....                                | 10  |
| 3.5.2 Sistem Kontrol Model .....                                         | 12  |
| 3.5.3 Rancangan Fungsional dan Struktural .....                          | 13  |
| 3.5.4 Mekanisme Kerja Model .....                                        | 14  |
| 3.6 Pemograman Arduino.....                                              | 15  |
| 3.7 Pengujian Gerak dan Kinerja Alat.....                                | 15  |
| 3.8 Pengolahan Citra melalui <i>ImageJ</i> .....                         | 16  |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....                                             | 18  |
| 4.1 Hasil Pabrikasi Mobile Platform .....                                | 18  |
| 4.2 Sistem Kontrol dan Elektronika .....                                 | 19  |
| 4.3 Pengujian dan Pemilihan Warna Penanda .....                          | 20  |
| 4.4 Pengujian Gerak Alat.....                                            | 26  |
| 4.5 Pengujian Kinerja Alat .....                                         | 27  |
| 4.6 Monitoring Pertumbuhan Tanaman menggunakan Machine Vision.....       | 29  |
| 4.6.1 Perangkat Machine Vision.....                                      | 29  |

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| 4.6.2 Hasil monitoring pertumbuhan tanaman..... | 35 |
| V. SIMPULAN DAN SARAN .....                     | 41 |
| 5.1 Simpulan .....                              | 41 |
| 5.2 Saran.....                                  | 41 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                            | 42 |
| LAMPIRAN .....                                  | 44 |
| RIWAYAT HIDUP .....                             | 55 |

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





## DAFTAR TABEL

|   |                                                |    |
|---|------------------------------------------------|----|
| 1 | Konfigurasi mode pemilihan fotodiode TC3200    | 4  |
| 2 | Alat dan bahan                                 | 7  |
| 3 | Rancangan fungsional model alat                | 13 |
| 4 | Hasil pengujian kinerja komponen platform      | 27 |
| 5 | Rata-rata hasil monitoring pertumbuhan tanaman | 34 |

## DAFTAR GAMBAR

|    |                                                                                                                                                                                                                       |    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | Pin-pin warna sensor TCS3200                                                                                                                                                                                          | 4  |
| 2  | Ruang khusus <i>phenotyping</i> tanaman                                                                                                                                                                               | 5  |
| 3  | Diagram alir prosedur penelitian                                                                                                                                                                                      | 8  |
| 4  | Mekanisme kerja platform                                                                                                                                                                                              | 9  |
| 5  | Desain 3D Platform                                                                                                                                                                                                    | 11 |
| 6  | Desain <i>machine vision</i> sederhana                                                                                                                                                                                | 11 |
| 7  | Tampak samping desain <i>machine vision</i> sederhana                                                                                                                                                                 | 12 |
| 8  | Diagram rangkaian elektronika model                                                                                                                                                                                   | 12 |
| 9  | Rangkaian elektronika                                                                                                                                                                                                 | 14 |
| 10 | Hasil pabrikasi mobile platform. (a) mobile platform, (b) limit switch depan (c) limit switch belakang, (d) rangkaian pulley dan v-belt, (e) sensor warna TCS300                                                      | 18 |
| 11 | Rangkaian elektronika                                                                                                                                                                                                 | 19 |
| 12 | Sensor warna TCS3200                                                                                                                                                                                                  | 20 |
| 13 | Kertas origami merah, biru dan hijau untuk penanda                                                                                                                                                                    | 20 |
| 14 | Pembacaan oleh sensor warna TCS3200. (a) rel abu, (b) penanda merah, (c) penanda biru, (d) penanda hijau                                                                                                              | 21 |
| 15 | Grafik <i>scatter plot</i> nilai warna keadaan cuaca mendung. (Merah[x], Hijau[y])                                                                                                                                    | 22 |
| 16 | Grafik <i>scatter plot</i> nilai warna keadaan cuaca mendung (Hijau[x], Biru[y])                                                                                                                                      | 23 |
| 17 | Grafik <i>scatter plot</i> nilai warna keadaan cuaca cerah. (Merah[x], Hijau[y]).                                                                                                                                     | 24 |
| 18 | Grafik <i>scatter plot</i> nilai warna keadaan cuaca mendung (Hijau[x], Biru[y])                                                                                                                                      | 25 |
| 19 | Setup Pengujian Kinerja Alat                                                                                                                                                                                          | 27 |
| 20 | Pengujian pengambilan citra tanaman                                                                                                                                                                                   | 28 |
| 21 | Perangkat <i>machine vision</i>                                                                                                                                                                                       | 29 |
| 22 | Profil spektrum warna lampu UV                                                                                                                                                                                        | 30 |
| 23 | Profil spektrum warna lampu LED putih                                                                                                                                                                                 | 30 |
| 24 | Hasil pengambilan citra tanaman pakchoy umur 2 sampai 4 minggu Labeling : (a) 2 minggu no.1 (LED), (b) 3 minggu no.1 (LED), (c) 4 minggu no.1 (LED), (d) 2 minggu no. 1 (UV), 3 minggu no.1 (UV), 4 minggu no.1 (UV). | 31 |
| 25 | Proses kalibrasi skala pada aplikasi ImageJ.                                                                                                                                                                          | 32 |

|    |                                                                                                                                                                                                                   |    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 26 | Grafik linear skala dengan perbedaan tinggi                                                                                                                                                                       | 32 |
| 27 | Proses <i>imaging color threshold</i>                                                                                                                                                                             | 33 |
| 28 | Proses <i>imaging Make binary</i> dan <i>Remove outliers</i>                                                                                                                                                      | 34 |
| 29 | Proses <i>imaging Measure</i>                                                                                                                                                                                     | 34 |
| 30 | Histogram tanaman pakchoy 4 minggu no.1                                                                                                                                                                           | 35 |
| 31 | Citra tanaman pakchoy : (a) 2 minggu no.1, (b) 2 minggu no.2, (c) 2 minggu no.3, (d) 3 minggu no.1, (e) 3 minggu no.2, (f) 3 minggu no.3, (g) 4 minggu no.1, (h) 4 minggu no.2, (i) 4 minggu no.3                 | 35 |
| 32 | Hasil <i>imaging</i> tanaman pakchoy : (a) 2 minggu no.1, (b) 2 minggu no.2, (c) 2 minggu no.3, (d) 3 minggu no.1, (e) 3 minggu no.2, (f) 3 minggu no.3, (g) 4 minggu no.1, (h) 4 minggu no.2, (i) 4 minggu no.3. | 36 |
| 33 | Hasil rata-rata luas kanopi daun tanaman pakcoi                                                                                                                                                                   | 38 |
| 34 | Hasil rata-rata helai daun tanaman pakcoi                                                                                                                                                                         | 38 |
| 35 | Hasil rata-rata tingkat warna citra tanaman pakcoi                                                                                                                                                                | 39 |
| 36 | Nilai rata-rata <i>luminosity</i>                                                                                                                                                                                 | 39 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|    |                                                                                                   |    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | Lampiran 1 Hasil pengukuran nilai pembacaan sensor warna TCS3200 cuaca mendung pada warna rel     | 44 |
| 2  | Lampiran 2 Hasil pengukuran nilai pembacaan sensor warna TCS3200 cuaca mendung pada penanda merah | 39 |
| 3  | Lampiran 3 Hasil pengukuran nilai pembacaan sensor warna TCS3200 cuaca mendung pada penanda biru  | 39 |
| 4  | Lampiran 4 Hasil pengukuran nilai pembacaan sensor warna TCS3200 cuaca mendung pada penanda hijau | 40 |
| 5  | Lampiran 5 Hasil pengukuran nilai pembacaan sensor warna TCS3200 cuaca cerah pada warna rel       | 40 |
| 6  | Lampiran 6 Hasil pengukuran nilai pembacaan sensor warna TCS3200 cuaca cerah pada penanda merah   | 40 |
| 7  | Lampiran 7 Hasil pengukuran nilai pembacaan sensor warna TCS3200 cuaca cerah pada penanda biru    | 41 |
| 8  | Lampiran 8 Hasil pengukuran nilai pembacaan sensor warna TCS3200 cuaca cerah pada penanda hijau   | 41 |
| 9  | Lampiran 9 Kolase proses rancang bangun platform                                                  | 42 |
| 10 | Lampiran 10 Kolase proses uji coba komponen elektronik platform                                   | 43 |
| 11 | Lampiran 11 Contoh pengujian nilai warna penanda dengan sensor warna TCS3200                      | 43 |
| 12 | Lampiran 12 Kode program arduino untuk pengujian warna penanda                                    | 44 |
| 13 | Lampiran 13 Kode program Arduino utama.                                                           | 46 |



## @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.