© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN KONTROL PENYIRAMAN STROBERI DI GREENHOUSE BERBASIS ANDROID

"RANCANG BANGUN ALAT SISTEM MONITORING DAN KONTROL PENYIRAMAN STROBERI DI GREENHOUSE BERBASIS ANDROID"

TUGAS AKHIR

SYIFA AZ ZAHRA
2303332061

PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2026

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN KONTROL PENYIRAMAN STROBERI DI GREENHOUSE BERBASIS ANDROID

"RANCANG BANGUN ALAT SISTEM MONITORING DAN KONTROL PENYIRAMAN STROBERI DI GREENHOUSE BERBASIS ANDROID"

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma Tiga

SYIFA AZ ZAHRA

2303332061

PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORSINIL

Tugas Akhir adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama	:	Syifa Az Zahra
NIM	:	2303332061
Tanda Tangan	:	
Tanggal	:	07 Juli 2026

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir diajukan oleh :

Nama	:	Syifa Az Zahra
NIM	:	2303332061
Program Studi	:	Telekomunikasi
Judul Tugas Akhir	:	Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Penyiraman Stroberi Di Greenhouse Berbasis Android

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 07 Juli 2026 dan dinyatakan **LULUS**

Pembimbing : Toto Supriyanto, S.T., M.T.
NIP. 196603061990031001 (……)

Depok, 16 Juli 2026
Disahkan oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.
NIP. 197803312003122002

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan Rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Rancang Bangun Alat Sistem Monitoring dan Kontrol Penyiraman Stroberi di *Greenhouse* Berbasis Android" dengan baik dan tepat waktu. Penyusunan tugas akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma Tiga (D3) pada Program Studi Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, bimbingan, serta motivasi. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Toto Supriyanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing penulis selama proses penyusunan tugas akhir ini;
2. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
3. Kholilatunnisa selaku rekan tugas akhir yang telah memberikan bantuan, kerja sama, dan dukungan selama proses pengerjaan tugas akhir;
4. Teman-teman Telkom C'23 yang telah memberikan semangat, bantuan, dan motivasi kepada penulis.

Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi pembaca serta dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem monitoring dan kontrol penyiraman tanaman berbasis *internet of things* (IoT).

Penulis,

Syifa Az Zahra

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN KONTROL PENYIRAMAN STROBERI DI GREENHOUSE BERBASIS ANDROID

"Rancang Bangun Alat Sistem Monitoring dan Kontrol Penyiraman Stroberi di Greenhouse Berbasis Android"

ABSTRAK

Perkembangan Internet of Things (IoT) mendukung penerapan sistem monitoring dan kontrol pada pertanian modern, termasuk budidaya stroberi di greenhouse. Penyiraman manual yang masih umum dilakukan dapat menyebabkan ketidaksesuaian kebutuhan air sehingga memengaruhi pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem monitoring dan kontrol penyiraman stroberi berbasis Android menggunakan mikrokontroler ESP32. Sistem memanfaatkan sensor kelembaban tanah, sensor suhu udara, sensor pH air, sensor Total Dissolved Solids (TDS), flowmeter, dan RTC sebagai masukan, serta pompa air, ultrasonic mist maker, lampu pijar, dan buzzer sebagai keluaran dengan metode bottom irrigation. Data sensor dikirim melalui modul LTE SIM7600G ke Firebase dan ditampilkan secara real-time pada aplikasi Android. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu bekerja sesuai fungsi yang dirancang, dengan suhu greenhouse terbaca pada rentang 27–33°C, nilai pH 6,1–6,3, dan TDS 698–807 ppm. Selain itu, hasil pengujian Quality of Service (QoS) komunikasi LTE memperoleh throughput sebesar 0,245 kbps, packet loss 0%, dan delay rata-rata 4356,13 ms. Nilai load regulation sebesar 2,17% (5V) dan 2,22% (12V). Mode otomatis berhasil menjalankan seluruh skenario penyiraman terjadwal maupun darurat, sementara mode manual mampu mengendalikan aktuator dari jarak 5,1 km melalui internet. Sistem ini terbukti dapat membantu proses budidaya stroberi menjadi lebih efektif, efisien, dan terkontrol.

Kata kunci: Android, ESP32, greenhouse, IoT, kontrol penyiraman, monitoring.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN ANDROID BASED STRAWBERRY IRRIGATION MONITORING AND CONTROL SYSTEM IN A GREENHOUSE

"Design and Construction of an Android Based Strawberry Irrigation Monitoring and Control System in a Greenhouse"

ABSTRACT

The development of the Internet of Things (IoT) has supported the implementation of monitoring and control systems in modern agriculture, including strawberry cultivation in greenhouses. Conventional manual irrigation may lead to improper water distribution, affecting plant growth. This study aims to design and develop an Android-based strawberry irrigation monitoring and control system using the ESP32 microcontroller. The system utilizes soil moisture, air temperature, pH, Total Dissolved Solids (TDS), flowmeter, and Real-Time Clock (RTC) sensors as inputs, while a water pump, ultrasonic mist maker, incandescent lamp, and buzzer serve as outputs using the bottom irrigation method. Sensor data are transmitted through the SIM7600G LTE module to Firebase and displayed in real time on an Android application. The greenhouse temperature ranged from 27°C to 33°C, water pH from 6.1 to 6.3, and TDS from 698 to 807 ppm. The LTE communication achieved a throughput of 0.245 kbps, 0% packet loss, and an average delay of 4356.13 ms. load regulation value of 2.17%(5V) and 2.22%(12V). The automatic mode successfully executed scheduled and emergency irrigation, while the manual mode enabled remote actuator control over an internet connection up to 5.1 km. Overall, the system improved the effectiveness, efficiency, and controllability of greenhouse strawberry irrigation.

Kata kunci: Android, ESP32, greenhouse, IoT, irrigation control, monitoring.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta
Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL i
HALAMAN JUDUL ii
HALAMAN PERNYATAAN ORSINIL iii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR iv
KATA PENGANTAR v
ABSTRAK vi
ABSTRACT vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Tujuan 2
1.4 Luaran 2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 3
2.1. Sensor TDS 3
2.2 Sensor pH Air 3
2.3 Internet of Things (IoT) 3
2.4 Modul LTE SIM7600G 4
2.5 RTC DS3231 4
2.6 Flowmeter 5
2.7 Relay Module 4 Channel 5
2.8 Pompa Air DC 5
2.9 ESP32 Devkit V1 6
2.10 LCD 20x4 I2C 6
2.11 Soil Moisture Sensor 7
2.12 Sensor DHT22 7
2.13 Arduino IDE 7
2.14 Ultrasonic Mist Maker 9
2.15 Power Supply 9
2.16 Parameter Kualitas Jaringan LTE 10
2.17 Standarisasi Parameter Budidaya Stroberi di Greenhouse 11
2.18 Persentase *Error* Pengukuran 13
2.19 Quality of Service (QoS) 14
2.20 Load Regulation Power Supply 16
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI 17
3.1 Deskripsi Alat 17
3.2 Cara Kerja Alat 18
3.3 Spesifikasi Alat 19
3.4 Diagram Blok 20

3.5 Perancangan Alat 22
3.6 Realisasi Alat 35
BAB IV PEMBAHASAN 55
4.1 Pengujian RTC DS3231 55
4.2 Pengujian Sensor DHT22 57
4.3 Pengujian Sensor pH Air 59
4.4 Pengujian Sensor TDS 62
4.5 Pengujian Sensor Flowmeter 64
4.6 Pengujian Sensor Kelembaban Tanah 67
4.7 Pengujian Modul LTE 69
4.8 Pengujian *Quality of Service* (QoS) Modul LTE terhadap Firebase 72
4.10 Pengujian Sistem Penyiraman Otomatis 78
4.11 Pengujian Power Supply 82
4.12 Kesimpulan Pengujian 84
BAB V PENUTUP 86
5.1 Kesimpulan 86
5.2 Saran 87
DAFTAR PUSTAKA 88
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS 90
LAMPIRAN 91

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta
Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Standarisasi Kualitas Sinyal LTE 10
Tabel 2. 2 Tabel Standarisasi Frekuensi LTE Band di Indonesia 11
Tabel 2. 3 Tabel Standarisasi Kelembaban Tanah 11
Tabel 2. 4 Tabel Standarisasi Suhu Ruangan 12
Tabel 2. 5 Tabel Standarisasi pH Air 12
Tabel 2. 6 Tabel Standarisasi Kepekatan Nutrisi Air 13
Tabel 2. 7 Standar Throughput Berdasarkan TIPHON 14
Tabel 2. 10 Standar Packet Loss Berdasarkan TIPHON 15
Tabel 2. 8 Standar Delay Berdasarkan TIPHON 16
Tabel 3. 1 Spesifikasi Komponen 20
Tabel 3. 2 Konfigurasi Pin ESP32 23
Tabel 3. 3 Konfigurasi Pin Sensor Kelembaban Tanah 24
Tabel 3. 4 Konfigurasi Pin RTC DS3231 25
Tabel 3. 5 Konfigurasi Pin Sensor DHT22 26
Tabel 3. 6 Konfigurasi Pin Sensor pH Air 27
Tabel 3. 7 Konfigurasi Pin Sensor TDS 28
Tabel 3. 8 Konfigurasi Pin Sensor Flowmeter 29
Tabel 3. 9 Konfigurasi Pin Buzzer 30
Tabel 3. 10 Konfigurasi Pin Modul Relay 31
Tabel 3. 11 Konfigurasi Pin LCD 20×4 I2C 32
Tabel 3. 12 Konfigurasi Pin Modul LTE SIM7600G 33
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian RTC 56
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian DHT22 58
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian pH Air 61
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sensor TDS 63
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Sensor Flowmeter 66
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Sensor Kelembaban Tanah 68
Tabel 4. 7 AT Command Pengujian Modul LTE 70
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Modul LTE SIM7600G 71
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian QoS di Wireshark 74
Tabel 4. 10 Hasil Parameter QoS Komunikasi LTE Modul SIM7600G 75
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Sistem Kontrol 78
Tabel 4. 12 . Pengujian Sistem Penyiraman Otomatis 81
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Power Supply 83

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta
Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sensor TDS 3
Gambar 2. 2 Sensor pH Air 3
Gambar 2. 3 Modul SIM7600G 4
Gambar 2. 4 RTC DS3231 4
Gambar 2. 5 Flowmeter 5
Gambar 2. 6 Relay Module 4 Channel 5
Gambar 2. 7 Pompa Air DC 6
Gambar 2. 8 ESP32 Devkit V1 6
Gambar 2. 9 LCD 20x4 I2C 6
Gambar 2. 10 Soil Moisture Sensor 7
Gambar 2. 11 DHT22 7
Gambar 2. 12 Ultrasonic Mist Maker 9
Gambar 2. 13 Switching Power Supply 10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Cara Kerja Alat 19
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem 22
Gambar 3. 3 Rangkain Skematik Perancangan Sistem Mikrokontroler 23
Gambar 3. 4 Rangkaian Skematik Perancangan Sensor Kelembaban Tanah 24
Gambar 3. 5 Rangkaian Skematik Perancangan Sensor RTC DS3231 25
Gambar 3. 6 Rangkaian Skematik Perancangan Sensor DHT22 26
Gambar 3. 7 Rangkaian Skematik Perancangan Sensor pH Air 27
Gambar 3. 8 Rangkaian Skematik Perancangan Sensor TDS 28
Gambar 3. 9 Rangkaian Skematik Perancangan Sensor Flowmeter 29
Gambar 3. 10 Rangkaian Skematik Perancangan Buzzer 30
Gambar 3. 11 Rangkaian Skematik Perancangan Modul Relay 31
Gambar 3. 12 Rangkaian Skematik Perancangan LCD 20×4 I2C 32
Gambar 3. 13 Rangkaian Skematik Perancangan Modul LTE SIM7600G 33
Gambar 3. 14 (a) Perancangan Layout Atas (b) Perancangan Layout Bawah 34
Gambar 3. 15 Diagram Alir Program Mikrokontroler ESP32 36
Gambar 3. 16 Realisasi Sistem Kendali 51
Gambar 3. 17 Realisasi Sistem Sensor 52
Gambar 3. 18 (a) (b) Sistem Komunikasi dan Monitoring 52
Gambar 3. 19 Realisasi Sistem Aktuator 53
Gambar 3. 20 (a) (b) Realisasi Keseluruhan Sistem 54
Gambar 4. 1 Tampilan Serial Monitor Pengujian Modul RTC DS3231 56
Gambar 4. 2 Capture Wireshark 74

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta
Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi digital saat ini telah mendorong penerapan otomasi dan sistem cerdas di berbagai sektor, termasuk bidang pertanian. Konsep pertanian presisi (*precision agriculture*) semakin banyak diterapkan karena memungkinkan petani mengelola lahan dan tanaman berdasarkan data aktual, bukan lagi berdasarkan perkiraan (Wolfert et al., 2017; Javaid et al., 2023). Tren ini turut berkembang pada budidaya tanaman bernilai ekonomi tinggi di dalam greenhouse, seperti stroberi, karena pertumbuhan dan kualitas hasil panennya sangat dipengaruhi oleh kelembaban tanah, suhu udara, serta kualitas air penyiraman (Hernández et al., 2021).

Salah satu teknologi yang banyak diadopsi untuk mendukung pertanian presisi adalah *internet of things* (IoT), yaitu konsep yang mengintegrasikan mikrokontroler, sensor, dan aplikasi *mobile* sehingga suatu sistem dapat memantau dan mengendalikan kondisi lingkungan secara *real-time* (Ayaz et al., 2019). Penerapan IoT pada pertanian umumnya memanfaatkan mikrokontroler seperti ESP32 yang mampu mengolah data dari beberapa sensor sekaligus, seperti sensor suhu, sensor kelembaban tanah, sensor pH air, dan sensor *total dissolved solid* (TDS) (Farooq et al., 2020). Data tersebut dikirimkan melalui modul komunikasi dan ditampilkan pada aplikasi Android untuk dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh (Ayaz et al., 2019).

Penerapan teknologi tersebut pada budidaya stroberi telah diterapkan pada penelitian sebelumnya, seperti sistem irigasi pintar berbasis IoT (Kustidarsyah dkk., 2024) dan alat pemberian air otomatis berbasis Android (Aprilia, 2024), namun masih berfokus pada satu aspek tertentu. Penyiraman di greenhouse pada praktiknya juga masih banyak dilakukan secara manual sehingga kualitas air penyiraman jarang dipantau. Berdasarkan hal tersebut, pada tugas akhir ini dirancang dan dibangun sistem monitoring dan kontrol penyiraman stroberi di greenhouse berbasis Android lebih efektif, efisien, dan terkontrol.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring dan kontrol penyiraman stroberi di greenhouse berbasis android menggunakan mikrokontroler ESP32?
2. Bagaimana kinerja sensor kelembaban tanah, sensor DHT, sensor pH air, sensor TDS, dan flowmeter dalam memantau kondisi greenhouse?
3. Bagaimana sistem monitoring dan kontrol penyiraman dapat bekerja secara otomatis maupun manual?

1.3 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Merancang dan membangun sistem monitoring dan kontrol penyiraman stroberi di greenhouse berbasis android menggunakan mikrokontroler ESP32.
2. Mengetahui kinerja sensor kelembaban tanah, sensor DHT, sensor pH air, sensor TDS, dan flowmeter dalam memantau kondisi greenhouse.
3. Mengimplementasikan sistem monitoring dan kontrol penyiraman yang dapat bekerja secara otomatis maupun manual.

1.4 Luaran

Luaran yang dihasilkan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Prototipe sistem monitoring dan kontrol penyiraman stroberi di greenhouse berbasis Android.
2. Laporan Tugas Akhir

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi, dan pengujian sistem monitoring dan kontrol penyiraman stroberi di greenhouse berbasis Android, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem mampu melakukan monitoring kondisi greenhouse secara real-time serta mengendalikan aktuator berupa pompa air, ultrasonic mist maker, lampu pijar, dan buzzer melalui mode otomatis maupun manual. Dengan demikian, sistem dapat menjadi solusi untuk mengatasi penyiraman manual sehingga proses penyiraman menjadi lebih efektif, efisien, dan terkontrol.
2. seluruh sensor mampu bekerja sesuai dengan fungsinya dalam memantau kondisi greenhouse. Sensor DHT22 menghasilkan rata-rata persentase error sekitar 2–3%, sensor pH air memiliki rata-rata error sekitar 1,64%, dan sensor TDS memiliki rata-rata error sekitar 1,8%, sedangkan sensor flowmeter mampu mengukur volume air penyiraman dengan rata-rata debit 69,7 mL/10 detik, 145,0 mL/20 detik, dan 219,1 mL/30 detik. Sensor kelembaban tanah berhasil mendeteksi perubahan kondisi media tanam sebagai parameter utama penyiraman otomatis, sedangkan RTC DS3231 memiliki selisih waktu sebesar 18 detik terhadap waktu referensi. Hasil monitoring menunjukkan suhu greenhouse berada pada rentang 27–33°C, nilai pH air 6,1–6,3, dan nilai TDS 698–807 ppm sehingga kondisi lingkungan greenhouse dapat dipantau secara kontinu melalui aplikasi Android. Selain itu, komunikasi data menggunakan modul LTE SIM7600G menunjukkan kualitas jaringan yang mendukung proses monitoring secara real-time dengan parameter RSRP, RSRQ, RSSI, dan SINR berada pada kategori yang layak digunakan selama pengujian, serta menghasilkan nilai throughput sebesar 0,245 kbps, packet loss 0%, dan delay rata-rata 4356,13 ms. Pengujian power supply 5V 5A dan 12V 5A menghasilkan nilai load regulation masing-masing sebesar 2,17% dan 2,22%, yang menunjukkan bahwa kedua power supply mampu

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta
Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

mempertahankan kestabilan tegangan keluaran meskipun terjadi perubahan beban pada sistem.

3. Sistem monitoring dan kontrol penyiraman berhasil diimplementasikan pada mode otomatis maupun manual sesuai dengan tujuan penelitian. Mode otomatis mampu menjalankan penyiraman berdasarkan jadwal RTC dan kondisi kelembaban tanah, menghentikan pompa ketika target volume air atau batas kelembaban telah tercapai, serta mengendalikan suhu greenhouse melalui ultrasonic mist maker dan lampu pijar. Mode manual juga berhasil mengendalikan pompa air, lampu pijar, dan ultrasonic mist maker melalui aplikasi Android dengan jarak pengujian hingga 5,1 km menggunakan jaringan internet. Berdasarkan seluruh hasil pengujian tersebut, sistem telah memenuhi tujuan penelitian dalam menyediakan sistem monitoring dan kontrol penyiraman stroberi yang dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh secara real-time.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan sebagai pengembangan sistem pada penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Menambahkan sensor intensitas cahaya dan sensor kelembaban udara yang lebih akurat sehingga kondisi lingkungan greenhouse dapat dimonitor secara lebih lengkap.
2. Mengembangkan aplikasi Android dengan fitur notifikasi (*push notification*) ketika terjadi kondisi kritis, seperti kelembaban tanah terlalu rendah, suhu melebihi batas normal, atau kualitas air berada di luar rentang yang ditentukan.
3. Mengimplementasikan algoritma pengambilan keputusan yang lebih cerdas, seperti *Fuzzy Logic*, sehingga proses penyiraman dapat menyesuaikan kondisi lingkungan dan kebutuhan tanaman secara lebih adaptif.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta
Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta
Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

Adriawan. (2025). *Implementasi Protocol LoRa dalam Sistem Smart Greenhouse Berbasis Internet of Things (IoT) pada Tanaman Strawberry* (Skripsi). Universitas Sulawesi Barat.

Aprilia, D. P. (2024). *Rancang Bangun Alat Monitoring dan Controlling Sistem Pemberian Air dan Pupuk Secara Otomatis pada Tanaman Stroberi Berbasis Android* (Tugas Akhir Diploma III). Politeknik Negeri Jakarta.

Arduino. (2026). *Arduino IDE Documentation*. Diakses 10 Mei 2026, dari https://docs.arduino.cc/software/ide-v2/tutorials/getting-started/ide-v2

Ayaz, M., Ammad-Uddin, M., Sharif, Z., Mansour, A., & Aggoune, E. H. M. (2019). Internet-of-Things (IoT)-Based Smart Agriculture: Toward Making the Fields Talk. *IEEE Access*, 7, 129551–129583.

Banzi, M., & Shiloh, M. (2022). *Getting Started with Arduino* (4th ed.). United States: Maker Media.

de Melo, F. C. H., Tjahjono, G., & Fahmi, I. (2024). Rancang Bangun Switching Mode Power Supply (SMPS) Menggunakan Topologi Flyback. *Jurnal SPEKTRO*, 7(2), 1–7.

Farizi, A., Susanto, B. M., Atmadji, E. S. J., Hariyanto, A., & Antika, E. (2021). Sistem Monitoring Suhu dan Pengairan Otomatis pada Tanaman Stroberi Berbasis Website. *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*, 8(2), 91–95.

Farooq, M. S., Riaz, S., Abid, A., Umer, T., & Zikria, Y. B. (2020). Role of IoT Technology in Agriculture: A Systematic Literature Review. *Electronics*, 9(2).

Hernández, J., Ruiz, D., & Pérez, A. (2021). Smart Greenhouse Monitoring System for Strawberry Cultivation. *Sensors*, 21(15).

Hindersah, R., dkk. (2021). Pengaruh pH terhadap Ketersediaan Unsur Hara pada Tanaman Hortikultura. *Jurnal Hortikultura Indonesia*.

Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Khan, I. H., & Suman, R. (2023). Understanding the Potential Applications of Artificial Intelligence and Internet of Things in Agriculture. *Smart Agricultural Technology*, 3.

Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia. (2022). *Alokasi Spektrum Frekuensi Radio Seluler LTE di Indonesia*.

Khatatbeh, A. S., dkk. (2023). Low-Flow Conditions in Dorimcheon Stream Using an IoT Sensor-Based Flow Measurement System. *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*, 35(6).

Kustidarsyah, F., Agnesia, A., Setiawan, I. M. A., & Muharani, L. (2024). Implementasi Sistem Irigasi Smart Garden IoT pada Perkebunan Stroberi. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan (JITT)*, 2(1), 88–93.

Putra, Y. A. (2020). *Rancang Bangun Alat Pengontrol Kelembaban Udara pada Budidaya Jamur Menggunakan Arduino Uno dan Ultrasonik Mist Maker*. ResearchGate.

Prediction of Strawberry Growth and Fruit Yield Based on Environmental and Growth Data in a Greenhouse. (2020). *Horticultural Science and Technology*.

Sim, H. S., dkk. (2020). Effect of High Temperature on Growth and Fruit Quality of Strawberry in Greenhouse. *Horticultural Science and Technology*.

3GPP. (2021). *Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Layer Measurements (TS 36.214 Release 16).*

Vimal Raj, S., Srivasan, K., Vijay, R., Vel Prasanth, K., & Sarath Pranav, B. (2023). Real-Time Clock Using Arduino. *Dogo Rangsang Research Journal*.

Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big Data in Smart Farming: A Review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80.

Yu, X., dkk. (2023). Adjusting the Nutrient Solution Formula Based on Growth Stages to Promote the Yield and Quality of Strawberry in Greenhouse. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*.

Angelopoulos, C. M., Filios, G., Nikoletseas, S., & Raptis, T. P. (2021). *Keeping Data at the Edge of Smart Irrigation Networks: A Case Study in Strawberry Greenhouses.*

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

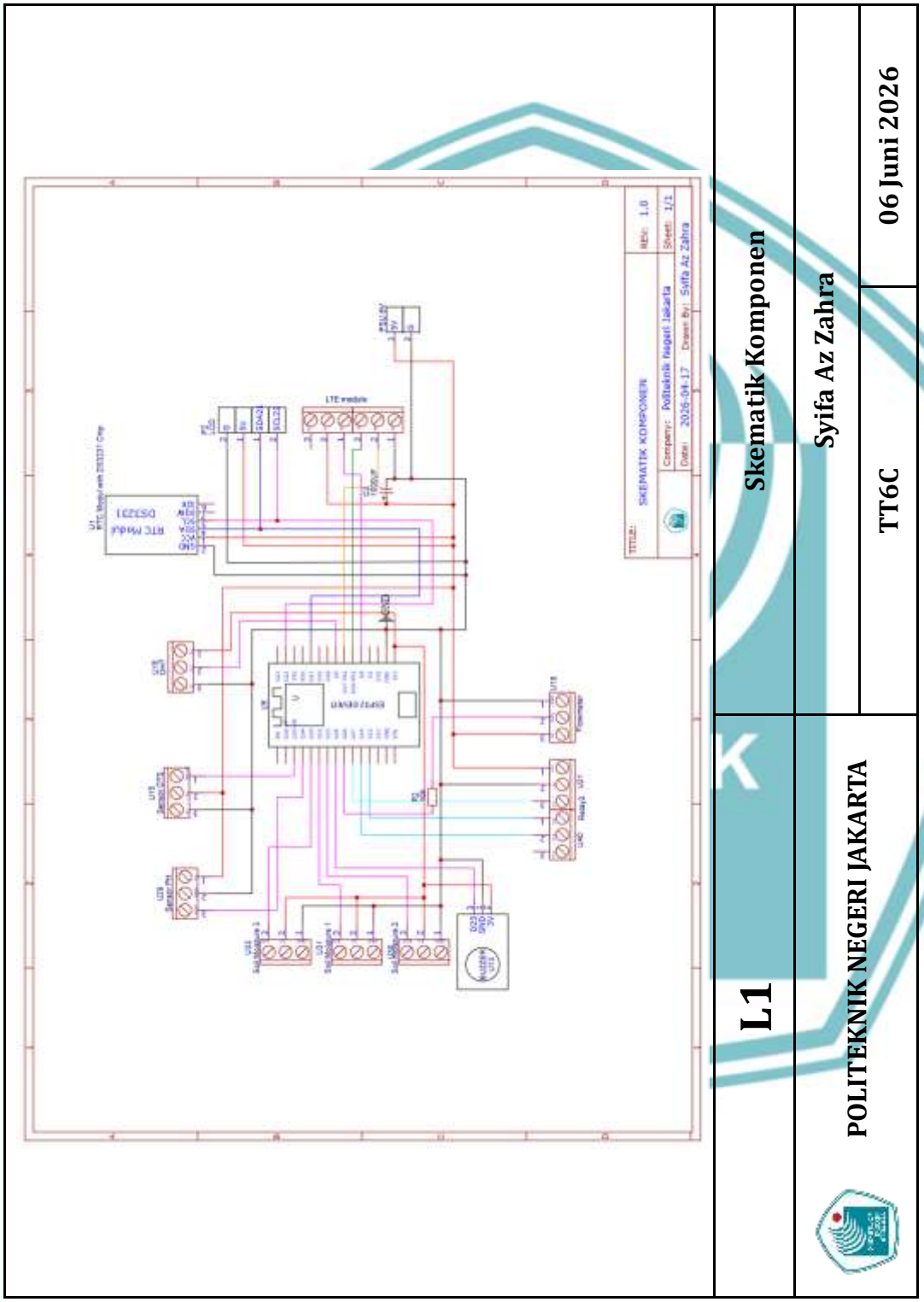
Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

Syifa Az Zahra

Lahir di Jakarta, 22 September 2003. Lulus dari SDN Ciracas 11 Pagi tahun 2016, SMPN 106 Jakarta tahun 2019, dan SMKN 51 Jakarta pada tahun 2022. Mahasiswa aktif semester 6 Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta. Gelar Diploma 3 (D3) diperoleh pada tahun 2026 dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Telekomunikasi, Politeknik Negeri Jakarta.

LAMPIRAN

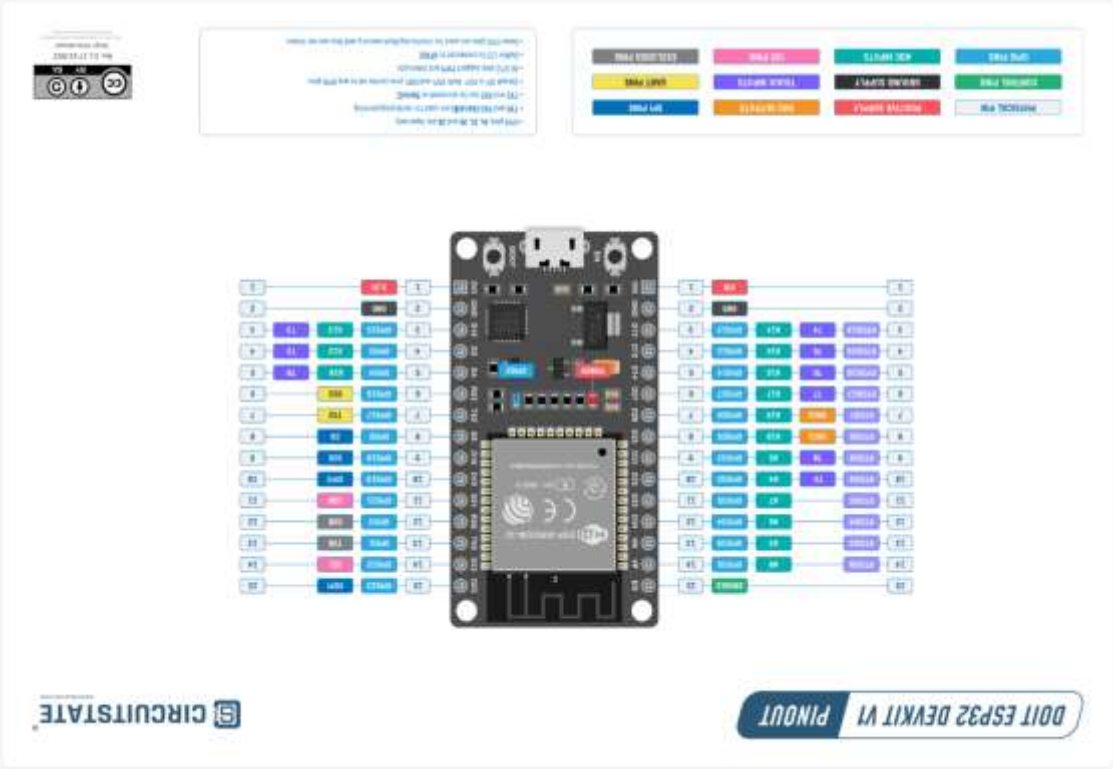


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA	L2	Datasheet ESP32
Syifa Az Zahra		
TT6C		06 Juni 2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

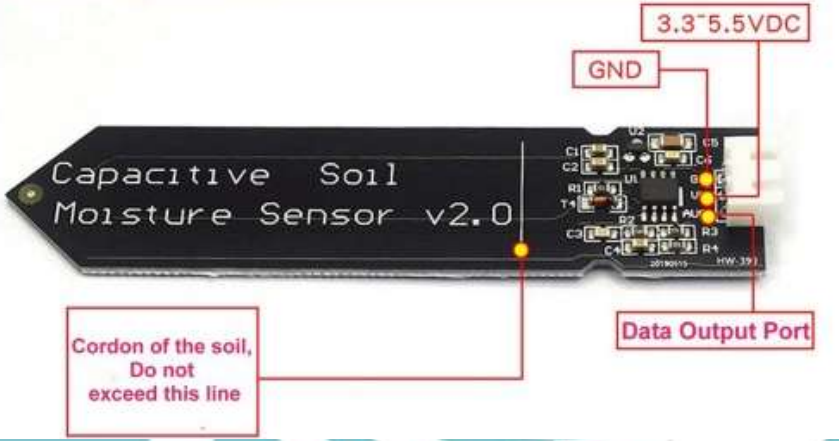
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

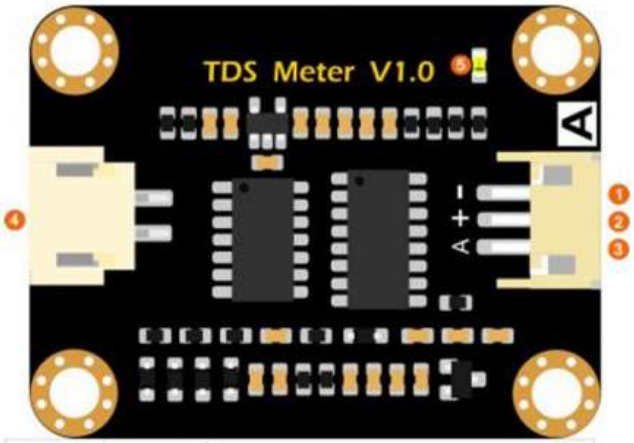
Name	Capacitive Soil Moisture Sensor Module
Operating Voltage	DC 3.3~5.5V
Output Voltage	DC 0~3.0V
Interface:	PH 2.0-3P
Size:	98 x 23 mm



L3	**Datasheet Sensor Soil Moisture v2.0**	
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA	**Syifa Az Zahra**	
	TT6C	**06 Juni 2026**

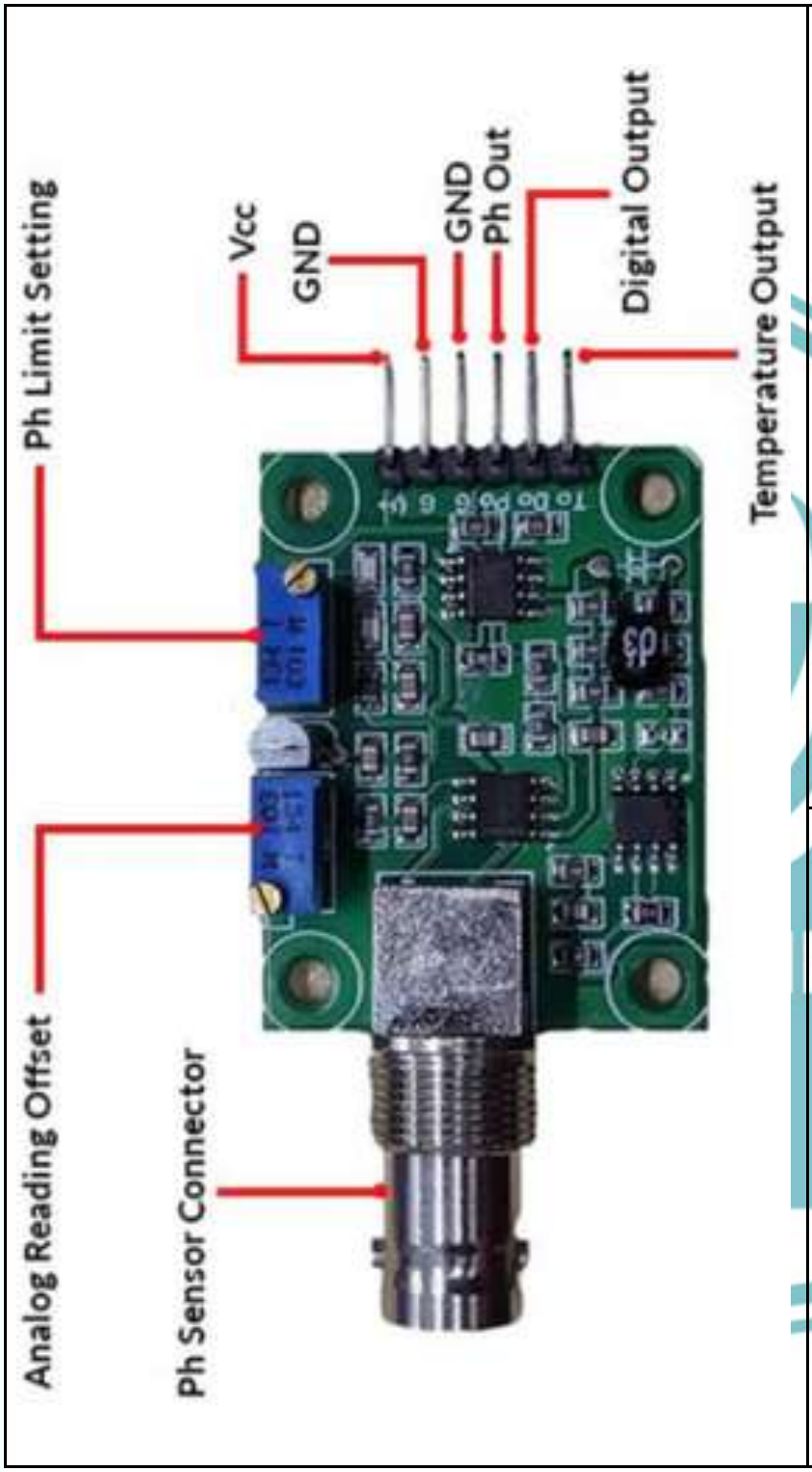
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Num	Label	Description
1	-	Power GND(0V)
2	+	Power VCC(3.3 ~ 5.5V)
3	A	Analog Signal Output(0 ~ 2.3V)
4	TDS	TDS Probe Connector
5	LED	Power Indicator

L4	**Datasheet Sensor TDS**	
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA	**Syifa Az Zahra**	
	TT6C	**06 Juni 2026**

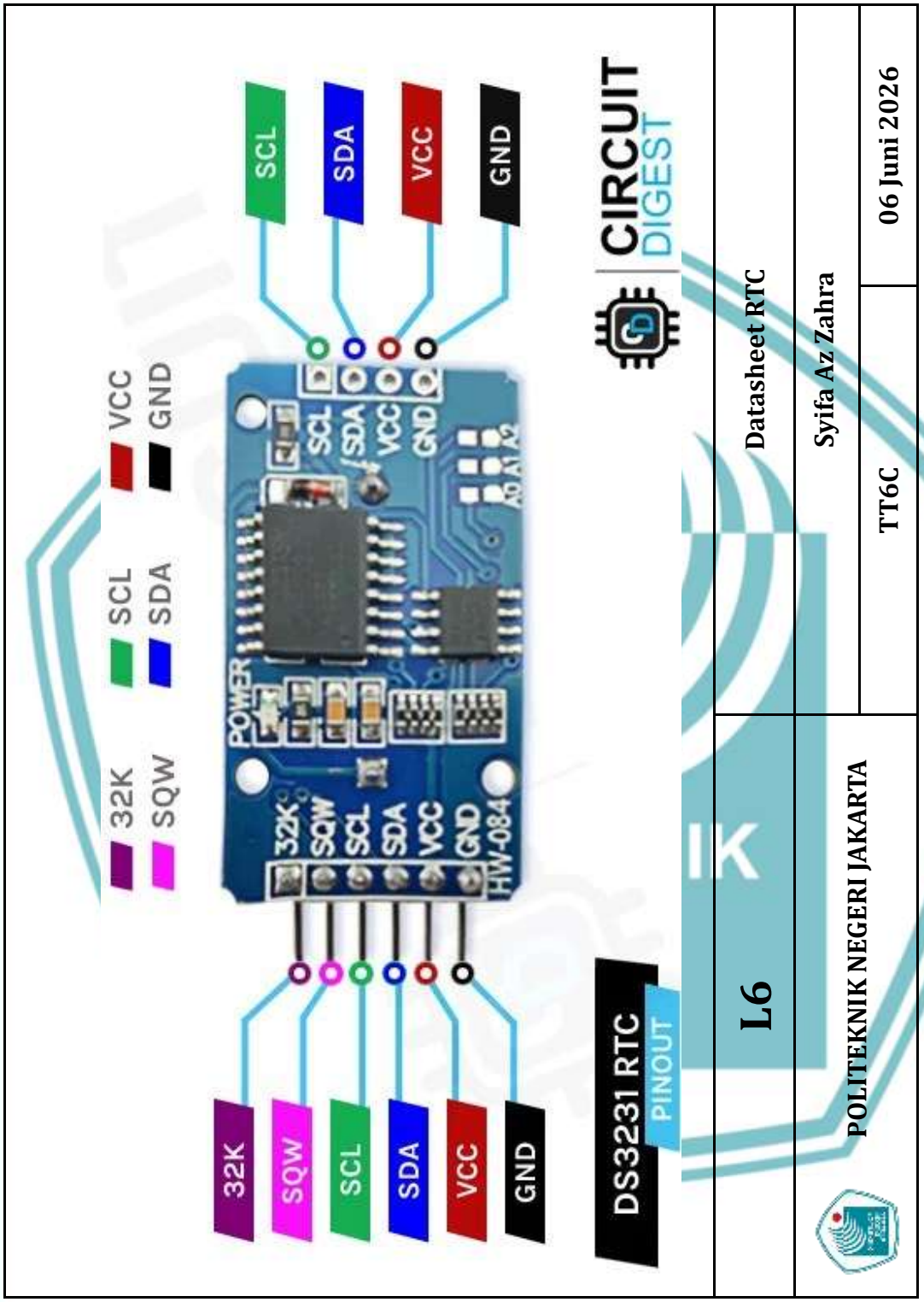


L5	Datasheet Sensor pH Air	
	Syifa Az Zahra	TT6C	06 Juni 2026
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA		

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

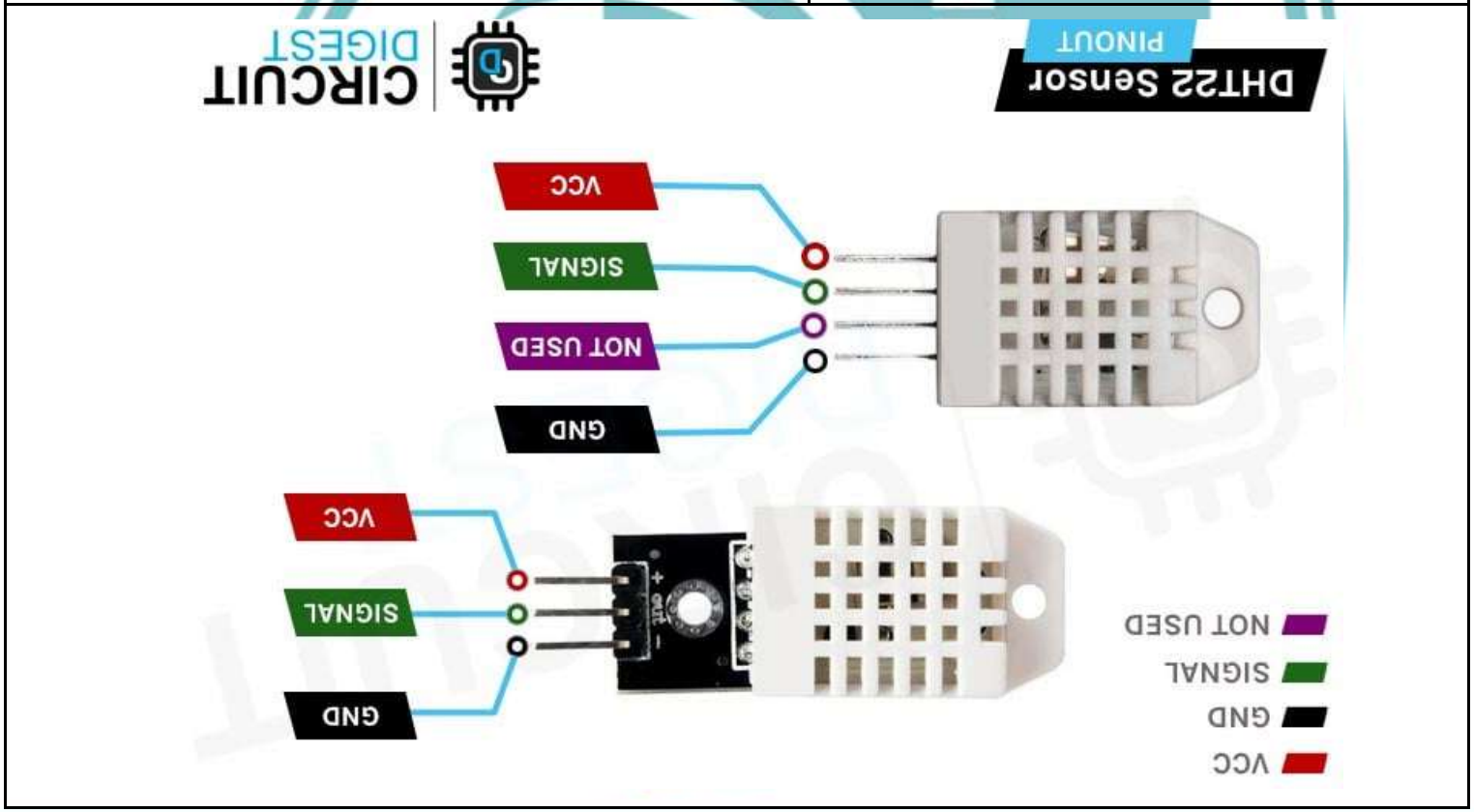


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA		
L7	Datasheet DHT22	
	Syifa Az Zahra	
	TT6C	06 Juni 2026

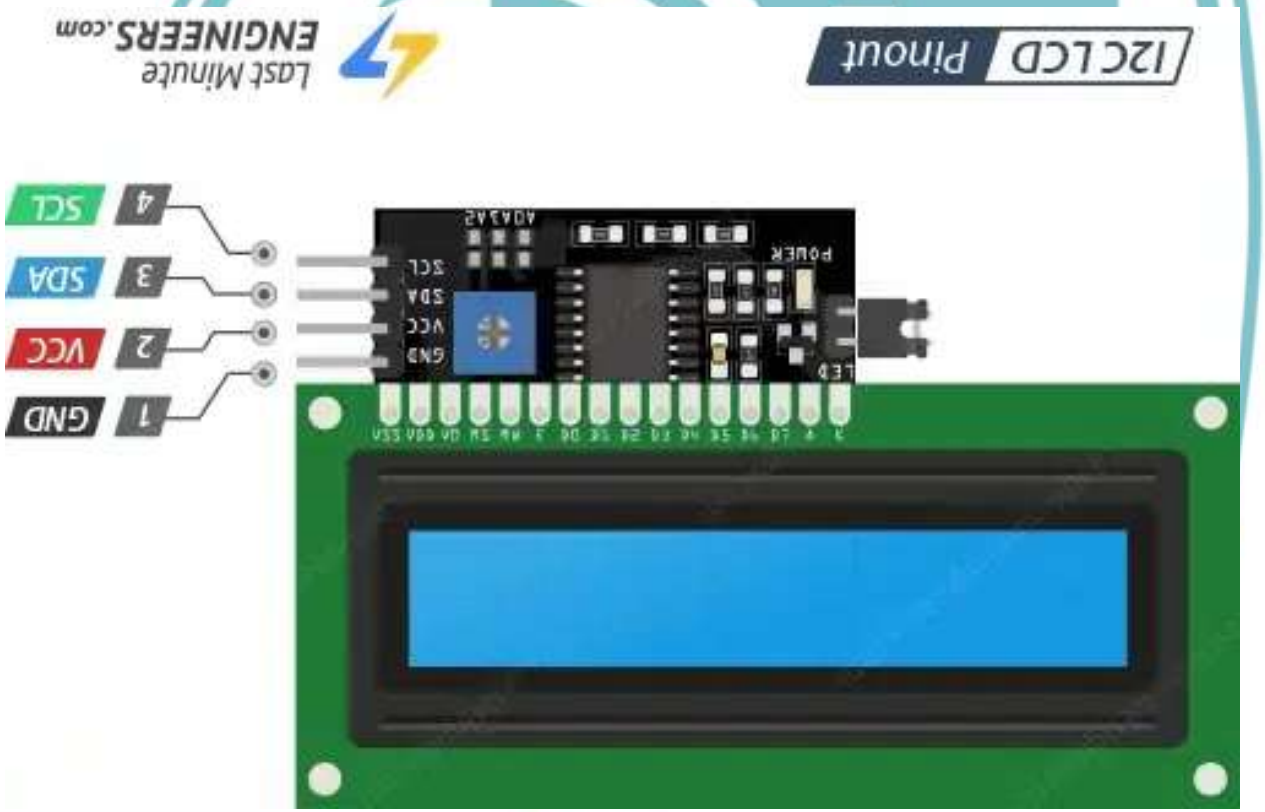


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

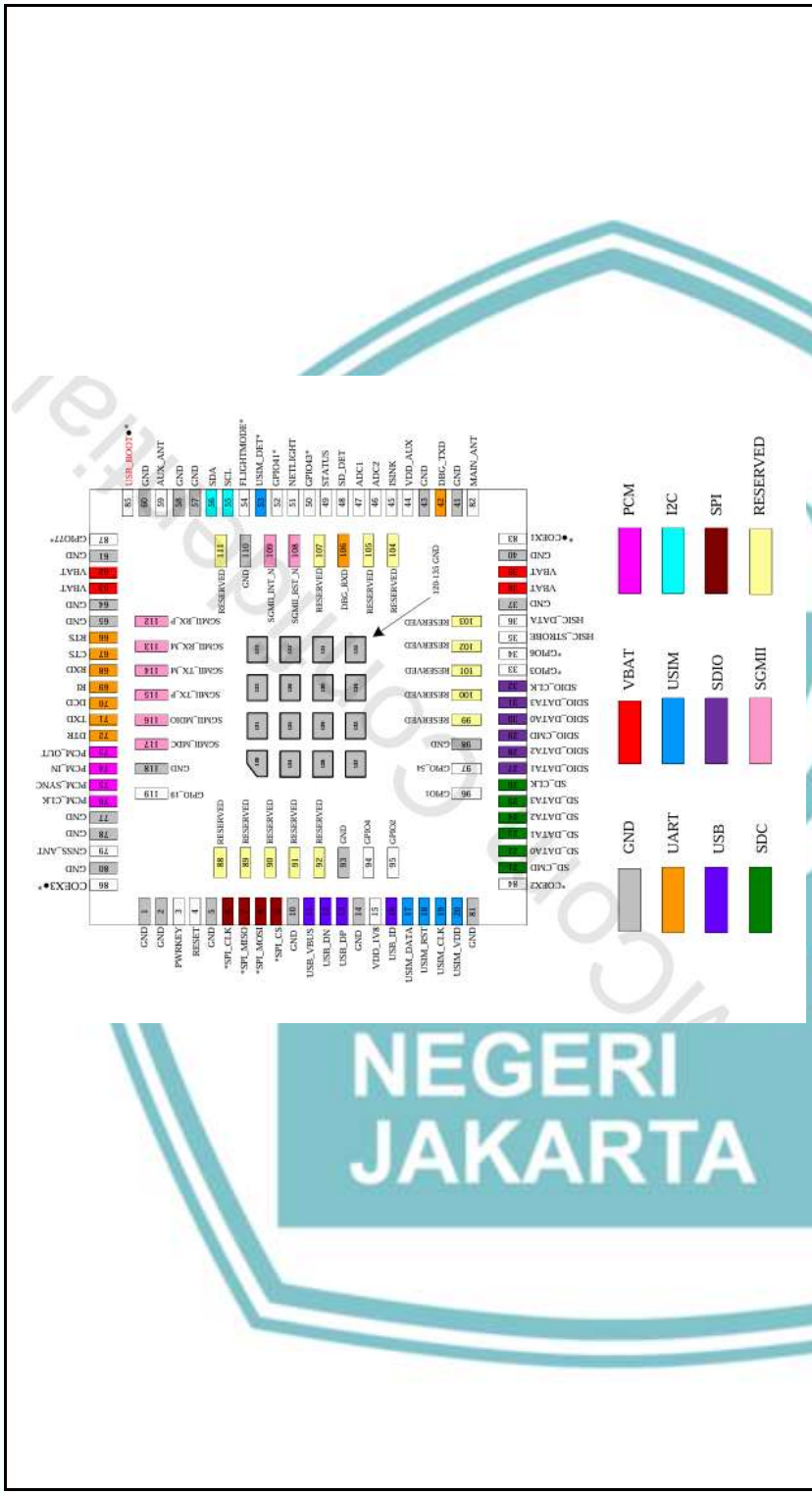
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA	L8	Datasheet LCD 20x4 I2C
Syifa Az Zahra		
TT6C		06 Juni 2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



L9	Datasheet Modul LTE 7600g	
	Syifa Az Zahra	06 Juni 2026
	TT6C	
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA		

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

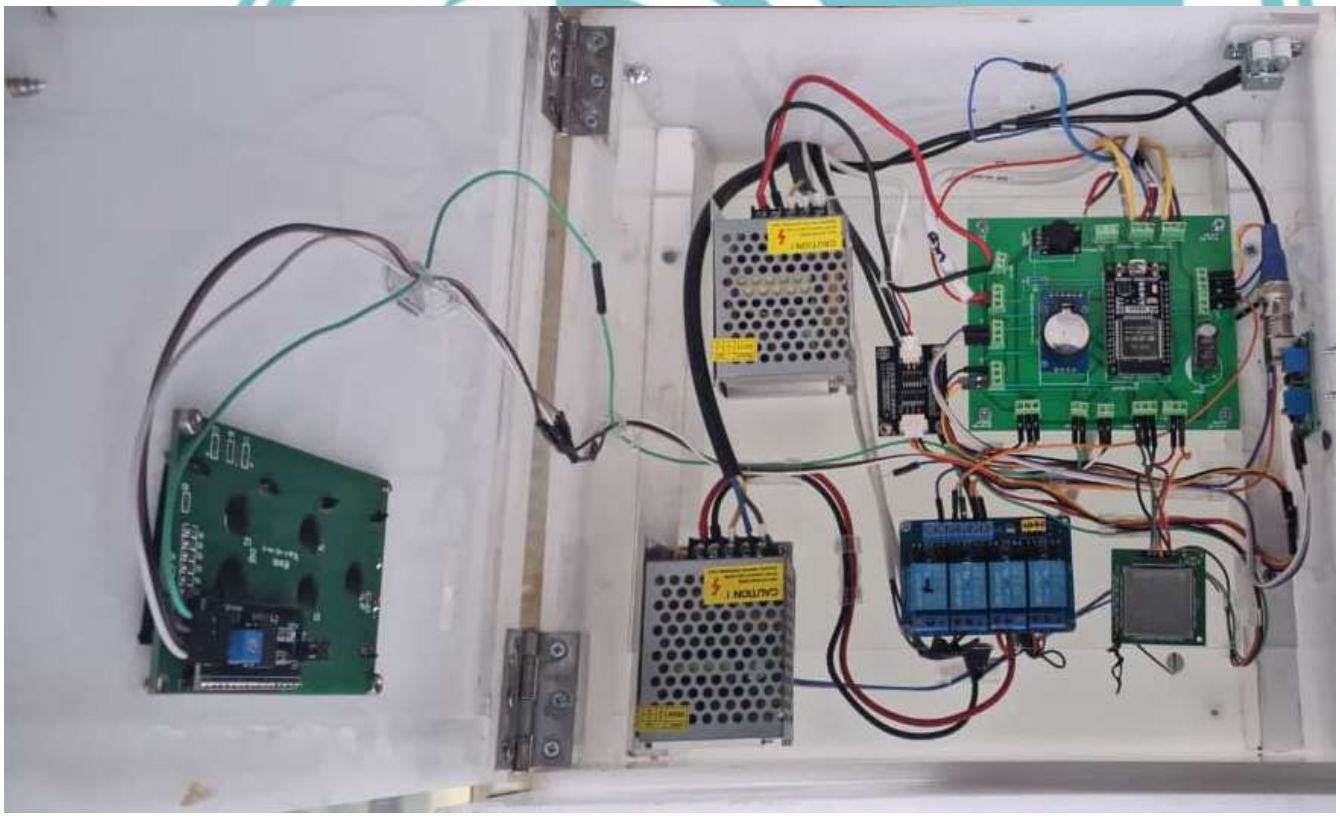
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA	TT6C	06 Juni 2026
Syifa Az Zahra		
L10	Maket Alat	

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA		
L11	Tampilan Dalam Maket Alat	
Syifa Az Zahra		
TT6C		06 Juni 2026

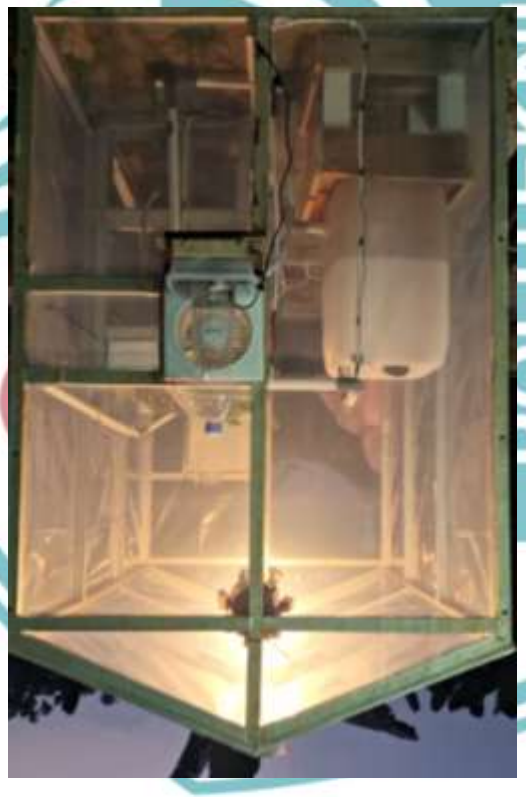


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA		
L12	Greenhouse	
Syifa Az Zahra		
TT6C	06 Juni 2026	



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L. 13 Pemograman Arduino IDE

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "DHT.h"
#include <RTClib.h>
#include <Arduino.h>

#define TINY_GSM_MODEM_SIM7600
#include <TinyGsmClient.h>
#include <PubSubClient.h>

unsigned long lastSendSensor = 0;
const unsigned long SENSOR_INTERVAL = 5000;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

// Variabel Manajemen Jalur Layar LCD
unsigned long lastLCDUpdate = 0;
const unsigned long LCD_INTERVAL = 1000;
unsigned long lastPageChange = 0;
const unsigned long PAGE_INTERVAL = 7000;
int lcdPage = 1;

// Variabel Cetak Serial Monitor berkala
unsigned long lastSerialPrint = 0;
const unsigned long SERIAL_INTERVAL = 2000;

// Variabel Interval Pembacaan Soil & Air (Pemisah Beban ADC)
unsigned long lastSoilReadTime = 0;
const unsigned long SOIL_READ_INTERVAL = 1000;
unsigned long lastWaterReadTime = 0;
const unsigned long WATER_READ_INTERVAL = 150;

#define RELAY_POMPA 0
#define RELAY_EMBUN 1
#define RELAY_LAMPU 2

#define PH_PIN 34
float phValue = 0.0;
float phVoltage = 0.0;
float slope = -4.131532;
float intercept = 17.644056;

#define TDS_PIN 39
#define VREF 3.3
#define SCOUNT 30
float kValue = 0.76;
float tdsValue = 0;

// Variabel Filter EMA
float emaVoltageTDS = 0.0;
bool isFirstReadTDS = true;
float emaVoltagePH = 0.0;
bool isFirstReadPH = true;
```


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
const float ALPHA_FILTER = 0.02;

#define DHTPIN 5
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

RTC_DS3231 rtc;

#define FLOW_PIN 26
volatile int flowPulse = 0;
float flowRate = 0.0;
float totalLiter = 0.0;
unsigned long lastFlowCalc = 0;

// Konfigurasi PWM ESP32 untuk Menurunkan Kecepatan Pompa
const int pwmFrekuensi = 5000;   // Frekuensi 5 kHz aman untuk Motor
DC
const int pwmResolusi = 8;       // Resolusi 8-bit (Rentang Nilai 0-
255)
const int kecepatanPompa = 149;  // Nilai rumus penurunan kecepatan
(Konstan ~58% Kekuatan)

#define MODEM_PWKEY 4
#define MODEM_TX 17
#define MODEM_RX 16
HardwareSerial SerialAT(1);

String apn = "internet";
String apnuser = "wap";
String apnpassword = "123wap";

TinyGsm modem(SerialAT);
TinyGsmClient gsmClient(modem);
PubSubClient mqtt(gsmClient);

const char* mqtt_server = "broker.hivemq.com";

const char* topicPompa        = "greenhouse/control/pompa";
const char* topicLampu        = "greenhouse/control/lampu";
const char* topicEmbun        = "greenhouse/control/embun";
const char* topicMode         = "greenhouse/control/mode";
const char* topicJadwalPagi   = "greenhouse/jadwal/pagi";
const char* topicJadwalSore   = "greenhouse/jadwal/sore";

String   SensorDataPath   =   "https://greenhouse-stroberi-1-default-
rtdb.firebaseio.com/SiramiQ/SensorData.json";
String   riwayatPath      =   "https://greenhouse-stroberi-1-default-
rtdb.firebaseio.com/SiramiQ/Riwayat.json";
String   PointControlPath  =  "https://greenhouse-stroberi-1-default-
rtdb.firebaseio.com/SiramiQ/sensor.json";
String   jadwalStatusPath  =  "https://greenhouse-stroberi-1-default-
rtdb.firebaseio.com/SiramiQ/sensor/statusJadwal.json";

void IRAM_ATTR flowISR() {
```

```
  flowPulse++;
}

int soil1Pin = 32;
int soil2Pin = 33;
int buzzerPin = 25;

int relayPins[3] = {12, 14, 27};

int BATAS_PERSEN = 60;
float BATAS_SUHU = 25.0;

bool lampuNyala = false;

int S1_BASAH  = 2200;
int S1_KERING = 4095;

int S2_BASAH  = 4095;
int S2_KERING = 2100;

unsigned long lastBuzzerToggle = 0;
bool buzzerState = false;
unsigned long buzzerInterval = 600;

float targetLiter = 0.0;
bool pompaNyala = false;
unsigned long jedaStart = 0;
bool dalamJeda = false;

// Variabel Pengaman Tambahan Jeda 4 Jam Pasca-Penyiraman
unsigned long waktuSelesaiSiramTerakhir = 0;
const unsigned long JEDA_MINIMAL_4JAM = 14400000; // 4 jam dalam
milidetik

float lastTotalLiter = 0.0;
bool batasHarianTercapai = false;

unsigned long waktuPompaMulai = 0;

int jamPagi = 99;
int menitPagi = 99;
int jamSore = 99;
int menitSore = 99;
bool jadwalAktif = true;

bool siramPagiSelesai = false;
bool siramSoreSelesai = false;

String jenisPenyiraman = "MENUNGGU JADWAL APLIKASI";
String lastJenisPenyiraman = "";

bool modePagiAktif = false;
bool modeManual = false;
```

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
unsigned long waktuMulaiManual = 0;
const unsigned long DURASI_PERINGATAN_LUPA = 40000; // 40 detik ke
Firebase
const unsigned long DURASI_AUTO_KEMBALI    = 60000; // 60 detik paksa
AUTO
bool statusLupaTerkirim = false;
unsigned long waktuKoneksiMQTT = 0;
const unsigned long GRACE_PERIOD_MQTT = 5000; // 5 detik abaikan
retained msg saat baru boot
bool sudahLewatGracePeriod = false;

String statusTanah = "";
String statusSuhu = "";
bool embunNyala = false;

float lastTemperature = 0.0;
float dhtThreshold = 0.5;
float temperature = 0.0;

float lastHumidity = 0;
float lastPH = 0;
float lastPPM = 0;
float lastFlow = 0;

bool giliranRiwayat = false;
int adc1 = 0;
int adc2 = 0;
int persenGabungan = 0;

// Penampung nilai persentase tiap sensor untuk keperluan Serial
Monitor
int soil1Persen = 0;
int soil2Persen = 0;

// DEKLARASI FUNGSI GLOBAL
void kirimDataFirebasePOST(String url, String json, String tipeData);
void kirimDataFirebasePUT(String url, String json, String tipeData);
String sendData(String command, const int timeout, boolean debug);
String duaDigit(int angka);
String formatWaktu(DateTime now);
String hitungStatusKondisi(int kelembaban, float suhu, float ph, float
tds);
float readTDSVoltage();
float readPHFilteredVoltage();
float voltageToTDS(float voltage, float temperature);
String statusTDS(float tds);
String buildSensorDataJSON(float flowRate, float temperature, int
kelembaban, float tdsValue, float phValue, bool embunNyala, bool
lampuNyala, bool pompaNyala);
void parsingWaktuMQTT(String msg, int &jam, int &menit);

void lcdPrintLeft(int row, String text) {
  if (text.length() > 20) text = text.substring(0, 20);
  lcd.setCursor(0, row);
```

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta
Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
  lcd.print("                    ");
  lcd.setCursor(0, row);
  lcd.print(text);
}

void lcdPrintCenter(int row, String text) {
  if (text.length() > 20) text = text.substring(0, 20);
  int spaces = (20 - text.length()) / 2;
  lcd.setCursor(0, row);
  lcd.print("                    ");
  lcd.setCursor(spaces, row);
  lcd.print(text);
}

int readSoilStable(int pin) {
  analogRead(pin);
  delay(3);
  long total = 0;
  for (int i = 0; i < 10; i++) {
    total += analogRead(pin);
    delay(4);
  }
  return total / 10;
}

int soilToPercent(int adc, int ADC_KERING, int ADC_BASAH) {
  int persen = map(adc, ADC_KERING, ADC_BASAH, 0, 100);
  return constrain(persen, 0, 100);
}

void setupRelays() {
  pinMode(MODEM_PWKEY, OUTPUT);
  pinMode(relayPins[1], OUTPUT);
  digitalWrite(relayPins[1], LOW);
  pinMode(relayPins[2], OUTPUT);
  digitalWrite(relayPins[2], LOW);

  ledcSetup(0, pwmFrekuensi, pwmResolusi);
  ledcAttachPin(relayPins[0], 0);
  ledcWrite(0, 0);
}

float readTDSVoltage() {
  int tempBuffer[SCOUNT];
  analogRead(TDS_PIN);
  delayMicroseconds(50);
  for (int i = 0; i < SCOUNT; i++) {
    tempBuffer[i] = analogRead(TDS_PIN);
    delayMicroseconds(80);
  }
  for (int i = 0; i < SCOUNT - 1; i++) {
    for (int j = i + 1; j < SCOUNT; j++) {
      if (tempBuffer[i] > tempBuffer[j]) {
        int temp = tempBuffer[i];
```

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
        tempBuffer[i] = tempBuffer[j];
        tempBuffer[j] = temp;
      }
    }
  }
  long sum = 0;
  int sampleCount = 0;
  for (int i = 5; i < SCOUNT - 5; i++) {
    sum += tempBuffer[i];
    sampleCount++;
  }
  float currentVoltage = ((float)sum / sampleCount) * VREF / 4095.0;

  if (isFirstReadTDS) {
    emaVoltageTDS = currentVoltage;
    isFirstReadTDS = false;
  } else {
      emaVoltageTDS = (ALPHA_FILTER * currentVoltage) + ((1.0 -
ALPHA_FILTER) * emaVoltageTDS);
  }
  return emaVoltageTDS;
}

float readPHFilteredVoltage() {
  int tempBuffer[SCOUNT];
  analogRead(PH_PIN);
  delayMicroseconds(50);
  for (int i = 0; i < SCOUNT; i++) {
    tempBuffer[i] = analogRead(PH_PIN);
    delayMicroseconds(80);
  }
  for (int i = 0; i < SCOUNT - 1; i++) {
    for (int j = i + 1; j < SCOUNT; j++) {
      if (tempBuffer[i] > tempBuffer[j]) {
        int temp = tempBuffer[i];
        tempBuffer[i] = tempBuffer[j];
        tempBuffer[j] = temp;
      }
    }
  }
  long sum = 0;
  int sampleCount = 0;
  for (int i = 5; i < SCOUNT - 5; i++) {
    sum += tempBuffer[i];
    sampleCount++;
  }
  float currentVoltage = ((float)sum / sampleCount) * VREF / 4095.0;

  if (isFirstReadPH) {
    emaVoltagePH = currentVoltage;
    isFirstReadPH = false;
  } else {
      emaVoltagePH = (ALPHA_FILTER * currentVoltage) + ((1.0 -
ALPHA_FILTER) * emaVoltagePH);
```


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
  }
  return emaVoltagePH;
}

float voltageToTDS(float voltage, float temperature) {
  float compensationCoefficient = 1.0 + 0.02 * (temperature - 25.0);
  float compensatedVoltage = voltage / compensationCoefficient;
   float rawTds = (133.42 * pow(compensatedVoltage, 3) - 255.86 *
pow(compensatedVoltage, 2) + 857.39 * compensatedVoltage) * kValue;
  return constrain(rawTds, 0.0, 2000.0);
}

String statusTDS(float tds) {
  if (tds < 600) return "RENDAH";
  else if (tds <= 800) return "NORMAL";
  else return "TINGGI";
}

String sendData(String command, const int timeout, boolean debug) {
  String response = "";
  SerialAT.println(command);
  long int time = millis();
  while ((millis() - time) < timeout) {
    while (SerialAT.available()) {
      char c = SerialAT.read();
      response += c;
    }
    delay(1);
  }
  return response;
}

String duaDigit(int angka) {
  if (angka < 10) return "0" + String(angka);
  return String(angka);
}

String formatWaktu(DateTime now) {
  return String(now.year()) + "-" +
         duaDigit(now.month()) + "-" +
         duaDigit(now.day()) + " " +
         duaDigit(now.hour()) + ":" +
         duaDigit(now.minute()) + ":" +
         duaDigit(now.second());
}

String hitungStatusKondisi(int kelembaban, float suhu, float ph, float
tds) {
  bool kelembabanAman = kelembaban >= 60 && kelembaban <= 85;
  bool suhuAman = suhu >= 18.0 && suhu <= 25.0;
  bool phAman = ph >= 5.5 && ph <= 6.5;
  bool tdsAman = tds >= 600 && tds <= 800;

  if (kelembabanAman && suhuAman && phAman && tdsAman) return "Aman";
```


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
  else return "Tidak Aman";
}

void kirimDataFirebasePOST(String url, String json, String tipeData)
{
  Serial.println("[FIREBASE] Mengirim " + tipeData + " (POST)...");
  sendData("AT+HTTPTERM", 50, false);
  sendData("AT+HTTPINIT", 50, false);
  sendData("AT+HTTPPARA=\"CID\",1", 50, false);
  sendData("AT+HTTPPARA=\"URL\",\"" + url + "\"", 100, false);
     sendData("AT+HTTPPARA=\"CONTENT\",\"application/json\"",     50,
false);

  String cmdData = "AT+HTTPDATA=" + String(json.length()) + ",500";
  SerialAT.println(cmdData);
  delay(10);
  SerialAT.print(json);
  delay(10);
  SerialAT.write(0x1A);
  delay(20);

  sendData("AT+HTTPACTION=1", 300, false);
  sendData("AT+HTTPTERM", 50, false);
  Serial.println("[FIREBASE] ✅ Selesai POST.");
}

void kirimDataFirebasePUT(String url, String json, String tipeData) {
   Serial.println("[FIREBASE] Memperbarui " + tipeData + " (POST +
Override PUT)...");
  sendData("AT+HTTPTERM", 50, false);
  sendData("AT+HTTPINIT", 50, false);
  sendData("AT+HTTPPARA=\"CID\",1", 50, false);
  sendData("AT+HTTPPARA=\"URL\",\"" + url + "\"", 100, false);
     sendData("AT+HTTPPARA=\"CONTENT\",\"application/json\"",     50,
false);

  // ✅ Header override supaya Firebase memproses sebagai PUT, bukan
POST biasa
         sendData("AT+HTTPPARA=\"USERDATA\",\"X-HTTP-Method-Override:
PUT\"", 100, false);

  String cmdData = "AT+HTTPDATA=" + String(json.length()) + ",500";
  SerialAT.println(cmdData);
  delay(10);
  SerialAT.print(json);
  delay(10);
  SerialAT.write(0x1A);
  delay(20);

  // ✅ Pakai action=1 (POST) — BUKAN 4, karena 4 tidak didukung modul
ini
  String resultAction = sendData("AT+HTTPACTION=1", 1000, false);
  Serial.println("[DEBUG HTTPACTION] " + resultAction);
```


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
  delay(200);
  String resultRead = sendData("AT+HTTPREAD", 1000, false);
  Serial.println("[DEBUG HTTPREAD] " + resultRead);

  sendData("AT+HTTPTERM", 50, false);

  if (resultAction.indexOf("ERROR") >= 0) {
     Serial.println("[FIREBASE] ❌ Gagal PUT (override) untuk " +
tipeData);
  } else {
     Serial.println("[FIREBASE] ✅ Selesai PUT (override) untuk " +
tipeData);
  }
}

void parsingWaktuMQTT(String msg, int &jam, int &menit) {
  msg.trim();
  int colonIdx = msg.indexOf(":");
  if (colonIdx > 0) {
    jam = msg.substring(0, colonIdx).toInt();
    menit = msg.substring(colonIdx + 1).toInt();
  }
}

void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
  if (!sudahLewatGracePeriod) {
    if (millis() - waktuKoneksiMQTT < GRACE_PERIOD_MQTT) {
      Serial.println("[MQTT] Pesan diabaikan (grace period awal
boot).");
      return;
    } else {
      sudahLewatGracePeriod = true;
    }
  }

  String msg = "";
  for (int i = 0; i < length; i++) { msg += (char)payload[i]; }
  String topicStr = String(topic);

  DateTime now = rtc.now();
  int jamSekarang = now.hour();

  Serial.println("\n=== PERINTAH MQTT MASUK ===");
  if (topicStr == topicPompa) {
    modeManual = true;
    waktuMulaiManual = millis();
    statusLupaTerkirim = false;
    if (msg == "ON" || msg == "1") { pompaNyala = true; waktuPompaMulai
= millis(); flowPulse = 0; jenisPenyiraman = "MODE MANUAL AKTIF"; }
    else if (msg == "OFF" || msg == "0") { pompaNyala = false; dalamJeda
= false; jenisPenyiraman = "MENUNGGU JADWAL APLIKASI"; }
  }
  else if (topicStr == topicLampu) {
    modeManual = true;
```


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
    waktuMulaiManual = millis();
    statusLupaTerkirim = false;
    if (msg == "ON" || msg == "1") { lampuNyala = true; }
    else if (msg == "OFF" || msg == "0") { lampuNyala = false; }
  }
  else if (topicStr == topicEmbun) {
    modeManual = true;
    waktuMulaiManual = millis();
    statusLupaTerkirim = false;
    if (msg == "ON" || msg == "1") { embunNyala = true; }
    else if (msg == "OFF" || msg == "0") { embunNyala = false; }
  }
  else if (topicStr == topicMode) {
    if (msg == "MANUAL")    { modeManual = true;  jadwalAktif = false;
waktuMulaiManual    =    millis();    statusLupaTerkirim    =    false;
jenisPenyiraman = "MODE MANUAL AKTIF"; }
    else if (msg == "AUTO") { modeManual = false; jadwalAktif = true;
jenisPenyiraman = "MENUNGGU JADWAL APLIKASI"; }
  }
  else if (topicStr == topicJadwalPagi) {
    if (jamSekarang >= 4 && jamSekarang <= 11) {
      parsingWaktuMQTT(msg, jamPagi, menitPagi);
      jenisPenyiraman = "MENUNGGU JADWAL APLIKASI";
      Serial.printf("[JADWAL ACCEPTED] Pagi diperbarui: %02d:%02d\n",
jamPagi, menitPagi);
    } else {
        Serial.printf("[JADWAL  REJECTED]  Pengaturan  pagi  ditolak!
Sekarang jam %02d:00\n", jamSekarang);
      jenisPenyiraman = "JADWAL DIKUNCI";
    }
  }
  else if (topicStr == topicJadwalSore) {
    if (jamSekarang >= 13 && jamSekarang <= 21) {
      parsingWaktuMQTT(msg, jamSore, menitSore);
      jenisPenyiraman = "MENUNGGU JADWAL APLIKASI";
      Serial.printf("[JADWAL ACCEPTED] Sore diperbarui: %02d:%02d\n",
jamSore, menitSore);
    } else {
        Serial.printf("[JADWAL  REJECTED]  Pengaturan  sore  ditolak!
Sekarang jam %02d:00\n", jamSekarang);
      jenisPenyiraman = "JADWAL DIKUNCI";
    }
  }
}

void reconnectMQTT() {
  if (mqtt.connected()) return;
  Serial.println("MQTT Connecting...");
  if (mqtt.connect("ESP32_SIRAMIQMEL_SYIFA")) {
    Serial.println("MQTT Connected ✅");
    waktuKoneksiMQTT = millis();
    mqtt.subscribe(topicPompa);
    mqtt.subscribe(topicLampu);
    mqtt.subscribe(topicEmbun);
```


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
    mqtt.subscribe(topicMode);
    mqtt.subscribe(topicJadwalPagi);
    mqtt.subscribe(topicJadwalSore);
  }
}

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  analogReadResolution(12);
  analogSetPinAttenuation(32, ADC_11db);
  analogSetPinAttenuation(33, ADC_11db);
  analogSetPinAttenuation(34, ADC_11db);
  //analogSetPinAttenuation(36, ADC_11db);
  analogSetPinAttenuation(39, ADC_11db);

  SerialAT.begin(115200, SERIAL_8N1, MODEM_RX, MODEM_TX);

  sendData("AT", 500, true);
  sendData("AT+CGATT=1", 1000, true);
  sendData("AT+CGACT=1,1", 1000, true);
  sendData("AT+CGDCONT=1,\"IP\",\"" + apn + "\"", 500, true);

            modem.gprsConnect(apn.c_str(),          apnuser.c_str(),
apnpassword.c_str());

  mqtt.setServer(mqtt_server, 1883);
  mqtt.setCallback(callback);
  reconnectMQTT();

  pinMode(buzzerPin, OUTPUT);
  digitalWrite(buzzerPin, LOW);
  pinMode(FLOW_PIN, INPUT_PULLUP);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(FLOW_PIN), flowISR, FALLING);

  Wire.begin(21, 22);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.clear();
  lcdPrintCenter(1, "SIRAMI'Q");
  lcdPrintCenter(2, "LILA & SYIFA");
  delay(1500);
  lcd.clear();

  setupRelays();
  rtc.begin();
  // ===== SET WAKTU RTC =====
  //rtc.adjust(DateTime(2026, 6, 30, 16, 46, 0));

  if (rtc.lostPower()) {
    rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
  }

  dht.begin();
}
```

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
String buildSensorDataJSON(float flowRate, float temperature, int
kelembaban, float tdsValue, float phValue, bool embunNyala, bool
lampuNyala, bool pompaNyala) {
  String json = "{";
  json += "\"Laju Aliran\":" + String(flowRate, 1);
  json += ",\"suhu\":" + String(temperature, 1);
  json += ",\"kelembaban\":" + String(kelembaban);
  json += ",\"TDS Meter\":" + String(tdsValue, 0);
  json += ",\"ph\":" + String(phValue, 2);
  json += ",\"embunAktif\":" + String(embunNyala ? "true" : "false");
  json += ",\"lampuAktif\":" + String(lampuNyala ? "true" : "false");
   json  +=  ",\"penyiramanAktif\":"  +  String(pompaNyala  ?  "true"  :
"false");
  json += "}";
  return json;
}

void loop() {
  if (!mqtt.connected()) { reconnectMQTT(); }
  mqtt.loop();

  DateTime now = rtc.now();

  if (millis() - lastFlowCalc >= 1000) {
    detachInterrupt(digitalPinToInterrupt(FLOW_PIN));
    flowRate = flowPulse / 172.0;
    totalLiter += flowRate / 60.0;
    flowPulse = 0;
    lastFlowCalc = millis();
        attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(FLOW_PIN),    flowISR,
FALLING);
  }

  float deltaLiter = totalLiter - lastTotalLiter;
  lastTotalLiter = totalLiter;

  if (totalLiter >= 0.30) {
    batasHarianTercapai = true;
  } else {
    batasHarianTercapai = false;
  }

  float temperatureRaw = dht.readTemperature();
  if (!isnan(temperatureRaw)) {
    if (abs(temperatureRaw - lastTemperature) >= dhtThreshold) {
      temperature = temperatureRaw;
      lastTemperature = temperatureRaw;
    }
  }

  // INTERLEAVED SAMPLING SENSOR AIR
  if (millis() - lastWaterReadTime >= WATER_READ_INTERVAL) {
    lastWaterReadTime = millis();
```

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
    static bool toggleRead = false;

    if (!toggleRead) {
      float tdsVoltageLocal = readTDSVoltage();
      float nextTDSValue = voltageToTDS(tdsVoltageLocal, temperature);
      if(abs(nextTDSValue - tdsValue) < 250 || tdsValue == 0) {
        tdsValue = nextTDSValue;
      }
      toggleRead = true;
    } else {
      phVoltage = readPHFilteredVoltage();
      float nextPHValue = (slope * phVoltage) + intercept;
      nextPHValue = constrain(nextPHValue, 0.0, 14.0);
      if(abs(nextPHValue - phValue) < 1.5 || phValue == 0) {
        phValue = nextPHValue;
      }
      toggleRead = false;
    }
  }

 if (millis() - lastSoilReadTime >= SOIL_READ_INTERVAL) {
    lastSoilReadTime = millis();

    // Ambil data mentah menggunakan fungsi readSoilStable yang sudah
diupgrade
    int rawAdc1 = readSoilStable(soil1Pin);
    delay(5);

    int rawAdc2 = readSoilStable(soil2Pin);
    delay(5);

    // ✅ TAMBAH DI SINI — konversi raw ke persen sebelum EMA
    int raw1Persen = soilToPercent(rawAdc1, S1_KERING, S1_BASAH);
    int raw2Persen = soilToPercent(rawAdc2, S2_KERING, S2_BASAH);


      Serial.printf("RAW  AKTUAL  ->  S1=%d%%  (ADC:%d)  |  S2=%d%%
(ADC:%d)\n",
        raw1Persen, rawAdc1, raw2Persen, rawAdc2);


    if (adc1 == 0) adc1 = rawAdc1; else adc1 = (0.03 * rawAdc1) + (0.97
* adc1);
    if (adc2 == 0) adc2 = rawAdc2; else adc2 = (0.03 * rawAdc2) + (0.97
* adc2);

    // Konversi ke persentase menggunakan kalibrasi masing-masing
    soil1Persen = soilToPercent(adc1, S1_KERING, S1_BASAH);
    soil2Persen = soilToPercent(adc2, S2_KERING, S2_BASAH);

    // Hitung rata-rata 2 sensor
    int persenGabunganMentah = (soil1Persen + soil2Persen) / 2;
```


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
    // Pengunci akhir agar transisi angka mulus (weighted average: 20%
baru + 80% lama)
    static int lastStable = 0;
    if (lastStable == 0) lastStable = persenGabunganMentah;
    persenGabungan = (persenGabunganMentah * 2 + lastStable * 8) / 10;
    lastStable = persenGabungan;
  }

  bool kering = (persenGabungan < 60);
  bool basah  = (persenGabungan > 75);

  if (basah) statusTanah = "BASAH !!!";
  else if (kering && dalamJeda) statusTanah = "CEK TANAH !";
  else if (kering) statusTanah = "KERING !!!";
  else statusTanah = "LEMBAB";

  if (temperature < 18) statusSuhu = "COLD";
  else if (temperature > 25) statusSuhu = "HOT";
  else statusSuhu = "";

  // PRINT DATA SENSOR KE SERIAL MONITOR
  if (millis() - lastSerialPrint >= SERIAL_INTERVAL) {
    lastSerialPrint = millis();
    Serial.println("\n===== MONITOR DATA SENSOR GREENHOUSE =====");
            Serial.print("Waktu     RTC                    :      ");
Serial.println(formatWaktu(now));
         Serial.printf("Jadwal    Ter-Set    :    Pagi=%02d:%02d    |
Sore=%02d:%02d\n", jamPagi, menitPagi, jamSore, menitSore);
    Serial.print("Kelembaban Tnh : "); Serial.print(persenGabungan);
Serial.print("% -> "); Serial.println(statusTanah);
    Serial.print("Suhu Udara     : "); Serial.print(temperature, 1);
Serial.println(" C");
    Serial.print("pH Nutrisi Air : "); Serial.println(phValue, 2);
     Serial.print("PPM Larutan TDS: "); Serial.print(tdsValue, 0);
Serial.println(" PPM");
     Serial.print("Water Flow     : "); Serial.print(flowRate, 3);
Serial.print(" L/m | Total: "); Serial.print(totalLiter * 1000.0, 0);
Serial.println(" mL");
     Serial.print("Target Volume  : "); Serial.print(targetLiter *
1000.0, 0); Serial.println(" mL");
               Serial.print("Status       Jadwal        :      ");
Serial.println(jenisPenyiraman);
     Serial.print("Mode Sistem    : "); Serial.println(modeManual ?
"MANUAL" : "OTOMATIS (AUTO)");
              Serial.print("Batas      Harian            :      ");
Serial.println(batasHarianTercapai ? "TERCAPAI (STOP)" : "AMAN");
    Serial.printf("S1=%d%% (ADC:%d) | S2=%d%% (ADC:%d)\n",
              soil1Persen, adc1,
              soil2Persen, adc2);
    Serial.println("==========================================");
  }

  if (millis() - lastPageChange >= PAGE_INTERVAL) {
    lastPageChange = millis();
```


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
    lcdPage = (lcdPage == 1) ? 2 : 1;
    lcd.clear();
  }

  if (millis() - lastLCDUpdate >= LCD_INTERVAL) {
    lastLCDUpdate = millis();
     String teksWaktu = "Waktu : " + duaDigit(now.hour()) + ":" +
duaDigit(now.minute()) + " WIB";
    lcdPrintLeft(0, teksWaktu);

    if (lcdPage == 1) {
      String teksSuhu = "Suhu  : " + String(temperature, 1) + "C";
      if (statusSuhu != "") teksSuhu += " | " + statusSuhu;
      lcdPrintLeft(1, teksSuhu);
      lcdPrintLeft(2, "Tanah : " + String(persenGabungan) + "%");
      lcdPrintLeft(3, "Status: " + statusTanah);
    }
    else {
      lcdPrintLeft(1, "pH Air : " + String(phValue, 2));
      lcdPrintLeft(2, "Larutan: " + String(tdsValue, 0) + " PPM");
      lcdPrintLeft(3, "Aliran : " + String(totalLiter * 1000.0, 0) +
" mL");
    }
  }

  if (modeManual) {
    // ---- [ MODE MANUAL: BEBAS KONTROL / RELAY LOST ] ----
    unsigned long durasiBerjalan = millis() - waktuMulaiManual;

    // Aturan 3: Kirim status "PERINGATAN LUPA" jika lewat 40 detik
        if (durasiBerjalan >= DURASI_PERINGATAN_LUPA &&
!statusLupaTerkirim) {
      jenisPenyiraman = "PERINGATAN LUPA";
      statusLupaTerkirim = true;
      Serial.println("[MANUAL TIMING] ⚠️ 40 detik tercapai! Mengirim
'PERINGATAN LUPA'.");

      String jsonLupa = "{\"statusJadwal\":\"PERINGATAN LUPA\"}";
        kirimDataFirebasePUT(PointControlPath, jsonLupa, "Peringatan
Lupa Manual");
    }

    // Aturan 4: Jika lewat 60 detik, paksa sistem balik ke AUTO
    if (durasiBerjalan >= DURASI_AUTO_KEMBALI) {
      modeManual = false;
      jadwalAktif = true;
      pompaNyala = false;
      jenisPenyiraman = "MENUNGGU JADWAL APLIKASI";
       Serial.println("[MANUAL TIMING] 🔄 60 detik tercapai! Kembali
ke AUTO.");

                                String jsonResetMode =
"{\"mode\":\"AUTO\",\"statusJadwal\":\"MENUNGGU JADWAL APLIKASI\"}";
```


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
        kirimDataFirebasePUT(PointControlPath, jsonResetMode, "Paksa
Kembali Auto");
    }
  }
  else {
    // ---- [ MODE OTOMATIS (AUTO): RELAY TERIKAT SENSOR & JADWAL ] -
---
    embunNyala = (temperature > 25.0);

    bool lampuJadwalMalam = (now.hour() >= 17 || now.hour() <= 5);
    if (lampuJadwalMalam) {
      lampuNyala = true;
    } else {
      lampuNyala = (temperature < 18.0);
    }

    if (jenisPenyiraman == "JADWAL DIKUNCI") {
      if (now.hour() >= 13 && now.hour() <= 21) {
        jenisPenyiraman = "MENUNGGU JADWAL APLIKASI";
        Serial.println("[AUTO RESET] Kunci jadwal pagi dibuka untuk
persiapan sore.");
      }
    }

    // Reset tengah malam
    if (now.hour() == 0 && now.minute() == 0 && now.second() == 0) {
      siramPagiSelesai = false;
      siramSoreSelesai = false;
      totalLiter = 0.0;
      lastTotalLiter = 0.0;
      batasHarianTercapai = false;
      waktuSelesaiSiramTerakhir = 0;
      jenisPenyiraman = "MENUNGGU JADWAL APLIKASI";
    }

    if (basah) {
      pompaNyala = false;
      modePagiAktif = false;
      dalamJeda = false;
    }
    else if (!batasHarianTercapai) {
      bool lolosJeda4Jam = (millis() - waktuSelesaiSiramTerakhir >=
JEDA_MINIMAL_4JAM || waktuSelesaiSiramTerakhir == 0);

      // 1. Kondisi Otomatis Tanah Kering
      if (kering && !pompaNyala && !dalamJeda && lolosJeda4Jam &&
jenisPenyiraman != "PAGI AKTIF" && jenisPenyiraman != "SORE AKTIF") {
        targetLiter = totalLiter + 0.15f;
        pompaNyala = true;
        jenisPenyiraman = "OTOMATIS KERING";
        waktuPompaMulai = millis();
        flowPulse = 0;
      }
```


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
      // 2. Eksekusi Jadwal PAGI
      if (jamPagi != 99 && !siramPagiSelesai && now.hour() == jamPagi
&& now.minute() >= menitPagi && now.minute() < (menitPagi + 5) &&
!basah) {
          if (!pompaNyala && !dalamJeda && jenisPenyiraman != "PAGI
SELESAI" && jenisPenyiraman != "OTOMATIS KERING") {
          targetLiter = totalLiter + 0.15f;
          pompaNyala = true;
          modePagiAktif = true;
          jenisPenyiraman = "PAGI AKTIF";
          waktuPompaMulai = millis();
          flowPulse = 0;
        }
      }

      // 3. Eksekusi Jadwal SORE
      if (jamSore != 99 && !siramSoreSelesai && now.hour() == jamSore
&& now.minute() >= menitSore && now.minute() < (menitSore + 5) &&
kering) {
          if (!pompaNyala && !dalamJeda && jenisPenyiraman != "SORE
SELESAI" && jenisPenyiraman != "OTOMATIS KERING") {
          targetLiter = totalLiter + 0.15f;
          pompaNyala = true;
          jenisPenyiraman = "SORE AKTIF";
          waktuPompaMulai = millis();
          flowPulse = 0;
        }
      }

       // LOGIKA STOP UTAMA DI MODE AUTO: Air Menyentuh Target 150mL
ATAU Tanah Sudah Lembab (>=60%)
      bool tanahSudahCukupAir = (persenGabungan >= 60);

          if (pompaNyala && ((totalLiter >= targetLiter) ||
tanahSudahCukupAir)) {
         if (millis() - waktuPompaMulai >= 5000) { // Proteksi jeda
minimal semprot 5 detik
          pompaNyala = false;
          dalamJeda = true;
          jedaStart = millis();
          waktuSelesaiSiramTerakhir = millis();
          modePagiAktif = false;

          if (tanahSudahCukupAir) {
            Serial.println("[AUTO POMPA OFF] Berhenti otomatis karena
tanah sudah LEMBAB (>=60%).");
          } else {
            Serial.println("[AUTO POMPA OFF] Berhenti otomatis karena
air mencapai target 150mL.");
          }

          if (jenisPenyiraman == "PAGI AKTIF") { siramPagiSelesai =
true; jenisPenyiraman = "PAGI SELESAI"; }
```


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
        else if (jenisPenyiraman == "SORE AKTIF") { siramSoreSelesai
= true; jenisPenyiraman = "SORE SELESAI"; }
              else  if  (jenisPenyiraman  ==  "OTOMATIS  KERING")  {
jenisPenyiraman = "KERING SELESAI"; }
        }
      }

      if (now.hour() != jamPagi) siramPagiSelesai = false;
      if (now.hour() != jamSore) siramSoreSelesai = false;

      if (dalamJeda && (millis() - jedaStart >= 60000)) { dalamJeda =
false; }
      if (!pompaNyala && !kering) { dalamJeda = false; modePagiAktif
= false; }

        if  (!pompaNyala  &&  jenisPenyiraman  !=  "PAGI  SELESAI"  &&
jenisPenyiraman != "SORE SELESAI" && jenisPenyiraman != "PAGI AKTIF"
&&  jenisPenyiraman  !=  "SORE  AKTIF"  &&  jenisPenyiraman  !=  "KERING
SELESAI") {
        if (jenisPenyiraman != "JADWAL DIKUNCI") {
          jenisPenyiraman = "MENUNGGU JADWAL APLIKASI";
        }
      }
    }
    else {
      pompaNyala = false;
      dalamJeda = false;
      modePagiAktif = false;
    }
  }

  // ---- [ EKSEKUSI FISIK RELAY ] ----
  ledcWrite(0, pompaNyala ? kecepatanPompa : 0);
  digitalWrite(relayPins[RELAY_LAMPU], lampuNyala ? HIGH : LOW);
  digitalWrite(relayPins[RELAY_EMBUN], embunNyala ? HIGH : LOW);

  // ---- [ KONTROL SOUND BUZZER ] ----
  if (statusTanah == "KERING !!!") buzzerInterval = 500;
  else if (statusTanah == "CEK TANAH !") buzzerInterval = 1000;
  else if (statusTanah == "BASAH !!!") buzzerInterval = 1200;
  else {
    digitalWrite(buzzerPin, LOW); buzzerState = false;
  }
  if (statusTanah != "LEMBAB") {
    if (millis() - lastBuzzerToggle >= buzzerInterval) {
      lastBuzzerToggle = millis(); buzzerState = !buzzerState;
      digitalWrite(buzzerPin, buzzerState);
    }
  }

  float humidityRaw = dht.readHumidity();
   if  (!isnan(humidityRaw)  &&  humidityRaw  >  0)  lastHumidity  =
humidityRaw;
  if (phValue > 0) lastPH = phValue;
```


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
  if (tdsValue > 0) lastPPM = tdsValue;
  lastFlow = flowRate;

  // Sinkronisasi Perubahan Status ke Jalur Baru di Firebase secara
Real-time
  if (jenisPenyiraman != lastJenisPenyiraman) {
    lastJenisPenyiraman = jenisPenyiraman;

    String jsonUpdateStatus = "{\"statusJadwal\":\"" + jenisPenyiraman
+ "\"}";
          kirimDataFirebasePUT(PointControlPath,    jsonUpdateStatus,
"Perubahan Status Jadwal");
  }

  if (millis() - lastSendSensor >= SENSOR_INTERVAL) {
    lastSendSensor = millis();
    if (!giliranRiwayat) {
          String   jsonSensorData   =   buildSensorDataJSON(lastFlow,
lastTemperature,   persenGabungan,   lastPPM,   lastPH,   embunNyala,
lampuNyala, pompaNyala);
            kirimDataFirebasePOST(SensorDataPath,    jsonSensorData,
"SensorData Realtime");
      giliranRiwayat = true;
    }
    else {
      String waktuRiwayat = formatWaktu(now);
      String modePenyiraman = modeManual ? "Manual" : "Otomatis";
        String  statusKondisi  =  hitungStatusKondisi(persenGabungan,
lastTemperature, lastPH, lastPPM);
         String  jsonRiwayat  =  "{\"waktu\":\""  +  waktuRiwayat  +
"\",\"kelembaban\":"  +  String(persenGabungan)  +  ",\"suhu\":"  +
String(lastTemperature,  1)  +  ",\"tds\":"  +  String(lastPPM,  0)  +
",\"ph\":"  +  String(lastPH,  2)  +  ",\"modePenyiraman\":\""  +
modePenyiraman + "\",\"status\":\"" + statusKondisi + "\"}";
      kirimDataFirebasePOST(riwayatPath, jsonRiwayat, "Riwayat Log");
      giliranRiwayat = false;
    }
    mqtt.loop();
  }
  delay(1);
}
```

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta