

SISTEM DETEKSI POLUSI UDARA PERKOTAAN MENGUNAKAN ESP32 BERBASIS IOT DENGAN TAMPILAN LAYAR LED P5

TUGAS AKHIR



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA SISTEM ELEKTRONIKA(D4)
JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA**



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSR
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

TUGAS AKHIR

DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS DAN MEMENUHI SYARAT-SYARAT UNTUK MENCAPAI GELAR SARJANA TERAPAN TEKNIK

Menyetujui

Pembimbing I	Dr. Ir. Made Santo Gitakarma, S.T., M.T., MCE. NIP.197912102003121001
Pembimbing II	Dr. I Wayan Sutaya, S.T., M.T. NIP.197903082006041003

Tugas Akhir oleh PUTU MULYADI ARTAWAN ini telah
dipertahankan di depan dewan penguji
Pada tanggal 08 Januari 2026

Dewan Penguji



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

Ketua	I Gede Nurhayata, S.T., M.T. NIP.197504042002121001
Anggota	Ketut Udy Ariawan, S.T., M.T. NIP.197901232010121001
Anggota	Dr. Ir. Made Santo Gitakarma, S.T., M.T., MCE. NIP.197912102003121001
Anggota	Dr. I Wayan Sutaya, S.T., M.T. NIP.197903082006041003



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSR
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

Diterima oleh Panitia Ujian Fakultas Teknik dan Kejuruan Universitas Pendidikan Ganesha guna memenuhi syarat-syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Teknik

Menyetujui

Ketua Ujian	Ir. Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D. NIP.198211112008121001
Sekretaris Ujian	Dr. Ir. Made Santo Gitakarma, S.T., M.T., MCE. NIP.197912102003121001

Mengesahkan, Dekan Fakultas

Teknik dan Kejuruan



Prof. Dr. Kadek Rihendra Dantes, S.T., M.T.

NIP.197912012006041001



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSR
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

PERNYATAAN

Dengan ini saya

Nama : Putu Mulyadi Artawan

NIM : 2255021002

Prodi/Jurusan/Fakultas : D4 Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika
/Teknologi Industri/Teknik dan Kejuruan

Menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul **<SISTEM DETEKSI POLUSI UDARA PERKOTAAN MENGGUNAKAN ESP32 BERBASIS IOT DENGAN TAMPILAN LAYAR P5=** beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan dan pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya saya ini atau ada klaim terhadap keaslian karya saya ini.

Singaraja,

Yang membuat pernyataan,



Putu Mulyadi Artawan
NIP. 2255021002

PRAKATA

Penulis mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat kasih dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **<SISTEM DETEKSI POLUSI UDARA PERKOTAAN MENGGUNAKAN NODEMCU ESP32 BERBASIS IOT DENGAN TAMPPILAN LAYAR P5=** sesuai dengan yang diharapkan. Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan mencapai gelar Sarjana Terapan di Program Studi D IV Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika, Jurusan Teknologi Industri, Fakultas Teknik dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Ganesha.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis menerima banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang terhormat:

1. Bapak Prof. Dr. I Wayan Lasmawan, M. Pd, Selaku Rektor Universitas Pendidikan Ganesha.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Kadek Rihendra Dantes, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan atas motivasi dan fasilitas yang diberikan sehingga penulis bisa menyelesaikan studi sesuai dengan rencana.
3. Bapak Ketut Udy Ariawan, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknologi Industri atas motivasi yang diberikan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. Made Santo Gitakarma, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi DIV Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika sekaligus selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, petunjuk dan motivasi kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak I Wayan Sutaya, S.T., M.T. selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, petunjuk dan motivasi kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Bapak dan Ibu pegawai dan dosen di lingkungan prodi D4 Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika, Fakultas Teknik dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Ganesha.

7. Orang tua dan keluarga yang memberikan dukungan dan doa sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik
8. Teman-teman program studi DIV Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika angkatan 2022 yang telah membantu dan memberikan dukungannya, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan banyak kekurangannya dari segi materi maupun penyajiannya, sehingga penulis mengharapkan adanya kritik serta saran-saran dari pembaca demi kesempurnaan selanjutnya. Penulis juga berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat, baik bagi penulis atau pihak-pihak yang memerlukannya. Akhir kata, penulis ucapkan terima kasih.

Singaraja, 8 Januari 2026

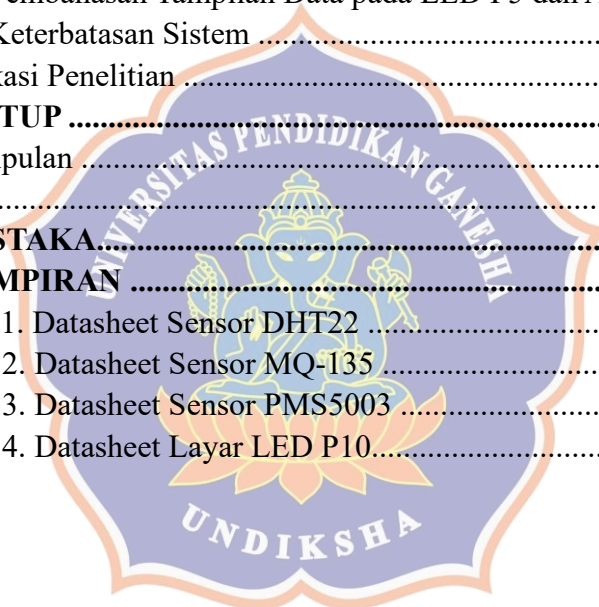


Penulis

x
DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PENGUJI TUGAS AKHIR	v
LEMBAR PENGESAHAN PANITIA UJIAN TUGAS AKHIR	vi
PERNYATAAN	vii
MOTTO	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	6
1.3 Batasan Masalah	8
1.4 Rumusan Masalah	10
1.5 Tujuan Penelitian	11
1.6 Manfaat Penelitian	11
BAB II KAJIAN TEORI	5
2.1 Deskripsi Teoritis	5
2.1.1 Internet of Things (IoT)	5
2.1.2 Teori tentang Sistem Pemantauan Kualitas Udara	7
2.1.3 Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)	10
2.2 Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	11
2.3 Kerangka Berpikir	13
2.4 Hipotesis Penelitian	15
2.5 Komponen dalam Penelitian	16
2.5.1 Perangkat Keras dalam Penelitian	16
2.5.2 Cara Kerja Alat	16
2.5.2.1 ESP32	18
2.5.2.2 Sensor PMS5003 (Particulate Matter Sensor)	19
2.5.2.3 Sensor MQ-135	23
2.5.2.4 Sensor DHT22	28
2.5.1.5 LED P5 (Panel LED)	31
2.5.3 Perangkat Lunak (Software)	32
2.5.3.1 Arduino IDE	32
2.5.2.2 Blynk IoT Platform	32
2.5.3.3 Library Tambahan	33
2.5.4 Media Tampilan dan Pendukung.....	33

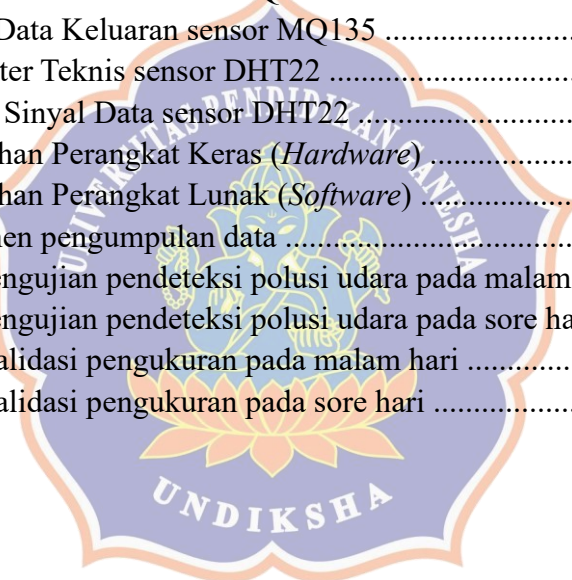
2.5.4.1 Smartphone	33
2.5.4.2 Struktur Penyangga LED P5	33
BAB III METODE PENELITIAN	35
3.1 Model Pengembangan Borg & Gall	35
3.2 Desain Alat	38
3.2.1 Sistem Sensor	38 xi
3.2.2 Unit Pengendali (Kontroler)	39
3.2.3 Sistem Tampilan Informasi	39
3.3 Analisis Kebutuhan	40
3.4 Metode dan Instrumen Pengumpulan Data	43
3.5 Metode dan Teknik Analisis Data	45
3.5.1 Analisis Data dari Pengujian Eksperimental	46
3.5.3 Metode Pengujian Sistem	48
3.6 Algoritma Program	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1 Hasil Penelitian	53
4.1.1 Penyajian Data Uji Coba	53
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian	61
4.2.1 Pembahasan Kinerja Sistem	61
4.2.2 Pembahasan Hasil Pengukuran Sensor	61
4.2.3 Pembahasan Kualitas Udara Berdasarkan ISPU	63
4.2.4 Pembahasan Perbedaan Waktu Pengambilan Data	63
4.2.5 Pembahasan Tampilan Data pada LED P5 dan Aplikasi Blynk IoT	64
4.2.6 Keterbatasan Sistem	64
4.3 Implikasi Penelitian	67
BAB V PENUTUP	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	72
DAFTAR LAMPIRAN	76
Lampiran 1. Datasheet Sensor DHT22	76
Lampiran 2. Datasheet Sensor MQ-135	76
Lampiran 3. Datasheet Sensor PMS5003	76
Lampiran 4. Datasheet Layar LED P10	76



DAFTAR TABEL

Tabel

Tabel 2.1 Kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)	11
Tabel 2.2 Parameter Teknis Sensor PMS5003	20
Tabel 2.3 Sinyal Data Keluaran (Format UART) sensor PMS5003	21
Tabel 2.4 Parameter Teknis Sensor MQ-135	24
Tabel 2.5 Sinyal Data Keluaran sensor MQ135	26
Tabel 2.6 Parameter Teknis sensor DHT22	29
Tabel 2.7 Format Sinyal Data sensor DHT22	30
Tabel 3.1 Kebutuhan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	40
Tabel 3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	41
Tabel 3.3 Instrumen pengumpulan data	44
Tabel 4.1 Data pengujian pendeteksi polusi udara pada malam hari	55
Tabel 4.2 Data pengujian pendeteksi polusi udara pada sore hari	56
Tabel 4.3 Hasil validasi pengukuran pada malam hari	65
Tabel 4.4 Hasil validasi pengukuran pada sore hari	65



DAFTAR GAMBAR

Gambar

Gambar 1.1 Grafik kematian akibat polusi udara	1
Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian	13
Gambar 2.2 NodeMCU	19
Gambar 2.3 PMS5003 (Particulate Matter Sensor).....	19
Gambar 2.3 MQ-135 (Gas Sensor)	24
Gambar 2.4 Sensor DHT22	28
Gambar 2.5 LED P5 (Panel LED).....	31
Gambar 2.6 Arduino IDE	32
Gambar 2.7 Blynk IoT Platform	32
Gambar 2.8 Smartphone.....	33
Gambar 2.9 Struktur penyangga 2 buah LED P5	34
Gambar 3.1 Tahapan Model Pengembangan Borg & Gall	36
Gambar 3.2 Desain alat penelitian	40
Gambar 3.3 Diagram alir program sistem pendeteksi polusi udara	50
Gambar 4.1 Pengujian pada malam hari	56
Gambar 4.2 Pengujian pada sore hari	57
Gambar 4.3 Tampilan Data pada LED P5	57
Gambar 4.4 Tampilan Data pada Aplikasi Blynk IoT	58
Gambar 4.5 Perbandingan pengukuran alat pada malam hari.....	66
Gambar 4.6 Perbandingan pengukuran alat pada sore hari	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Lampiran 1. Datasheet Sensor DHT22	81
Lampiran 2. Datasheet Sensor MQ-135	92
Lampiran 3. Datasheet Sensor PMS5003	95
Lampiran 4. Datasheet Layar LED P5	110
Lampiran 5. Dokumentasi pengujian alat	170

