

SKRIPSI

PROTOTIPE PENGUKURAN SUHU, KELEMBAPAN DAN ESTIMASI PARTIKEL DEBU DI RUANGAN BERBASIS *IoT*



Intelligentia - Dignitas

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika

Oleh :

ANDIKA RIZKI RAMANDA

NIM : 1513621072

**PROGRAM STUDI
PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2026**

HALAMAN SAMPUL
PROTOTIPE PENGUKURAN SUHU, KELEMBAPAN DAN
ESTIMASI PARTIKEL DEBU DI RUANGAN BERBASIS *IoT*



Intelligentia - Dignitas

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika

Oleh :
ANDIKA RIZKI RAMANDA
NIM : 1513621072

PROGRAM STUDI
PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2026

HALAMAN PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

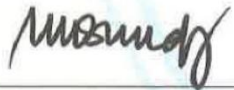
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

BENTUK : SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Andika Rizki Ramanda
NIM : 1513621072
Program Studi/Fakultas : Pendidikan Teknik Elektronika/Fakultas Teknik
Judul Penelitian : Prototipe Pengukuran Suhu, Kelembapan, dan
Estimasi Partikel Debu di Ruang Berbasis IoT

ini telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan dinyatakan **Lulus** / Tidak Lulus Ujian Tugas Akhir oleh Tim Penguji pada tanggal 07 Juli 2026.

Tim Penguji,

Ketua Penguji	<u>Dr. Wisnu Djatmiko, M.T.</u> NUPTK. 8546745646130092	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 1)	<u>Muhamad Wahyu Iqbal, S.Pd., M.T.</u> NUPTK. 0438774675130243	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 2)	<u>Aedil Akmal, S.Pd., M.Pd.</u> NUPTK. 0356772673130243	
Anggota Penguji (Pembimbing 1)	<u>Drs. Pitoyo Yuliatmojo, M.T.</u> NUPTK. 2040746647130123	
Anggota Penguji (Pembimbing 2)	<u>Vina Oktaviani, S.Pd., M.T.</u> NUPTK. 5344768669230323	

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Neneng Siti Silfi Ambarwati, S.Si., Apt., M.Si.
NIDN. 0029027204

Koordinator Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika


Dr. Baso Maruddani, S.T., M.T.
NIDN. 0002058301

HALAMAN PERNYATAAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Nama Mahasiswa : Andika Rizki Ramanda
NIM : 1513621072
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas : Fakultas Teknik
Judul Penelitian : Prototipe Pengukuran Suhu, Kelembapan dan Estimasi Partikel Debu di Ruang Berbasis *IoT*

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya tulis ilmiah ini.

Jakarta, 7 Juli 2026

Yang Menyatakan,

A handwritten signature in blue ink is written over a red rectangular stamp. The stamp contains the text 'Fakultas Teknik' and 'FEMBEL'.

Andika Rizki Ramanda

NIM. 1513621072



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN
Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Andika Rizki Ramanda
NIM : 1513621072
Fakultas/Prodi : Teknik/Pendidikan Teknik Elektronika
Alamat email : andikarizki129@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :
Prototipe Pengukuran Suhu, Kelembapan, dan Estimasi Partikel Debu di Ruang Berbasis *IoT*

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 20 Juli 2026
Penulis

Andika Rizki Ramanda

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah Swt atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga laporan skripsi dapat terselesaikan dengan baik. Penyelesaian laporan skripsi prototipe pengukuran suhu, kelembapan dan estimasi partikel debu diruangan berbasis IoT tidak terlepas dari bimbingan, dukungan, dan bantuan berbagai pihak. Pada kesempatan ini, peneliti menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Neneng Siti Silfi Ambarwati, S.Si., Apt., M.Si., selaku Dekan Fakultas Universitas Negeri Jakarta.
2. Bapak Dr. Marudani, M.T., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika.
3. Bapak Drs. Pitoyo Yuliatmojo, M.T selaku dosen pembimbing Ke I yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan yang sangat berarti dalam setiap tahap penyusunan skripsi prototipe pengukuran suhu, kelembapan dan estimasi partikel debu diruangan berbasis IoT.
4. Ibu Vina Oktaviani, S.Pd, M.T selaku dosen pembimbing Ke II yang senantiasa memberikan motivasi, serta koreksi yang membangun bagi penyempurnaan penelitian prototipe pengukuran suhu, kelembapan dan estimasi partikel debu diruangan berbasis IoT.
5. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa, dukungan moral, semangat, serta kasih sayang tanpa batas sehingga peneliti dapat melalui proses perkuliahan dan penyusunan skripsi dengan baik.

Peneliti menyadari bahwa skripsi masih memiliki kekurangan. Semoga skripsi penelitian saya dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi *IoT* dan sistem *monitoring*.

Jakarta, 20 Juli 2026



Andika Rizki Ramanda

NIM 1513621072

PROTOTIPE PENGUKURAN SUHU, KELEMBAPAN DAN ESTIMASI PARTIKEL DEBU DI RUANGAN BERBASIS *IoT*

Andika Rizki Ramanda

Dosen Pembimbing : Drs. Pitoyo Yuliatmojo, M.T., dan Vina
Oktaviani, S.Pd, M.T

ABSTRAK

Kualitas lingkungan dalam ruangan dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, dan estimasi konsentrasi partikel debu. Pemantauan secara manual kurang efektif sehingga diperlukan prototipe yang mampu melakukan pengukuran serta menyediakan fasilitas monitoring dan kendali jarak jauh berbasis *Internet of Things* (IoT). Penelitian prototipe pengukuran suhu, kelembapan dan estimasi partikel debu diruangan berbasis IoT bertujuan mengembangkan prototipe pengukuran suhu, kelembapan, dan estimasi konsentrasi partikel debu berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan aplikasi *Blynk* sebagai media monitoring dan kendali jarak jauh. Penelitian prototipe pengukuran suhu, kelembapan dan estimasi partikel debu diruangan berbasis IoT menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan V-Model yang meliputi *requirement analysis*, *system design*, *architectural design*, *module design*, *coding*, *unit testing*, *integration testing*, *system testing*, dan *final functional testing*. Prototipe dibangun menggunakan ESP32, sensor DHT22, sensor GP2Y1010AU0F, modul RTC DS3231, sensor magnet MC-38, modul relay, LCD 16×2, *exhaust fan*, lampu UV-C, dan aplikasi *Blynk*. Penelitian prototipe pengukuran suhu, kelembapan dan estimasi partikel debu diruangan berbasis IoT terbatas pada estimasi konsentrasi partikel debu menggunakan sensor GP2Y1010AU0F yang tidak mengukur PM2.5 dan PM10 secara spesifik, sedangkan pengujian lampu UV-C hanya dilakukan pada fungsi ON/OFF tanpa menguji efektivitas sterilisasi mikroorganisme. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT22 mampu mengukur suhu dalam rentang 23–26 °C dan kelembapan dalam rentang 55–57 %RH, dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 2,54% untuk suhu dan 2,10% untuk kelembapan dibandingkan alat pembanding. Sensor GP2Y1010AU0F mampu mengukur estimasi konsentrasi partikel debu dalam rentang 20–24 µg/m³, dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 3,39% dibandingkan alat pembanding. Pengujian fungsional terhadap relay, LCD 16×2, RTC DS3231, sensor magnet MC-38, *exhaust fan*, lampu UV-C, dan komunikasi dengan aplikasi *Blynk* menunjukkan bahwa seluruh komponen berfungsi sesuai rancangan pada kondisi pengujian penelitian. Dengan demikian, prototipe yang dikembangkan mampu melakukan pengukuran suhu, kelembapan, dan estimasi konsentrasi partikel debu serta menyediakan fasilitas monitoring dan kendali jarak jauh melalui aplikasi *Blynk*.

Kata kunci: *Blynk*, DHT22, ESP32, GP2Y1010AU0F, *Internet of Things*.

PROTOTYPE OF AN IoT-BASED INDOOR TEMPERATURE, HUMIDITY, AND ESTIMATED DUST CONCENTRATION MEASUREMENT SYSTEM

Andika Rizki Ramanda

***Advisors: Drs. Pitoyo Yuliatmojo, M.T., and Vina Oktaviani, S.Pd.,
M.T.***

ABSTRACT

Indoor environmental quality is influenced by temperature, humidity, and estimated dust particle concentration. Manual monitoring is less effective, so a prototype that can perform measurements and provide remote monitoring and control via the Internet of Things (IoT) is needed. This study aims to develop an IoT-based prototype for measuring temperature, humidity, and estimating dust particle concentration using an ESP32 microcontroller with the Blynk app as a medium for remote monitoring and control. This research uses the Research and Development (R&D) method with a V-Model approach, which includes requirement analysis, system design, architectural design, module design, coding, unit testing, integration testing, system testing, and final functional testing. The prototype is built using ESP32, DHT22 sensor, GP2Y1010AU0F sensor, DS3231 RTC module, MC-38 magnetic sensor, relay module, 16×2 LCD, exhaust fan, UV-C light, and the Blynk app. This study is limited to estimating dust particle concentration using the GP2Y1010AU0F sensor, which doesn't specifically measure PM2.5 and PM10, while UV-C light testing was only done with the ON/OFF function without checking its effectiveness in sterilizing microorganisms. The test results showed that the DHT22 sensor could measure temperature in the range of 23–26 °C and humidity in the range of 55–57 %RH, with an average measurement error of 2.54% for temperature and 2.10% for humidity compared to the reference device. The GP2Y1010AU0F sensor was able to estimate dust particle concentration in the range of 20–24 µg/m³, with an average measurement error of 3.39% compared to the reference device. Functional testing of the relay, 16×2 LCD, DS3231 RTC, MC-38 magnetic sensor, exhaust fan, UV-C lamp, and communication with the Blynk app showed that all components worked according to the design under the research testing conditions. Therefore, the developed prototype is capable of measuring temperature, humidity, and estimating dust particle concentration, as well as providing remote monitoring and control through the Blynk app.

Keywords: Blynk, DHT22, ESP32, GP2Y1010AU0F, Internet of Things.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	6
1.3. Pembatasan Masalah	7
1.4. Perumusan Masalah.....	8
1.5. Tujuan Penelitian.....	8
1.6. Manfaat Penelitian.....	9
TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1. Konsep Pengembangan Produk.....	10
2.2. Konsep Produk Yang Dikembangkan.....	17
2.3. Kerangka Teoritik.....	23
2.3.1. Kualitas Udara	25
2.3.2. Sistem <i>Monitoring</i>	26
2.3.3. Sistem Kontrol.....	28

2.3.4. <i>Internet of Things (IoT)</i>	31
2.3.5. Mikrokontroler ESP32	32
2.3.6. DHT 22	38
2.3.7. Sensor GP2Y1010AU0F.....	43
2.3.8. HEPA Filter.....	48
2.3.9. <i>Exhaust fan</i>	51
2.3.10. Relay.....	56
2.3.11. <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	59
2.3.12. Lampu UV-C.....	64
2.3.13. Sensor Magnet MC-38.....	69
2.3.14. Modul <i>Real-Time Clock</i> (RTC) DS3231.....	72
2.3.15. <i>Blynk</i>	77
2.4. Rancangan Produk.....	81
2.4.1. Blok diagram sistem	83
2.4.2. Diagram Alir (<i>FlowChart</i>)	85
METODOLOGI PENELITIAN	89
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	89
3.2. Metode Pengembangan Produk.....	90
3.2.1. Tujuan Pengembangan Produk.....	93
3.2.2. Metode Pengembangan	94
3.2.3. Sasaran Produk	100
3.2.4. Instrumen.....	101
3.3. Prosedur Pengembangan	107
3.3.1. Tahap Penelitian dan Pengumpulan Informasi	112
3.3.2. Tahap Perencanaan.....	114

3.3.2.1. Perancangan Perangkat Keras.....	116
3.3.2.1.1. Menentukan Sistem Kendali.....	117
3.3.2.1.2. Menentukan Sumber Tegangan.....	118
3.3.2.1.3. Menentukan <i>Input Output</i>	120
3.3.2.2. Perancangan Perangkat Lunak.....	125
3.3.2.2.1. Arduino IDE.....	125
3.3.2.2.2. <i>Blynk</i>	127
3.3.3. Tahap Desain Produk	128
3.4. Teknik Pengumpulan Data.....	131
3.5. Teknik Analisis Data.....	134
3.5.1. Pengujian Sumber Tegangan.....	137
3.5.2. Pengujian Sensor DHT22	139
3.5.3. Pengujian Sensor GP2Y1010AU0F.....	143
3.5.4. Pengujian <i>Blynk</i>	147
3.5.5. Pengujian Relay dan Aktuator	150
3.5.6. Pengujian Modul Timer RTC.....	152
3.5.7. Pengujian Tampilan LCD	154
3.5.8. Pengujian Sensor Magnet MC-38.....	156
3.5.9. Pengujian Integrasi Sistem.....	158
3.5.10. Pengujian Lampu UV	160
3.5.11. Pengujian Kipas 220V	162
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	164
4.1. Hasil Pengembangan Produk	164
4.1.1. <i>Requirement Analysis</i> (Analisis Kebutuhan)	166
4.1.2. <i>System Design</i> (Perancangan Sistem).....	169

4.1.3. <i>Architectural Design</i> (Perancangan Arsitektur).....	172
4.1.4. <i>Module Design</i> (Perancangan Produk)	174
4.1.5. <i>Coding</i> (Pemrograman).....	177
4.1.6. <i>Unit Testing</i> (Pengujian Unit)	182
4.1.7. <i>Integration Testing</i> (Pengujian Integrasi)	184
4.1.8. <i>System Testing</i> (Pengujian Sistem)	187
4.1.9. Uji Fungsional Akhir	190
4.2. Kelayakan Produk	193
4.3. Pengujian Produk	195
4.4. Pembahasan	223
KESIMPULAN DAN SARAN	229
5.1. Kesimpulan.....	229
5.2. Saran.....	230
DAFTAR PUSTAKA	232
DAFTAR LAMPIRAN	238
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	321

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Tahapan V-Model	14
Gambar 2. 2. Mikrokontroler ESP32	34
Gambar 2. 3. Wiring Mikrokontroler ESP32	37
Gambar 2. 4. Sensor DHT 22	39
Gambar 2. 5. Wiring Sensor DHT 22	41
Gambar 2. 6. Sensor GP2Y1010AU0F	45
Gambar 2. 7. Wiring Sensor GP2Y1010AU0F	47
Gambar 2. 8. Hepa Filter	50
Gambar 2. 9. <i>Exhaust fan</i>	52
Gambar 2. 10. Wiring <i>Exhaust fan</i>	54
Gambar 2. 11. Relay	57
Gambar 2. 12. LCD 16x2	61
Gambar 2. 13. Wiring LCD	62
Gambar 2. 14. Lampu UV-C	65
Gambar 2. 15. Wiring Lampu UV-C	67
Gambar 2. 16. Sensor Magnet MC-38	70
Gambar 2. 17. Wiring Sensor Magnet MC-38	71
Gambar 2. 18. Modul <i>Real time Clock</i> (RTC)	73
Gambar 2. 19. Wiring Modul <i>Real time Clock</i> (RTC)	76
Gambar 2. 20. Logo <i>Blynk</i>	79
Gambar 2. 21. Blok Diagram	84
Gambar 2. 22. Diagram Alir	86
Gambar 3. 1. Tahapan V-Model	91
Gambar 3. 2. Tahapan Model Pengembangan	95
Gambar 3. 3. Gambar Diagram Alur Penelitian	111
Gambar 3. 4. Mikrokontroler ESP32	118
Gambar 3. 5. Wiring Prototipe pengukuran suhu, kelembapan dan partikel debu berbasis <i>IoT</i>	122
Gambar 3. 6. Skematik Prototipe pengukuran suhu, kelembapan dan partikel debu berbasis <i>IoT</i>	123
Gambar 3. 7. Logo <i>Software</i> Arduino IDE	126

Gambar 3. 8. Tampilan awal <i>Software</i> Arduino IDE	126
Gambar 3. 9. Logo <i>Blynk</i>	128
Gambar 3. 10. Tampilan Awal <i>Blynk</i> pada Website	128
Gambar 3. 11. Tampilan Awal <i>Blynk</i> pada <i>Smartphone</i>	128
Gambar 3. 12. Desain Tampak samping	130
Gambar 3. 13. Desain Tampak Belakang	130
Gambar 3. 14. Desain Tampak Dalam Bagian Atas	131
Gambar 3. 15. Desain Tampak Dalam Bagian Samping.....	131
Gambar 4. 1. Prototipe pengukuran suhu, kelembapan, dan partikel debu di dalam ruangan berbasis <i>Internet of Things (IoT)</i>	165
Gambar 4. 2. Gambar Rangkaian dan Modul Pada Alat Penelitian.....	176
Gambar 4. 3. Tampilan <i>Dashboard Blynk</i> Alat Penelitian.....	177
Gambar 4. 4. Library Program Alat Penelitian (Dokumen Pribadi)	178
Gambar 4. 5. Program Konektifitas WiFi dan <i>Blynk</i> Alat Penelitian.....	180
Gambar 4. 6. Program Algoritma inti.....	180
Gambar 4. 7. Proses Finalisasi Alat Penelitian	186
Gambar 4. 8. Pengujian Integrasi Sistem Alat Penelitian	189
Gambar 4. 9. Nilai Koreksi	202

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Kualitas udara yang baik menurut WHO	2
Tabel 1. 2. Perbedaan Aspek kualitas udara PM 2,5 dan PM 10 menurut WHO..	3
Tabel 1. 3. Kualitas udara yang baik menurut ISPU	4
Tabel 2. 1. Hubungan Tahapan <i>V-Model</i> , <i>Output</i> , dan Pengujian Penelitian	15
Tabel 2. 2. Perbandingan Penelitian Relevan	20
Tabel 2. 3. Logika Kendali Sistem	29
Tabel 2. 4. Spesifikasi Mikrokontroler ESP32	35
Tabel 2. 5. Konfigurasi Pin ESP32	35
Tabel 2. 6. Spesifikasi Sensor DHT 22	39
Tabel 2. 7. Pin DHT22	40
Tabel 2. 8. Spesifikasi Sensor GP2Y1010AU0F	45
Tabel 2. 9. Tabel Pin GP2Y1010AU0F	46
Tabel 2. 10. Spesifikasi HEPA filter	51
Tabel 2. 11. Spesifikasi <i>Exhaust fan</i>	53
Tabel 2. 12. Tabel Pin <i>Exhaust fan</i>	53
Tabel 2. 13. Spesifikasi Relay	58
Tabel 2. 14. Spesifikasi LCD	61
Tabel 2. 15. Tabel Pin LCD	62
Tabel 2. 16. Spesifikasi Lampu UV-C	66
Tabel 2. 17. Tabel Pin Lampu UV	66
Tabel 2. 18. Spesifikasi Sensor Magnet MC-38	70
Tabel 2. 19. Tabel Pin Sensor Magnet MC-38	71
Tabel 2. 20. Spesifikasi Modul <i>Real time Clock</i> (RTC)	74
Tabel 2. 21. Tabel Pin RTC	75
Tabel 3. 1. Instrumen Perangkat Lunak	102
Tabel 3. 2. Instrumen Perangkat Keras	103
Tabel 3. 3. Alat Pembanding Penelitian	105
Tabel 3. 4. Lembar Uji Sensor	106
Tabel 3. 5. Lembar Uji Aktuator	106
Tabel 3. 6. Lembar Uji Sistem	107
Tabel 3. 7. Tabel Kegiatan dan Keluaran (<i>Output</i>) Metode Pengembangan	109

Tabel 3. 8. <i>Input dan Output (I/O) Pada Mikrokontroler ESP 32</i>	120
Tabel 3. 9. <i>Test Case Pengujian Relay dan Aktuator</i>	151
Tabel 3. 10. <i>Test Case Pengujian Lampu UVC</i>	157
Tabel 3. 11. <i>Skenario Integrasi Sistem Secara Keseluruhan</i>	158
Tabel 4. 1. <i>Kebutuhan Fungsional</i>	167
Tabel 4. 2. <i>Kebutuhan Nonfungsional</i>	168
Tabel 4. 3. <i>skenario Pengujian Integrasi</i>	185
Tabel 4. 4. <i>Pengujian Sumber Tegangan</i>	196
Tabel 4. 5. <i>Pengujian Sensor DHT22 (Sensor Kelembapan dan Suhu) error dan akurasi</i>	198
Tabel 4. 6. <i>Perhitungan Simpang Baku Sensor DHT22 (Sensor Kelembapan dan Suhu)</i>	199
Tabel 4. 7. <i>Pengujian Sensor GP2Y1010AU0F (Sensor Partikel Debu) error dan Akurasi</i>	201
Tabel 4. 8. <i>Perhitungan Simpang Baku Sensor GP2Y1010AU0F (Sensor Partikel Debu)</i>	201
Tabel 4. 9. <i>Pengujian Tampilan Blynk</i>	203
Tabel 4. 10. <i>Waktu Tunda Pengiriman Data ESP32 ke Dashboard Blynk</i>	204
Tabel 4. 11. <i>Pengujian Waktu Tunda Pengiriman Dari Blynk ke Relay</i>	205
Tabel 4. 12. <i>Pengujian Pembacaan Relay</i>	208
Tabel 4. 13. <i>Pengujian Modul Timer RTC</i>	210
Tabel 4. 14. <i>Pengujian Tampilan LCD, Serial Monitor dan Blynk</i>	211
Tabel 4. 15. <i>Pengujian Sensor Magnet MC-38</i>	215
Tabel 4. 16. <i>Skenario Integrasi Sistem Secara Keseluruhan</i>	216
Tabel 4. 17. <i>Pengujian Lampu UV</i>	219
Tabel 4. 18. <i>Pengujian Kipas 220V</i>	221