



**SISTEM PEMBERSIH PANEL SURYA OTOMATIS BERBASIS ESP32 DENGAN
DETEKSI PARTIKULAT DEBU PM2.5 MENGGUNAKAN SENSOR DEBU
GP2Y1010AUOF DENGAN PENJADWALAN RUTIN BERBASIS IOT**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Oleh:

Sofia Yasmin

40040621650013

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**SISTEM PEMBERSIH PANEL SURYA OTOMATIS BERBASIS ESP32
DENGAN DETEKSI PARTIKULAT DEBU PM2.5 MENGGUNAKAN
SENSOR DEBU GP2Y1010AUOF DENGAN PENJADWALAN RUTIN
BERBASIS IOT**

Nama : Sofia Yasmin

NIM : 40040621650013

**TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA BAIK
OLEH:**

Dosen Pembimbing,



Arkhan Subari, S.T., M.Kom
NIP.197710012001121002

Tanggal...*08 Juli 2025*.....

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri

Departemen Teknik Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T., M.Kom
NIP.197710012001121002

Tanggal...*08 Juli 2025*.....

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**SISTEM PEMBERSIH PANEL SURYA OTOMATIS BERBASIS ESP32
DENGAN DETEKSI PARTIKULAT DEBU PM2.5 MENGGUNAKAN
SENSOR DEBU GP2Y1010AUOF DENGAN PENJADWALAN RUTIN
BERBASIS IOT**

Diajukan oleh : Sofia Yasmin
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada

Hari : Senin
Tanggal : 30 Juni 2025

Penguji I



Fakhruddin Mangkusasmito, ST, MT
NIP.198908202019031012

Penguji II



Yuniarto, S.T., M.T.
NIP.197106151998021001


Penguji III



Arkhan Subari, S.T., M.Kom
NIP.197710012001121002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T., M.Kom
NIP.197710012001121002

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sofia Yasmin
NIM : 40040621650013
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen
Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas
Diponegoro
Judul Tugas Akhir : “SISTEM PEMBERSIH PANEL SURYA OTOMATIS
BERBASIS ESP32 DENGAN DETEKSI PARTIKULAT
DEBU PM2.5 MENGGUNAKAN SENSOR DEBU
GP2Y1010AUOF DENGAN PENJADWALAN RUTIN
BERBASIS IOT”

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul tugas akhir ini belum pernah diajukan sebelumnya untuk mendapatkan gelar keahlian di sebuah perguruan tinggi. Sejauh pengetahuan saya, tidak ada karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang saya rujuk secara tertulis dalam naskah ini dan tercantum dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia mendapat sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI. No.17 Tahun 2010 dan Undang-Undang yang berlaku.

Semarang, Mei 2025

Yang membuat Pernyataan



Sofia Yasmin

NIM. 40040621650013

HALAMAN PERSEMBAHAN

Sebagai bagian dari proses akhir dalam menempuh pendidikan sarjana terapan, alat tugas akhir ini merupakan hasil dari rangkaian panjang pembelajaran, penelitian, serta dedikasi yang penuh tantangan dan refleksi. Setiap komponen yang dirancang, setiap baris kode yang ditulis, hingga setiap pengujian yang dilakukan, menjadi saksi dari usaha yang tak terlepas dari dukungan berbagai pihak;

1. Orang tua Penulis, Ayah Edi dan Ibu Beby, yang menjadi alasan dari setiap langkah, tempat pulang dari segala lelah, dan doa yang diam-diam selalu lebih dulu sampai. Dari jauh, kalian menanti dengan sabar, sementara penulis belajar tumbuh di tanah rantau. Tugas akhir ini bukan sekadar hasil kerja keras, tetapi bukti dari cinta, restu, dan keyakinan kalian yang tak pernah pudar.
2. Keluarga tercinta, Seby, Arkhan, dan Oma Hasni, terima kasih telah menjadi rumah yang penuh tawa, dukungan, dan pelukan hangat di setiap jeda lelah. Tugas akhir ini lahir dari perjuangan, tapi bertahan, adalah karena cinta kalian.
3. Dosen pembimbing Penulis, Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom Atas seluruh bimbingan serta arahan hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
4. Ayu Rahma Putri Masdar, sahabat sejak masa putih biru, yang telah menjadi rumah cerita, tumpuan hati, dan saksi perjalanan tumbuh dari remaja hingga dewasa.
5. Geng Sukses, Diva, Rianty, Carissa, Lady, dan Lailan, sahabat semasa SMA hingga kini, yang telah menjadi sumber, kebahagiaan, penyemangat setia, tempat berbagi tawa dan cerita, serta teman berjuang dalam versi terbaik masing-masing.
6. Seluruh Rekan Bimbingan Bapak Arkhan, wildan, Cintana, Galuh, Athala, Anjay, Herdi, Putra, Saktya yang selalu bersatu dalam perjuangan, bertemu, berdiskusi, dan berproses bersama di ruang sidang.

7. Seluruh Mahasiswa TLI 2021, yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan ini. Terima kasih telah sama-sama berjuang, bertumbuh, dan menjalani perkuliahan dari awal sebagai mahasiswa hingga tiba di titik akhir perjuangan ini. Semoga kalian semua diberi kelancaran, kesuksesan, dan masa depan yang gemilang, di mana pun langkah kalian berpijak.
8. *Mr. W*, yang dengan tulus membantu penulis saat kesulitan datang, saat pertanyaan muncul, bahkan saat tenaga dibutuhkan. Terima kasih atas kehadiran dan bantuan yang berarti. Semoga, di mana pun berada, selalu diberi kebahagiaan dan keberkahan dalam setiap langkah.

ABSTRAK

Akumulasi debu, khususnya partikel halus seperti PM2.5, dapat mengurangi efisiensi panel surya dengan menghalangi penyerapan cahaya secara optimal. Proses pembersihan panel surya secara manual dinilai kurang efisien dan tidak responsif terhadap kondisi lingkungan yang berubah-ubah, sehingga dibutuhkan alat pembersih otomatis yang adaptif dan terjadwal. Penelitian ini merancang dan membangun alat pembersih panel surya otomatis berbasis ESP32 yang bekerja berdasarkan dua parameter utama, yaitu nilai konsentrasi debu PM2.5 dan waktu penjadwalan tertentu. Sistem dilengkapi sensor GP2Y1010AU0F untuk mendeteksi partikel PM2.5, modul RTC DS3231 sebagai acuan waktu (pukul 04.00 dan 19.00 WIB), serta aktuator berupa pompa air dan motor DC wiper untuk menjalankan proses pembersihan. Seluruh aktivitas sistem dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 dan dikirim secara real-time ke platform ThingSpeak sebagai sistem pemantauan berbasis Internet of Things (IoT). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi nilai PM2.5 dalam rentang $0,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hingga $324,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan mengaktifkan proses pembersihan secara otomatis saat salah satu kondisi pemicu terpenuhi. Dari enam skenario pengujian, empat di antaranya berhasil mengaktifkan sistem secara otomatis, sementara dua lainnya tidak mengaktifkan karena kondisi belum memenuhi, dengan tingkat keberhasilan sistem mencapai 100%. Data juga berhasil dikirim ke ThingSpeak secara konsisten, dan motor serta pompa bekerja stabil sesuai logika. Dengan demikian, alat ini terbukti efektif dan efisien dalam mengotomatisasi proses pembersihan panel surya, serta mendukung pemantauan jarak jauh. Saran pengembangan selanjutnya meliputi penyempurnaan aspek mekanik seperti penggunaan poros drat yang lebih presisi, penambahan sensor pendukung, serta integrasi fitur pengukuran efisiensi panel untuk evaluasi performa energi secara menyeluruh.

Kata Kunci: Panel Surya, Pembersih Otomatis, PM2.5, ESP32, *Internet of things* (IOT)

ABSTRACT

The accumulation of airborne particles, particularly PM2.5, on the surface of solar panels can significantly reduce their efficiency by obstructing optimal sunlight absorption. Manual cleaning methods are often inefficient and fail to respond to real-time environmental conditions, highlighting the need for an automatic and adaptive cleaning system. This study presents the design and development of an automatic solar panel cleaning device based on the ESP32 microcontroller, which operates using two key parameters: ambient PM2.5 concentration and scheduled cleaning times. The system integrates a GP2Y1010AU0F dust sensor to detect PM2.5 levels, a DS3231 RTC module for time-based operation (at 04:00 and 19:00 WIB), and actuators including a water pump and DC motor-driven wiper for the cleaning mechanism. All operations are controlled by the ESP32 and monitored remotely through the ThingSpeak cloud platform using an Internet of Things (IoT) approach. Experimental results indicate that the system successfully detected PM2.5 levels ranging from 0.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 324.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and triggered cleaning automatically when either the PM2.5 threshold or scheduled time was met. Out of six test scenarios, the system responded correctly in four valid trigger conditions, and remained inactive in two non-triggered cases, achieving a 100% activation accuracy rate. Data was consistently transmitted to the cloud, and the actuator components operated reliably. The findings demonstrate that the proposed device effectively automates solar panel maintenance by adapting to environmental dust levels and scheduled intervals, while also enabling remote monitoring. Future improvements may include enhanced mechanical components such as threaded shafts for more precise motion, additional sensors for cross-verification, and integration of panel efficiency measurement features for comprehensive energy performance evaluation.

KeyWords: ESP32, Automatic Cleaning, PM2.5, ESP32, Internet of things (IOT)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan kemudahan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas **"Sistem Pembersih Panel Surya Otomatis Berbasis ESP32 dengan Deteksi Partikulat Debu PM2.5 Menggunakan Sensor Debu GP2Y1010AU0F dan Penjadwalan Rutin Berbasis IoT."**

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Listrik Industri, Politeknik Negeri Semarang. Proses penyusunan tugas akhir ini tentunya tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, atas karunia dan kekuatan dalam menghadapi proses yang penuh tantangan ini.
2. Ayah dan Ibu, atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang menjadi alasan utama perjuangan ini.
3. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom selaku dosen pembimbing, atas waktu, bimbingan, dan arahnya yang sangat berarti dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen dan staf pengajar Teknik Listrik Industri, atas ilmu, arahan, dan motivasi yang diberikan selama masa perkuliahan.
5. Teman-teman TLI 21, yang telah bersama-sama menjalani perjalanan dari mahasiswa baru hingga titik akhir perjuangan ini.
6. Sahabat dan teman-teman penulis di Universitas Diponegoro , atas dukungan moral, semangat, dan cerita di sela-sela padatnya penyusunan alat dan laporan.
7. Tukang bubut, tukang las, dan para teknisi yang terlibat, yang dengan keahlian dan kerjasamanya sangat membantu proses realisasi alat ini di lapangan.

8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan dalam bentuk apa pun, terima kasih dari lubuk hati terdalam.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, baik dari sisi isi maupun penulisan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang.

Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dan menjadi bahan referensi yang berguna bagi pembaca maupun peneliti selanjutnya.

Semarang, 16 Juni 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Sofia Yasmin', written in a cursive style.

Sofia Yasmin

DAFTAR ISI

| | |
|---|---|
| HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR..... | Error! |
| Bookmark not defined. | |
| HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR..... | Error! Bookmark not defined. |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN | iv |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | v |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT..... | viii |
| KATA PENGANTAR..... | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiv |
| DAFTAR TABEL | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Tugas Akhir..... | 3 |
| 1.4 Manfaat Tugas Akhir..... | 3 |
| 1.5 Batasan Permasalahan | 4 |
| 1.6 Sistematis Penyusunan Tugas Akhir | 5 |
| BAB II DASAR TEORI | 7 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 7 |
| 2.2 Dasar Teori | 11 |
| 2.2.1 Panel Surya (Photovoltaic)..... | 11 |
| 2.2.2 Alat Pembersih Panel Surya | 15 |
| 2.2.4 Mikrokontroler..... | 20 |
| 2.2.5 RTC (Real Time Clock) | 29 |
| 2.2.6 Sensor Debu GP2Y1010AU0F | 34 |
| 2.2.7 Motor DC | 40 |
| 2.2.8 Pompa..... | 43 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.9 Wiper pembersih..... | 47 |
| 2.2.10 Limit Switch..... | 48 |
| 2.2.11 ThingSpeak Server..... | 51 |
| BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR..... | 58 |
| 3.1 Metode Penyusunan..... | 58 |
| 3.2 Perancangan Hardware | 59 |
| 3.2.1 Design 3D Alat | 60 |
| 3.2.2 Blok Diagram..... | 62 |
| 3.2.3 Wiring Diagram | 63 |
| 3.3 Perancangan Software..... | 65 |
| 3.3.1 Flowchart | 66 |
| 3.3.2 Perancangan Cloud (ThinkSpeak) | 69 |
| BAB IV PEMBUATAN ALAT..... | 72 |
| 4.1 Pembuatan Prototype..... | 72 |
| 4.2 Alat dan Bahan..... | 73 |
| 4.3 Pembuatan Perangkat Keras..... | 75 |
| 4.3.1 Perancangan Mekanik | 75 |
| 4.3.2 Perancangan Elektrik..... | 87 |
| 4.4 Perancangan PCB | 89 |
| 4.5 Pembuatan Perangkat Lunak..... | 91 |
| 4.5.1 Inisialisasi Sistem | 91 |
| 4.5.2 Konfigurasi RTC..... | 92 |
| 4.5.3 Konfigurasi Sensor Debu GP2Y1010AU0F | 93 |
| 4.5.4 Logika Trigger Pembersihan | 94 |
| 4.5.5 Kontrol Gerakan Wiper | 95 |
| 4.5.6 Pengendalian Pompa Air..... | 96 |
| 4.5.7 Pengiriman Data ke ThingSpeak..... | 97 |
| BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT | 99 |
| 5.1 Pengujian dan Analisa Alat | 99 |
| 5.1.1 Pengujian blok Sensor Debu GP2Y1010AU0F..... | 99 |
| 5.1.2 Pengujian Blok RTC | 102 |

| | |
|--|--------------|
| 5.1.3 Pengujian Sistem Aktuator (Motor DC dan Pompa)..... | 105 |
| 5.1.4 Pengujian Koneksi dan kirim Data ke ThingSpeak..... | 107 |
| 5.1.5 Pengujian Keseluruhan Sistem | 109 |
| 5.2 Analisa..... | 117 |
| 5.2.1 Analisa Sensor Debu | 117 |
| 5.2.2 Analisis Modul RTC | 118 |
| 5.2.3 Analisis Sistem Aktuaotr (motor DC dan Pompa)..... | 120 |
| 5.2.4 Analisis Sistem ThingSpeak | 121 |
| 5.2.5 Analisis keseluruhan Sistem..... | 121 |
| BAB VI KESIMPULAN | 124 |
| 6.1 KESIMPULAN | 124 |
| 6.2 SARAN..... | 125 |
| DAFTAR PUSTAKA | 126 |
| LAMPIRAN..... | xviii |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Sistem Kerja Panel Surya [4] | 12 |
| Gambar 2. 2 Monokristalin, polikristalin, A-Si:H[4]..... | 13 |
| Gambar 2. 3 Panel surya Monokristalin[5]..... | 14 |
| Gambar 2. 4 Panel Surya Polikristalin | 14 |
| Gambar 2. 5 Sel Surya thin-film (TFPV)..... | 15 |
| Gambar 2. 6 Sapu Manual dengan Air dan Sikat[3] | 17 |
| Gambar 2. 7 Robot Tetap (Fixed)[3]..... | 17 |
| Gambar 2. 8 Robot Ekskavator dengan Sikat Rol Panjang..... | 18 |
| Gambar 2. 9 PP Republik Indonesia | 19 |
| Gambar 2. 10 ESP32 DEV KIT 1[7] | 21 |
| Gambar 2. 11 Pinout ESP32 DEV KIT 1[7] | 22 |
| Gambar 2. 12 Tampilan Arduino IDE[9]..... | 25 |
| Gambar 2. 13 Mikrokontroler ke port USB | 26 |
| Gambar 2. 14 Port mikrokontroler | 26 |
| Gambar 2. 15 Pemilihan Mikrokontroler | 27 |
| Gambar 2. 16 Penulisan Program di Arduino IDE..... | 28 |
| Gambar 2. 17 Upload program di Arduino IDE..... | 28 |
| Gambar 2. 18 Program berhasil di upload Arduino IDE..... | 28 |
| Gambar 2. 19 Real Time Clock (RTC)[10]..... | 29 |
| Gambar 2. 20 Blok Diagram RTC (Real time Clock)..... | 30 |
| Gambar 2. 21 Pinout RTC DS3231[10]..... | 32 |
| Gambar 2. 22 Diagram Koneksi..... | 33 |
| Gambar 2. 23 Sensor Debu GP2Y1010AU0F | 35 |
| Gambar 2. 24 Prinsip Kerja Sensor GP2Y1010AU0F[11] | 36 |
| Gambar 2. 25 Pinout Sensor debu GP2Y1010AU0F | 38 |
| Gambar 2. 26 Diagram Koneksi Sensor GP2Y1010AU0F[11] | 39 |
| Gambar 2. 27 Motor DC Gearbox Planetary AA991 | 40 |
| Gambar 2. 28 Simbol Motor DC..... | 40 |
| Gambar 2. 29 Skematik Diagram Motor DC | 41 |

| | |
|--|----|
| Gambar 2. 30 Gaya lorentz | 42 |
| Gambar 2. 31 Pompa Dispenser Miyako | 44 |
| Gambar 2. 32 Penampang Impeller dan perubahan energi pompa[12]..... | 44 |
| Gambar 2. 33 Proses Pemompaan..... | 44 |
| Gambar 2. 34 Skematik Diagram Pompa Air | 45 |
| Gambar 2. 35 Wiper | 47 |
| Gambar 2. 36 Limit Switch..... | 49 |
| Gambar 2. 37 Prinsip kerja limit Switch..... | 49 |
| Gambar 2. 38 ThingSpeak..... | 51 |
| Gambar 2. 39 Pembuatan Akun ThinkSpeak..... | 53 |
| Gambar 2. 40 Pembuatan Channel ThingSpeak..... | 54 |
| Gambar 2. 41 Channel baru di ThinkSpeak..... | 55 |
| Gambar 2. 42 Sketch Arduino IDE untuk ThingSpeak terhubung ke ESP32..... | 56 |
| Gambar 2. 43 API key ThingSpeak | 56 |
| Gambar 2. 44 Visualisasi thingSpeak | 57 |
| Gambar 3. 1 Desain 3D Alat..... | 60 |
| Gambar 3. 2 Tampak Samping 3D alat..... | 61 |
| Gambar 3. 3 Blok Diagram Alat | 62 |
| Gambar 3. 4 Wiring Diagram Alat..... | 64 |
| Gambar 3. 5 Flowchart Alat..... | 67 |
| Gambar 3. 6 Perancangan ThinkSpeak..... | 69 |
| Gambar 4. 1 Drawing detail..... | 76 |
| Gambar 4. 2 Drawing Rangka utama..... | 78 |
| Gambar 4. 3 Bracket sensor debu..... | 80 |
| Gambar 4. 4 Cover Microswitch Kanan dan Kiri | 82 |
| Gambar 4. 5 Dudukan Wiper | 84 |
| Gambar 4. 6 komponen penggerak linier..... | 86 |
| Gambar 4. 7 Penempatan komponen..... | 88 |
| Gambar 4. 8 Desain PCB | 90 |
| Gambar 4. 9 Inisialisasi Sistem..... | 92 |
| Gambar 4. 10 Konfigurasi RTC..... | 93 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 4. 11 Konfigurasi Sensor Debu | 94 |
| Gambar 4. 12 Logika Trigger Pembersih..... | 95 |
| Gambar 4. 13 Kontrol Gerakan Wiper | 95 |
| Gambar 4. 14 Pengendalian Pompa Air | 96 |
| Gambar 4. 15 Pengiriman Data ke ThingSpeak..... | 97 |
| Gambar 5. 1 Kondisi Sensor debu saat kondisi bersih..... | 101 |
| Gambar 5. 2 Pembacaan Serial Monitor saat sensor debu bersih | 102 |
| Gambar 5. 3 Kondisi sensor debu saat Kotor & Pembacaan Serial Monitor | 102 |
| Gambar 5. 4 Pembacaan waktu RTC sebelum penjadwalan..... | 104 |
| Gambar 5. 5 Pembacaan waktu RTC Sesudah penjadwalan..... | 105 |
| Gambar 5. 6 Tampilan Serial Monitor pertanda aktuator Hidup | 107 |
| Gambar 5. 7 Tampilan Indikasi hidup Mati sistem aktuator di ThingSpeak | 107 |
| Gambar 5. 8 Visual grafik pembacaan di ThingSpeak..... | 109 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|-----|
| Tabel 2. 1 SPESIFIKASI ESP32 DEV KIT 1 | 21 |
| Tabel 2. 2 Pinout ESP32 DEV KIT 1 | 23 |
| Tabel 2. 3 Spesifikasi RTC DS3231 | 31 |
| Tabel 2. 4 Pinout RTC DS3231 | 32 |
| Tabel 2. 5 Spesifikasi Sensor debu GP2Y1010AU0F..... | 37 |
| Tabel 2. 6 Spesifikasi Motor DC Gearbox Planetary AA991 | 43 |
| Tabel 2. 7 pompa Dinamo Dispenser Miyako WDP-200/WDP-300 12V DC..... | 46 |
| Tabel 2. 8 Spesifikasi Limit Switch..... | 50 |
| Tabel 4. 1 Alat dan bahan Tugas Akhir | 73 |
| Tabel 5. 1 Hasil Pembacaan Sensor | 101 |
| Tabel 5. 2 Pengujian Modul RTC | 104 |
| Tabel 5. 3Pengujian Aktuator | 106 |
| Tabel 5. 4Hasil Pengujian ThingSpeak..... | 108 |