



**RANCANG BANGUN SMART COMPOSTER
BERBASIS IOT DAN MACHINE LEARNING DENGAN
SISTEM MONITORING BERBASIS FIREBASE DAN
FLUTTER**

Sub-Judul

**Rancang Bangun Perangkat Smart Composter Berbasis
Internet of Things untuk Monitoring Multi Sensor serta
Pengendalian Mekanis Pencacahan dan Pengadukan**

SKRIPSI

Fawwaz Hibatul Wafi 2207421025

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN JARINGAN
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



**RANCANG BANGUN SMART COMPOSTER
BERBASIS IOT DAN MACHINE LEARNING DENGAN
SISTEM MONITORING BERBASIS FIREBASE DAN
FLUTTER**

Sub-Judul

**Rancang Bangun Perangkat Smart Composter Berbasis
Internet of Things untuk Monitoring Multi Sensor serta
Pengendalian Mekanis Pencacahan dan Pengadukan**

SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat – Syarat yang Diperlukan untuk
Memperoleh Diploma Empat Politeknik**

Fawwaz Hibatul Wafi

2207421025

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN JARINGAN
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



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 BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fawwaz Hibatul Wafi
NIM : 2207421025
Jurusan/ : Teknik Informatika dan Komputer/ Teknik Multimedia
Program Studi : dan Jaringan
Judul Skripsi : Rancang Bangun Perangkat Smart Composter Berbasis Internet of Things untuk Monitoring Multi Sensor serta Pengendalian Mekanis Pencacahan dan Pengadukan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung ciri – ciri plagiat dan bentuk – bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Depok, 27 Juli 2026

Yang membuat pernyataan



Fawwaz Hibatul Wafi

NIM. 2207421025



© 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

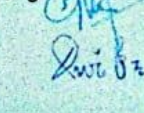
LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Fawwaz Hibatul Wafi
NIM : 2207421025
Program Studi : Teknik Multimedia dan Jaringan
Judul Skripsi : Rancang Bangun Perangkat Smart Composter Berbasis Internet of Things untuk Monitoring Multi Sensor serta Pengendalian Mekanis Pencacahan dan Pengadukan

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari ^{Rabu} ..., Tanggal 01, Bulan ^{Juli} ..., Tahun 2026 dan dinyatakan LULUS/TIDAK LULUS.

Disahkan oleh:

Pembimbing I	Dr. Indra Hermawan, M.Kom	()
Penguji I	Dr. Prihatin Oktivasari, S.Si., M.Si	()
Penguji II	Susana Dwi Yulianti, M.Kom.	()
Penguji III	Dwi Ermawati, MT	()

Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknik Informatika dan Komputer



Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.

NIP. 197908032003122003



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 ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga laporan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Perangkat Smart Composter Berbasis Internet of Things untuk Monitoring Multi Sensor serta Pengendalian Mekanis Pencacahan dan Pengadukan” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat mutlak guna memperoleh gelar Sarjana Terapan (D4) pada Program Studi Teknik Multimedia dan Jaringan, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa perjalanan menyusun laporan ini tidak luput dari berbagai tantangan. Namun, berkat bantuan, bimbingan, arahan, serta dukungan tulus dari berbagai pihak, laporan Tugas Akhir ini dapat rampung pada waktunya. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Indra Hermawan, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran di tengah kesibukan beliau untuk memberikan bimbingan, koreksi, serta arahan yang sangat berharga dalam penyusunan laporan ini.
2. Orang Tua dan Keluarga Tercinta, yang tiada hentinya memanjatkan doa, memberikan dukungan moril maupun materil, serta menjadi sumber motivasi terbesar bagi penulis untuk menyelesaikan studi ini.
3. Seorang wanita yang teramat spesial, yang secara konsisten hadir memberikan dukungan emosional, mendengarkan segala keluh kesah, serta senantiasa menjadi penyemangat di balik layar selama proses pasang surut penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Rekan-Rekan Tim Proyek *Smart Composter*, atas kerja keras, kolaborasi luar biasa, diskusi yang tiada habisnya, serta komitmen bersama dalam merealisasikan penelitian ini dari awal hingga 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Teman-Teman Seperjuangan Kelas Teknik Multimedia dan Jaringan, yang telah berbagi tawa, beban, dan semangat kebersamaan selama masa perkuliahan hingga titik akhir ini.
6. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan baik langsung maupun tidak langsung demi kelancaran penyusunan laporan ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan berkah dan membalas segala kebaikan yang telah diberikan oleh semua pihak. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat nyata, menginspirasi, dan menjadi kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan maupun masyarakat luas.





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

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fawwaz Hibatul Wafi

NIM : 2207421025

Jurusan/Program Studi: Teknik Informatika dan Komputer/Teknik Multimedia dan Jaringan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

"Rancang Bangun Perangkat Smart Composter Berbasis Internet of Things untuk Monitoring Multi Sensor serta Pengendalian Mekanis Pencacahan dan Pengadukan"

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta Berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 27 Juli 2026

Yang menandatangani



Fawwaz Hibatul Wafi

NIM. 2207421025



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

ABSTRAK

Timbulan sampah organik domestik nasional yang melebihi 50% memicu tantangan lingkungan serius seperti polusi bau amonia, sehingga penelitian ini mengembangkan perangkat Smart Composter berbasis IoT atau embedded system di Bank Sampah Rumah Harum Depok untuk mengatasi kelemahan pemantauan konvensional yang manual dan subjektif. Menggunakan Raspberry Pi 4B sebagai edge node, sistem mengintegrasikan kluster multi-sensor yang meliputi sensor suhu DS18B20, kelembapan kapasitif, pH via ADS1115, gas MQ-135, ultrasonik JSN-SR04T, dan load cell HX711, serta kendali aktuator otomatis hibrida berupa motor AC pencacah via Kontaktor Schneider; motor DC pengaduk via relai Omron, pompa EM4, dan kipas aerasi dengan transmisi MQTT menuju Cloud Firebase Realtime Database. Hasil pengujian lapangan menunjukkan akurasi tinggi pada sensor ultrasonik di atas 99% pada area kerja lebih dari 20 cm, suhu sebesar 97,64%, dan pH sebesar 96,75%, sedangkan sensor kelembapan mencatatkan akurasi 89,13%, sebaliknya sensor berat load cell mengalami kegagalan fungsional dan fluktuatif akibat kendala mekanis himpitan sasis. Pengujian QoS MQTT menunjukkan performa optimal dengan packet loss 0% dan latensi di bawah 1,5 ms, serta sistem terbukti valid dan andal beroperasi kontinu selama 24 jam tanpa reset mendadak, meskipun terdeteksi anomali thermal drift akibat overheating pada modul HX711 setelah jam ke-6, sehingga secara keseluruhan Smart Composter layak diimplementasikan untuk digitalisasi tata kelola sampah organik dengan catatan evaluasi total pada subsistem penimbangan.

Kata Kunci: Smart Composter, Internet of Things, Raspberry Pi 4B, MQTT, Firebase.

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 PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME..	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	iii
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK.....	1
DAFTAR ISI.....	2
DAFTAR GAMBAR.....	1
DAFTAR TABEL.....	2
BAB I PENDAHULUAN	3
1.1. Latar Belakang	3
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan dan Manfaat	6
1.5. Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Penelitian Terkait.....	8
2.2. Pengomposan Sampah Organik.....	11
2.3. Faktor Yang Mempengaruhi Proses Pengomposan	11
2.3.1. Suhu Kompos	11
2.3.2. Kelembaban Kompos.....	12
2.3.3. Aerasi dan Gas pada Proses Pengomposan.....	12
2.3.4. Keasaman Media (pH).....	13
2.3.5. Pencacahan dan Pengadukan dalam Pengomposan	13
2.4. Embedded System dan Internet of Things	14
2.4.1. Raspberry Pi 4B.....	14
2.4.2. MQTT.....	15
2.5. Sensor dan Akuisisi Data	16
2.5.1. Sensor Suhu DS18B20	16
2.5.2. Sensor Kelembaban	17
2.5.3. Sensor pH dan Modul DMS I2C	18



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

2.5.4. Sensor Berat <i>Load Cell</i> dan Modul HX711	19
2.5.5. Sensor Ultrasonik JSN-SR04T	20
2.5.6. Sensor Gas MQ-135.....	21
2.5.7. Analog to Digital Converter ADS1115.....	22
2.6. Aktuator	24
2.6.1. Motor AC 220 V	24
2.6.2. Motor DC 24V.....	26
2.6.3. Pompa Air 5V.....	27
2.6.4. Kipas 5V.....	28
2.7. Perangkat Sakelar	29
2.7.1. <i>Relay 1 Channel</i>	29
2.7.2. <i>Relay Omron MY2N</i>	32
2.7.3. Kontaktor AC Schneider Acti9 iCT	33
2.8. Analisis Komparasi dan Alasan Pemilihan Komponen Sistem	34
2.8.1. Kontaktor AC Schneider Acti9 iCT	35
2.8.2. Analisis Protokol Transmisi Data Transport (MQTT vs HTTP)	36
2.8.3. Analisis Penerapan Karakteristik Sirkuit Sensor Terintegrasi.....	37
2.9. State of the Art dan Celah Penelitian	38
BAB III METODE PENELITIAN	40
3.1. Rancangan Penelitian.....	40
3.2. Tahapan Penelitian.....	41
3.3. Objek Penelitian.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1. Analisis Kebutuhan Sistem	46
4.1.1. Spesifikasi Perangkat Keras Kontrol dan Sensor	46
4.1.2. Spesifikasi Mekanis Sasis dan Komponen Aktuator.....	48
4.1.3. Alokasi Penggunaan Pin GPIO	50
4.2. Perancangan dan Implementasi Sistem <i>Smart Composter</i>	52
4.2.1. Arsitektur Diagram Sistem	52
4.2.2. Diagram Alir Algoritma Program Sistem	55
4.2.3. Implementasi Perakitan Komponen Sensor.....	60
4.2.4. Implementasi Perakitan Komponen Kelistrikan.....	62
4.2.5. Implementasi Kode Program.....	65



© 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

4.2.6. Integrasi Pengiriman Data	70
4.3. Prosedur dan Deskripsi Pengujian Akurasi dan Otomatisasi	71
4.3.1. Metode Validasi Komparasi Sensor dengan Alat Ukur Acuan.....	71
4.3.2. Skenario Pengujian Otomatisasi Kontrol Aktuator.....	72
4.4. Pengujian Fungsionalitas Sistem.....	74
4.4.1. Pengujian Fungsionalitas Sensor MQ-135.....	74
4.4.2. Pengujian Fungsionalitas Modul Relay ke Kontaktor Schneider.....	77
4.4.3. Pengujian Fungsionalitas Relay ke Omron untuk Motor DC 24V	78
4.4.4. Pengujian Fungsionalitas Relay Pompa DC 5V dan Kipas DC 5V.....	78
4.4.5. Pengujian Fungsionalitas ADC ADS1115.....	79
4.5. Pengujian Akurasi	80
4.5.1. Pengujian Akurasi Pembacaan Sensor Suhu DS18B20.....	80
4.5.2. Pengujian Akurasi Pembacaan Sensor pH DMS I2C.....	82
4.5.3. Pengujian Akurasi Pembacaan Sensor Kelembapan.....	84
4.5.4. Pengujian Akurasi Sensor Ultrasonik JSN-SR04T.....	86
4.5.5. Pengujian Akurasi Pembacaan Sensor Loadcell.....	88
4.6. Pengujian dan Analisis Parameter <i>Quality of Service</i> (QoS) MQTT.....	89
4.7. Analisis Data dan Evaluasi Operasional Perangkat	92
4.7.1. Analisis Persentase Kesalahan	92
4.7.2. Evaluasi Stabilitas Operasional Kontinu.....	93
BAB V PENUTUP.....	95
5.1. Kesimpulan.....	95
5.2. Saran	96
DAFTAR PUSTAKA.....	98



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Raspberry Pi 4B	14
Gambar 2. 2 Sensor Suhu DS18B20	17
Gambar 2. 3 Sensor Kelembaban Tanah Jenis Kapasitif	18
Gambar 2. 4 Elektroda Sensor pH Tanah dan Modul DMS I2C.....	19
Gambar 2. 5 Modul Sensor Ultrasonik Waterproof JSN-SR04T	20
Gambar 2. 6 Sensor Gas MQ-135	21
Gambar 2. 7 Elektronik ADS1115	23
Gambar 2. 8 Motor AC 220 V.....	24
Gambar 2. 9 Motor DC 24 V	26
Gambar 2. 10 Pompa Air 5V.....	27
Gambar 2. 11 Kipas 5V.....	28
Gambar 2. 12 Relay 5V.....	30
Gambar 2. 13 Relay Omron MY2N.....	32
Gambar 2. 14 Kontaktor Schneider Acti9 iCT.....	33
Gambar 3. 1 Diagram Alur Metode Penelitian.....	41
Gambar 4. 1 Diagram Blok Distribusi Daya.....	48
Gambar 4. 2 Desain Kerangka Sasis Smart Composter.....	49
Gambar 4. 3 Alur keseluruhan dari interkoneksi perangkat,.....	55
Gambar 4. 4 Diagram Alur Program.....	56
Gambar 4. 5 Diagram Alir Algoritma Fitur Penyiraman Otomatis.....	57
Gambar 4. 6 Diagram Alir Algoritma Fitur Sirkulasi Udara.....	58
Gambar 4. 7 Diagram Alir Algoritma Fitur Pengadukan Otomatis	59
Gambar 4. 8 Diagram Alir Algoritma Fitur Pencacahan.....	60
Gambar 4. 9 Gambar Rangkaian Sensor	61
Gambar 4. 10 Penempatan Sensor pH, Suhu, Kelembaban, dan Gas.....	62
Gambar 4. 11 Penempatan Sensor Ultrasonik.....	62
Gambar 4. 12 Rangkaian Kelistrikan.....	65
Gambar 4. 13 Diagram Alir Integrasi Pengiriman Data.....	71



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 Penelitian Terkait.....	8
Tabel 4. 1 Alokasi Pin 52	
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Fungsionalitas Sensor MQ-135	76
Tabel 4. 3 Data Hasil Uji Fungsional Pensaklaran Kontaktor AC 220V	77
Tabel 4. 4 Data Hasil Uji Fungsional Omron untuk Motor DC 24V	78
Tabel 4. 5 Data Hasil Uji Fungsional Pompa DC 5V dan Kipas DC 5V	79
Tabel 4. 6 Data Hasil Uji Fungsional ADC ADS1115	79
Tabel 4. 7 Data Hasil Uji Akurasi Pembacaan Sensor Suhu DS18B20	81
Tabel 4. 8 Data Hasil Uji Akurasi Pembacaan Sensor pH DMS I2C.....	83
Tabel 4. 9 Rentang kategorikal kelembapan	84
Tabel 4. 10 Data Hasil Pengujian Komparasi Akurasi Sensor Kelembapan Tanah	85
Tabel 4. 11 Data Hasil Uji Sensor Ultrasonik JSN-SR04T	86
Tabel 4. 12 Data Hasil Uji Akurasi Pembacaan Sensor Loadcell	89
Tabel 4. 13 Pengujian QoS MQTT pada Jaringan Wi-Fi.....	90
Tabel 4. 14 Pengujian QoS MQTT pada Jaringan Hotspot.....	91
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Rata-rata Error dan Akurasi Rata-Rata Hasil Pengujian	93

**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

Peningkatan volume sampah organik mencakup lebih dari 50% timbulan sampah nasional berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). Hal tersebut menjadi tantangan lingkungan serius karena potensi polusi bau, air, dan emisi gas. Di Kota Depok, timbulan sampah mencapai lebih dari 1.000 ton per hari dengan dominasi sampah organik rumah tangga, sehingga membebani operasional Unit Pengolahan Sampah (UPS). Jika ditinjau dari karakteristiknya, sampah organik di Kota Depok ini terdiri dari 40,62% sisa makanan serta 13,19% kayu dan ranting, yang menunjukkan tingginya potensi timbulan limbah domestik dan nabati yang belum terkelola dengan baik. Sebagai salah satu solusi pengurangan sampah yang efektif di tingkat hulu, diperlukan upaya nyata untuk mengubah sampah organik tersebut menjadi produk berdaya guna tinggi melalui proses dekomposisi biologis yang terukur.

Meskipun pengomposan menjadi solusi berkelanjutan, keberhasilannya sangat bergantung pada parameter suhu, kelembapan, dan pH. Selain itu, kemunculan gas hasil dekomposisi seperti amonia menjadi indikator krusial kualitas proses. Namun, praktik di lapangan saat ini, seperti yang ditemukan di Bank Sampah Rumah Harum, Depok, masih dilakukan secara manual dan kurang termonitor dengan baik. Pengolahan yang mengandalkan perkiraan fisik dan pengamatan subjektif ini meningkatkan risiko ketidakstabilan proses dekomposisi serta memicu tingginya kegagalan deteksi masalah pada tumpukan kompos.

Untuk mengatasi kendala tersebut, pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) hadir menawarkan solusi pemantauan objektif secara *real-time*. Melalui penerapan arsitektur IoT terdistribusi yang dibagi menjadi 4 *layer* utama yaitu *Sensor Acquisition Node*, *Edge Computing Processor* berbasis Raspberry Pi 4B, *Cloud Backend Database* Firebase, dan *User Application Interface*, data kondisi fisik dari tumpukan sampah dapat dikumpulkan, diolah, dan dikirimkan secara kontinu tanpa perlu kehadiran operator secara fisik di area tumpukan.



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

Namun, berdasarkan rancangan penelitian terdahulu, penerapan teknologi pemantauan ini masih menyisakan beberapa celah pengembangan yang signifikan. Studi strategi dari Senadheera dkk. (2024) memang telah mencakup parameter yang luas seperti suhu, kelembapan, dan *multi-gas* (CH_4 , CO_2 , NH_3), tetapi penelitian tersebut masih terbatas pada tinjauan konseptual saja tanpa adanya uji coba alat fisik di lapangan. Di sisi lain, Rustan dkk. (2022) berhasil menguji akurasi alat pengukur kadar nutrisi NPK, tetapi sistem tersebut belum terhubung ke jaringan internet dan pemantauannya masih bersifat lokal melalui layar LCD TFT perangkat. Sementara itu, penelitian mandiri berskala lapangan yang dikembangkan oleh Diharja dkk. (2021) dan Wahyudi dkk. (2021) telah mampu mewujudkan sistem pemantauan jarak jauh berbasis *cloud* dan aplikasi. Kendati demikian, kedua sistem *monitoring* tersebut masih memiliki keterbatasan fisis karena hanya berfokus pada variabel suhu dan kelembapan saja, serta belum dilengkapi dengan sensor gas amonia untuk mendeteksi bau kematangan kompos maupun sistem aktuator otomatis untuk melakukan intervensi fisik secara langsung di lapangan.

Berdasarkan celah penelitian dan kebutuhan mendesak di lapangan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan *Smart Composter* berbasis IoT yang diterapkan secara khusus di Bank Sampah Rumah Harum, Depok. Sistem ini mengintegrasikan fungsi mekanis pencacahan, pengadukan, dan penyemprotan EM4 otomatis dengan pemantauan komprehensif menggunakan sensor suhu, kelembapan, pH, gas amonia, *load cell*, serta ultrasonik. Pengembangan ini diharapkan mampu mentransformasi proses pengomposan yang semula manual menjadi lebih terkontrol, terdokumentasi dengan baik pada *database* awan, aman dari gangguan listrik induksi kontaktor, dan berjalan secara efektif.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



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

1. Bagaimana merancang sistem *Smart Composter* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu memantau kondisi proses pengomposan secara *real-time*?
2. Bagaimana mengimplementasikan perakitan komponen kelistrikan dan sensor agar dapat beroperasi dengan aman dari gangguan induksi kelistrikan?
3. Bagaimana mengintegrasikan proses pencacahan, penampungan, pengadukan, serta penyemprotan EM4 otomatis dalam satu sistem berbasis *embedded system*?
4. Bagaimana kinerja sistem pemantauan suhu inti kompos, kelembapan media, pH, gas amonia, serta pengendalian sistem pencacahan dan pengadukan secara *real-time*?

1.3. Batasan Masalah

1. Pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT) dibatasi pada akuisisi data *real-time* parameter suhu inti kompos, kelembapan media, pH, dan gas amonia (NH_3) melalui *edge node* Raspberry Pi 4B menuju platform *cloud*.
2. Perakitan sirkuit kelistrikan dibatasi pada *power supply* terpusat SMPS DC 24V dengan klasterisasi daya Buck Converter 5V dan 3,3V serta pengamanan sirkuit hibrida berjenjang menggunakan pilot relay, relai Omron, dan Kontaktor Schneider Acti9 iCT.
3. Integrasi sistem *embedded* dibatasi pada otomatisasi empat aktuator mekanis utama, yaitu Motor AC 220V pencacah, Motor DC 24V pengaduk, Pompa Air DC 5V penyemprot EM4, dan Kipas DC 5V aerasi.
4. Evaluasi kinerja sistem dibatasi pada pengujian fungsionalitas logika pensaklaran, akurasi kuantitatif sensor terhadap alat ukur acuan, parameter *Quality of Service* (QoS) MQTT, dan stabilitas operasional kontinu perangkat tanpa membahas formulasi kimia-biologis kompos maupun analisis ekonomi.



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

1.4. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan sistem *Smart Composter* berbasis IoT untuk memantau kondisi proses pengomposan secara real-time.
2. Mengimplementasikan sensor suhu, kelembaban media, pH, dan gas sebagai parameter monitoring kondisi internal kompos.
3. Mengintegrasikan pencacahan, penampungan, pengadukan, dan penyemprotan EM4 otomatis dalam satu sistem berbasis embedded system.
4. Menganalisis kinerja sistem IoT dalam menyajikan informasi kondisi proses pengomposan secara objektif.

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari hasil rancang bangun sistem ini adalah sebagai berikut:

A. Manfaat Teoritis

- a. Memberikan kontribusi dalam pengembangan keilmuan Embedded System dan Internet of Things (IoT) melalui penerapan sistem multi-sensor untuk monitoring lingkungan.
- b. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya terkait digitalisasi pengelolaan sampah dan Smart Waste Management.

B. Manfaat Praktis

- a. Bagi Bank Sampah
Menyediakan alat monitoring yang objektif dan terukur untuk membantu menjaga konsistensi proses pengomposan serta mendeteksi potensi gangguan secara dini.
- b. Bagi masyarakat dan lingkungan
Mendukung pengolahan sampah organik yang lebih efisien sehingga mengurangi beban sampah ke TPA.
- c. Bagi institusi pendidikan
Menjadi studi kasus penerapan IoT di bidang lingkungan untuk pembelajaran dan penelitian lanjutan.

1.5. Sistematika Penulisan

Laporan Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:



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**
Berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
- **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**
Menguraikan landasan teori dan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik pengomposan dan sistem monitoring berbasis IoT.
- **BAB III METODE PENELITIAN**
Menjelaskan rancangan penelitian, perancangan sistem, teknik pengumpulan data, serta metode pengujian dan analisis data.
- **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**
Dalam bab keempat memuat pembahasan tentang analisis kebutuhan, perancangan sistem, hasil implementasi sistem, pengujian sistem dan analisis data hasil pengujian.
- **BAB V PENUTUP**
Dalam bab kelima berisi pembahasan terkait kesimpulan dan saran terhadap penelitian yang telah dilaksanakan

**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 penelitian yang telah dilakukan, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perangkat *Smart Composter* berbasis *Internet of Things* (IoT) telah berhasil dirancang dan diimplementasikan melalui pendekatan arsitektur terdistribusi empat *layer* dengan menggunakan Raspberry Pi 4B sebagai pusat pemrosesan data lokal (*edge processor*). Pemantauan telemetri terhadap parameter fisik tumpukan kompos terbukti dapat disajikan secara *real-time* dan daring.
2. Perakitan komponen kelistrikan hibrida pada sasis plat besi terbukti aman dari getaran mekanis putaran mesin penggerak. Penerapan kombinasi sirkuit pengondisian daya menggunakan *dual Buck Converter* eksternal serta sistem sakelar berjenjang (Kontaktor Schneider Acti9 iCT dan relai Omron MY2N) sukses mengisolasi lonjakan arus sentak (*inrush current*) serta derau balik elektromagnetik (*back-EMF*). Hal ini membuat sirkuit komputasi inti sensitif Raspberry Pi 4B terhindar dari risiko korsleting maupun fenomena *gagal bot* (*reset*) mendadak.
3. Integrasi fungsi mekanis hulu-hilir serta penyemprotan cairan bio-aktivator EM4 otomatis berbasis *embedded system* sukses diotomatisasikan secara asinkron menggunakan skrip program Python. Sistem mampu melakukan intervensi fisik secara mandiri berdasarkan data *threshold* sensor, yaitu: motor pencacah mati otomatis saat corong penuh (30 cm), pompa responsif menyemprotkan EM4 selama 10 detik saat kelembapan < 40%, kipas membuang gas amonia, dan motor DC 24V teratur mengaduk tumpukan kompos berkala.
4. Transmisi data nirkabel menggunakan protokol MQTT sangat optimal dengan mencatatkan nilai *packet loss* mutlak sebesar 0% dan rata-rata delay super cepat < 1,15 ms pada jaringan Wifi lokal maupun hotspot seluler.



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

Hasil pengujian akurasi beberapa sensor di lapangan bernilai tinggi, meliputi sensor ultrasonik JSN-SR04T (>99% di luar zona mati 20 cm), sensor suhu DS18B20 (97,64%), dan pH tanah (96,75%), sedangkan sensor kelembapan kapasitif mencatatkan 89,13%.

5. Klaster sensor berat *load cell* dinilai TIDAK AKURAT dan mengalami kegagalan dalam mempertahankan akurasi pembacaan metrik. Hasil konversi data digitalnya fluktuatif tanpa pola konstan akibat kendala mekanis sasis (sensor terhimpit secara rigid oleh rangka besi penopang utama) serta diperparah oleh transmisi gaya dinamis dari getaran periodik motor. Selain itu, ditemukan anomali *thermal drift* parah pada modul HX711 akibat gejala *overheating* setelah jam ke-6 operasional kontinu.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan evaluasi sistem *Smart Composter*, beberapa rekomendasi teknis untuk pengembangan ke depan adalah sebagai berikut:

1. Pengujian Akurasi Amonia Standar: Melakukan kalibrasi dan uji kuantitatif nilai PPM pada sensor MQ-135 menggunakan alat ukur pembanding yang *proper* dan tersertifikasi, seperti *Gas Detector* amonia (NH₃) portabel atau analisis laboratorium, untuk menjamin linearitas data di lapangan.
2. Mitigasi *Overheating* Modul HX711: Menambahkan komponen pelepasan panas (*heatsink* aluminium mini) langsung di atas IC modul penguat biner HX711 untuk mencegah anomali *thermal drift* atau fluktuasi data berat akibat panas berlebih setelah jam ke-6 operasional.
3. Reposisi Tata Letak Komponen: Memindahkan posisi fisik modul HX711 ke area sudut sasis kontrol yang paling jauh dari elemen pemanas sensor MQ-135 dan koil Kontaktor AC guna memutus rambatan panas radiasi serta meminimalkan interferensi medan magnet.
4. Peningkatan *Settling Time* Sensor pH: Memperpanjang durasi penstabilan pembacaan (*settling time*) pada skrip kode program sebelum data dikunci untuk mengatasi dinamika kelembapan sampah lapangan yang memengaruhi sensitivitas transfer ion elektroda.

5. Optimalisasi Jarak Bebas Ultrasonik: Mengondisikan posisi probe sensor ultrasonik JSN-SR04T menggantung di atas batas zona buntu (*blind zone*) komponen, yaitu minimal sejauh >20 cm dari permukaan material maksimum, demi menjaga validitas data jarak.



© 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 :

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

- Arif, D. T., & Aswardi. (2020). Kendali kecepatan motor DC penguat terpisah berbeban berbasis Arduino. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 6(2), 33-44. <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/jtev/index>
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik* (SNI 19-7030-2004). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Budiawan, A., Prasetyo, E., & Nugroho, A. (2021). Implementasi sensor gas amonia berbasis Internet of Things pada peternakan ayam potong dengan sistem monitoring dan pengendalian kualitas udara otomatis. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 9(2), 85–92.
- Diantoro, A., Prasetyo, E., & Nugroho, A. (2020). Implementasi sensor MQ-4 dan sensor DHT22 pada sistem kompos pintar berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(3), 455–462.
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Depok. (2024). *Laporan timbulan sampah Kota Depok*. Depok: Pemerintah Kota Depok.
- Gunawan, T., Hernawati, E., & Aditya, B. R. (2021). IoT-based waste height and weight monitoring system. *Journal of Computer Science*, 17(11), 1085–1092. <https://doi.org/10.3844/jcssp.2021.1085.1092>
- Hadi, R., Setiawan, A., & Pratama, D. (2023). Monitoring suhu dan kelembapan tanah berbasis sensor DS18B20 dan YL69 pada kebun buah naga. *Jurnal Zetroem*, 5(2), 45–52.
- Mariana, M., Siregar, R., & Hutapea, D. (2022). Pengolahan limbah organik untuk pembuatan pupuk kompos dan peningkatan nilai ekonomi masyarakat. *Jurnal Rambideun*, 11(2), 101–109.
- Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2018). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja*. Jakarta: Kementerian Ketenagakerjaan RI.



© 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

Nurfiqin, L., Sari, Z., & Sumadi, F. D. S. (2021). Analisis Quality of Service (QoS) protokol MQTT dan HTTP pada sistem smart metering arus listrik. *REPOSITOR*, 3(1), 121-130.

Omron. (2021). *General purpose relay MY miniatures power relays data sheet*. Kyoto: Omron Corporation. <https://www.ia.omron.com/products/family/948/>

Putri, R. E., Maharani, I. P., & Putri, I. (2025). Real-time monitoring system for temperature, humidity, and pH for composting process. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 14(2), 380–390. <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-1.v14i2.380-390>

Robinson, M. A. (2016). Quantitative research principles and methods for engineering design. Dalam P. Cash, T. Stanković, & M. Štorga (Eds.), *Experimental Design Research*. Cham: Springer.

Saputro, R. A., & Prasetya, D. A. (2022). Sistem monitoring suhu berbasis Internet of Things menggunakan sensor DS18B20. *Jurnal Emitter*, 22(1), 12–19.

Schneider Electric. (2023). *Acti9 iCT 16A 2NO 230 240V AC modular contactor product datasheet A9C22711*. Rueil Malmaison: Schneider Electric Global. <https://www.se.com/ww/en/product/A9C22711/>

Setyoningrum, R. I., & Nisa, S. Q. Z. (2024). Perbandingan pengaruh aktivator Effective Microorganisme 4 (EM4) dan Promoting Microbes (PROMI) terhadap kualitas kompos organik di industri galangan kapal. *FLORA: Journal of Agricultural and Plantation Studies*, 1(2), 9–21. <https://doi.org/10.62951/flora.v1i2.35>

Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). (2024). *Data timbulan dan komposisi sampah nasional*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.

Sugiyono. (2017). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: CV Alfabeta.



© 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

Toijon, R. R., Wahyudi, R., & Putranto, R. (2020). Pemantauan kematangan kompos dari sampah organik berdasarkan karakteristik fisik. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 26(1), 15–22.

Wahyudi, M. N. A., & Budiyanto, C. W. (2024). Adopting Internet of Things for community-based domestic organic waste treatment. Dalam A. Kusumastuti et al. (Eds.), *Proceedings of the 5th Vocational Education International Conference (VEIC 2023)*. Advances in Social Science, Education and Humanities Research, Vol. 813. Paris: Atlantis Press, hlm. 94–100. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-198-2_11

Winarti, R. (2024). *Rancang bangun sistem monitoring suhu dan kelembaban pada proses dekomposisi kompos berbasis Internet of Things (Studi Kasus: Akademi Kompos)* (Skripsi, Universitas Satya Negara Indonesia, Jakarta, Indonesia).

**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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Fawwaz Hibatul Wafi

Lahir di Tangerang pada tanggal 15 November 2004. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN Sudimara 7 Kota Tangerang dan lulus pada tahun 2016. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 3 Kota Tangerang dan lulus pada tahun 2019. Kemudian, penulis menempuh pendidikan menengah atas di SMAN 13 Kota

Tangerang dan lulus pada tahun 2022. Pada tahun 2022, penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Politeknik Negeri Jakarta pada Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Program Studi Teknik Multimedia dan Jaringan.

**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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Observasi



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

Jalan Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425
Telepon (021) 7270036, Hunting, Fax (021) 7270034
Laman: <http://www.pnj.ac.id> Posel: humas@pnj.ac.id

Nomor : 51/DST/PL3.A.9/B/KM.07.00/2026
Perihal : Permohonan Izin Observasi

26 Juni 2026

Kepada Yth.
Kepala Bank Sampah Rumah Harum
Jl. Merdeka No.1, RT.05/RW.01, Abadijaya, Kec. Sukmajaya, Kota Depok, Jawa Barat 16411

Dengan hormat,
Sehubungan dengan mata kuliah Skripsi yang dilaksanakan pada semester 8 (delapan) Program Studi Teknik Multimedia dan Jaringan Jurusan Teknik Informatika dan Komputer Politeknik Negeri Jakarta. Dengan ini kami mohon kesediaan Bapak/Ibu agar dapat mengizinkan mahasiswa kami untuk melakukan observasi di Bank Sampah Rumah Harum dengan judul penelitian "RANCANG BANGUN SMART COMPOSTER BERBASIS IOT DAN MACHINE LEARNING DENGAN SISTEM MONITORING BERBASIS FIREBASE DAN FLUTTER". Tugas mata kuliah ini bertujuan untuk menambah wawasan terkait dengan aplikasi teori yang sudah dipelajari di Kampus dengan kondisi lapangan sebagai wadah pembelajaran dan penambah informasi mengenai mata kuliah tersebut. Adapun berikut adalah nama mahasiswa kami:

No.	Nama dan Nim	Semester/ Program Studi	Nomor Telepon dan Email	Tujuan Observasi
1	Adipraja Putra Ramadhan 2207421022	8 / Teknik Multimedia dan Jaringan	0852-1556-9215 adipraja.putra.ramadhan.tik22@mhs.pnj.ac.id	Melaksanakan observasi dan wawancara untuk memperoleh data mengenai pengelolaan sampah organik, kebutuhan pengguna, dan alur operasional yang akan digunakan sebagai studi kasus dalam penelitian dan pengembangan Smart Composter
2	Fawwaz Hibatul Wafi 2207421025		0896-0877-9892 fawwaz.hibatul.wafi.tik22@mhs.pnj.ac.id	
3	Rasyid Fathoni Syahputra 2207421027		0897-6583-287 rasyid.fathoni.syahputra.tik22@mhs.pnj.ac.id	

Demikian surat ini kami buat, atas perhatian dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.



Ketua Jurusan,

Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197908032003122003

Tembusan :

1. Direktur;
2. Wakil Direktur Bidang Akademik;
3. Kepala Bagian Keuangan dan Umum
4. Kasubag. Umum Politeknik Negeri Jakarta.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2. Wawancara

No.	Pertanyaan	Jawaban
1	Wilayah mana saja yang saat ini menjadi cakupan pelayanan atau sumber pengumpulan sampah dari Bank Sampah Rumah Harum?	"Sejauh ini sih kami berfokus pada lingkungan tingkat RW di sekitar lokasi bank sampah, namun kami juga menerima pasokan sampah dari beberapa kelurahan tetangga"
2	Bagaimana proses dan tahapan yang dilakukan di sini dalam mengolah sampah organik hingga bisa menjadi pupuk kompos?	"Prosesnya dimulai dari pemilahan ketat untuk memastikan tidak ada plastik yang terbawa. Setelah itu, sampah organik dicacah, dicampur dengan aktivator, dan dimasukkan ke wadah pengomposan. Kami harus memantau suhu dan kelembapannya secara berkala serta melakukan pembalikan berkala hingga kompos matang dalam beberapa minggu."
3	Berapa kapasitas atau volume sampah yang biasanya mampu diolah oleh Bank Sampah Rumah Harum dalam setiap minggunya?	"Untuk sampah anorganik yang bisa didaur ulang, kami bisa menampung hingga ratusan kilogram per minggu sebelum disalurkan ke pengepul. Sementara untuk sampah organik yang diolah menjadi pupuk, kapasitasnya saat ini berkisar antara 20 hingga 50 kilogram per siklus pengolahan, tergantung ketersediaan lahan dan fasilitas pencacahan."
4	Apa kendala teknis yang paling sering dihadapi oleh pengelola dalam proses pembuatan pupuk kompos dari sampah organik warga?	"Kendala utama biasanya ada pada kontrol kondisi fisik kompos, seperti suhu yang terlalu panas atau kelembapan yang berlebih yang bisa

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

		menimbulkan bau menyengat atau memicu belatung jika tidak dibalik dengan benar. Selain itu, proses pembalikan tumpukan sampah secara manual juga membutuhkan tenaga dan waktu yang cukup besar."
5	Ke mana hasil olahan pupuk kompos tersebut disalurkan atau dimanfaatkan setelah proses pengomposan selesai?	"Sebagian besar pupuk kompos yang sudah matang dan disaring akan kami gunakan kembali untuk penghijauan tanaman di sekitar area bank sampah dan taman warga. Sisanya kami kemas secara sederhana untuk dibagikan kepada warga yang membutuhkan atau digunakan oleh komunitas kebun lokal."



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3. Dokumentasi



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**



Lampiran 4. Uji Sensor Suhu

Lokasi 1, Sampel 1

Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor (°C)
5	27.3	105	27.5	205	27.6
10	27.5	110	27.5	210	27.5
15	27.4	115	27.6	215	27.4
20	27.5	120	27.4	220	27.5
25	27.6	125	27.5	225	27.5
30	27.5	130	27.7	230	27.3
35	27.5	135	27.5	235	27.5
40	27.2	140	27.5	240	27.6
45	27.5	145	27.3	245	27.5
50	27.5	150	27.5	250	27.4
55	27.7	155	27.6	255	27.5
60	27.4	160	27.5	260	27.8
65	27.5	165	27.4	265	27.5
70	27.6	170	27.5	270	27.5
75	27.5	175	27.5	275	27.2
80	27.5	180	27.2	280	27.5
85	27.3	185	27.5	285	27.6
90	27.5	190	27.6	290	27.5
95	27.4	195	27.5	295	27.4
100	27.8	200	27.4	300	27.5

Lokasi 1, Sampel 2

Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke	Hasil Sensor	Detik Ke	Hasil Sensor
5	27.35	105	27.38	205	27.4
10	27.38	110	27.38	210	27.38
15	27.36	115	27.42	215	27.35
20	27.38	120	27.35	220	27.38
25	27.4	125	27.38	225	27.39
30	27.38	130	27.44	230	27.32
35	27.38	135	27.38	235	27.38
40	27.32	140	27.38	240	27.41
45	27.39	145	27.34	245	27.38
50	27.38	150	27.38	250	27.36
55	27.41	155	27.39	255	27.38
60	27.35	160	27.38	260	27.43
65	27.38	165	27.36	265	27.38
70	27.4	170	27.38	270	27.38
75	27.38	175	27.38	275	27.31
80	27.38	180	27.33	280	27.38



© 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

85	27.34	185	27.38	285	27.4
90	27.38	190	27.4	290	27.38
95	27.37	195	27.38	295	27.35
100	27.4	200	27.36	300	27.38

Lokasi 1, Sampel 3

Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke	Hasil Sensor	Detik Ke2	Hasil Senso
5	27.35	105	27.38	205	27.4
10	27.38	110	27.4	210	27.38
15	27.42	115	27.38	215	27.35
20	27.35	120	27.35	220	27.38
25	27.38	125	27.4	225	27.39
30	27.44	130	27.38	230	27.32
35	27.38	135	27.38	235	27.32
40	27.38	140	27.38	240	27.39
45	27.34	145	27.41	245	27.38
50	27.38	150	27.38	250	27.41
55	27.36	155	27.39	255	27.35
60	27.38	160	27.38	260	27.38
65	27.43	165	27.36	265	27.4
70	27.38	170	27.38	270	27.38
75	27.38	175	27.38	275	27.31
80	27.38	180	27.33	280	27.38
85	27.34	185	27.38	285	27.38
90	27.38	190	27.4	290	27.36
95	27.37	195	27.38	295	27.38
100	27.4	200	27.36	300	27.38

Lokasi 2. Sampel 1

Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor
5	27.37	105	27.36	205	28.71
10	27.33	110	27.45	210	28.67
15	27.31	115	27.47	215	28.67
20	27.29	120	27.45	220	28.68
25	27.32	125	27.59	225	28.65
30	27.34	130	27.61	230	28.65
35	27.38	135	27.58	235	28.62
40	27.35	140	27.55	240	28.63
45	27.35	145	27.67	245	28.71
50	27.31	150	27.74	250	28.73



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

55	27.29	155	27.85	255	28.75
60	27.30	160	27.95	260	28.74
65	27.26	165	28.01	265	28.74
70	27.24	170	28.15	270	28.88
75	27.26	175	28.18	275	28.96
80	27.27	180	28.24	280	29.03
85	27.25	185	28.36	285	29.01
90	27.26	190	28.43	290	29.11
95	27.29	195	28.55	295	29.09
100	27.25	200	28.62	300	31.44

Lokasi 2, sampel 2

Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor
5	27.36	105	27.58	205	28.53
10	27.36	110	27.66	210	28.52
15	27.37	115	27.64	215	28.55
20	27.35	120	27.74	220	28.51
25	27.38	125	27.89	225	28.56
30	27.41	130	28.03	230	28.67
35	27.43	135	28.10	235	28.75
40	27.40	140	28.06	240	28.81
45	27.41	145	28.01	245	28.93
50	27.40	150	27.99	250	28.91
55	27.38	155	28.13	255	28.97
60	27.43	160	28.14	260	28.99
65	27.48	165	28.16	265	29.06
70	27.44	170	28.29	270	29.03
75	27.48	175	28.30	275	29.14
80	27.49	180	28.36	280	29.11
85	27.48	185	28.40	285	29.09
90	27.47	190	28.36	290	29.20
95	27.49	195	28.43	295	29.34
100	27.49	200	28.55	300	31.38

Lokasi 2, sampel 3

Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor
5	27.39	105	27.65	205	28.16



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

10	27.41	110	27.73	210	28.17
15	27.44	115	27.84	215	28.15
20	27.48	120	27.89	220	28.23
25	27.46	125	27.86	225	28.30
30	27.48	130	27.92	230	28.34
35	27.52	135	27.88	235	28.32
40	27.56	140	27.85	240	28.40
45	27.57	145	27.84	245	28.46
50	27.55	150	27.93	250	28.50
55	27.55	155	27.94	255	28.48
60	27.60	160	28.03	260	28.62
65	27.57	165	28.01	265	28.74
70	27.56	170	27.98	270	28.83
75	27.61	175	27.93	275	28.98
80	27.61	180	28.02	280	29.05
85	27.59	185	28.14	285	29.07
90	27.58	190	28.13	290	29.04
95	27.62	195	28.13	295	29.11
100	27.61	200	28.08	300	31.38

Lokasi 3, sampel 1

Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor
5	27.35	105	27.48	205	27.23
10	27.34	110	27.45	210	27.22
15	27.37	115	27.46	215	27.26
20	27.40	120	27.41	220	27.28
25	27.43	125	27.40	225	27.24
30	27.41	130	27.36	230	27.21
35	27.46	135	27.35	235	27.22
40	27.42	140	27.30	240	27.23
45	27.45	145	27.29	245	27.16
50	27.46	150	27.27	250	27.13
55	27.42	155	27.23	255	27.05
60	27.47	160	27.27	260	27.06
65	27.48	165	27.31	265	27.10
70	27.42	170	27.31	270	27.04



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

75	27.44	175	27.33	275	27.03
80	27.45	180	27.33	280	27.06
85	27.45	185	27.35	285	27.00
90	27.38	190	27.31	290	26.90
95	27.39	195	27.27	295	26.86
100	27.44	200	27.24	300	26.81

Lokasi 3, sampel 2

Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor
5	27.41	105	27.38	205	27.20
10	27.36	110	27.35	210	27.15
15	27.37	115	27.31	215	27.08
20	27.35	120	27.29	220	27.02
25	27.35	125	27.33	225	27.04
30	27.33	130	27.27	230	27.01
35	27.31	135	27.29	235	26.98
40	27.33	140	27.29	240	27.01
45	27.36	145	27.25	245	27.04
50	27.31	150	27.26	250	27.08
55	27.34	155	27.23	255	27.02
60	27.35	160	27.19	260	26.95
65	27.34	165	27.20	265	26.88
70	27.36	170	27.21	270	26.85
75	27.38	175	27.23	275	26.87
80	27.40	180	27.21	280	26.89
85	27.39	185	27.21	285	26.87
90	27.42	190	27.24	290	26.87
95	27.44	195	27.27	295	26.79
100	27.43	200	27.22	300	26.69

Lokasi 3, sampel 3

Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor
5	27.31	105	27.59	205	27.48
10	27.28	110	27.63	210	27.45



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

15	27.31	115	27.62	215	27.46
20	27.35	120	27.64	220	27.42
25	27.40	125	27.65	225	27.44
30	27.42	130	27.63	230	27.41
35	27.41	135	27.65	235	27.38
40	27.46	140	27.66	240	27.36
45	27.50	145	27.70	245	27.32
50	27.53	150	27.71	250	27.31
55	27.55	155	27.63	255	27.27
60	27.59	160	27.63	260	27.25
65	27.57	165	27.64	265	27.14
70	27.58	170	27.64	270	27.04
75	27.62	175	27.59	275	26.93
80	27.62	180	27.55	280	26.89
85	27.65	185	27.51	285	26.87
90	27.69	190	27.53	290	26.79
95	27.63	195	27.52	295	26.64
100	27.57	200	27.55	300	26.44

Lokasi 4, sampel 1

Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor
5	27.33	105	26.56	205	25.68
10	27.25	110	26.48	210	25.66
15	27.30	115	26.44	215	25.57
20	27.35	120	26.37	220	25.46
25	27.31	125	26.27	225	25.37
30	27.31	130	26.30	230	25.26
35	27.23	135	26.30	235	25.17
40	27.15	140	26.30	240	25.17
45	27.08	145	26.34	245	25.18
50	27.08	150	26.29	250	25.13
55	27.00	155	26.24	255	25.13
60	27.05	160	26.20	260	25.10
65	26.94	165	26.15	265	25.07
70	26.85	170	26.15	270	25.11



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

75	26.75	175	26.03	275	25.05
80	26.77	180	25.99	280	25.09
85	26.72	185	25.97	285	25.09
90	26.68	190	25.91	290	25.09
95	26.62	195	25.79	295	24.97
100	26.61	200	25.80	300	25.50

Lokasi 4, sampel 2

Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor
5	27.42	105	26.94	205	26.09
10	27.42	110	26.83	210	26.03
15	27.37	115	26.75	215	26.03
20	27.29	120	26.68	220	25.94
25	27.29	125	26.64	225	25.87
30	27.34	130	26.68	230	25.91
35	27.30	135	26.61	235	25.97
40	27.33	140	26.50	240	25.89
45	27.22	145	26.54	245	25.83
50	27.20	150	26.58	250	25.72
55	27.12	155	26.60	255	25.64
60	27.09	160	26.49	260	25.59
65	27.08	165	26.42	265	25.56
70	27.11	170	26.33	270	25.54
75	27.08	175	26.37	275	25.48
80	27.12	180	26.27	280	25.39
85	27.06	185	26.17	285	25.37
90	26.96	190	26.09	290	25.31
95	26.92	195	26.11	295	25.25
100	26.93	200	26.03	300	25.50

Lokasi 4, sampel 3

Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor
5	27.21	105	26.94	205	26.99
10	27.26	110	26.87	210	26.99



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

15	27.18	115	26.92	215	26.89
20	27.24	120	26.84	220	26.92
25	27.29	125	26.78	225	26.86
30	27.22	130	26.69	230	26.86
35	27.19	135	26.68	235	26.90
40	27.14	140	26.70	240	26.87
45	27.09	145	26.71	245	26.80
50	27.11	150	26.74	250	26.78
55	27.14	155	26.75	255	26.82
60	27.07	160	26.75	260	26.85
65	27.05	165	26.68	265	26.91
70	27.05	170	26.73	270	26.95
75	27.04	175	26.79	275	26.97
80	26.94	180	26.80	280	26.94
85	26.89	185	26.86	285	26.85
90	26.86	190	26.90	290	26.90
95	26.91	195	26.94	295	26.79
100	26.94	200	26.96	300	25.50

Lokasi 5, sampel 1

Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor
5	27.36	105	27.34	205	27.46
10	27.37	110	27.31	210	27.45
15	27.35	115	27.29	215	27.42
20	27.37	120	27.29	220	27.40
25	27.36	125	27.27	225	27.42
30	27.35	130	27.27	230	27.44
35	27.36	135	27.25	235	27.43
40	27.35	140	27.27	240	27.44
45	27.38	145	27.24	245	27.46
50	27.38	150	27.26	250	27.44
55	27.37	155	27.29	255	27.42
60	27.34	160	27.32	260	27.44
65	27.36	165	27.32	265	27.42
70	27.34	170	27.34	270	27.44



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

75	27.34	175	27.32	275	27.41
80	27.35	180	27.35	280	27.43
85	27.35	185	27.38	285	27.39
90	27.38	190	27.39	290	27.37
95	27.37	195	27.42	295	27.34
100	27.36	200	27.43	300	27.31

Lokasi 5, sampel 2

Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor
5	27.38	105	27.33	205	27.28
10	27.36	110	27.30	210	27.30
15	27.35	115	27.27	215	27.28
20	27.37	120	27.28	220	27.30
25	27.38	125	27.26	225	27.30
30	27.36	130	27.26	230	27.30
35	27.38	135	27.28	235	27.32
40	27.40	140	27.29	240	27.29
45	27.37	145	27.29	245	27.28
50	27.38	150	27.27	250	27.25
55	27.37	155	27.25	255	27.23
60	27.34	160	27.23	260	27.25
65	27.33	165	27.26	265	27.22
70	27.34	170	27.28	270	27.25
75	27.32	175	27.26	275	27.24
80	27.31	180	27.23	280	27.25
85	27.32	185	27.26	285	27.25
90	27.30	190	27.29	290	27.23
95	27.32	195	27.29	295	27.22
100	27.32	200	27.28	300	27.25

Lokasi 5, sampel 3

Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor	Detik Ke-	Hasil Sensor
5	27.33	105	27.34	205	27.33
10	27.32	110	27.36	210	27.35



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

15	27.30	115	27.35	215	27.36
20	27.29	120	27.36	220	27.36
25	27.31	125	27.37	225	27.34
30	27.28	130	27.39	230	27.33
35	27.30	135	27.37	235	27.33
40	27.31	140	27.39	240	27.34
45	27.28	145	27.41	245	27.36
50	27.25	150	27.38	250	27.37
55	27.25	155	27.36	255	27.38
60	27.27	160	27.36	260	27.40
65	27.27	165	27.35	265	27.39
70	27.28	170	27.37	270	27.36
75	27.30	175	27.34	275	27.38
80	27.33	180	27.31	280	27.37
85	27.34	185	27.33	285	27.38
90	27.33	190	27.34	290	27.36
95	27.34	195	27.34	295	27.32
100	27.34	200	27.33	300	27.25

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**