



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



**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING
SMART TRASH BIN BERBASIS WIRELESS SENSOR
NETWORK (WSN) MENGGUNAKAN ZIGBEE**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**Raditya Almanda
2103421023**

**PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025**



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



**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING*
SMART TRASH BIN BERBASIS *WIRELESS SENSOR*
NETWORK (WSN) MENGGUNAKAN *ZIGBEE***

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Raditya Almanda

2103421023

**PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025**



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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Raditya Almanda

NIM : 2103421023

Tanda Tangan :

Tanggal : 17 Juli 2025

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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Raditya Almanda

NIM : 2103421023

Program Studi : Broadband Multimedia

Judul skripsi : Rancang Bangun Sistem Monitoring Smart Trash Bin
Berbasis Wireless Sensor Network (WSN) Menggunakan
Zigbee

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada Kamis, 17 Juli 2025 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing : Agus Wagyana, S.T., M.T.

NIP. 19680824 199903 1 002

Depok, 23 Juli 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

NIP. 197803312003122002



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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan laporan Skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan laporan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa mendoakan dan selalu memberikan dukungan moral dan material selama melaksanakan Skripsi;
2. Bapak Agus Wagyana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan laporan Skripsi ini;
3. Stephanie Nurhadijaya yang telah memberikan dukungan dalam keadaan apapun.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan ini, oleh sebab itu penulis mengharapkan masukan serta saran untuk perbaikan. Semoga laporan Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 4 Juli 2025

Raditya Almanda



Rancang Bangun Sistem Monitoring Smart Trash Bin Berbasis Wireless Sensor Network (WSN) Menggunakan Zigbee

ABSTRAK

Permasalahan pengelolaan sampah yang semakin kompleks akibat pertumbuhan populasi dan keterbatasan sistem konvensional menuntut solusi berbasis teknologi. Penelitian ini merancang dan merealisasikan prototipe Smart Trash Bin berbasis Wireless Sensor Network (WSN) menggunakan teknologi ZigBee dengan topologi point-to-point. Sistem ini terdiri atas dua komponen utama, yaitu end device dan coordinator. Pada sisi end device, digunakan dua sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi keberadaan objek dan mengukur volume sampah, serta dilengkapi dengan modul GPS Neo-6M untuk pelacakan lokasi dan motor servo untuk mekanisme buka tutup otomatis. Mikrokontroler ESP32 DevkitC V4 berfungsi sebagai pengendali utama, sementara komunikasi data dilakukan melalui modul XBee S2C. Data dari end device dikirim secara nirkabel ke coordinator, yang kemudian ditampilkan melalui LCD 16×2 dan disimpan ke dalam Firebase Realtime Database menggunakan koneksi Wi-Fi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 memiliki tingkat kesalahan rata-rata 1,3% dengan maksimum 3,6%, sementara komunikasi ZigBee stabil hingga jarak 50 meter dengan nilai RSSI ≥ -51 dBm dan latensi rata-rata di bawah 150 ms. Penelitian ini membuktikan bahwa sistem yang dirancang mampu melakukan pemantauan tingkat sampah secara real-time secara akurat dan efisien.

Kata kunci : ESP32; Monitoring; Smart Trash Bin; Ultrasonik; Zigbee

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

Design and Build Smart Trash Bin Monitoring System Based on Wireless Sensor Network (WSN) Using Zigbee

Abstract

The increasingly complex problem of waste management due to population growth and limitations of conventional systems necessitates the adoption of technology-based solutions. This study designs and implements a prototype Smart Trash Bin based on a Wireless Sensor Network (WSN) utilizing ZigBee communication with a point-to-point topology. The system consists of two main components: an end device and a coordinator. On the end device side, two HC-SR04 ultrasonic sensors are employed to detect object presence and measure waste volume, complemented by a Neo-6M GPS module for location tracking and a servo motor for the automatic lid mechanism. The ESP32 DevkitC V4 microcontroller functions as the central controller, while data communication is handled via the XBee S2C module. Data from the end device is transmitted wirelessly to the coordinator, displayed on a 16×2 LCD, and stored in the Firebase Realtime Database via a Wi-Fi connection. Experimental results show that the HC-SR04 sensor has an average error rate of 1.3%, with a maximum of 3.6%, while ZigBee communication remains stable up to 50 meters with an RSSI ≥ -51 dBm and an average latency below 150 ms. This study demonstrates that the proposed system can accurately and efficiently monitor waste levels in real-time.

Keywords : ESP32; Monitoring; Smart Trash Bin; Ultrasonic Sensor; ZigBee.



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

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Luaran	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Pengertian Sampah	3
2.1.1 Pengelolaan Sampah	3
2.1.2 Tempat Sampah Pintar (<i>Smart Trash Bin</i>)	4
2.2 WSN (<i>Wireless Sensor Network</i>)	4
2.3 Zigbee	6
2.3.1 Parameter Zigbee	7
2.3.2 Xbee S2C	8
2.4 XCTU	10
2.5 DevKitC V4	10
2.6 Sensor HC-SR04	11
2.7 Liquid Cristal Display 16x2	13
2.8 Inter-Integrated Circuit (I2C)	13
2.9 <i>Global Positioning System</i> (GPS)	14
2.9.1 <i>Longitude Latitude</i>	14
2.9.2 Modul GPS Neo 6M U-Blox	15
2.10 Arduino IDE	15
2.11 Android Studio	16
2.12 Firebase	17
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI	19
3.1 Rancangan Alat	19
3.1.1 Deskripsi Alat	19
3.1.2 Cara Kerja Alat	20



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

3.1.3 Spesifikasi Alat	22
3.1.4 Diagram Blok.....	24
3.1.5 Perancangan Perangkat Keras.....	25
3.2 Realisasi Alat	29
3.2.1 Visualisasi Alat	29
3.2.2 Realisasi <i>Hardware</i>	31
3.2.3 Realisasi <i>Software</i>	32
3.3 Metodologi Penelitian.....	43
BAB IV PEMBAHASAN.....	45
4.1 Pengujian Pengukuran Sensor Ultrasonik dan Servo SG-90	45
4.1.1 Deskripsi Pengujian.....	45
4.1.2 Prosedur Pengujian.....	46
4.1.3 Data Hasil Pengujian.....	47
4.1.4 Analisis Data	48
4.2 Pengujian Zigbee.....	49
4.2.1 Deskripsi Pengujian	49
4.2.2 Prosedur Pengujian.....	49
4.2.3 Data Hasil Pengujian.....	51
4.2.4 Analisis Data	53
4.3 Pengujian Aplikasi	53
4.3.1 Prosedur Pengujian.....	53
4.3.2 Data Hasil Pengujian.....	54
4.3.3 Analisis Data	57
BAB V.....	58
5.1 Simpulan	58
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	62
LAMPIRAN	63
(L-1) Source Code Zigbee End Device.....	63
(L-2) Source Code Zigbee Coordinator	65
(L-3) Source Code Aplikasi MainActivity.kt.....	68
(L-4) Source Code Aplikasi activity_main.xml.....	73
(L-5) Lokasi pengujian jarak 0-100 meter dan ilustrasinya.....	76
(L-6) Bukti Pengujian	77
(L-7) Tampilan Aplikasi Android	78



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

(L-8) Tampilan Database Firebase.....79





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis-Jenis Topologi WSN.....	6
Gambar 2. 2 Modul Xbee S2C.....	9
Gambar 2. 3 Aplikasi XCTU	10
Gambar 2. 4 Modul ESP32 DevKitC V4.....	11
Gambar 2. 5 Sensor ultrasonik HC-SR04.....	12
Gambar 2. 6 LCD 16x2.....	13
Gambar 2. 7 Inter-Integrated I2C.....	14
Gambar 2. 8 Modul GPS Neo 6M U-Blox.....	15
Gambar 2. 9 Arduino IDE.....	16
Gambar 2. 10 Android Studio.....	17
Gambar 2. 11 Website Firebase.....	18
Gambar 3. 1 Diagram Alur End Device.....	20
Gambar 3. 2 Diagram Alur Coordinator.....	21
Gambar 3. 3 Diagram Blok Sistem.....	25
Gambar 3. 4 Wiring Sistem End Device.....	27
Gambar 3. 5 Wiring Sistem Coordinator.....	28
Gambar 3. 6 Visualisasi Alat End Device.....	30
Gambar 3. 7 Visualisasi Alat Coordinator.....	30
Gambar 3. 8 Perakitan Komponen End Device.....	31
Gambar 3. 9 Perakitan Komponen Coordinator.....	31
Gambar 3. 10 Install Library ESP32.....	32
Gambar 3. 11 Hasil Instalasi Board ESP32.....	33
Gambar 3. 12 Library End Device.....	33
Gambar 3. 13 Alokasi Pin End Device.....	34
Gambar 3. 14 Inisialisasi HC-SR04 dan Menghitung Volume.....	34
Gambar 3. 15 Inisialisasi GPS, XBee S2C, dan Servo SG-90.....	34
Gambar 3. 16 Inisialisasi HC-SR04 untuk Buka Tutup Otomatis.....	35
Gambar 3. 17 Mengirim Data dari End Device ke Coordinator.....	35
Gambar 3. 18 Memasukkan Library, konfigurasi Wifi dan Firebase.....	36
Gambar 3. 19 Inisialisasi Wifi, LCD, Firebase dan XBee.....	36
Gambar 3. 20 Konfirmasi data end Device, Menampilkan di LCD dan Mengirim Data ke Firebase.....	37
Gambar 3. 21 Menyambungkan Aplikasi dengan Firebase.....	37
Gambar 3. 22 Import Fitur Penting untuk Aplikasi dan Firebase.....	38
Gambar 3. 23 Membuat Data Class untuk Menyimpan Data Tempat Sampah.....	38
Gambar 3. 24 Kode Utama Aplikasi untuk Menampilkan Data dan UI.....	38
Gambar 3. 25 Menyiapkan UI dari Layout XML.....	39
Gambar 3. 26 Menghubungkan Aplikasi ke Google Maps.....	39
Gambar 3. 27 Menampilkan Notifikasi saat Volume Sampah Melebihi 80%.....	40
Gambar 3. 28 Penggunaan ScrollView dan LinearLayout.....	40
Gambar 3. 29 Menampilkan Gambar Aplikasi Monitoring pada Bagian Atas.....	41
Gambar 3. 30 UI Ikon Status Sampah dan Text Status Sampah.....	41
Gambar 3. 31 UI Ikon Volume Sampah dan Text Volume Sampah.....	42
Gambar 3. 32 Menampilkan Peta Google Maps.....	43
Gambar 4. 1 Contoh Hasil Pengukuran Daya Tampung Tempat Sampah.....	47



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 2 Contoh Hasil Pengukuran Deteksi Orang dengan Servo.....	47
Gambar 4. 3 Pengujian Transmisi Data Xbee.....	51
Gambar 4. 4 Melihat Data Throughput dan RSSI Lewat Firebase	51
Gambar 4. 5 Titik Lokasi Pengujian	52
Gambar 4. 6 Data Pada Firebase.....	55
Gambar 4. 7 Tampilan Aplikasi dan Notifikasi Handphone.....	55



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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar Nilai RSSI.....	8
Tabel 2. 2 Standar Nilai Throughput.....	8
Tabel 2. 3 Spesifikasi modul XBee S2C.....	9
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat End Device.....	22
Tabel 3. 2 Spesifikasi Alat Coordinator.....	23
Tabel 3. 3 Spesifikasi Software dan Website.....	23
Tabel 3. 4 Alat dan Bahan.....	26
Tabel 3. 5 Alokasi Pin End Device.....	27
Tabel 3. 6 Alokasi Pin Coordinator.....	29
Tabel 3. 7 Objek dan Variabel.....	43
Tabel 4. 1 Alat Pengujian Sensor HC-SR04 dan Servo SG-90.....	46
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor HC-SR04 Daya Tampung Tempat Sampah....	48
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor HC-SR04 Deteksi Orang dan Servo SG-90....	48
Tabel 4. 4 Alat Pengujian XBee S2C.....	50
Tabel 4. 5 Software Pengujian XBee S2C.....	50
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian XBee S2C.....	52
Tabel 4. 7 Alat Pengujian Aplikasi.....	54
Tabel 4. 8 Data Pengujian Aplikasi.....	56

**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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah menjadi salah satu permasalahan yang sudah menjadi isu global, termasuk di Indonesia. Jumlah sampah akan terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk di Indonesia (Julia Lingga dkk., 2024). Akibatnya, penumpukan sampah tersebar di berbagai tempat, seperti di pasar tradisional, perkampungan dan tempat umum lainnya. Hal ini terjadi dikarenakan kurangnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pengelolaan sampah. Pengelolaan sampah di Indonesia juga masih bergantung pada petugas kebersihan lingkungan setempat yang pengerjaannya ditentukan dengan jadwal. Hal tersebut tidak efektif karena apabila tempat sampah sudah penuh sebelum jadwal pengumpulan sampah, maka akan terjadi penumpukan sampah dan berbau di sekitar tempat sampah. Apabila pengelolaan sampah tidak terkendali, maka dapat menimbulkan berbagai masalah lingkungan, seperti pencemaran lingkungan, sumber penyakit dan mengganggu estetika dari lingkungan itu sendiri.

Dengan beberapa faktor yang ada, menerapkan sistem *monitoring* dapat membantu untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan dan penanganan pengambilan sampah. Di era perkembangan teknologi yang pesat, hal ini dapat menjadi solusi untuk memudahkan pengguna dalam memantau kondisi tempat sampah secara efisien.

Sebelumnya pada tahun 2022 terdapat penelitian yang dilakukan oleh Omar Rais Damas Srihantaran dengan judul Rancang Bangun *Sistem Smart Garbage Collection* Menggunakan LoRa. Pada penelitian tersebut sistem dapat memantau/*monitoring* kapasitas daya tampung tempat sampah, dan dapat menginformasikan lokasi tempat sampah tersebut melalui LoRa *Receiver* ke sisi pengguna.

Hal inilah yang mendasari penulis untuk membuat skripsi ini. Sistem *monitoring* dirancang dengan membuat sistem pemantauan kapasitas daya tampung tempat sampah dengan menggunakan sensor *ultrasonik*, sistem buka otomatis



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

menggunakan sensor *ultrasonik* untuk mendeteksi adanya pergerakan benda atau orang dalam jarak yang ditentukan yang dibantu dengan motor servo untuk membuka penutup tempat sampah. Data hasil pengukuran akan di kirimkan melalui komunikasi Zigbee, kemudian pada sisi *coordinator* dilengkapi dengan LCD untuk monitoring serta *Wi-fi* yang berfungsi sebagai *gateway* ke *cloud* Firebase.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah:

- a. Bagaimana merancang sistem *monitoring smart trash bin* berbasis *wireless sensor network* menggunakan ZigBee?
- b. Bagaimana merealisasikan sistem *monitoring smart trash bin* berbasis *wireless sensor network* menggunakan ZigBee?
- c. Bagaimana kinerja alat dari sistem *monitoring smart trash bin* berbasis *wireless sensor network* menggunakan ZigBee?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah:

- a. Merancang sistem *monitoring smart trash bin* berbasis *wireless sensor network* menggunakan ZigBee.
- b. Merealisasikan sistem *monitoring smart trash bin* berbasis *wireless sensor network* menggunakan ZigBee.
- c. Mengukur kinerja dari sistem *monitoring smart trash bin* berbasis *wireless sensor network* menggunakan ZigBee.

1.4 Luaran

- a. Prototipe alat yang dapat digunakan untuk *monitoring smart trash bin* pada gedung G Politeknik Negeri Jakarta.
- b. Laporan skripsi dengan judul “Rancang Bangun Sistem *Monitoring Smart Trash Bin* Berbasis *Wireless Sensor Network* Menggunakan ZigBee”.
- c. Artikel ilmiah dengan judul Pengaruh Jarak dan Hambatan Fisik Terhadap Performansi Data Zigbee pada ESP32-C6 yang dipresentasikan pada Seminar Nasional Teknik Elektro 2025.

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

BAB V PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian serta analisa di atas, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem *Monitoring Smart Trash Bin* Berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN) Menggunakan Zigbee dapat memantau/*monitoring* kapasitas daya tampung tempat sampah, dapat membuka tutup otomatis ketika terdapat orang atau benda yang mendekat ke arah tempat sampah yang kemudian data dikirim ke sisi Zigbee *Coordinator*.
2. Sistem *Monitoring Smart Trash Bin* Berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN) Menggunakan Zigbee direalisasikan terdiri dari satu *end device* dan satu *coordinator*, pada *end device* dilengkapi mikrokontroler ESP32 DevkitC V4 dengan sensor ultrasonik, modul GPS Neo 6M, motor servo yang terhubung dengan sensor ultrasonik, XBee S2C, dan baterai 18650. Pada *coordinator* dilengkapi dengan mikrokontroler ESP32 DevkitC V4, XBee S2C dan LCD 16x2 I2C.
3. Berdasarkan hasil pengujian tingkat sensor HC-SR04, sistem ini memiliki operasional yang cukup baik dengan hasil pengujian sensor yang cukup akurat dengan nilai error yang sangat rendah. Pada pengujian Zigbee, transmisi data antara *End device* dengan *Coordinator* stabil pada jarak 10-50 meter dan pada jarak 60-100 meter koneksi antara *End device* dengan *Coordinator* mulai terputus. Hal ini disebabkan oleh jarak dan hambatan dari lokasi yang dapat mempengaruhi proses transmisi data sehingga mengalami gangguan.

5.2 Saran

1. Jarak pada Zigbee dapat diperluas dengan cara menggunakan XBee yang di konfigurasi menjadi *router device* sehingga transmisi data dapat terhubung tanpa ada kendala.



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

DAFTAR PUSTAKA

Arifin, T.N., Febriyani Pratiwi, G. and Janrafsasih, A. (2022) 'Sensor Ultrasonik Sebagai Sensor Jarak', *Jurnal Tera*, 2(2), pp. 55–62. Available at: <http://jurnal.undira.ac.id/index.php/jumaltera/>.

Dass, S. (2023) *Biometric System and Applications*.

Ding, S., Liu, J. and Yue, M. (2021) 'The Use of ZigBee Wireless Communication Technology in Industrial Automation Control', *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1155/2021/8317862>.

Dwisaputra, I., Rolastin, B. and Afriansyah, R. (2020) 'Monitoring Water Quality Using Star Topology Wireless Sensor Networks', *Journal of Physics: Conference Series*, 1450(1). Available at: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1450/1/012047>.

Fadillah, M.Y. (2021) 'Membuat Aplikasi Sederhana Menggunakan Android Studio', *JOINTECOMS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, 10(10), pp. 1–8.

Fitria Suyatna, S., Suhendi, A. and Fitriyanti, N. (2024) 'Penerapan Wireless Sensor Network (WSN) dengan Modul nRF24L01 pada Sistem Monitoring Suhu Mesin Ball Tea', 11(4), pp. 3027–3030.

Hanafi, H. and Irsan, F. (2023) 'Analisis Kinerja Transmisi Data untuk Alat Monitoring Suhu Ruangan menggunakan Modul Xbee S2C', *Jurnal Litek : Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, 20(1), pp. 25–32. Available at: <https://doi.org/10.30811/litek.v20i1.6>.

Haque, K.F., Abdelgawad, A. and Yelamarthi, K. (2022) 'Comprehensive Performance Analysis of Zigbee Communication: An Experimental Approach with XBee S2C Module', *Sensors*, 22(9), pp. 1–23. Available at: <https://doi.org/10.3390/s22093245>.

Haries Anom Susetyo Aji Nugroho, Sonhaji and Andika Chandra Prasetyo (2024) 'Evaluasi Kinerja Jaringan WiFi Mahasiswa: Analisis Throughput, Delay, Jitter, dan Packet loss', *Informatika*, 8(1), pp. 23–27.



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

Ismailov, A.S. and Jo'rayev, Z.B. (2022) 'Study of Arduino Microcontroller Board', *'Science and Education' Scientific Journal*, 3(3), pp. 172–179.

Julia Lingga, L. *et al.* (2024) 'Sampah di Indonesia: Tantangan dan Solusi Menuju Perubahan Positif', *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4, pp. 12235–12247.

K. Lokesh and Madhu, M. (2022) 'IP Verification of Inter-Integrated Circuit (I2C) for Open Power Processor Based Fabless SoC', *XI(Xii)*, pp. 219–224.

Kamila, T. *et al.* (2024) 'Penerapan Wireless Sensor Network Untuk Aplikasi Pemantauan Hasil Data Sensor Suhu, Kelembapan, Intensitas Cahaya Dan Curah Hujan Pada Tanaman Berbasis Esp8266 Dan Raspberry Pi', *e-Proceeding of Engineering*, 11(4), pp. 1–4.

Liu, Z. *et al.* (2022) 'Comparative Evaluation of the Performance of ZigBee and LoRa Wireless Networks in Building Environment', *Electronics (Switzerland)*, 11(21). Available at: <https://doi.org/10.3390/electronics11213560>.

Majid, M. *et al.* (2022) 'Applications of Wireless Sensor Networks and Internet of Things Frameworks in the Industry Revolution 4.0: A Systematic Literature Review', *Sensors*, 22(6), pp. 1–36. Available at: <https://doi.org/10.3390/s22062087>.

Nizam, M., Yuana, H. and Wulansari, Z. (2022) 'Mikrokontroler ESP32 sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web', *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), pp. 767–772.

Pemerintah Republik Indonesia (2008) *Undang Undang Nomor 18 Tahun 2008*.

Ramadhan, R.A. *et al.* (2023) 'Smart Trash Bin Berbasis Internet Of Things Menggunakan Suplai dari Panel Surya', *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7(3), pp. 1149–1158. Available at: <https://doi.org/10.33379/gtech.v7i3.2777>.

Salim, M. and Nuswantoro, U.D. (2025) *Mursalim E-Book Internet of Things IoT*. edisi ke-d. Edited by S. Arlis. Kabupaten Agam: Yayasan Tri Edukasi Ilmiah.

Saputra, I.P.B.A. *et al.* (2024) 'Hubungan Pengelolaan Sampah Dengan Kejadian



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

Diare Di Desa Pandanan’, *Ganec Swara*, 18(1), p. 77. Available at: <https://doi.org/10.35327/gara.v18i1.736>.

Sulistiyawan, V.N. *et al.* (2023) ‘Parking Tracking System Using Ultrasonic Sensor HC-SR04 and NODEMCU ESP8266 Based IoT’, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1203(1), pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1203/1/012028>.

Supriyanto, T. *et al.* (2023) ‘Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah di Perumahan Cluster Menggunakan Komunikasi Long Range (Lora)’, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*, 8.

Suryana, T. (2021) ‘Antarmuka Ublox Neo-6m Gps Module Dengan Nodemcu Esp8266’, *Jurnal Komputa Unikom*, pp. 1–18. Available at: [https://repository.unikom.ac.id/68725/%0Ahttps://repository.unikom.ac.id/68725/1/Antarmuka ublox NEO-6M GPS Module dengan NodeMCU ESP8266.pdf](https://repository.unikom.ac.id/68725/%0Ahttps://repository.unikom.ac.id/68725/1/Antarmuka%20ublox%20NEO-6M%20GPS%20Module%20dengan%20NodeMCU%20ESP8266.pdf).

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

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Raditya Almanda, Lahir di Depok 08 Februari 2002. Memulai pendidikan di SDN Tugu 9 hingga lulus pada tahun 2014, setelah itu melanjutkan pendidikan di SMPN 8 Depok hingga lulus pada tahun 2017, setelah itu dilanjut dengan menempuh pendidikan di SMAN 13 Depok hingga lulus pada tahun 2020. Penulis melanjutkan studi di perguruan tinggi Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Broadband Multimedia



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

LAMPIRAN

(L-1) Source Code Zigbee End Device

```
#include <ESP32Servo.h>
#include <TinyGPS++.h>

// — PIN DEFINISI —
#define TRIG_LID 27 // HC-SR04 tutup
#define ECHO_LID 32
#define TRIG_VOL 26 // HC-SR04 volume
#define ECHO_VOL 33

#define SERVO_PIN 14 // Servo SG90

#define GPS_RX_PIN 4 // ESP32 UART1 RX ← TX GPS
#define GPS_TX_PIN 5 // ESP32 UART1 TX → RX GPS

#define XBEE_RX_PIN 16 // ESP32 UART2 RX ← TX XBee
#define XBEE_TX_PIN 17 // ESP32 UART2 TX → RX XBee

const int TINGGI_TONG = 57; // tinggi bak (cm)
const long SEND_INTERVAL = 5000; // kirim data tiap 5 detik

// Titik koordinat fallback (manual)
const double DEFAULT_LAT = -6.372265363369376;
const double DEFAULT_LON = 106.8229050132468;

Servo servo;
TinyGPSPlus gps;
unsigned long lastSend = 0;

// Fungsi baca jarak HC-SR04 (cm)
long bacaUltrasonik(int trig, int echo) {
  digitalWrite(trig, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trig, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trig, LOW);
  long dur = pulseIn(echo, HIGH, 30000);
  long jar = dur * 0.034 / 2;
  return jar > 0 ? jar : TINGGI_TONG;
}
```



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

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Serial1.begin(9600, SERIAL_8N1, GPS_RX_PIN, GPS_TX_PIN);
  Serial2.begin(9600, SERIAL_8N1, XBEE_RX_PIN, XBEE_TX_PIN);

  pinMode(TRIG_LID, OUTPUT);
  pinMode(ECHO_LID, INPUT);
  pinMode(TRIG_VOL, OUTPUT);
  pinMode(ECHO_VOL, INPUT);

  servo.setPeriodHertz(50);
  servo.attach(SERVO_PIN, 500, 2400);
  servo.write(0);

  lastSend = millis();
  Serial.println(">>> End Device Ready");
}

void loop() {
  // —— (A) Deteksi objek untuk buka/tutup ——
  long jarLid = bacaUltrasonik(TRIG_LID, ECHO_LID);
  if (jarLid < 100) servo.write(90);
  else          servo.write(0);

  // —— (B) Kirim data periodik (volume + GPS) ——
  unsigned long now = millis();
  if (now - lastSend >= SEND_INTERVAL) {
    lastSend = now;

    // 1) Hitung volume
    long jarVol = bacaUltrasonik(TRIG_VOL, ECHO_VOL);
    int persen = map((int)jarVol, 0, TINGGI_TONG, 100, 0);
    persen = constrain(persen, 0, 100);

    // Update status berdasarkan persentase
    String status;
    if (persen == 0)      status = "kosong";
    else if (persen < 80) status = "terisi";
    else                 status = "penuh";

    // 2) Baca GPS
    while (Serial1.available()) {
      gps.encode(Serial1.read());
    }

    // Gunakan GPS jika valid, jika tidak pakai default
    double lat = gps.location.isValid() ? gps.location.lat() : DEFAULT_LAT;
    double lon = gps.location.isValid() ? gps.location.lng() : DEFAULT_LON;
```



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

```
// 3) Kirim via XBee
String pkt = String(persen) + "|" +
             String(lat, 6) + "|" +
             String(lon, 6);
Serial2.println(pkt);

// 4) Debug ke Serial Monitor
Serial.printf("Vol:%3d%% | %s | GPS:%.6f,%.6f\n",
             persen, status.c_str(), lat, lon);
}

delay(200);
}
```

(L-2) Source Code Zigbee Coordinator

```
#include <WiFi.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <FirebaseESP32.h>

// --- Ganti dengan data jaringan dan Firebase Anda ---
#define WIFI_SSID      "rasn"
#define WIFI_PASS      "1234567891"
#define FIREBASE_HOST  "smarttrashbinapp-716b1-default-rtdb.asia-southeast1.firebaseio.com"
#define FIREBASE_AUTH  "wj9F17v4Olp7t1VPLxsVwbDEdcMI0K3XS1Afp75"

// Pin RX/TX untuk XBee (Serial2)
#define XBEE_RX_PIN    16
#define XBEE_TX_PIN    17

FirebaseData fbdo;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

unsigned long lastReceiveTime = 0;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(100);
  Serial.print("Menghubungkan ke WiFi");

  // Connect WiFi
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASS);
```



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

```
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(500);
}
Serial.println(" OK");
Serial.print("IP: ");
Serial.println(WiFi.localIP());

// Inisialisasi LCD
lcd.init();
lcd.backlight();
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Coordinator OK");

// Inisialisasi Firebase
Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
Firebase.reconnectWiFi(true);
Serial.println("Firebase siap.");

// Inisialisasi Serial2 untuk XBee
Serial2.begin(9600, SERIAL_8N1, XBEE_RX_PIN, XBEE_TX_PIN);
Serial.println("Serial2 (XBee) siap.");

lastReceiveTime = millis();
}

void loop() {
    // Cek apakah ada data dari XBee
    if (Serial2.available()) {
        unsigned long startTime = millis();

        // Baca sampai newline
        String m = Serial2.readStringUntil('\n');
        m.trim();

        // Debug: tampilkan mentah
        Serial.print("Raw from XBee: ");
        Serial.println(m);

        if (m.length()) {
            int byteSize = m.length(); // Hitung ukuran paket
            unsigned long now = millis();
            unsigned long timeDiff = now - lastReceiveTime;
            lastReceiveTime = now;

            // Hitung throughput (Bytes per second)
            float throughput = (timeDiff > 0) ? (1000.0 * byteSize / timeDiff) : 0;
        }
    }
}
```



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

```
// Placeholder RSSI (misalnya -70 dBm)
int rssi = -70;

// Cari delimiter '|'
int i1 = m.indexOf('|');
int i2 = m.indexOf('|', i1 + 1);
if (i1 > 0 && i2 > i1) {
    // Parsing
    int p = m.substring(0, i1).toInt();
    float lat = m.substring(i1 + 1, i2).toFloat();
    float lon = m.substring(i2 + 1).toFloat();

    // Update status berdasarkan p
    String s;
    if (p == 0) s = "Kosong";
    else if (p < 75) s = "Terisi";
    else s = "Penuh";

    // Debug parsing
    Serial.printf("Parsed -> p=%d, lat=%.5f, lon=%.5f, sts=%s, thr=%.2f B/s,
RSSI=%d dBm\n",
        p, lat, lon, s.c_str(), throughput, rssi);

    // Tampilkan ke LCD
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.printf("Vol:%3d%% Thr:%.0f", p, throughput);
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Sts:" + s);

    // Kirim ke Firebase
    Firebase.setInt (fbdo, "/volume", p);
    Firebase.setString(fbdo, "/status", s);
    Firebase.setFloat (fbdo, "/latitude", lat);
    Firebase.setFloat (fbdo, "/longitude", lon);
    Firebase.setFloat (fbdo, "/throughput", throughput);
    Firebase.setInt (fbdo, "/rssi", rssi);
} else {
    Serial.println("Format salah: tidak ada dua '|' !");
}
}
}

delay(100);
}
```



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

(L-3) Source Code Aplikasi MainActivity.kt

```
package com.example.monitoringsmarttrashbin

import android.Manifest
import android.app.NotificationChannel
import android.app.NotificationManager
import android.app.PendingIntent
import android.content.Context
import android.content.Intent
import android.content.pm.PackageManager
import android.location.Location
import android.os.Build
import android.os.Bundle
import android.util.Log
import android.widget.Toast
import androidx.annotation.RequiresPermission
import androidx.appcompat.app.AppCompatActivity
import androidx.core.app.ActivityCompat
import androidx.core.app.NotificationCompat
import androidx.core.content.ContextCompat
import
com.example.monitoringsmarttrashbin.databinding.ActivityMainBinding
import com.google.android.gms.location.FusedLocationProviderClient
import com.google.android.gms.location.LocationServices
import com.google.android.gms.maps.CameraUpdateFactory
import com.google.android.gms.maps.GoogleMap
import com.google.android.gms.maps.OnMapReadyCallback
import com.google.android.gms.maps.SupportMapFragment
import com.google.android.gms.maps.model.LatLng
import com.google.android.gms.maps.model.MarkerOptions
import com.google.firebase.database.*

data class TrashData(
    val status: String = "—",
    val volume: Long = 0L,
    val latitude: Double? = null,
    val longitude: Double? = null
)

class MainActivity : AppCompatActivity(), OnMapReadyCallback {

    private lateinit var binding: ActivityMainBinding
    private lateinit var trashRef: DatabaseReference
    private lateinit var valueEventListener: ValueEventListener
    private lateinit var fusedLocationClient: FusedLocationProviderClient
    private lateinit var mMap: GoogleMap

    private var hasNotified = false
```



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

```

companion object {
    private const val TAG = "MainActivity"
    private const val TRASH_PATH = "" // root Firebase
    private const val LOCATION_PERMISSION_REQUEST_CODE = 1
    private const val DEFAULT_LATITUDE_JAKARTA = -6.200000
    private const val DEFAULT_LONGITUDE_JAKARTA = 106.816666
}

private var lastLat = DEFAULT_LATITUDE_JAKARTA
private var lastLon = DEFAULT_LONGITUDE_JAKARTA

override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
    super.onCreate(savedInstanceState)
    binding = ActivityMainBinding.inflate(layoutInflater)
    setContentView(binding.root)

    // Android 13+ harus minta izin notifikasi
    if (Build.VERSION.SDK_INT >= Build.VERSION_CODES.TIRAMISU)
    {
        ActivityCompat.requestPermissions(this,
        arrayOf(Manifest.permission.POST_NOTIFICATIONS), 2)
    }

    fusedLocationClient =
    LocationServices.getFusedLocationProviderClient(this)

    val mapFragment =
    supportFragmentManager.findFragmentById(R.id.map) as
    SupportMapFragment
    mapFragment.getMapAsync(this)

    // Firebase
    trashRef = FirebaseDatabase
    .getInstance("https://smarttrashbinapp-716b1-default-rtdb.asia-
    southeast1.firebaseio.com")
    .getReference(TRASH_PATH)

    valueEventListener = object : ValueEventListener {
        override fun onDataChange(snapshot: DataSnapshot) {
            val trashData = snapshot.getValue(TrashData::class.java)

            if (trashData != null) {
                binding.tvStatus.text = "Status sampah: ${trashData.status}"
                binding.tvVolume.text = "Volume sampah: ${trashData.volume}%"

                // ✓ Cek kondisi notifikasi
                if (trashData.volume > 80 && !hasNotified) {

```



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

```

        Log.d(TAG, "Volume melebihi 80: ${trashData.volume},
        notifikasi dikirim")
        showNotification(trashData.volume)
        hasNotified = true
    } else if (trashData.volume <= 80) {
        hasNotified = false
    }

    if (trashData.latitude != null && trashData.longitude != null) {
        lastLat = trashData.latitude
        lastLon = trashData.longitude
        showTrashLocationOnMap(lastLat, lastLon)
    } else {
        showTrashLocationOnMap(lastLat, lastLon)
    }
    } else {
        binding.tvStatus.text = "Status sampah: Tidak ada data"
        binding.tvVolume.text = "Volume sampah: Tidak ada data"
    }
}

override fun onCancelled(error: DatabaseError) {
    binding.tvStatus.text = "Gagal memuat data: ${error.message}"
    Toast.makeText(this@MainActivity, "Gagal memuat data",
    Toast.LENGTH_SHORT).show()
}
}

override fun onStart() {
    super.onStart()
    trashRef.addValueEventListener(valueEventListener)
}

override fun onStop() {
    super.onStop()
    trashRef.removeEventListener(valueEventListener)
}

@RequiresPermission(Manifest.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION)
override fun onMapReady(googleMap: GoogleMap) {
    mMap = googleMap
    mMap.uiSettings.isZoomControlsEnabled = true

    if (ContextCompat.checkSelfPermission(this,
    Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION)
    == PackageManager.PERMISSION_GRANTED

```



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

```

    ) {
        mMap.isMyLocationEnabled = true
        showUserLocation()
    } else {
        ActivityCompat.requestPermissions(
            this,
            arrayOf(Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION,
                LOCATION_PERMISSION_REQUEST_CODE
            )
        )
    }
}

@RequiresPermission(allOf
[Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION,
Manifest.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION])
private fun showUserLocation() {
    fusedLocationClient.lastLocation.addOnSuccessListener { location:
Location? ->
    location?.let {
        val currentLatLng = LatLng(it.latitude, it.longitude)

mMap.moveCamera(CameraUpdateFactory.newLatLngZoom(currentLatLng,
15f))
    }
}

private fun showTrashLocationOnMap(lat: Double, lon: Double) {
    if (::mMap.isInitialized) {
        val location = LatLng(lat, lon)
        mMap.clear()
        mMap.addMarker(MarkerOptions().position(location).title("Lokasi
Tempat Sampah"))
        mMap.moveCamera(CameraUpdateFactory.newLatLngZoom(location,
16f))
    }
}

@RequiresPermission(allOf
[Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION,
Manifest.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION])
override fun onRequestPermissionsResult(
    requestCode: Int,
    permissions: Array<out String>,
    grantResults: IntArray
) {
    super.onRequestPermissionsResult(requestCode, permissions,
grantResults)

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

```

if (requestCode == LOCATION_PERMISSION_REQUEST_CODE &&
    grantResults.isNotEmpty() && grantResults[0] ==
PackageManager.PERMISSION_GRANTED
) {
    if (::mMap.isInitialized) {
        mMap.isMyLocationEnabled = true
        showUserLocation()
    }
}

// ☒ Notifikasi
private fun showNotification(volume: Long) {
    Log.d(TAG, "showNotification() dipanggil")

    val channelId = "trash_alert_channel"
    val channelName = "Peringatan Sampah"

    val notificationManager =
        getSystemService(Context.NOTIFICATION_SERVICE) as
        NotificationManager

    // Buat channel untuk Android O+
    if (Build.VERSION.SDK_INT >= Build.VERSION_CODES.O) {
        val channel = NotificationChannel(
            channelId,
            channelName,
            NotificationManager.IMPORTANCE_HIGH
        )
        notificationManager.createNotificationChannel(channel)
    }

    val intent = Intent(this, MainActivity::class.java)
    val pendingIntent = PendingIntent.getActivity(this, 0, intent,
        PendingIntent.FLAG_IMMUTABLE)

    val notification = NotificationCompat.Builder(this, channelId)
        .setSmallIcon(R.drawable.ic_launcher_foreground) // ☒ Ganti agar
        aman di emulator
        .setContentTitle("Peringatan Sampah")
        .setContentText("Tempat sampah sudah ${volume}% penuh!")
        .setPriority(NotificationCompat.PRIORITY_HIGH)
        .setContentIntent(pendingIntent)
        .setAutoCancel(true)
        .build()

    notificationManager.notify(1, notification)
}

```



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

(L-4) Source Code Aplikasi activity_main.xml

```

<ScrollView xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:background="#D3E4E5">

    <LinearLayout
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:orientation="vertical"
        android:paddingStart="24dp"
        android:paddingEnd="24dp"
        android:paddingTop="24dp"
        android:paddingBottom="16dp">

        <androidx.cardview.widget.CardView
            android:layout_width="match_parent"
            android:layout_height="220dp"
            app:cardCornerRadius="16dp"
            app:cardElevation="6dp"
            android:layout_marginBottom="24dp">

            <FrameLayout
                android:layout_width="match_parent"
                android:layout_height="match_parent">

                <!-- Konten teks di atas gambar -->
                <LinearLayout
                    android:layout_width="match_parent"
                    android:layout_height="match_parent"
                    android:orientation="horizontal"
                    android:padding="16dp"
                    android:gravity="center_vertical">

                    <!-- Gambar dekoratif kanan -->
                    <ImageView
                        android:layout_width="380dp"
                        android:layout_height="300dp"
                        android:src="@drawable/ic_trash_monitoring" />

                </LinearLayout>
            </FrameLayout>
        </androidx.cardview.widget.CardView>

```



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

```

<!-- Label Perangkat -->
<TextView
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Perangkat"
    android:textStyle="bold"
    android:textSize="16sp"
    android:layout_marginBottom="12dp" />

<!-- Card Status Sampah -->
<androidx.cardview.widget.CardView
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    app:cardCornerRadius="20dp"
    app:cardElevation="6dp"
    android:layout_marginBottom="16dp">

    <LinearLayout
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:orientation="horizontal"
        android:padding="20dp"
        android:gravity="center_vertical">

        <ImageView
            android:layout_width="60dp"
            android:layout_height="60dp"
            android:src="@drawable/ic_status"/>

        <LinearLayout
            android:layout_width="0dp"
            android:layout_weight="1"
            android:layout_height="wrap_content"
            android:orientation="vertical"
            android:paddingStart="16dp">

            <TextView
                android:id="@+id/tvStatus"
                android:layout_width="wrap_content"
                android:layout_height="wrap_content"
                android:text="Status sampah: —"
                android:textSize="18sp"
                android:textStyle="bold" />

            <TextView
                android:text="Detail"
                android:textSize="14sp"

```



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

```

        android:textColor="#666666"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="match_parent"/>
    </LinearLayout>
</LinearLayout>
</androidx.cardview.widget.CardView>

<!-- Card Volume Sampah -->
<androidx.cardview.widget.CardView
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    app:cardCornerRadius="20dp"
    app:cardElevation="6dp"
    android:layout_marginBottom="16dp">

    <LinearLayout
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:orientation="horizontal"
        android:padding="20dp"
        android:gravity="center_vertical">

        <ImageView
            android:layout_width="60dp"
            android:layout_height="60dp"
            android:src="@drawable/ic_volume" />

        <LinearLayout
            android:layout_width="0dp"
            android:layout_weight="1"
            android:layout_height="wrap_content"
            android:orientation="vertical"
            android:paddingStart="16dp">

            <TextView
                android:id="@+id/tvVolume"
                android:layout_width="wrap_content"
                android:layout_height="wrap_content"
                android:text="Volume sampah: —%"
                android:textSize="18sp"
                android:textStyle="bold" />

            <TextView
                android:text="Detail"
                android:textSize="14sp"
                android:textColor="#666666"
                android:layout_width="match_parent"
                android:layout_height="match_parent"/>

```



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

```

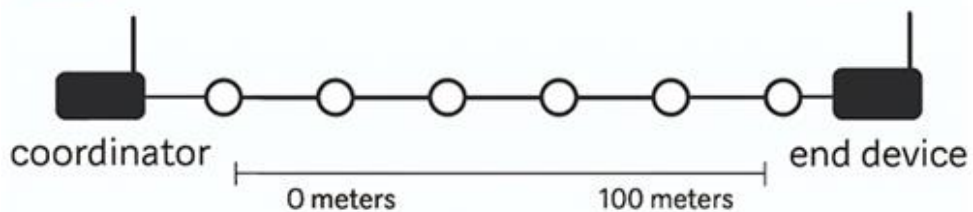
</LinearLayout>
</LinearLayout>
</androidx.cardview.widget.CardView>

<fragment
    android:id="@+id/map"
    android:name="com.google.android.gms.maps.SupportMapFragment"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="300dp"
    android:layout_marginBottom="16dp" />

</LinearLayout>
</ScrollView>

```

(L-5) Lokasi pengujian jarak 0-100 meter dan ilustrasinya





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

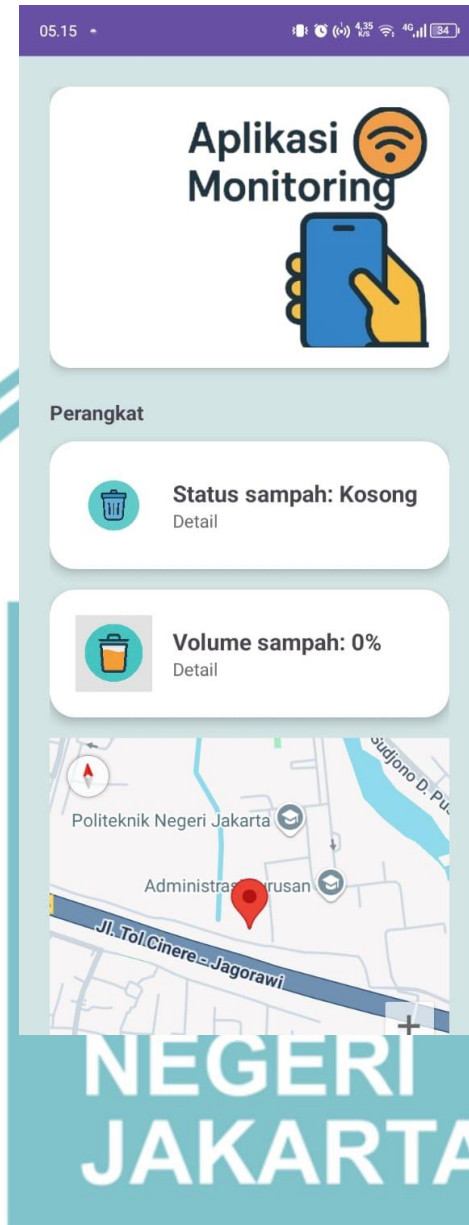
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

(L-6) Bukti Pengujian



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

(L-7) Tampilan Aplikasi Android



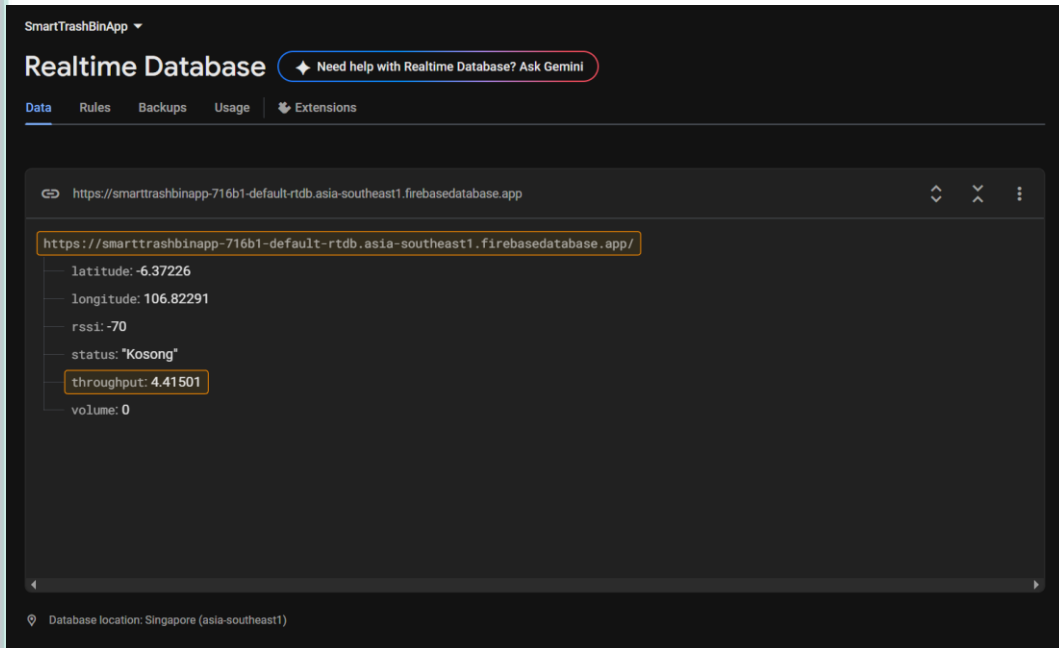
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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



(L-8) Tampilan Database Firebase



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



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA