

**APLIKASI *MONITORING VOLUME SAMPAH PADA TPS*
MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK HC-SR04
DI KOTA BANDUNG**

*Waste Volume Monitoring Application on Temporary Trash Disposal Site
Using HC-SR04 Ultrasonic Sensor at Bandung*

TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan
pendidikan Diploma Tiga Program Studi Teknik Informatika di
Jurusan Teknik Komputer dan Informatika

Oleh:

Muhajir Shiddiq Al Faruqi	NIM: 151511048
Nita Amelia Wijaya	NIM: 151511055
Novia Sukmasari Putri	NIM: 151511056



**POLITEKNIK NEGERI BANDUNG
2018**

**APLIKASI *MONITORING VOLUME SAMPAH PADA TPS*
MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK HC-SR04
DI KOTA BANDUNG**

Oleh:

MUHAJIR SHIDDIQ AL FARUQI NIM: 151511048
NITA AMELIA WIJAYA NIM: 151511055
NOVIA SUKMASARI PUTRI NIM: 151511056

Menyetujui

Bandung, Agustus 2018

Pembimbing I

Iwan Awaludin, S.T., M.T.
NIP 19760418 200112 1 004

Pembimbing II,

Yudi Widhiyasana, S.Si., M.T.
NIP 19740718 200112 1 002

Ketua Jurusan Teknik Komputer dan Informatika,



Drs. Eddy Bambang Soewono, M.Kom
NIP 19610114 199202 1 001

**APLIKASI *MONITORING VOLUME SAMPAH PADA TPS*
MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK HC-SR04
DI KOTA BANDUNG**

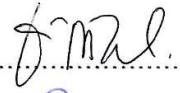
Oleh:

MUHAJIR SHIDDIQ AL FARUQI NIM: 151511048
NITA AMELIA WIJAYA NIM: 151511055
NOVIA SUKMASARI PUTRI NIM: 151511056

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 18 Juli 2018
sesuai dengan ketentuan.

Tim Penguji:

Ketua : Ferry Feirizal, BSCS., M.Kom.
NIP 19590521 199403 1 001


.....

Anggota : Santi Sundari, S.Si., M.T.
NIP 19710903 199903 2 001


.....

PERNYATAAN PENULIS

Dengan ini menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir dengan judul Aplikasi *Monitoring Volume Sampah pada TPS menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04* di Kota Bandung adalah karya ilmiah yang bebas dari unsur tindakan plagiarisme, dan sesuai dengan ketentuan tata tulis yang berlaku.

Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiarisme, maka hasil penilaian dari Tugas Akhir ini dicabut dan bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dalam keadaan sadar sepenuhnya.

Bandung, 9 Agustus 2018



Muhajir Shiddiq Al Faruqi

NIM: 151511048

Feedback Studio - Google Chrome

Secure | https://ev.turnitin.com/app/carta/en_us/?lang=en_us&o=987918642&s=1&u=1063722671

turnitin | Aplikasi Monitoring Volume Sampah pada TPS Kota Bandung Menggun...

4 of 6 < > ?

Match Overview

10%

Rank	Source	Percentage
1	Submitted to Politeknik...	3%
2	journals.telkomuniversi...	1%
3	www.component.or.kr	1%
4	library.binus.ac.id	<1%
5	www.slideshare.net	<1%
6	Submitted to Universita...	<1%
7	repository.its.ac.id	<1%
	nt.scribd.com	<1%

APLIKASI MONITORING VOLUME SAMPAH PADA
TPS KOTA BANDUNG MENGGUNAKAN
SENSOR ULTRASONIK HC-SR04

Oleh

Muhajir Shiddiq Al Faruqi	151511048
Nita Amelia Wijaya	151511055
Novia Sukmasari Putri	151511056

1 Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 18 Juli 2018 dan
disahkan sesuai ketentuan

Go to Settings to activate Windows

nt.scribd.com



Nama : Muhajir Shiddiq Al Faruqi

NIM : 151511048

Tempat, Tanggal Lahir : Bandung, 17 Oktober 1997.

SD Lulus Tahun : 2009 dari SDN Abdinegara.

SLTP Lulus Tahun : 2012 dari SMPN 1 Rancaekek.

SLTA Lulus Tahun : 2015 dari SMK Bakti Nusantara 666.

Prestasi yang pernah dicapai :-



Nama : Nita Amelia Wijaya

NIM : 151511055

Tempat, Tanggal Lahir : Ciamis, 10 Januari 1998.

SD Lulus Tahun : 2010 dari SDN Citapen II.

SLTP Lulus Tahun : 2012 dari SMPN 1 Tasikmalaya.

SLTA Lulus Tahun : 2015 dari SMAN 1 Tasikmalaya.

Prestasi yang pernah dicapai : Juara 3 Smart Generation For Smart City
Competition, Divisi Viral Video Tingkat Nasional
Tahun 2015



Nama : Novia Sukmasari Putri

NIM : 151511056

Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 28 Desember 1996.

SD Lulus Tahun : 2008 dari SD Negeri Cibabat V.

SLTP Lulus Tahun : 2011 dari SMP Negeri 3 Cimahi.

SLTA Lulus Tahun : 2015 dari SMK Negeri 1 Cimahi.

Prestasi yang pernah dicapai :-

ABSTRAK

Tugas Akhir ini berkaitan dengan pengembangan aplikasi dengan konsep dan paradigma *Internet of Things* (IoT) untuk memantau volume sampah pada kontainer di Tempat Penampungan Sampah Sementara (TPS) Kota Bandung. Produk yang dihasilkan dari Tugas Akhir ini adalah adanya suatu aplikasi yang dapat memantau volume sampah pada kontainer di TPS secara otomatis, sehingga dapat memudahkan petugas angkut dalam menentukan waktu pengangkutan sampah.

Sebagai ibukota dari Jawa Barat, Kota Bandung menghasilkan sampah yang banyak. Hal ini dapat dilihat dari masih banyaknya sampah yang menumpuk dan meluber di TPS. Melalui proses analisis, diketahui bahwa hal tersebut disebabkan oleh pengangkutan sampah tidak dilakukan secara optimal. Pengangkutan sampah dilakukan berdasarkan jadwal statis tanpa mengetahui secara pasti pada jam berapa sampah di TPS harus diangkut, sehingga terjadi keterlambatan pengangkutan sampah yang menyebabkan sampah menumpuk hingga meluber ke luar kontainer dan menyebabkan lingkungan menjadi tidak nyaman.

Pendekatan yang diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan cara mengembangkan prototipe aplikasi dengan memanfaatkan Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk memantau volume sampah pada kontainer di TPS. Prototipe aplikasi melakukan kalkulasi volume sampah di tiap TPS secara periodik setiap satu jam dan memberikan notifikasi pada pengguna Perusahaan Daerah (PD) Kebersihan Kota Bandung jika volume sampah di suatu TPS telah mencapai level hampir penuh atau penuh. Prototipe aplikasi diuji dalam bentuk simulasi dengan skala 1:10 dari ukuran kontainer aslinya.

Hasil uji coba menunjukkan bahwa prototipe aplikasi berhasil menghitung volume sampah setiap satu jam. Aplikasi menampilkan volume sampah pada aplikasi *website* dan memberikan notifikasi pada pengguna ketika hasil hitungan volume sampah di suatu TPS mencapai level hampir penuh atau penuh.

Dengan adanya aplikasi ini, terdapat data yang dapat diolah untuk membantu pihak PD Kebersihan Kota Bandung dalam mengambil keputusan untuk pengangkutan sampah dari tiap TPS. Aplikasi ini dapat diintegrasikan dengan aplikasi penugasan pengangkutan sampah milik PD Kebersihan Kota Bandung.

Kata Kunci: sensor ultrasonik, penghitungan volume sampah, *internet of things*, aplikasi *monitoring*, tempat penampungan sampah sementara

ABSTRACT

This final project is related to application development with the concept and paradigm of Internet of Things (IoT) to monitor the waste volume on Temporary Trash Disposal Site's containers in Bandung. The result of this final project is there is an application that can monitor the waste volume in containers on Temporary Trash Disposal Site automatically, so it can facilitate transport officer in determining the time of garbage transport.

As the capital of West Java, Bandung produces a lot of waste. It can be seen from the volume of waste that pile up in Temporary Trash Disposal Site. Through the analysis process, it is known that is caused by the waste transport is not done optimally. The waste transportation is carried out based on static schedule without knowing exactly when the waste should be transported, so there is a delay in the waste transportation which cause the waste to pile up and spill out of the container and cause an uncomfortable environment.

The approach applied to solve the problem is by developing a prototype application using HC-SR04 Ultrasonic Sensor to monitor the waste volume in containers on Temporary Trash Disposal Site. The prototype application calculate the waste volume periodically every hour and it gives a notification to user (Perusahaan Daerah Kebersihan Kota Bandung) if the waste volume in a Temporary Trash Disposal Site has reached almost full or full level. The prototype application is tested in a simulation with a 1:10 scale of the actual container size.

The result of the test show that the prototype application successfully calculates the waste volume every hour, displays it on the website application and gives notification to user when the calculated waste volume reaching almost full or full level.

By using the application, there is data that can help PD Kebersihan Kota Bandung in making decisions for garbage transportation from every Temporary Trash Disposal Site. This application can be integrated with PD Kebersihan Kota Bandung's garbage transport assignments application.

Keywords: ultrasonic sensor, waste volume calculation, internet of things, monitoring application, temporary trash disposal site

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberi rahmat dan karunia-Nya, tidak lupa shalawat dan salam penulis curah limpahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW beserta para keluarga dan sahabatnya, berkat bantuan dan dorongan dari semua pihak yang telah membantu selesaiannya Tugas Akhir dengan judul “APLIKASI MONITORING VOLUME SAMPAH PADA TPS KOTA BANDUNG MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK HC-SR04”. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasihnya atas segala petunjuk, bimbingan, dan bantuannya kepada:

1. Bapak Drs. Eddy B. Soewono, M.Kom. sebagai Ketua Jurusan Teknik Komputer dan Informatika Politeknik Negeri Bandung;
2. Bapak Irawan Thamrin, Ir., M.T. sebagai Ketua Program Studi D3 Jurusan Teknik Komputer Politeknik Negeri Bandung;
3. Bapak Iwan Awaludin, S.T., M.T. dan Bapak Yudi Widhiyasana, S.Si, M.T. sebagai pembimbing dalam penyelesaian Tugas Akhir;
4. Bapak Ferry Feirizal, BSCS., M.Kom. dan Ibu Santi Sundari, S.Si., M.T. sebagai penguji pada sidang Tugas Akhir;
5. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Komputer Politeknik Negeri Bandung;
6. Rekan-rekan di Jurusan Teknik Komputer Politeknik Negeri Bandung khususnya angkatan 2015 yang selalu memberikan semangat dan motivasi;
7. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Demikian Tugas Akhir ini penulis susun, semoga dapat bermanfaat bagi semua pihak dan penulis sendiri. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Bandung, 18 Agustus 2018
Kelompok Tugas Akhir 210

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR ISTILAH.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan.....	2
I.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah.....	3
I.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 Karya Ilmiah Sejenis Sebelumnya	6
II.2 Dasar Teori	7
II.2.1 <i>Internet of Things</i> (IoT).....	7
II.2.2 Sensor Ultrasonik.....	8
II.2.3 WebSocket	9
II.2.4 PostgreSQL	9
II.2.5 Kalkulasi Volume Sampah.....	12
II.2.6 Pengujian IoT	12
II.2.7 <i>Software Development Life Cycle</i> (SDLC)	14
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN	16
III.1 Studi Literatur.....	16
III.2 Pengumpulan Data	17
III.3 Pembuatan Proposal	18

III.4 Pengembangan Perangkat Lunak.....	18
III.4.1 Definisi Persyaratan.....	18
III.4.2 Perancangan Aplikasi	19
III.4.3 Implementasi dan Pengujian Unit	20
III.4.4 Pengujian Performa	22
BAB IV ANALISIS.....	24
IV.1 Analisis Sistem Pengangkutan Sampah Saat Ini.....	24
IV.1.1 Analisis Sumber dan Jenis Sampah.....	24
IV.1.2 Analisis Kegiatan Pengangkutan Sampah	25
IV.1.3 Analisis Tempat Penampungan Sampah Sementara (TPS)	28
IV.1.4 Analisis Penghitungan Volume Sampah	30
IV.1.5 Analisis Kebutuhan Pengguna	31
IV.2 Analisis Kebutuhan Aplikasi <i>To-Be</i>	33
IV.2.1 Analisis Pemasangan Sensor Ultrasonik	33
IV.2.2 Analisis Proses Menghitung Ketinggian Sampah.....	34
IV.2.3 Analisis Penghitungan Volume Sampah	35
IV.3 Analisis Kebutuhan Teknologi	39
IV.3.1 Analisis Kebutuhan Pengukuran Jarak.....	40
IV.3.2 Analisis Kebutuhan Pengiriman Data	44
IV.3.3 Analisis Kebutuhan <i>Database</i>	47
IV.3.4 Analisis Kebutuhan Klien-Server	49
IV.3.5 Analisis Kebutuhan Web	52
IV.5 Keterkaitan Analisis dengan SRS	52
BAB V _Toc521701781PERANCANGAN.....	54
V.1 Rancangan Penghitungan Jarak	54
V.2 Rancangan Alur Sistem yang Dibangun	55
V.3 Rancangan Arsitektur <i>Hardware</i>	60
V.4 Rancangan Model Data	62
V.5 Rancangan Interaksi Antar <i>Class</i>	63
V.5.1 CD-01 Pengguna	65
V.5.2 CD-02 Bidang Pekerjaan	67
V.5.3 CD-03 TPS	67

V.5.4 CD-04 Kontainer	69
V.5.5 CD-05 Volume	71
V.5.6 CD-06 Perangkat	71
V.5.7 CD-07 Wilayah.....	73
V.5.8 CD-08 Kecamatan	74
V.5.9 CD-09 SMS Center.....	74
V.5.10 CD-10 Mikrokontroler.....	75
V.5.11 CD-11 Kalkulasi Volume.....	76
V.6 Rancangan Interaksi Objek pada Aplikasi	77
V.7 Rancangan Antarmuka Pengguna	79
V.7.1 UI-01 Halaman Masuk Aplikasi (Login).....	79
V.7.2 UI-02 Halaman Dashboard	80
V.7.3 UI-03 Halaman Informasi Urutan TPS.....	81
V.7.4 UI-04 <i>Dropdown</i> Notifikasi.....	81
V.7.5 UI-05 Halaman Daftar Notifikasi.....	82
V.7.6 UI-06 Halaman Volume Sampah per Hari.....	83
V.7.7 UI-07 Halaman Volume Sampah Akumulasi	84
V.7.8 UI-08 Detail Volume Sampah Akumulasi.....	85
V.7.9 UI-09 Halaman Kelola Data TPS	85
V.7.10 UI-10 Formulir Tambah Data TPS	86
V.7.11 UI-11 Formulir Sunting Data TPS.....	87
V.7.12 UI-12 Halaman Detail Data TPS.....	88
V.7.13 UI-13 Halaman Kelola Data Perangkat (Board-Sensor).....	89
V.7.14 UI-14 Formulir Tambah Data Perangkat (Board-Sensor)	90
V.7.15 UI-15 Formulir Sunting Data Perangkat (Board-Sensor)	91
V.7.16 UI-16 Halaman Detail Data Perangkat (Board-Sensor)	92
V.7.17 UI-17 Halaman Kelola Data Pengguna	93
V.7.18 UI-18 Formulir Tambah Data Pengguna	94
V.7.19 UI-19 Formulir Sunting Data Pengguna	94
V.7.20 UI-20 Halaman Detail Data Pengguna	95
V.7.21 UI-21 <i>Dropdown</i> Profil Pengguna.....	96
V.7.22 UI-22 Formulir Sunting Profil.....	97

V.7.23 UI-23 Formulir Ubah Password	98
V.7.24 UI-24 Konfirmasi Hapus Data	99
BAB VI IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	100
VI.1 Implementasi.....	100
VI.1.1 Implementasi Fitur Menghitung Volume Sampah.....	100
VI.1.2 Implementasi Fitur Notifikasi Volume Sampah	104
VI.1.3 Implementasi Fitur Pengelolaan Data TPS.....	106
VI.1.4 Implementasi Fitur Pengelolaan Data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>) ..	110
VI.1.5 Implementasi Fitur Pengelolaan Data Pengguna	112
VI.1.6 Keterkaitan antara Persyaratan, Perancangan, dan Implementasi...	115
VI.2 Pengujian	123
VI.2.1 Pengujian Fungsional	125
VI.2.2 Pengujian Performa	152
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	170
VII.1 Kesimpulan	170
VII.2 Saran	170
DAFTAR PUSTAKA	172

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Gambar Kontainer
- Lampiran B Jadwal Pengangkutan Sampah
- Lampiran C Dokumen *System Requirement Specifications*
- Lampiran D Dokumen *Test Plan*
- Lampiran E Dokumen *Test Design*

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Grafik perbandingan kecepatan <i>insert</i> berbagai <i>database</i>	10
Gambar II.2 Grafik perbandingan kecepatan <i>read</i> berbagai <i>database</i>	11
Gambar II.3 Model <i>waterfall</i>	15
Gambar III.1 Metodologi penyelesaian Tugas Akhir	16
Gambar III.2 Diagram alur tahap studi literatur.....	17
Gambar III.3 Diagram alur tahap pengumpulan data	18
Gambar III.4 Diagram alur tahap definisi persyaratan	19
Gambar III.5 Diagram alur tahap perancangan aplikasi	20
Gambar III.6 Diagram alur tahap implementasi.....	21
Gambar III.7 Diagram alur tahap pengujian fungsional	22
Gambar III.8 Diagram alur tahap pengujian performa	23
Gambar IV.1 Alur pengangkutan sampah di Kota Bandung saat ini	25
Gambar IV.2 Alur pengangkutan sampah serta aktor yang terlibat	26
Gambar IV.3 Ilustrasi pembagian bangun ruang pada kontainer	31
Gambar IV.4 Ilustrasi pemasangan sensor ultrasonik	33
Gambar IV.5 Pembagian bangun ruang pada kasus sampah melebihi kontainer .	35
Gambar IV.6 Ilustrasi bangun ruang balok	38
Gambar IV.7 Ilustrasi bangun ruang <i>trapezoidal</i>	38
Gambar IV.8 Arsitektur klien-server	50
Gambar V.1 Alur kegiatan pengangkutan sampah setelah aplikasi dibangun	57
Gambar V.2 Arsitektur aplikasi yang dibangun	58
Gambar V.3 <i>Activity diagram</i> aplikasi yang dibangun.....	59
Gambar V.4 Rancangan tata letak perangkat keras	61
Gambar V.5 Rancangan model data konseptual aplikasi yang dibangun	62
Gambar V.6 Rancangan model data fisik aplikasi yang dibangun.....	63
Gambar V.7 Rancangan <i>class diagram</i> aplikasi <i>monitoring</i> volume sampah	64
Gambar V.8 Interaksi objek pada aplikasi yang dibangun	78
Gambar VI.1 Halaman informasi volume sampah per hari (aplikasi).....	102
Gambar VI.2 Halaman informasi volume sampah akumulasi (aplikasi).....	103
Gambar VI.3 <i>Pop-up dialog</i> detail akumulasi (aplikasi)	103

Gambar VI.4 Tampilan notifikasi 80% - 89% (aplikasi).....	105
Gambar VI.5 Tampilan notifikasi 65% - 79% (aplikasi).....	105
Gambar VI.6 Tampilan notifikasi 90% - 100% (aplikasi)	105
Gambar VI.7 Halaman list notifikasi (aplikasi)	106
Gambar VI.8 Tampilan <i>dropdown</i> notifikasi (aplikasi).....	106
Gambar VI.9 Halaman registrasi data TPS (aplikasi).....	107
Gambar VI.10 Halaman daftar data TPS (aplikasi).....	107
Gambar VI.11 Tampilan konfirmasi hapus data (aplikasi).....	108
Gambar VI.12 Halaman detail TPS (aplikasi).....	108
Gambar VI.13 Halaman registrasi data perangkat (aplikasi)	111
Gambar VI.14 Halaman daftar data perangkat (aplikasi)	111
Gambar VI.15 Halaman detail perangkat (aplikasi)	112
Gambar VI.16 Halaman daftar data pengguna (aplikasi)	113
Gambar VI.17 Halaman detail pengguna (aplikasi)	113
Gambar VI.18 Halaman registrasi data pengguna (aplikasi)	114

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Karya ilmiah Smart Waste Management di negara lain	6
Tabel II.2 Kapasitas penyimpanan data PostgreSQL	12
Tabel II.3 Penerapan berbagai jenis pengujian untuk komponen IoT	13
Tabel IV.1 Perbandingan sensor ultrasonik dan sensor inframerah	40
Tabel IV.2 Faktor dan kondisi TPS saat ini	41
Tabel IV.3 Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	41
Tabel IV.4 Pin pada sensor ultrasonik HC-SR04.....	42
Tabel IV.5 Pemasangan sensor ultrasonik dan Arduino.....	42
Tabel IV.6 Hasil pembacaan jarak dan persentase eror Sensor Ultrasonik HC-SR04	43
Tabel IV.7 <i>Method</i> dalam <i>library</i> SoftwareSerial.h yang digunakan.....	45
Tabel IV.8 Cara menghitung ukuran data yang akan dikirimkan	47
Tabel IV.9 Jumlah data yang akan disimpan dalam <i>database</i>	49
Tabel IV.10 Mekanisme <i>multi-thread</i> dan <i>single-thread</i>	51
Tabel IV.11 Keterkaitan hasil analisis dengan SRS	53
Tabel V.1 Keterkaitan persyaratan dan perancangan	54
Tabel V.2 Keterhubungan pin Arduino dan baterai.....	61
Tabel V.3 Keterhubungan pin baterai dan modul SIM800L.....	61
Tabel V.4 Keterhubungan pin Arduino dan modul SIM800L	61
Tabel V.5 Keterhubungan pin Arduino dan sensor ultrasonik.....	62
Tabel V.6 Detail <i>class</i> Pengguna.....	65
Tabel V.7 Detail <i>class</i> Bidang Pekerjaan.....	67
Tabel V.8 Detail <i>class</i> TPS	67
Tabel V.9 Detail <i>class</i> Kontainer	69
Tabel V.10 Detail <i>class</i> Volume.....	71
Tabel V.11 Detail <i>class</i> Perangkat.....	71
Tabel V.12 Detail <i>class</i> Wilayah.....	73
Tabel V.13 Detail <i>class</i> Kecamatan.....	74
Tabel V.14 Detail <i>class</i> SMS Center.....	74
Tabel V.15 Detail <i>class</i> Mikrokontroler	75

Tabel V.16 Detail <i>class</i> Kalkulasi Volume.....	76
Tabel V.17 Detail UI halaman masuk aplikasi.....	79
Tabel V.18 Detail UI halaman <i>dashboard</i>	80
Tabel V.19 Detail UI halaman informasi urutan TPS	81
Tabel V.20 Detail UI <i>dropdown</i> notifikasi	81
Tabel V.21 Detail UI halaman daftar notifikasi	82
Tabel V.22 Detail UI halaman volume sampah per hari	83
Tabel V.23 Detail UI halaman volume sampah akumulasi.....	84
Tabel V.24 Detail UI volume sampah akumulasi	85
Tabel V.25 Detail UI halaman kelola data TPS	85
Tabel V.26 Detail UI formulir tambah data TPS	86
Tabel V.27 Detail UI formulir sunting data TPS	87
Tabel V.28 Detail UI halaman detail data TPS	88
Tabel V.29 Detail UI halaman kelola data perangkat.....	89
Tabel V.30 Detail UI formulir tambah data perangkat.....	90
Tabel V.31 Detail UI formulir sunting data perangkat.....	91
Tabel V.32 Detail UI halaman detail data perangkat.....	92
Tabel V.33 Detail UI halaman kelola data pengguna	93
Tabel V.34 Detail UI formulir tambah data pengguna	94
Tabel V.35 Detail UI formulir sunting data pengguna	94
Tabel V.36 Detail UI halaman detail data pengguna.....	95
Tabel V.37 Detail UI <i>dropdown</i> profil pengguna	96
Tabel V.38 Detail UI formulir sunting profil.....	97
Tabel V.39 Detail UI formulir ubah password.....	98
Tabel V.40 Detail UI konfirmasi hapus data.....	99
Tabel VI.1 Keterkaitan antara persyaratan, perancangan, dan implementasi	116
Tabel VI.2 Keterkaitan antar Skenario uji dengan RTM	123
Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi <i>monitoring</i> volume sampah.....	125
Tabel VI.4 Hasil pengujian performa aplikasi <i>monitoring</i> volume sampah	153
Tabel VI.5 Detail hasil pengujian mengambil dan menampilkan data TPS	156
Tabel VI.6 Detail hasil pengujian mengambil dan menampilkan perangkat.....	158
Tabel VI.7 Detail hasil pengujian mengambil dan menampilkan pengguna	160

Tabel VI.8 Detail hasil pengujian kecepatan menampilkan akumulasi volume .	164
Tabel VI.9 Detail hasil pengujian volume data pada <i>database</i> (lokal).....	165

DAFTAR ISTILAH

Bin : Tempat sampah tertutup

Monitoring : Pemantauan dapat didefinisikan sebagai proses yang berkelanjutan di mana para pemangku kepentingan mendapatkan umpan balik reguler tentang kemajuan yang sedang dibuat untuk mencapai tujuan dan sasaran mereka.

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
PD	Perusahaan Daerah	1
TPS	Tempat Penampungan Sampah Sementara	1
SRS	<i>System Requirement Specification</i>	19
SDLC	<i>Software Development Life Cycle</i>	14
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>	9
IoT	<i>Internet Of Things</i>	2

DAFTAR RUMUS

Kalkulasi jarak antara pemancar dan sampah yang terdeteksi (IV. 1)	34
Kalkulasi tinggi sampah (IV. 2)	36
Kalkulasi presentase volume sampah (IV. 3).....	37
Volume dengan Pendekatan Balok (IV. 4)	38
Volume dengan Pendekatan Trapezoid (IV. 5)	39
Volume dengan Pendekatan Elliptical Cylinder (IV. 6)	39

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pengelolaan sampah yang optimal merupakan suatu tantangan besar yang sekarang dihadapi hampir seluruh kota besar di Indonesia, khususnya Kota Bandung. Sebagai ibu kota dari Jawa Barat, Kota Bandung memiliki produktivitas sampah yang tinggi. Namun, produktivitas sampah yang tinggi tidak didukung dengan pengelolaan sampah yang optimal. Masih terdapat beberapa Tempat Penampungan Sampah Sementara (TPS) di Kota Bandung yang sampahnya menumpuk hingga melebihi kapasitas kontainer dan meluber ke luar kontainer. Tumpukan sampah yang meluber menyebabkan kerusakan lingkungan, penurunan kualitas kesehatan masyarakat, dan kondisi lingkungan yang tidak nyaman.

Dalam proses pengangkutan sampah, mengetahui volume sampah sesuai dengan kondisi yang ada di TPS sangat penting, terutama dalam pembuatan jadwal pengangkutan sampah yang dinamis. Hal ini karena pada kenyataannya, volume sampah di tiap TPS dapat berubah-ubah, sesuai dengan kondisi daerah sumber sampah di TPS tersebut. Misalnya, apabila di suatu daerah terdapat kegiatan tertentu yang dapat menyebabkan sampah menjadi lebih banyak dibanding hari biasanya, maka jadwal pengangkutan sampah seharusnya diubah agar pengangkutan sampah di daerah tersebut lebih diprioritaskan.

Dalam rangka meningkatkan kinerja pengangkutan sampah, Perusahaan Daerah (PD) Kebersihan Kota Bandung selaku pihak yang bertanggung jawab mengenai proses pengangkutan sampah sedang mengembangkan aplikasi untuk penugasan petugas angkut sampah. PD Kebersihan Kota Bandung juga sedang mempertimbangkan untuk mengembangkan aplikasi tersebut agar dapat membuat jadwal pengangkutan yang dinamis untuk mengoptimalkan pengangkutan sampah. Namun, untuk dapat membuat jadwal yang dinamis, PD Kebersihan Kota Bandung membutuhkan data berupa kapan sampah di berbagai TPS penuh. Data tersebut dibutuhkan oleh PD Kebersihan Kota Bandung sebagai data pendukung dalam menentukan waktu penugasan pengangkutan sampah di suatu TPS.

Tugas Akhir ini dapat membantu kinerja pengangkutan sampah PD Kebersihan Kota Bandung dengan menyediakan data volume sampah. Solusi yang ditawarkan yaitu dengan memanfaatkan konsep *Internet of Things* (IoT) untuk membuat aplikasi yang dapat memantau volume sampah secara terus menerus dan memberikan notifikasi apabila sampah pada suatu TPS hampir penuh. Kontainer yang ada di tiap TPS akan dipasangi sensor ultrasonik dan terhubung ke suatu infrastruktur jaringan, sehingga dapat berkomunikasi dengan *website* yang dibangun. Dengan adanya aplikasi yang dibangun, data volume sampah yang terkumpul juga dapat digunakan sebagai data acuan untuk membantu dalam pengambilan keputusan/pembuatan kebijakan PD Kebersihan Kota Bandung.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, terdapat masalah-masalah sebagai berikut:

1. banyak sampah yang masuk tidak dapat ditampung oleh kontainer TPS, sehingga sampah menumpuk di luar kontainer dan menyebabkan lingkungan tidak nyaman;
2. pengangkutan sampah oleh truk pengangkut dirasa kurang optimal. Kurang optimal yang dimaksud adalah pengangkutan sampah tidak sesuai dengan waktu sampah penuh di TPS. Pada waktu sampah mencapai titik penuh, petugas angkut tidak mengetahui hal tersebut, sehingga sampah di TPS menumpuk dan melebihi kapasitas kontainer;
3. tidak diketahui kapan sampah pada suatu TPS mencapai titik penuh, yaitu pukul berapa di TPS tersebut mencapai titik penuh, mengingat sumber sampah di TPS berbeda-beda. Hal ini menyebabkan pihak PD Kebersihan Kota Bandung tidak dapat membuat jadwal optimal dan dinamis.

I.3 Tujuan

Aplikasi yang dibangun pada Tugas Akhir ini, diharapkan dapat memenuhi tujuan sebagai berikut:

1. mengirimkan data volume sampah ke PD Kebersihan Kota Bandung;

2. memberikan data volume sampah beserta waktunya di tiap TPS kepada PD Kebersihan Kota Bandung, sehingga dapat membantu PD Kebersihan Kota Bandung dalam pengambilan keputusan/pembuatan kebijakan;
3. membantu penghitungan volume sampah di TPS;
4. mendukung aplikasi penugasan angkut sampah yang saat ini sedang dikembangkan oleh PD Kebersihan Kota Bandung.

I.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Ruang lingkup aplikasi yang dibangun dalam Tugas Akhir ini, yaitu:

1. aplikasi yang dibangun merupakan aplikasi prototipe, yaitu berbentuk simulasi yang disesuaikan dengan keadaan nyata;
2. pengujian aplikasi dilakukan dengan melakukan simulasi untuk memantau minimal tiga model kontainer yang dibuat dengan perbandingan skala 1:10 dengan kontainer asli;
3. informasi grafik disajikan sesuai dengan waktu nyata, dengan melakukan pembaruan data volume TPS satu jam sekali;
4. aplikasi yang dibangun hanya menampilkan informasi serta notifikasi mengenai volume sampah, tidak sampai membuat jadwal yang dinamis.

Batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah:

1. TPS yang dimaksud adalah TPS yang sumber sampahnya berasal dari sampah rumah tinggal;
2. dalam satu TPS memiliki satu kontainer dengan jenis ukuran/kapasitas tetap;
3. pengukuran volume sampah yang dimaksud adalah mengukur volume sampah yang berada di dalam kontainer;
4. kontainer sampah merupakan kontainer terbuka (tanpa penutup) berbentuk heksagon, memiliki kapasitas $6m^3$, $10m^3$, dan $12m^3$ seperti yang ditunjukkan pada Lampiran A;
5. kontainer sampah dibuat dari benda padat seperti plat besi atau *fiberglass*;
6. sampah berukuran besar (seperti: kasur, lemari, sofa, dsb.) dan berbahannya menyerap gelombang ultrasonik (misal: busa) tidak termasuk ke dalam penghitungan volume sampah di dalam kontainer;

7. setiap sampah dari gerobak sampah yang dimasukkan ke kontainer dipadatkan atau diratakan oleh petugas di TPS sehingga sampah mengisi seluruh ruang pada kontainer dan timbulan tidak dalam kondisi pola cekung maupun menggunung.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada Laporan Tugas Akhir ini secara tersusun sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Berisi gambaran umum dari topik Tugas Akhir ini. Bab ini terdiri dari beberapa subbab, yaitu latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup dan batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini.

BAB II Tinjauan Pustaka

Berisi karya ilmiah sejenis sebelumnya dan dasar teori yang akan digunakan sebagai pendukung untuk membangun sistem. Bab ini terdiri dari dua subbab, yaitu karya ilmiah sejenis sebelumnya, dan dasar teori.

BAB III Metodologi Penyelesaian

Berisi metodologi penyelesaian yang diterapkan dalam Tugas Akhir ini. Bab ini terdiri dari beberapa subbab berdasarkan tahap-tahap metodologi pelaksanaan yang digunakan, yaitu studi literatur, pengumpulan data, pembuatan proposal, dan pengembangan perangkat lunak.

BAB IV Analisis

Berisi hasil analisis yang dilakukan untuk mengetahui persyaratan sistem. Bab ini terdiri dari beberapa subbab, yaitu analisis sistem pengangkutan sampah saat ini, analisis kebutuhan aplikasi *to-be*, dan analisis kebutuhan teknologi.

BAB V Perancangan

Berisi perancangan untuk aplikasi usulan yang dibangun berdasarkan hasil analisis pada subbab sebelumnya. Perancangan yang dilakukan yaitu perancangan penghitungan jarak, alur aplikasi usulan, arsitektur *hardware*, model data, interaksi antar *class*, interaksi objek pada aplikasi, serta antarmuka pengguna.

BAB VI Implementasi dan Pengujian

Berisi implementasi aplikasi usulan berdasarkan perancangan yang telah dibuat. Pada bab ini, dijelaskan bagian yang telah berhasil diimplementasi per fitur-fitur aplikasi usulan yang dibuat.

BAB VII Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dan saran mengenai aplikasi usulan yang telah dibuat. Kesimpulan yang dimaksud adalah kesimpulan mengenai tercapai atau tidaknya tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Saran yang dimaksud adalah saran jika aplikasi akan dikembangkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini menjelaskan karya ilmiah sejenis sebelumnya dan dasar teori yang digunakan sebagai pendukung membangun aplikasi.

II.1 Karya Ilmiah Sejenis Sebelumnya

Tabel II.1 Karya ilmiah Smart Waste Management di negara lain

No	Tahun	Judul Karya Ilmiah dan penulis	Obyek	Metode	Variabel
1	2015	<i>Integrated Sensing System and Algorithms for Solid Waste Bin State Management Automation</i> (Md. Abdulla Al Mamun, Mohammad A. Hannan, Aini Hussain, and Hassan Basri) [1]	Status (berat dan level kepuuhan) sampah solid di dalam tempat sampah (<i>bin</i>)	<i>Accelerometer, magnetic proximity, ultrasonic, and weight sensing</i>	Getaran, berat sampah, jarak magnetik, dan level ketinggian sampah
2	2016	<i>Smart Waste Management using Wireless Sensor Network</i> (Tarandeep Singh, Rita Mahajan, Deepak Bagai) [2]	Sampah yang ada di dalam tempat sampah (<i>bin</i>)	<i>Accelerometer, temperature and humidity, and ultrasonic sensing</i>	Getaran, temperatur, kelembaban, dan jarak sampah
3	2016	<i>IoT Based Smart Waste Management System Using Wireless Sensor Network and Embedded Linux Board</i> (Kusum Lata, Shri S. K. Singh) [3]	Sampah yang ada di dalam tempat sampah (<i>bin</i>)	<i>Ultrasonic, load cell and gas sensing</i>	Berat, jarak, dan bau sampah
4	2015	<i>Distance Measurement via Using of Ultrasonic Sensor</i> (Michal Kelemen, Ivan Virgala, Tatiana Kelemenová,	Benda padat dan benda yang menyerap getaran	<i>Ultrasonic sensor</i>	Jarak

No	Tahun	Judul Karya Ilmiah dan penulis	Obyek	Metode	Variabel
		Lubica Miková, Peter Frankovský, Tomáš Lipták, Milan Lörinc) [4]			

Pada jurnal nomor 1, 2, dan 3 yang ditunjukkan pada Tabel II.1, sensor ultrasonik dapat digunakan untuk mengukur level ketinggian sampah yang ada di dalam *bin*. Menurut jurnal 4, sensor ultrasonik juga bekerja dengan baik pada lingkungan yang kotor dan berdebu sehingga pada Tugas Akhir ini, sensor ultrasonik akan digunakan untuk mengukur ketinggian sampah untuk kemudian dihitung volumenya. Namun, salah satu kelemahan sensor ultrasonik adalah benda yang menyerap gelombang seperti busa dapat menyebabkan masalah dalam pengukuran, sehingga penghitungan yang dilakukan pada Tugas Akhir ini dibatasi dengan asumsi bahwa tidak ada sampah berbahan gelombang getaran di dalam kontainer.

Berdasarkan jurnal nomor 1, 2, dan 3 sampah yang dihitung berada di dalam *bin*. Namun karena di Indonesia sendiri tidak menggunakan *bin* sebagai tempat sampah standar untuk publik, maka sampah yang akan dihitung volumenya adalah sampah yang berada di dalam kontainer terbuka yang ada di TPS.

II.2 Dasar Teori

Subbab ini memaparkan teori dan teknologi yang relevan dengan Tugas Akhir yang dibuat. Teori atau teknologi pendukung yang dibahas adalah konsep *Internet of Things* (IoT), sensor ultrasonik, *WebSocket*, *database engine PostgreSQL*, cara penghitungan volume sampah, pengujian IoT dan *software development life cycle* (SDLC).

II.2.1 *Internet of Things* (IoT)

Menurut [5], *Internet of Things* (IoT) adalah sebuah konsep atau paradigma mengenai jaringan benda-benda fisik yang mengandung teknologi tertanam untuk berkomunikasi dan merasakan atau berinteraksi dengan keadaan internal atau lingkungan eksternal dan pertemuan antara protokol nirkabel yang efisien, pemanfaatan sensor, dan prosesor yang lebih rendah.

Dalam Tugas Akhir ini, konsep IoT diterapkan sebagai berikut:

1. “jaringan benda-benda fisik yang mengandung teknologi tertanam untuk berkomunikasi dan merasakan atau berinteraksi dengan keadaan internal atau lingkungan eksternal” dan “pemanfaatan sensor” yang dimaksud merupakan sensor ultrasonik dan Arduino yang dipasang di kontainer yang ada di TPS untuk mendeteksi ketinggian sampah yang ada di kontainer;
2. “pertemuan antara protokol nirkabel yang efisien” yaitu dengan menggunakan protokol pengiriman data melalui SMS dan internet untuk mengirimkan data dari jaringan benda-benda fisik ke sebuah *website*;

Kontainer yang ada di setiap TPS dipasangi sensor untuk dapat mendeteksi ketinggian sampah pada kontainer. Idenya adalah untuk menghubungkan antara sensor dengan *website*, sehingga memungkinkan keduanya untuk terhubung dan sensor dapat mengirimkan data ke *website* untuk kemudian data tersebut dapat diolah. Mengenai keterhubungan antara sensor dengan *website* lebih lanjut akan dijelaskan pada bab analisis.

II.2.2 Sensor Ultrasonik

Sensor jarak ultrasonik dirancang untuk pengukuran jarak. Sensor jenis ini terdiri atas pemancar dan penerima atau *transceiver* yang mampu mentransmisikan dan menerima suara ultrasonik. Prinsip kerja sensor ultrasonik adalah mengukur waktu pancar gelombang suara ultrasonik dari sensor ke objek yang terdeteksi. Jarak antara pemancar dan objek dapat dihitung dengan perhitungan sederhana dengan mempertimbangkan waktu yang dibutuhkan oleh gelombang ultrasonik untuk melakukan perjalanan dari pemancar dan diterima kembali oleh penerima [4].

Hampir semua bahan memantulkan gelombang suara, sehingga sensor ultrasonik menjadi pilihan yang baik untuk banyak pekerjaan. Karena penggunaan gelombang suara, sensor ultrasonik juga bekerja dengan baik pada lingkungan yang kotor dan berdebu. Akan tetapi, sensor ultrasonik tidak bekerja dengan baik ketika mendeteksi objek yang kecil dengan *background* yang luas atau objek seperti busa yang menyerap gelombang suara dengan baik [4].

Pada implementasi Tugas Akhir ini, sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketinggian sampah berdasarkan jarak antara sensor dengan objek, yaitu tumpukan sampah yang terdeteksi. Dari ketinggian sampah yang didapatkan, data tersebut akan menjadi salah satu parameter untuk menghitung volume sampah.

Sensor ultrasonik yang digunakan dalam Tugas Akhir adalah Sensor Ultrasonik HC-SR04. Sensor berperan sebagai *device* input yang dipasang di atas dan tepat di tengah kontainer.

II.2.3 WebSocket

WebSocket adalah standar baru untuk komunikasi *real-time* pada *website* dan aplikasi mobile. Penggunaan WebSocket pada sistem ini digunakan dengan tujuan pengambilan data secara *real-time* dengan cepat pada sistem yang dibangun. WebSocket dirancang untuk diterapkan di *browser* web dan server web, tetapi dapat digunakan oleh aplikasi klien atau server. Kelebihan pada WebSocket:

1. WebSocket memungkinkan server untuk mendorong data kepada klien yang terhubung;
2. mengurangi *traffic* atau lalu lintas jaringan yang tidak perlu dan *latency* menggunakan *full duplex* melalui koneksi tunggal;
3. *streaming* melalui proxy dan firewall, mendukung komunikasi simultan hulu dan hilir;
4. kompatibel dengan pre-WebSocket dunia dengan cara beralih dari koneksi HTTP ke WebSocket.

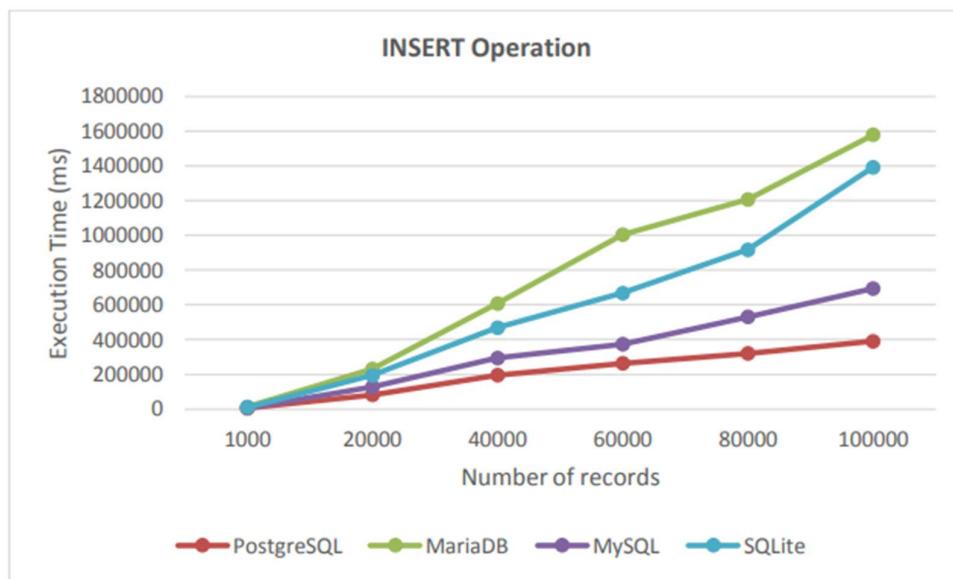
Dalam Tugas Akhir ini WebSocket digunakan untuk melakukan komunikasi pada sensor dan web yang dibangun. Data yang dikirim oleh sensor akan diterima dengan cepat oleh server web untuk memberikan informasi kepada pihak PD Kebersihan Kota Bandung.

II.2.4 PostgreSQL

PostgreSQL adalah sistem manajemen basis data relasional (ORDBMS). ORDBMS adalah ekstensi dari sistem manajemen basis data relasional (RDBMS) yang lebih tradisional. RDBMS memungkinkan pengguna untuk menyimpan

potongan data terkait dalam struktur data dua dimensi yang disebut tabel [6]. Berikut merupakan penjelasan mengenai kemampuan PostgreSQL:

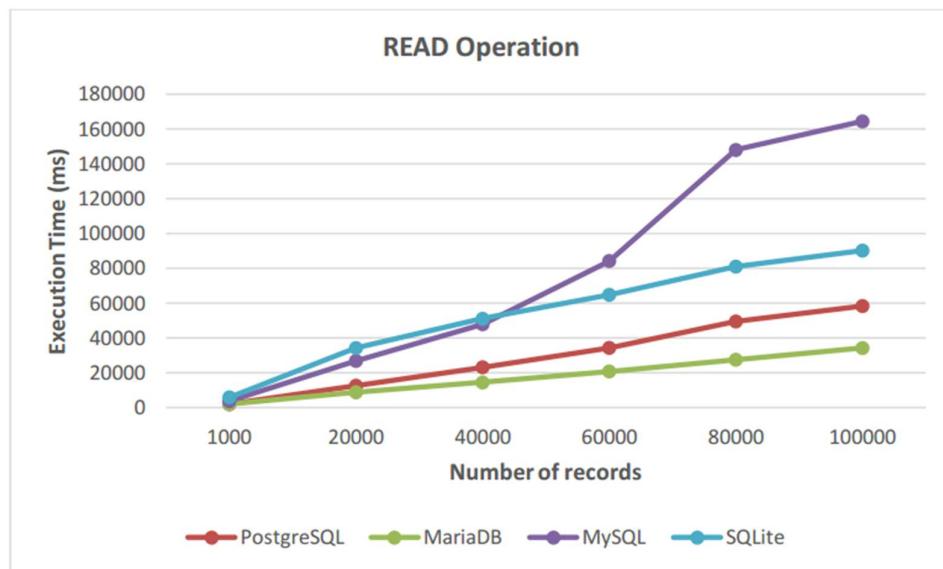
1. skalabilitas. PostgreSQL memiliki kemampuan dalam menangani penambahan beban. Dengan penambahan beban yang sedikit, tidak akan ada dampak berlebih yang diterima oleh PostgreSQL;
2. kecepatan. Untuk kebutuhan aplikasi yang dibangun, kecepatan yang diperhatikan adalah kecepatan ketika proses *insert* dan *read*. Gambar II.1 menunjukkan perbandingan kecepatan operasi *insert* pada *database* PostgreSQL, MariaDB, MySQL, dan SQLite [7].



Gambar II.1 Grafik perbandingan kecepatan *insert* berbagai *database*

Gambar II.2 menunjukkan perbandingan kecepatan operasi *read* pada *database* PostgreSQL, MariaDB, MySQL, dan SQLite [7].

Berdasarkan kedua perbandingan tersebut, *database* PostgreSQL cukup unggul dalam hal kecepatan jika dibandingkan dengan *database* lainnya, sehingga PostgreSQL dapat memenuhi kebutuhan aplikasi yang dibangun dalam segi kecepatan.



Gambar II.2 Grafik perbandingan kecepatan *read* berbagai *database*

3. konsistensi data. Konsep RDBMS memiliki kemampuan dalam menjaga konsistensi data. Dengan konsep relasi yang dimiliki, akan menjaga data yang saling berhubungan pada setiap entitas yang memiliki *primary key* dan *foreign key*. Jika ada data yang salah relasi, maka RDBMS akan menolak data tersebut sehingga data akan tetap konsisten dan jika terdapat suatu perubahan maka semua data yang saling berhubungan memiliki data yang sudah diubah.
4. kemampuan dalam menangani transaksi yang dilaksanakan secara bersamaan. Konsep RDBMS terutama pada PostgreSQL mendukung konsep *isolation*, pada aplikasi yang dibangun, dibutuhkan konsep *isolation* sehingga setiap proses transaksi yang dilakukan secara bersamaan jangan sampai mempengaruhi satu sama lain.
5. kapasitas penyimpanan data. Data pada aplikasi yang dibangun akan terus bertambah seiring waktu. *Database* PostgreSQL memiliki kemampuan untuk menyimpan baris data (*row*) tak terbatas. Adapun batasan penyimpanan data pada PostgreSQL terbatas pada ruang memori yang tersedia. Tabel II.2 menunjukkan kapasitas penyimpanan data pada *database engine* PostgreSQL.

Tabel II.2 Kapasitas penyimpanan data PostgreSQL

Batasan	Nilai
Ukuran maksimum <i>database</i>	<i>Unlimited</i>
Ukuran maksimum <i>table</i>	32 TB
Ukuran maksimum baris	1.6 TB
Ukuran maksimum <i>field</i>	1 GB
Maksimum baris setiap <i>table</i>	<i>Unlimited</i>
Maksimum kolom setiap <i>table</i>	250 - 1600 <i>depending on column types</i>
Maksimum <i>index</i> setiap <i>table</i>	<i>Unlimited</i>

II.2.5 Kalkulasi Volume Sampah

Sampah yang dihitung adalah sampah yang berada di dalam kontainer TPS. Pengukuran volume sampah dihitung berdasarkan volume ruang kontainer tersebut. Secara konsep matematis, volume atau kapasitas adalah perhitungan seberapa banyak ruang yang bisa ditempati dalam suatu objek [8]. Menurut Hangga T. Saputra, Kota Bandung hanya menyediakan kontainer terbuka. Bentuk kontainer dapat dibagi ke dalam dua pendekatan bangun ruang, yakni *cuboid* dan *trapezoid*. Selain itu, untuk kasus sampah melebihi tinggi kontainer menggunakan pendekatan bentuk *elliptical cylinder* untuk menghitung volumenya.

II.2.6 Pengujian IoT

Menurut [9], pengujian IoT adalah sejenis pengujian untuk memeriksa perangkat IoT. Terdapat empat komponen umum dari sistem IoT, yaitu:

1. sensor;
2. aplikasi;
3. jaringan;
4. *backend* (pusat data);

Dalam pengujian IoT, keempat komponen tersebut perlu diuji.

Tabel II.3 menunjukkan penerapan berbagai jenis pengujian untuk berbagai komponen IoT [9].

Tabel II.3 Penerapan berbagai jenis pengujian untuk komponen IoT

Jenis Pengujian Elemen IoT	Sensor	Aplikasi	Jaringan	Backend (Data Center)
Functional Testing	Ya	Ya	Tidak	Tidak
Usability Testing	Ya	Ya	Tidak	Tidak
Security Testing	Ya	Ya	Ya	Ya
Performance Testing	Tidak	Ya	Ya	Ya
Compatibility Testing	Ya	Ya	Tidak	Tidak
Services Testing	Tidak	Ya	Ya	Ya
Operational Testing	Ya	Ya	Tidak	Tidak

Berdasarkan tipe-tipe elemen pengujian IoT tersebut, *functional testing* (pengujian fungsional) dan *performance testing* (pengujian performa) dipilih untuk pengujian yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini. Pengujian fungsional yang dilakukan meliputi pengujian sensor dan aplikasi, sedangkan pengujian performa yang akan diuji meliputi bagian *backend* (pusat data).

Menurut [10], terdapat beberapa aspek yang diuji pada pengujian fungsional, yaitu:

1. fungsi utama: menguji fungsi utama aplikasi;
2. kegunaan dasar: melibatkan pengujian dasar sistem. Memeriksa apakah pengguna dapat dengan bebas melakukan navigasi layar tanpa kesulitan;
3. aksesibilitas: memeriksa aksesibilitas sistem untuk pengguna;
4. kondisi eror: penggunaan teknik pengujian untuk memeriksa kondisi eror. Memeriksa apakah pesan eror ditampilkan dengan sesuai.

Dalam Tugas Akhir ini, aspek yang diuji dari pengujian fungsional akan meliputi fungsi utama dan kondisi eror. Sementara untuk pengujian performa, terdapat tiga fokus utama [11], yaitu:

1. kecepatan, menentukan apakah aplikasi merespon dengan cepat;

2. skalabilitas, menentukan maksimum beban pengguna yang dapat ditangani oleh aplikasi perangkat lunak;
3. stabilitas, menentukan apakah aplikasi stabil di bawah berbagai beban.

Pengujian performa dalam Tugas Akhir ini akan berfokus pada kecepatan untuk menentukan apakah aplikasi dapat merespons dengan cepat. Selain itu, dari enam tipe pengujian performa (bebani, *stress*, daya tahan, *spike*, volume, dan skalabilitas) [11], pengujian volume akan diterapkan dalam pengujian Tugas Akhir ini.

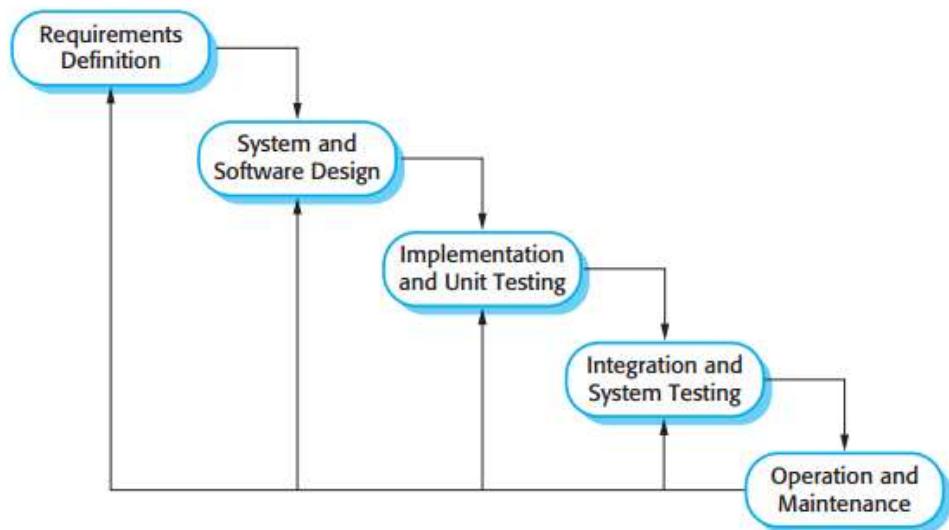
II.2.7 Software Development Life Cycle (SDLC)

Untuk tahapan pengembangan perangkat lunak dalam metodologi yang digunakan merujuk pada tahapan *software development life cycle* (SDLC) model Waterfall yang ditulis oleh Ian Sommerville [12]. Gambar II.3 menunjukkan lima tahapan yang dilakukan pada model *Waterfall* dari Ian Sommerville [12].

Terdapat lima tahapan yang dilakukan pada model Waterfall dari Ian Sommerville. Tahapan utama model Waterfall secara langsung mencerminkan kegiatan pengembangan mendasar, yaitu:

1. *requirements analysis and definition*. Layanan, batasan, dan tujuan sistem ditetapkan melalui konsultasi dengan pengguna sistem. Ketiga hal tersebut kemudian didefinisikan secara rinci dan berfungsi sebagai persyaratan sistem;
2. *system and software design*. Proses desain sistem mengalokasikan persyaratan untuk perangkat keras atau sistem perangkat lunak dengan membangun keseluruhan arsitektur sistem. Desain perangkat lunak melibatkan identifikasi dan menjelaskan abstraksi sistem perangkat lunak fundamental dan hubungannya;
3. *implementation and unit testing*. Selama tahap ini, desain perangkat lunak diwujudkan sebagai serangkaian atau unit program. Pengujian unit melibatkan verifikasi bahwa setiap unit memenuhi spesifikasinya;
4. *integration and system testing*. Masing-masing unit program atau program diintegrasikan dan diuji sebagai sistem utuh untuk memastikan bahwa persyaratan perangkat lunak telah dipenuhi. Setelah pengujian, sistem perangkat lunak diserahkan ke klien;

5. *operation and maintenance*. Biasanya (meskipun tidak harus), tahap ini adalah fase siklus hidup terlama. Setelah keempat tahapan dilakukan, sistem di instal dan digunakan. *Maintenance* merupakan kegiatan mengoreksi kesalahan yang tidak ditemukan pada tahap awal siklus hidup, meningkatkan implementasi unit sistem dan meningkatkan layanan sistem ketika ada persyaratan baru.

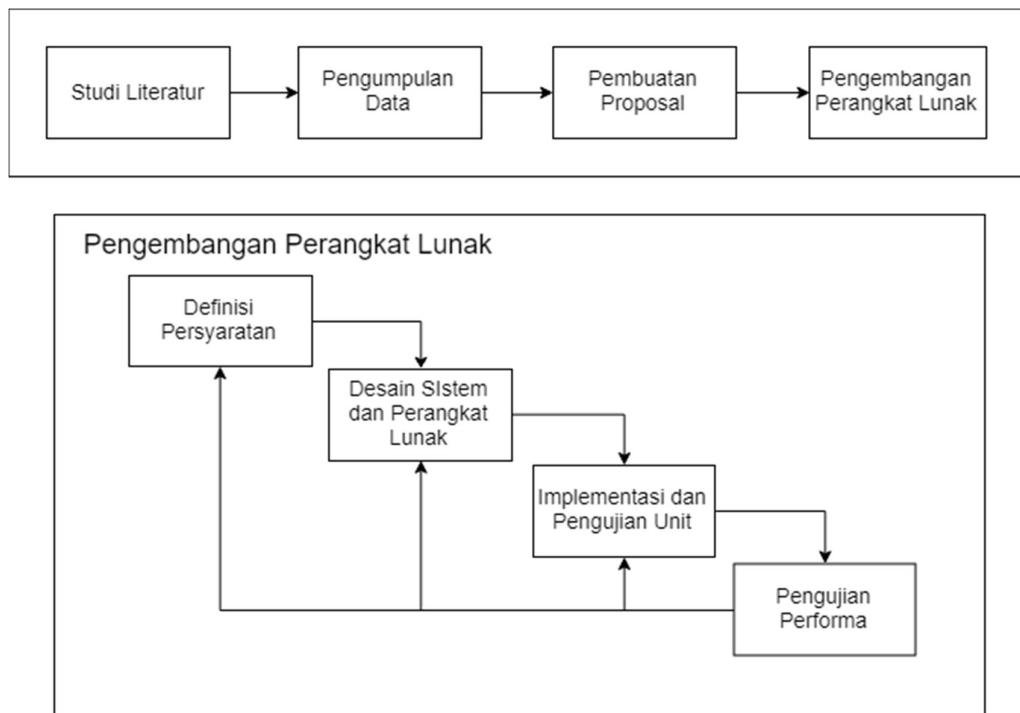


Gambar II.3 Model *waterfall*

BAB III

METODOLOGI PENYELESAIAN

Metodologi yang digunakan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini terdiri dari empat tahapan besar, yaitu studi literatur, pengumpulan data, pembuatan proposal dan pengembangan perangkat lunak seperti yang ditunjukkan pada Gambar III.1.



Gambar III.1 Metodologi penyelesaian Tugas Akhir

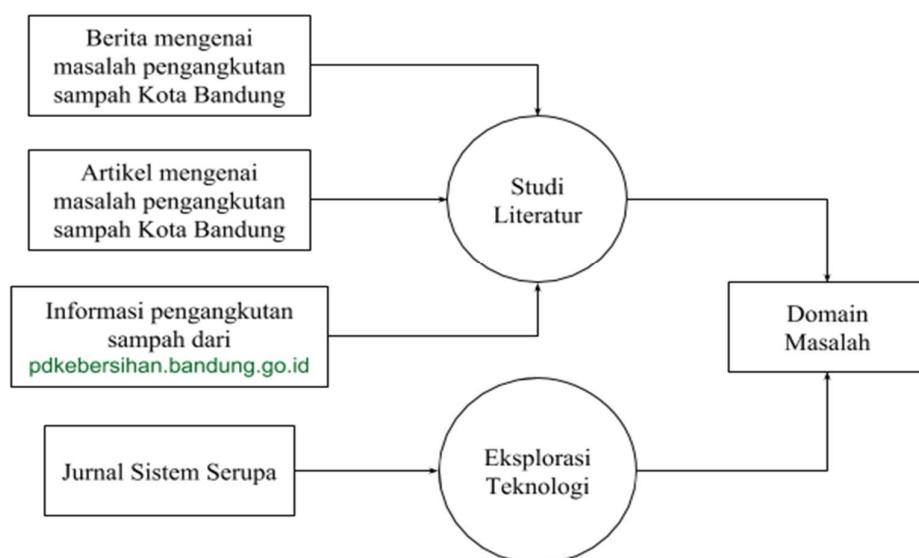
Subbab III.1 – subbab III.4 menjelaskan secara rinci hal-hal yang dilakukan dalam setiap tahapan metodologi penyelesaian Tugas Akhir.

III.1 Studi Literatur

Studi literatur adalah tahap pertama yang dilakukan agar dapat memahami domain masalah serta tujuan Tugas Akhir, sehingga dapat diberikan solusi untuk masalah tersebut. Proses tahap studi literatur adalah mencari dan mempelajari referensi terkait permasalahan sampah dan sistem yang telah ada untuk menangani permasalahan sampah.

Referensi terkait permasalahan sampah berasal dari berita-berita, artikel, dan *website* resmi PD Kebersihan Kota Bandung yang membahas mengenai sampah di Kota Bandung. Selain itu juga mempelajari sistem sejenis yang sudah ada untuk mengatasi masalah serupa seperti pengukuran level ketinggian sampah pada tempat sampah tertutup dan sistem *monitoring* tempat sampah. Pada tahap ini juga dilakukan eksplorasi teknologi terkait yaitu konsep *Internet of Things* (IoT), sensor ultrasonik, *WebSocket*, *database engine* PostgreSQL dan cara penghitungan volume sampah. Hal-hal yang dilakukan pada tahap ini ditunjukkan pada Gambar III.2

Tahap Studi Literatur

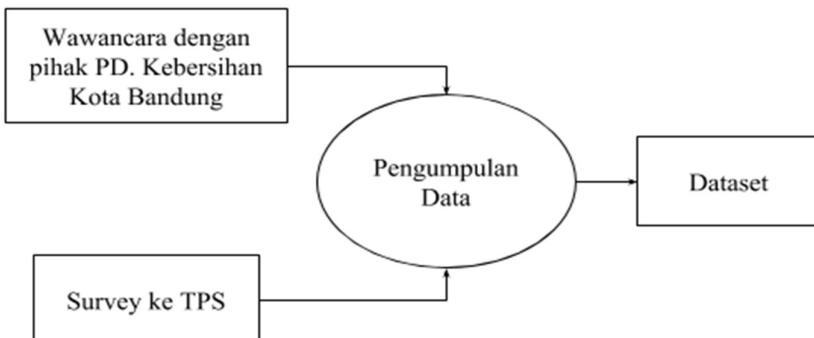


Gambar III.2 Diagram alur tahap studi literatur

III.2 Pengumpulan Data

Setelah referensi terkait domain masalah terkumpul dan dipelajari, tahap selanjutnya adalah pengumpulan data mengenai permasalahan sampah. Gambar III.3 menunjukkan hal-hal yang dilakukan pada tahap pengumpulan data. Pada tahapan ini dilakukan wawancara dengan narasumber dan pencarian data fisik melalui pihak terkait. Narasumber yang dimaksud adalah PD Kebersihan Kota Bandung dan pihak-pihak lain yang bersangkutan dengan pengelolaan sampah di Kota Bandung.

Tahap Pengumpulan Data



Gambar III.3 Diagram alur tahap pengumpulan data

III.3 Pembuatan Proposal

Tahap pembuatan proposal ditujukan untuk mengajukan persetujuan dari tim penguji mengenai aspek dan kedalaman pembahasan Tugas Akhir yang akan dilakukan. Pada tahap ini, dokumen yang dihasilkan berisi deskripsi topik, latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup dan batasan masalah, metodologi penyelesaian yang akan digunakan, tinjauan pustaka mengenai teknologi yang akan digunakan, jadwal serta rancangan anggaran selama Tugas Akhir.

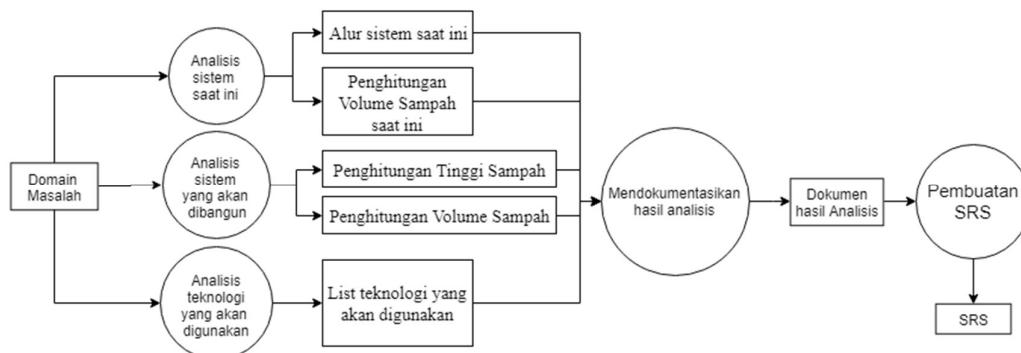
III.4 Pengembangan Perangkat Lunak

Tahap ini merujuk pada referensi *software development life cycle* (SDLC) model *waterfall* yang ditulis oleh Ian Sommerville [12]. Model SDLC yang dimaksud terdapat pada subbab II.2.7. Namun, dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini hanya dilaksanakan empat tahapan karena menyesuaikan dengan kebutuhan Tugas Akhir. Empat tahapan yang dilakukan dijelaskan pada subbab III.4.1 hingga subbab III.4.4.

III.4.1 Definisi Persyaratan

Hal-hal yang dilakukan pada tahap definisi persyaratan ditunjukkan pada Gambar III.4. Pada tahap ini, dilakukan analisis dan mendefinisikan persyaratan untuk menentukan tujuan sistem yang dibangun, batasan serta layanan-layanan yang harus ada dalam sistem. Analisis persyaratan dilakukan berdasarkan hasil pengamatan dan data yang telah dikumpulkan pada tahap studi literatur, yaitu

mencari tahu sistem penanganan sampah di Kota Bandung saat ini dan mendefinisikan masalah yang ada. Setelah persyaratan terdefinisi dengan tepat, persyaratan sistem kemudian akan didokumentasikan. *Output* dari tahap definisi persyaratan adalah *System Requirement Specification* (SRS).



Gambar III.4 Diagram alur tahap definisi persyaratan

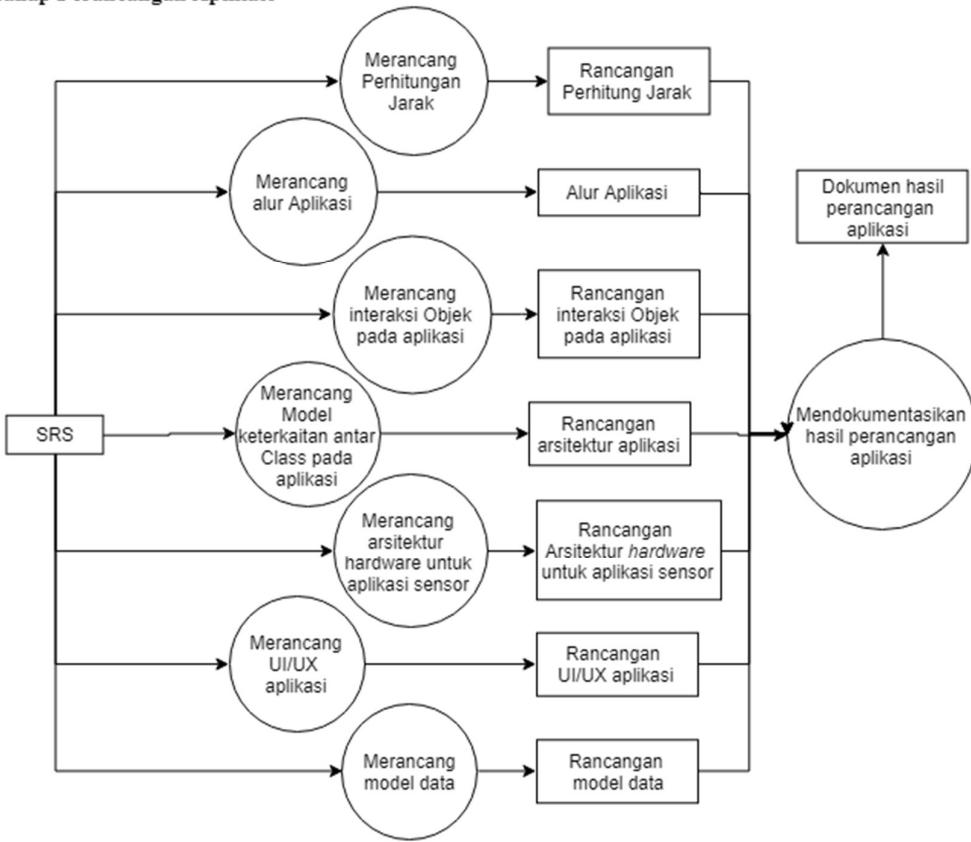
III.4.2 Perancangan Aplikasi

Tahap ini merupakan proses untuk merancang aplikasi yang dibangun berdasarkan persyaratan yang telah didefinisikan sebelumnya. Persyaratan yang telah terdefinisi menjadi panduan untuk pemilihan perangkat keras maupun perangkat lunak yang akan digunakan. Rincian tahapan perancangan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. perancangan perhitungan jarak;
2. perancangan alur aplikasi;
3. perancangan arsitektur *hardware* untuk aplikasi sensor;
4. perancangan keterkaitan antar *class* pada aplikasi;
5. perancangan interaksi objek pada aplikasi;
6. perancangan *UI/UX*;
7. perancangan model data.

Gambar III.5 menunjukkan hal-hal yang dilakukan pada tahap perancangan aplikasi serta *output* yang dihasilkan dari setiap langkah.

Tahap Perancangan Aplikasi



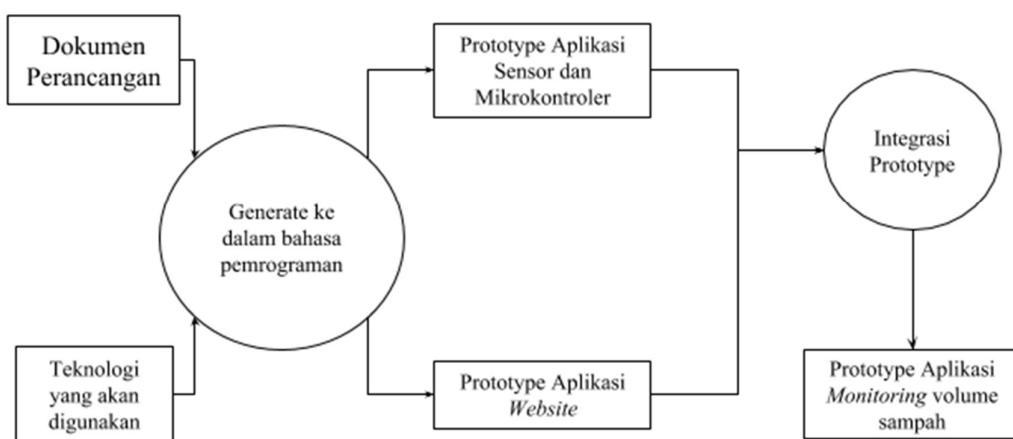
Gambar III.5 Diagram alur tahap perancangan aplikasi

III.4.3 Implementasi dan Pengujian Unit

Tahap implementasi merupakan kegiatan dalam mewujudkan desain perangkat lunak sebagai serangkaian atau unit program. Implementasi pada tahap ini akan membuat dua prototipe aplikasi secara terpisah yang nantinya akan diintegrasikan. Prototipe aplikasi pertama adalah program untuk mendeteksi volume sampah menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dengan mikrokontroler Arduino. Prototipe aplikasi kedua adalah prototipe aplikasi berbasis *website* untuk menampilkan data yang nantinya akan dikirim dari aplikasi sensor. Kedua prototipe tersebut akan diintegrasikan menjadi satu prototipe utuh. Hal-hal yang dilakukan pada tahap implementasi ditunjukkan pada Gambar III.6.

Pengujian pada sistem akan menggunakan dua tipe pengujian untuk aplikasi IoT, yaitu pengujian fungsional untuk pengujian unit dan pengujian performa. Penjelasan mengenai pengujian IoT dan detail rencana pengujian telah dijelaskan pada subbab II.2.6 dan Lampiran D (dokumen *Test Plan*). Pengujian fungsional akan melibatkan pendekatan pengujian *black-box* dan tidak mempedulikan mengenai *source code* pada aplikasi. Tujuannya adalah memeriksa fungsionalitas dan mengetahui kesesuaian antara input dan *output* fungsi dari prototipe yang telah dibuat dengan hasil perancangan yang telah disepakati pada tahap sebelumnya.

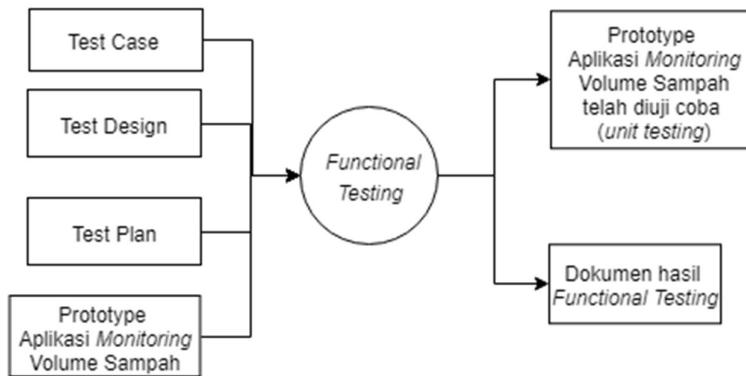
Tahap Implementasi



Gambar III.6 Diagram alur tahap implementasi

Pengujian fungsional yang dimaksud mengacu pada referensi yang dijelaskan pada subbab II.2.6 . Pengujian ini akan berfokus pada fungsi utama dan kondisi eror, yaitu menguji fungsi utama aplikasi serta memeriksa ketika kondisi eror aplikasi dapat menampilkan pesan eror yang sesuai [10]. Fokus komponen yang diuji adalah komponen sensor dan aplikasi. Fungsi-fungsi utama aplikasi yang akan diuji didetaillkan pada Lampiran E (dokumen *Test Design Specification*). Pengujian ini akan mengacu pada dokumen SRS yang telah disepakati. Gambar III.7 menunjukkan input dan *output* dari tahap pengujian fungsional.

Functional Testing



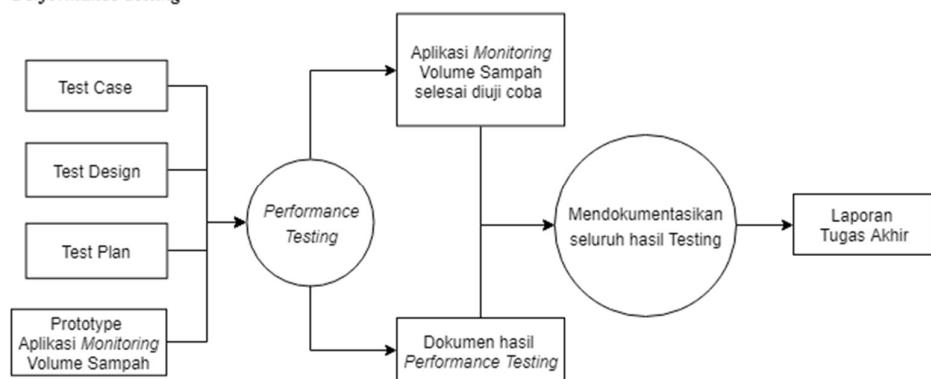
Gambar III.7 Diagram alur tahap pengujian fungsional

III.4.4 Pengujian Performa

Proses pengujian akan berlanjut ke pengujian performa. Gambar III.8 menunjukkan tahapan yang dilakukan pada proses pengujian performa. Pengujian performa adalah pengujian untuk memastikan aplikasi akan bekerja dengan baik di bawah beban kerja yang diharapkan. Pengujian akan menggunakan tipe pengujian volume, yaitu memantau perilaku sistem perangkat lunak secara keseluruhan di bawah pengujian volume data yang banyak [11]. Tujuannya adalah untuk memeriksa kinerja aplikasi di bawah berbagai volume data pada bagian *backend*. Fokus dari pengujian performa ini adalah kecepatan, yaitu menguji kecepatan respon dari sistem.

Proses pengujian ini akan menggunakan pendekatan pengujian *black-box*, sehingga akan mengacu berdasarkan dokumen SRS yang telah disepakati sebelumnya. Fokus komponen yang diuji adalah komponen *backend*. Pengujian performa yang dimaksud mengacu pada referensi yang dijelaskan pada subbab 2.2.6 . Rencana dari pengujian performa telah dijelaskan pada Lampiran D (dokumen Test Plan) serta item yang akan diuji dijelaskan pada Lampiran E (dokumen *Test Design Specification*).

Performance Testing



Gambar III.8 Diagram alur tahap pengujian performa

BAB IV

ANALISIS

IV.1 Analisis Sistem Pengangkutan Sampah Saat Ini

Seperti yang telah dijelaskan pada subbab rumusan masalah, yang menjadi domain masalah pada Tugas Akhir ini adalah adanya sampah menumpuk di TPS yang mengganggu warga sekitar. Berikut adalah analisis dari sistem pengangkutan sampah saat ini yang terbagi menjadi analisis sumber dan jenis sampah, kegiatan pengangkutan sampah, tempat penampungan sampah, penghitungan volume saat ini, dan kebutuhan pengguna.

IV.1.1 Analisis Sumber dan Jenis Sampah

Berdasarkan hasil wawancara dengan PD Kebersihan Kota Bandung, sumber sampah untuk pengelolaan sampah di Kota Bandung saat ini dibagi menjadi tiga, yaitu:

1. sampah komersil yang berasal dari ruko-ruko, toko-toko, dan perusahaan dalam skala kecil;
2. sampah pasar yang berasal dari pasar;
3. sampah rumah tinggal (residensial) yang berasal dari rumah tinggal (masyarakat).

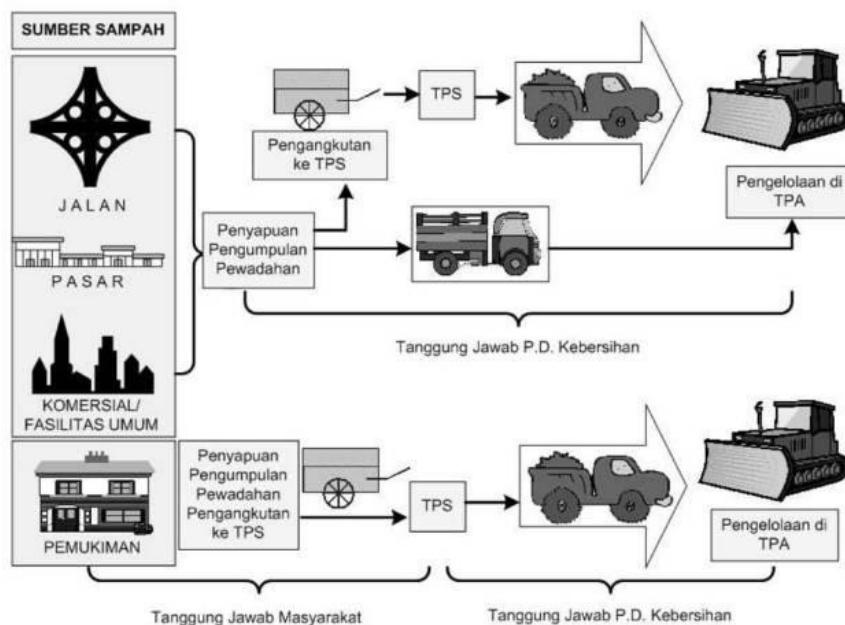
Jenis sampah pun beragam, jika dilihat berdasarkan bentuknya, sampah dibagi menjadi sampah padat dan sampah cair. Sampah padat merupakan segala bahan buangan selain sampah manusia dan sampah cair. Sampah padat dapat berupa sampah rumah tangga seperti sampah dapur, plastik, metal, gelas, dsb. Sedangkan, sampah cair merupakan sampah berbahan cairan yang telah digunakan dan tidak diperlukan kembali, contohnya adalah limbah hitam.

Berdasarkan sumber dan jenis sampah yang ada, dalam Tugas Akhir ini, sampah yang diukur volumenya adalah sampah padat yang bersumber dari rumah tinggal (sampah residensial). Sampah rumah tinggal dipilih karena sampah yang berasal dari rumah tinggal tergolong sampah yang lebih mudah untuk diukur oleh sensor

yang digunakan. Sampah padat lebih memungkinkan untuk diukur karena memiliki tempat penampungan sementara yang dikelola oleh PD Kebersihan Kota Bandung. Namun, setelah melakukan percobaan untuk mengukur jarak menggunakan sensor terhadap sampah padat, terdapat beberapa sampah yang hasil pengukurannya tidak sesuai dengan jarak aslinya. Sehingga pada Tugas Akhir ini memiliki batasan bahwa sampah yang berbahan menyerap gelombang ultrasonik akan dikecualikan dari penghitungan. Salah satu contoh sampah berbahan menyerap gelombang ultrasonik adalah busa (*sponge*).

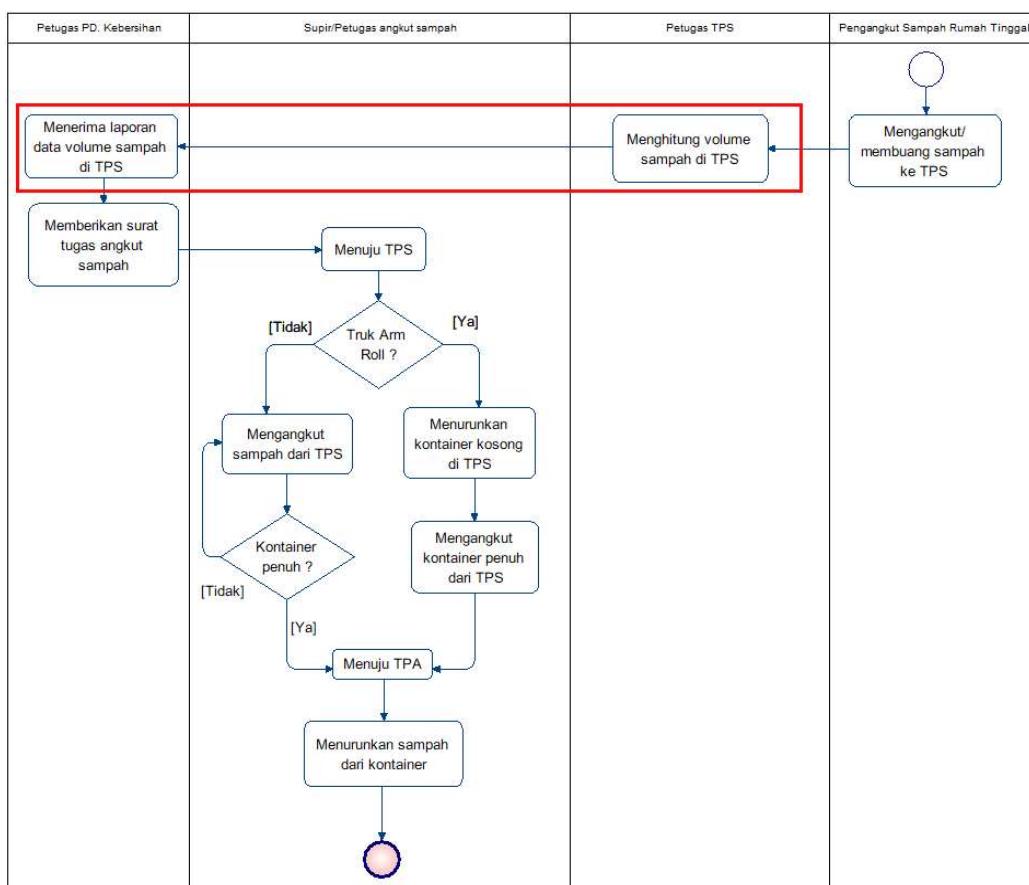
IV.1.2 Analisis Kegiatan Pengangkutan Sampah

Kegiatan pengangkutan sampah oleh PD Kebersihan Kota Bandung saat ini dibagi menjadi dua cara yang dibedakan berdasarkan sumber sampahnya. Untuk sampah yang bersumber dari sapuan jalan, pasar, dan komersial/fasilitas umum, akan ditangani langsung oleh PD Kebersihan Kota Bandung mulai dari penyapuan jalan, pengangkutan, hingga pengelolaan sampah di TPA. Sementara untuk sampah yang bersumber dari pemukiman, sampah dari pemukiman hingga pengangkutan ke TPS merupakan tanggung jawab masyarakat. Alur pengangkutan sampah di Kota Bandung saat ini ditunjukkan pada Gambar IV.1.



Gambar IV.1 Alur pengangkutan sampah di Kota Bandung saat ini

Pada Tugas Akhir ini, aplikasi yang dibangun memiliki batasan yaitu hanya memantau proses yang merupakan tanggung jawab PD Kebersihan Kota Bandung dan TPS yang sumber sampahnya berasal dari rumah tinggal (pemukiman). Selain karena jenis sampah yang ada pada TPS rumah tinggal lebih mudah diukur, jadwal pengangkutan pada beberapa TPS rumah tinggal juga masih tergolong tentatif. Jadwal pengangkutan yang berubah-ubah ini disebabkan jumlah sampah yang masuk ke TPS juga tergantung pada kinerja petugas sampah dari pihak masyarakat. Gambar IV.2 menunjukkan alur pengangkutan sampah serta aktor yang bertanggung jawab selama aktivitas pengangkutan sampah berlangsung.



Gambar IV.2 Alur pengangkutan sampah serta aktor yang terlibat

Sampah dari rumah tinggal akan dibawa oleh petugas pengangkut sampah rumah tinggal yang merupakan petugas dari pihak RT/RW. Sampah tersebut diangkut menggunakan gerobak sampah dan kemudian dibawa ke TPS terdekat. Setiap

gerobak yang masuk ke TPS, akan dicatat dan dianggap memiliki satu gerobak memiliki kapasitas volume 1 m³ yang kemudian dilaporkan ke pihak PD Kebersihan Kota Bandung untuk dijadikan acuan pembuatan jadwal pengangkutan sampah di TPS tersebut.

Berdasarkan jadwal yang dimiliki PD Kebersihan Kota Bandung, akan dibuat surat tugas untuk setiap jadwal pengangkutan bagi setiap petugas angkut sampah dari pihak PD Kebersihan Kota Bandung. Setelah menerima surat tugas, petugas angkut akan menuju TPS sesuai surat tugas yang diterima. Petugas akan mengangkut menggunakan truk sampah. Setelah itu, kontainer sampah penuh akan dibawa dan diturunkan di TPA untuk diolah di tahap selanjutnya.

Namun, dalam pelaksanaannya, terdapat beberapa masalah pada sistem pengangkutan sampah saat ini, di antaranya:

1. PD Kebersihan Kota Bandung belum mengetahui secara pasti pada jam berapa sampah di TPS tertentu harus diangkut, sehingga kadang terjadi keterlambatan pengangkutan yang menyebabkan sampah menumpuk di TPS bahkan hingga meluber ke luar kontainer dan menyebabkan lingkungan menjadi tidak nyaman;
2. jadwal pengangkutan sampah saat ini dibuat berdasarkan sampling yang dilakukan PD Kebersihan Kota Bandung selama beberapa minggu. Namun, dalam kasus-kasus tertentu hasil dari sampling tersebut tidak dapat diandalkan. Contohnya ketika terdapat suatu kegiatan/peristiwa di daerah tertentu, sampah menjadi lebih banyak dibanding hari biasanya. Hal ini seharusnya berdampak pada pengangkutan sampah. Daerah dengan kegiatan/peristiwa tersebut harus diprioritaskan untuk diangkut terlebih dahulu. Namun, dampaknya pengangkutan sampah di daerah lain juga harus diubah, sehingga jadwal pengangkutan sampah harus bisa dibuat dinamis;
3. jika petugas pengangkut sampah tiba di TPS namun sampah di TPS tersebut belum memenuhi kontainer, petugas pengangkut sampah harus menunggu terlebih dahulu agar sampah memenuhi kontainer, barulah kemudian diangkut ke TPA. Hal ini juga menjadi salah satu faktor yang mengakibatkan jadwal pengangkutan menjadi tidak optimal.

Proses yang diatasi oleh aplikasi yang dibangun ditunjukkan dengan kotak merah pada Gambar IV.2. Aplikasi yang dibangun dapat menghitung volume sampah yang masuk ke TPS. Kemudian, data volume sampah akan ditampilkan pada sebuah *website*. Selain menampilkan data volume sampah di tiap TPS, *website* juga akan memberikan notifikasi kepada pengguna apabila terdapat volume sampah di TPS tertentu yang telah mencapai level presentasi volume sampah tertentu. Level tersebut selanjutnya dijelaskan pada subbab IV.2.3. Dengan adanya aplikasi yang dibangun, masalah pada poin 1 dan 2 dapat diatasi, dengan cara:

1. adanya data volume sampah yang disertai waktu sampah masuk ke suatu TPS dapat membantu PD Kebersihan Kota Bandung untuk membuat surat tugas secara tepat sasaran (pengangkutan di TPS tertentu sesuai dengan waktu penuh di TPS tersebut);
2. adanya data volume sampah yang direkam secara periodik dan notifikasi volume sampah dapat membantu PD Kebersihan Kota Bandung untuk membuat jadwal yang dapat berubah-ubah (dinamis) meski masih secara manual (belum menggunakan aplikasi yang dapat membuat jadwal secara otomatis).

Jadwal pengangkutan sampah di Kota Bandung saat ini dapat dilihat pada Lampiran B. Berdasarkan jadwal pengangkutan sampah saat ini, terdapat beberapa TPS yang tidak tercantum pada jam berapa sampah harus diangkut. Bahkan beberapa TPS juga masih kosong atau belum ada jadwal pasti. Hal tersebut disebabkan oleh waktu penuh sampah pada TPS tersebut tidak menentu dan PD Kebersihan Kota Bandung belum mendapatkan data mengenai waktu penuh sampah di TPS tersebut, sehingga belum bisa ditetapkan jadwal yang teratur untuk setiap TPS. Dengan adanya aplikasi *monitoring* volume sampah ini, dapat membantu PD Kebersihan Kota Bandung dalam mengetahui dan menetapkan jadwal yang dinamis berdasarkan waktu volume sampah di TPS mencapai titik penuh.

IV.1.3 Analisis Tempat Penampungan Sampah Sementara (TPS)

Berdasarkan data dari PD Kebersihan Kota Bandung, terdapat 168 TPS dan bak sampah yang tersebar di wilayah Bandung dan 203 unit kontainer. Sejumlah enam puluh enam TPS diantaranya merupakan TPS yang dikhususkan untuk sampah rumah tinggal dengan sebaran sebagai berikut:

1. 7 TPS untuk wilayah Bandung Utara;
2. 23 TPS untuk wilayah Bandung Timur;
3. 22 TPS untuk wilayah Bandung Selatan;
4. 14 TPS untuk wilayah Bandung Barat.

Pada setiap TPS, terdapat minimal satu buah kontainer dengan jenis yang selalu tetap untuk menyimpan semua sampah yang masuk ke TPS tersebut. Kapasitas kontainer yang ada pun beragam. Namun, pada Tugas Akhir ini mengambil batasan dengan membuat aplikasi prototipe yang memantau tempat sampah buatan yang skalanya mengacu pada kontainer berkapasitas 6 m³, 10 m³, dan 12 m³.

Selain kontainer untuk menampung sampah yang masuk, beberapa TPS juga memiliki fasilitas lain guna mengurangi sampah yang akan diangkut ke TPA. Fasilitas yang dimaksud diantaranya terdapat fasilitas bank sampah, *biodigester*, mesin pres, pemilahan sampah anorganik, dan komposter. Dengan adanya fasilitas-fasilitas tersebut, dalam Tugas Akhir ini memiliki batasan yaitu mengambil contoh TPS yang sampahnya sudah dipilah. Tujuannya adalah untuk mengurangi resiko adanya sampah yang berbahaya menyerap gelombang ultrasonik.

Sampah yang masuk ke TPS rumah tinggal saat ini, merupakan sampah yang diangkut oleh pihak petugas dari masyarakat yang telah dikumpulkan menggunakan gerobak sampah. Waktu yang dibutuhkan oleh satu petugas dari masyarakat tersebut untuk mengumpulkan sampah dari rumah-rumah selama ±40 menit sekali. Waktu tersebut dipengaruhi oleh luas wilayah yang menjadi tanggung jawab petugas tersebut.

Pada setiap TPS, terdapat satu petugas yang dicatat (oleh PD Kebersihan Kota Bandung) sebagai orang yang bertanggung jawab atas TPS tersebut dan berkomunikasi dengan pihak PD Kebersihan Kota Bandung. Selain itu, terdapat beberapa petugas lain TPS yang bertugas untuk:

1. memindahkan sampah dari gerobak ke dalam kontainer;
2. meratakan atau memadatkan sampah yang berada dalam kontainer;
3. berkomunikasi dengan PD Kebersihan Kota Bandung.

IV.1.4 Analisis Penghitungan Volume Sampah

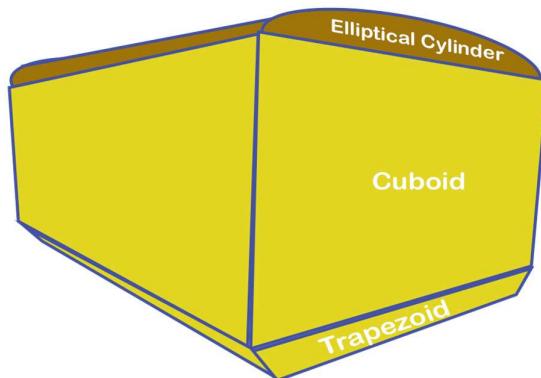
Berdasarkan wawancara dengan PD Kebersihan Kota Bandung, penghitungan volume sampah pada TPS rumah tinggal saat ini dilakukan dengan cara menghitung jumlah gerobak sampah yang masuk ke TPS. Satu gerobak sampah diasumsikan memiliki volume 1 m^3 . Data volume tersebut diambil dengan melakukan sampling selama satu hingga empat minggu sebagai data acuan dalam penugasan pengangkutan sampah selama satu tahun ke depan. Berdasarkan hasil perhitungan sampling tersebut maka diambil rata-rata untuk menentukan volume harian yang masuk pada setiap TPS.

Penghitungan volume sampah dengan cara tersebut dirasa kurang tepat karena PD Kebersihan Kota Bandung hanya mengetahui rata-rata volume harian pada TPS, tidak mengetahui volume sampah *real* yang ada di TPS. Sementara untuk mewujudkan pengangkutan sampah yang optimal, dibutuhkan volume sampah harian yang *real* sama seperti kondisi di TPS. Data *real* dibutuhkan agar petugas pengangkut sampah mengetahui kapan dan pada pukul berapa sampah harus diangkut, sehingga tidak terlambat mengangkut sampah yang akan menyebabkan kondisi lingkungan tidak nyaman.

Pendekatan bangun ruang dapat digunakan sebagai alternatif untuk menghitung volume sampah di kontainer. Dengan pendekatan bangun ruang tersebut, dapat digunakan untuk mengotomatiskan dari proses penghitungan volume sampah saat ini, dengan tujuan untuk memudahkan kerja pihak TPS. Bentuk bangun ruang yang digunakan antara lain:

1. *cuboid*;
2. *trapezoidal*;
3. *elliptical cylinder*.

Pembagian atas penggunaan pendekatan bangun ruang tersebut digambarkan pada Gambar IV.3.



Gambar IV.3 Ilustrasi pembagian bangun ruang pada kontainer

Pendekatan bangun ruang ini dapat digunakan karena bentuk wadah sampah yang jelas. Untuk kasus sampah yang melewati tinggi kontainer, dapat menggunakan pendekatan bangun ruang juga karena bentuk tumpukan sampah yang akan diratakan atau dipadatkan menyerupai bentuk setengah silinder. Untuk menghitung volume sampah dengan menggunakan pendekatan volume bangun ruang, dibutuhkan data berupa ukuran kontainer (panjang, lebar, dan tinggi) serta ketinggian sampah. Selain itu, untuk mendapatkan ketinggian sampah yang dapat berubah setiap waktu, dibutuhkan suatu alat untuk dapat mendeteksi ketinggian sampah.

Beberapa alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi ketinggian sampah adalah sensor ultrasonik dan sensor inframerah. Pada Tugas Akhir ini, untuk mendeteksi ketinggian sampah digunakan sensor ultrasonik. Alasan pemilihan sensor ultrasonik dibandingkan sensor inframerah dijelaskan pada subbab selanjutnya.

IV.1.5 Analisis Kebutuhan Pengguna

Target pengguna dari aplikasi yang dibangun adalah pihak/pegawai PD Kebersihan Kota Bandung dan pihak petugas TPS. Oleh karena itu, dalam Tugas Akhir ini juga melibatkan pengguna dalam pembuatannya. Melalui wawancara, PD Kebersihan

Kota Bandung menyebutkan bahwa saat ini perusahaan sedang mengembangkan aplikasi untuk penugasan petugas pengangkut sampah (supir). Pembuatan aplikasi tersebut didasari oleh masalah mengenai banyaknya supir tambahan (untuk mengganti supir yang berhalangan kerja) yang menganggur. Untuk itu, dibuatlah aplikasi agar PD Kebersihan Kota Bandung dapat secara dinamis mengatur penugasan pengangkutan sampah, meliputi supir yang bertugas, truk yang akan dikendarai, serta TPS mana yang sampahnya akan diangkut oleh supir tersebut. Namun untuk mendukung aplikasi tersebut PD Kebersihan Kota Bandung memiliki kebutuhan untuk mengetahui pada jam berapa sampah di TPS tertentu harus diangkut pada hari ini (per hari). Data tersebut dibutuhkan agar pengangkutan sampah dapat dilaksanakan pada waktu yang tepat. Selain data tersebut, PD Kebersihan Kota Bandung perlu mengetahui informasi untuk memprediksi kebutuhan selanjutnya. Misal, PD Kebersihan Kota Bandung dapat memprediksi apakah perlu untuk menambah petugas angkut atau tidak, dll.

Selain PD Kebersihan Kota Bandung, target pengguna lainnya adalah petugas TPS. Pada subbab IV.1.3 telah disebutkan bahwa terdapat satu petugas yang bertanggung jawab atas satu TPS. Petugas tersebut akan berkomunikasi dengan pihak PD Kebersihan Kota Bandung, salah satunya adalah untuk melaporkan kondisi sampah di TPS tersebut juga bertugas menghitung dan melaporkan volume sampah di TPS tersebut (alur dijelaskan pada subbab IV.1.2). Oleh karena itu, pada aplikasi yang dibangun diperlukan pencatatan TPS mana dan siapa petugas yang bertanggung jawab atas TPS tersebut.

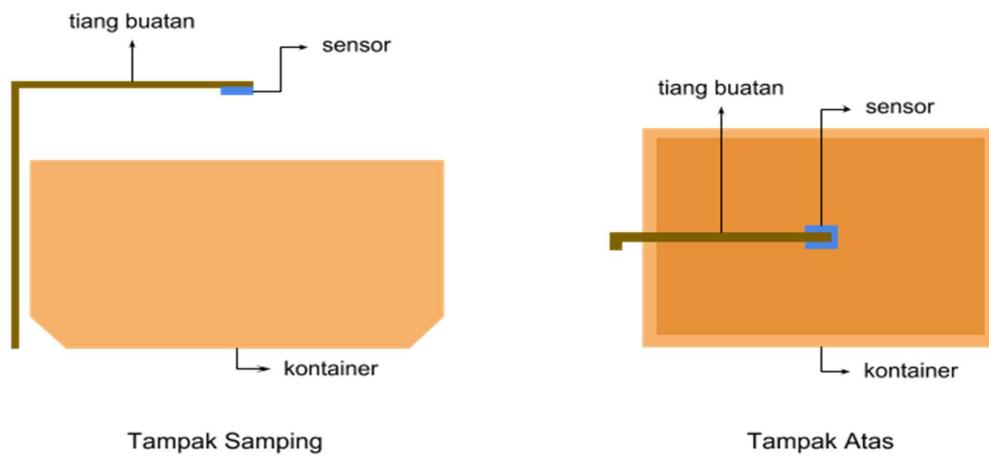
Berdasarkan hal tersebut, aplikasi yang dibangun dapat membantu PD Kebersihan Kota Bandung dalam membuat jadwal yang dinamis dan optimal untuk pengangkutan sampah. Aplikasi *monitoring* sampah ini menunjukkan data volume sampah harian secara periodik, dimana data volume sampah di TPS tertentu diperbaharui satu jam sekali, sehingga pengguna dapat melihat volume sampah di suatu TPS pada jam-jam tertentu. Selain itu, aplikasi yang dibangun juga perlu memiliki fitur notifikasi untuk pengguna apabila volume sampah di TPS tertentu hampir memenuhi kapasitas maksimal kontainer. Dengan adanya kedua fitur ini, pengguna dapat lebih mengoptimalkan jadwal pengangkutan sampah.

IV.2 Analisis Kebutuhan Aplikasi *To-Be*

Terdapat beberapa kebutuhan yang perlu dianalisis mengenai aplikasi yang dibangun, yaitu analisis pemasangan sensor ultrasonik, analisis proses menghitung ketinggian sampah, dan analisis penghitungan volume sampah. Berikut adalah penjelasan detail mengenai analisis-analisis pada aplikasi yang dibangun.

IV.2.1 Analisis Pemasangan Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik dipasang di bagian atas tengah kontainer dengan bantuan tiang buatan. Pemasangan sensor diilustrasikan pada Gambar IV.4.



Gambar IV.4 Ilustrasi pemasangan sensor ultrasonik

Aturan pemasangan sensor ultrasonik pada kontainer:

1. sensor dipasang dengan bantuan tiang buatan di atas kontainer;
2. posisi sensor dipasang tegak lurus terhadap timbunan sampah;
3. posisi sensor berada tepat di tengah atas kontainer;
4. jarak antara maksimal timbunan sampah dengan sensor adalah 1 meter, sehingga sensor dipasang 2 meter di atas kontainer;

Penetapan posisi pemasangan sensor ini dilakukan setelah survei ke beberapa TPS dilakukan. Berdasarkan survei yang telah dilakukan, timbunan sampah yang berada di dalam kontainer akan diratakan dan dipadatkan, sehingga timbunan sampah di dalam kontainer akan rata (tidak menggunung atau membentuk pola cekung).

Selain itu, berdasarkan cara kerjanya, sensor ultrasonik akan menghasilkan jarak yang tepat hanya jika posisi sensor tegak lurus terhadap objek yang akan dideteksi.

IV.2.2 Analisis Proses Menghitung Ketinggian Sampah

Pada aplikasi yang dibangun, sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur ketinggian sampah. Sensor ultrasonik akan memancarkan gelombang ultrasonik pada timbunan sampah di dalam kontainer, kemudian sampah yang terdeteksi pertama kali akan memantulkan kembali gelombang ultrasonik tersebut dan diterima oleh *transceiver*. Jarak antara pemancar dan sampah yang terdeteksi dapat dihitung dengan menggunakan rumus (IV. 1):

$$s = \frac{t \times 340 \text{ m/s}}{2} \quad (\text{IV. 1})$$

dengan keterangan rumus sebagai berikut:

s = jarak dalam satuan meter;

t = lamanya waktu gelombang pantul.

Rumus (IV. 1) akan menghasilkan jarak antara sensor dengan puncak timbunan sampah. Untuk mendapatkan ketinggian sampah, dihitung dengan menggunakan rumus (IV. 2).

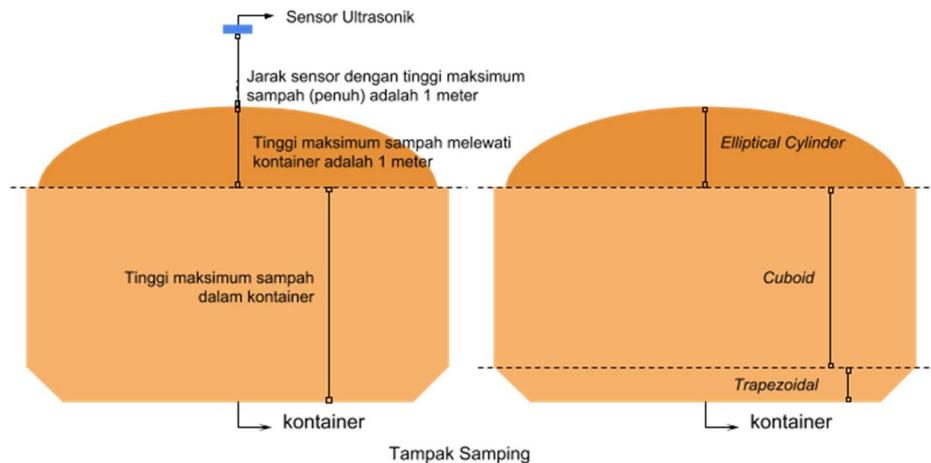
Dalam beberapa kasus tertentu, terdapat kemungkinan adanya gangguan yang menyebabkan jarak penghitungan tidak akurat, yaitu:

1. adanya sampah yang berbahan menyerap gelombang. Pada kasus ini, gelombang ultrasonik akan menembus sampah berbahan menyerap gelombang hingga mendeteksi sampah padat yang ada dibawahnya. Hal ini menyebabkan jarak yang dihasilkan menjadi tidak akurat. Hal ini juga merupakan salah satu kelemahan dari sensor ultrasonik, sehingga jarak yang dihasilkan pada kasus ini akan dianggap normal (tidak ada cara untuk mengatasi eror jarak yang dihasilkan);
2. gelombang pantul tidak diterima oleh *receiver*. Kasus ini dapat terjadi apabila hukum pemantulan bunyi tidak terpenuhi (jika permukaan sampah yang terdeteksi tidak rata yang menyebabkan sudut datang tidak sama dengan sudut pantul). Hal ini juga merupakan kelemahan dari sensor ultrasonik, sehingga

- ketika kasus ini terjadi saat pendekripsi jarak, program akan memberikan status *out of range*. Ketika terdapat status *out of range*, program akan mengambil data yang sebelumnya terdeteksi dan menganggap tidak ada perubahan ketinggian sampah;
3. terdapat gangguan dari faktor eksternal, seperti petugas TPS yang terdeteksi oleh sensor ketika sedang meratakan dan memadatkan sampah. Untuk kasus ini, dapat diatasi dengan cara:
 - a. mengaktifkan sensor ultrasonik selama terus menerus;
 - b. jika tidak ada perubahan data yang signifikan, maka sensor dinonaktifkan. Signifikansi perubahan data dihitung dari data dua menit terakhir;
 - c. program menghitung rata-rata jarak dari dua menit terakhir yang dihasilkan.

IV.2.3 Analisis Penghitungan Volume Sampah

Seperti yang telah dijelaskan pada subbab II.2.3 serta IV.1.4, bentuk kontainer sampah terbuka yang digunakan oleh Kota Bandung dapat dibagi ke dalam dua pendekatan bangun ruang, yakni *cuboid* dan *trapezoid*. Selain itu, untuk kasus sampah melebihi tinggi kontainer menggunakan pendekatan bentuk *elliptical cylinder* untuk menghitung volumenya.



Gambar IV.5 Pembagian bangun ruang pada kasus sampah melebihi kontainer

Dalam survei ke beberapa TPS yang berbeda, untuk kasus sampah mencapai titik penuh kontainer (melewati tinggi kontainer), sampah ditumpuk hingga 1 meter di

atas kontainer. Jika digunakan sensor ultrasonik (seperti Gambar IV.5) untuk mendapatkan jarak antara sensor tersebut dengan sampah, maka untuk mengetahui ketinggian sampah, dimisalkan:

S = jarak sensor ultrasonik dengan sampah (puncak tertinggi);

H_f = tinggi sensor dari dasar kontainer;

H_t = tinggi maksimum sampah yang melewati kontainer;

H_k = tinggi maksimum sampah di dalam kontainer;

H_c = tinggi kontainer (*cuboid*);

H_{tr} = tinggi kontainer (*trapezoidal*);

V_t = volume sampah maksimum yang melewati kontainer (penuh);

V_k = volume sampah maksimum di dalam kontainer;

V_{tr} = volume sampah maksimum *trapezoidal* (kontainer bagian bawah);

V = volume sampah;

H = tinggi sampah di dalam kontainer.

Ketika data ukuran kontainer serta tinggi toleransi maksimum sampah melewati kontainer diketahui, maka bisa didapatkan V_t , V_k , V_{tr} , yang nantinya digunakan untuk membantu proses menghitung volume pada level-level tertentu.

Untuk mencari ketinggian sampah digunakan rumus:

$$H = H_f - S \quad (\text{IV. 2})$$

dari data tinggi yang didapatkan, level sampah yang dapat terbagi menjadi sebagai berikut:

1. jika $H < H_{tr}$, maka sampah masih berada dalam kondisi sangat aman atau masih kosong. Selanjutnya volume sampah pada level ini dihitung menggunakan pendekatan volume bangun ruang *trapezoidal*;
2. jika $H > H_{tr}$ dan $H < H_k$, maka sampah masih berada dalam kondisi aman atau tidak melebihi tinggi maksimum sampah di dalam kontainer. Selanjutnya volume sampah pada level ini dihitung menggunakan pendekatan bangun ruang *cuboid*, dan hasilnya ditambahkan dengan V_c ;

3. Jika $H > H_k$ dan $H < H_t$, maka sampah telah melebihi tinggi kontainer, namun belum penuh atau tidak melebihi tinggi maksimum sampah melewati kontainer. Selanjutnya volume sampah pada level ini dihitung menggunakan pendekatan bangun ruang *elliptical cylinder*, dan hasilnya ditambahkan dengan V_k ;
4. Jika $H = H_t$, maka sampah telah mencapai kondisi penuh dan harus segera diangkut ($V = V_t$).

Setelah diketahui berapa volume sampah di kontainer, maka dapat dihitung persentase (%) volume sampah yang nantinya digunakan sebagai acuan untuk proses notifikasi. Untuk menghitung persentase volume sampah:

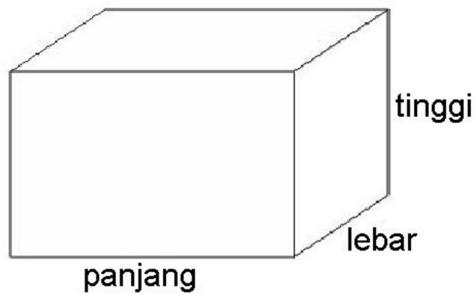
$$\text{Persentase volume} = \frac{V}{V_t} \times 100\% \quad (\text{IV. 3})$$

Dengan pembagian level persentase volume sebagai berikut:

1. **persentase volume mencapai 65% - 79%.** Pada level ini diberikan notifikasi agar pihak PD Kebersihan Kota Bandung dapat segera membuat surat tugas untuk mengangkut sampah di kontainer TPS tersebut;
2. **persentase volume mencapai 80% - 89%.** Pada level ini diberikan notifikasi agar pihak PD Kebersihan Kota Bandung dapat segera memberikan surat tugas kepada petugas angkut sampah untuk mengangkut sampah di kontainer TPS tersebut;
3. **persentase volume mencapai $\geq 90\%$.** Pada level ini diberikan notifikasi agar pihak PD Kebersihan Kota Bandung dapat segera mengaktifasi atau memastikan bahwa petugas angkut sampah yang telah ditugaskan ke TPS tersebut telah berangkat menuju TPS tersebut untuk mengangkut sampah di kontainer TPS tersebut.

IV.2.3.1 Volume dengan Pendekatan Balok

Bagian tengah kontainer memiliki bentuk bangun ruang balok seperti yang diilustrasikan pada Gambar IV.6



Gambar IV.6 Ilustrasi bangun ruang balok

Rumus untuk volume bangun ruang balok adalah:

$$V = P \times L \times T \quad (\text{IV. 4})$$

dengan keterangan sebagai berikut:

V = volume;

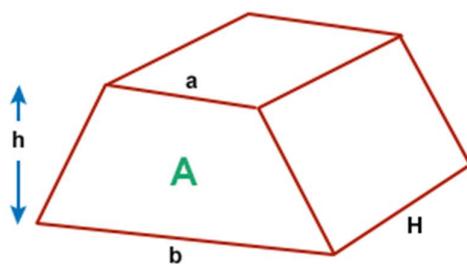
P = panjang;

L = lebar;

T = tinggi.

IV.2.3.2 Volume dengan Pendekatan Prisma Trapezoidal

Bagian bawah kontainer memiliki bentuk bangun ruang prisma trapezoidal seperti yang diilustrasikan pada Gambar IV.7.



Gambar IV.7 Ilustrasi bangun ruang *trapezoidal*

Rumus untuk volume bangun ruang *trapezoidal* adalah sebagai berikut:

$$V = \frac{(a + b)h}{2} \times H \quad (\text{IV. 5})$$

dengan keterangan sebagai berikut:

V = volume prisma *trapezoidal*;

a = sisi atas bidang trapesium;

b = sisi bawah bidang trapesium;

h = tinggi bidang trapesium;

H = tinggi prisma.

IV.2.3.3 Volume dengan Pendekatan *Elliptical Cylinder*

Timbunan sampah pada kontainer memungkinkan berbentuk setengah elips (seperti tangki air horizontal), dengan tinggi tertentu yang diperkirakan memiliki toleransi tinggi tertentu agar sampah tidak tumpah. Berdasarkan hasil wawancara dan survei di beberapa TPS, diketahui bahwa perkiraan toleransi tinggi sampah di atas tinggi kontainer adalah 1,5 meter.

Rumus untuk volume bangun ruang *elliptical cylinder* adalah:

$$V = T \times \frac{L}{4} \times P \times [\{\arccos(1 - 2 \times \frac{K}{T})\} - \{\(1 - 2 \times \frac{K}{T}\) - \sqrt{(4 \times \frac{K}{T}) - (4 \times \frac{K \times \frac{K}{T}}{T})}\}] \quad (\text{IV. 6})$$

dengan keterangan sebagai berikut:

V = volume;

T = tinggi;

L = lebar;

P = panjang;

T = kedalaman.

IV.3 Analisis Kebutuhan Teknologi

Dari kebutuhan-kebutuhan aplikasi *to-be* yang telah didefinisikan sebelumnya, diperlukan teknologi-teknologi yang dapat mendukung kebutuhan tersebut. Dalam memilih teknologi yang dapat mendukung sistem, dilakukan analisis kebutuhan teknologi. Analisis kebutuhan teknologi yang dilakukan terdiri dari analisis

kebutuhan pengukuran jarak, analisis kebutuhan *database*, analisis kebutuhan pengiriman data, analisis kebutuhan server, dan analisis kebutuhan web.

IV.3.1 Analisis Kebutuhan Pengukuran Jarak

Pada Tugas Akhir ini, dalam pengukuran volume secara umum nilai yang dibutuhkan yaitu panjang, lebar dan tinggi kontainer. Dalam pengukuran volume sampah nilai panjang dan lebar sudah dimiliki oleh kontainer yang ada pada TPS dan nilai tinggi merupakan nilai ketinggian yang dimiliki oleh sampah yang ada pada kontainer. Dengan kondisi yang telah dijelaskan pada subbab IV.2.3, diperlukan kemampuan untuk mendeteksi ketinggian tersebut. Untuk mendeteksi ketinggian tersebut dapat dilakukan dengan berbagai metoda diantaranya dengan memanfaatkan sifat fisis dari gelombang bunyi dan gelombang cahaya.

Saat ini terdapat teknologi yang mewakili sifat gelombang bunyi dan gelombang cahaya yaitu sensor ultrasonik yang memanfaatkan gelombang ultrasonik dan sensor inframerah yang memanfaatkan gelombang cahaya. Dengan kondisi TPS yang ada saat ini tentunya sifat dari dua gelombang tersebut masing-masing memiliki kelemahan satu sama lain yang dipengaruhi oleh keadaan yang ada pada lingkungan sekitarnya. Tabel IV.1 menunjukkan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kondisi yang ada pada kedua sensor tersebut.

Tabel IV.1 Perbandingan sensor ultrasonik dan sensor inframerah

Faktor	Pengaruh	
	Sensor Ultrasonik	Sensor Inframerah
Suhu	✓	✓
Cahaya	✗	✓
Asap/Kabut	✗	✗
Lingkungan kotor/berdebu	✗	✗
Banyaknya objek yang dideteksi	✓	✗
Permukaan benda	✓	✓
Warna benda	✗	✓

Keterangan dari simbol Tabel IV.1 adalah sebagai berikut:

✗ : tidak memengaruhi performa sensor

✓ : memengaruhi performa sensor

Faktor dan kondisi yang ada di TPS ditunjukkan pada Tabel IV.2.

Tabel IV.2 Faktor dan kondisi TPS saat ini

Faktor	Kondisi
Suhu	Suhu dapat berubah-ubah sesuai dengan kondisi cuaca
Cahaya	Memiliki kondisi cahaya yang berubah-ubah karena berada di luar ruangan
Asap/Kabut	Memiliki kondisi asap yang cukup buruk dikarenakan dekat dengan jalanan besar
Lingkungan kotor/berdebu	Memiliki kondisi lingkungan TPS yang kotor dan berdebu
Banyaknya objek yang dideteksi	Memiliki berbagai macam jenis sampah yang dideteksi
Permukaan benda	Memiliki permukaan sampah yang berbagai macam
Warna benda	Memiliki warna sampah yang bermacam-macam

Berdasarkan perbandingan tersebut dan dengan kondisi TPS yang ada saat ini, sensor ultrasonik lebih cocok digunakan untuk mengetahui ketinggian sampah yang ada di dalam kontainer dengan kelemahan terhadap benda yang menyerap gelombang. Pada penerapannya sensor ultrasonik yang digunakan adalah sensor ultrasonik HC-SR04, dalam menjalankan HC-SR04 diperlukan spesifikasi seperti yang dituliskan pada Tabel IV.3 dan Tabel IV.4.

Tabel IV.3 Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

Keterangan	Spesifikasi
<i>Working Voltage</i>	DC 5 V
<i>Working Current</i>	15mA
<i>Working Frequency</i>	40Hz
<i>Max Range</i>	4 m
<i>Min Range</i>	2 cm
<i>Measuring Angle</i>	15 degree

Tabel IV.3 Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 (lanjutan)

Keterangan	Spesifikasi
<i>Trigger Input Signal</i>	10uS TTL pulse
<i>Echo Output Signal</i>	<i>Input TTL level signal and the range in Proportion</i>
<i>Dimension</i>	45mm x 20mm x 15mm

Tabel IV.4 Pin pada sensor ultrasonik HC-SR04

Nama Pin	Pin pada Sensor Ultrasonik HC-SR04
VCC	+5VDC
Trig	Trigger (INPUT)
Echo	Echo (OUTPUT)
GND	GND

Dalam penerapannya, sensor ultrasonik tidak dapat berjalan sendiri maka diperlukan mikrokontroler untuk menjalankan sensor ultrasonik. Pemilihan mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino dengan jenis Arduino uno R3. Pertimbangan pemilihan Arduino dilihat pada spesifikasi Arduino yang dapat memenuhi kebutuhan sensor ultrasonik, artinya tidak akan ada *resource* berlebih yang tidak digunakan. Kebutuhan sensor ultrasonik dapat terpenuhi dengan menghubungkan Arduino dan sensor ultrasonik seperti yang ditunjukkan pada Tabel IV.5.

Tabel IV.5 Pemasangan sensor ultrasonik dan Arduino

Sensor Ultrasonik HC-SR04	Arduino Uno R3
VCC	Pin dengan tegangan 5V
Trig	Pin digital 11
Echo	Pin digital 12
GND	Pin GND

Arduino memiliki dua jenis pin, yaitu pin digital dan pin analog. Pertimbangan pemilihan pin digital adalah karena kemampuan pada pin digital yang dapat

mengenali sinyal 0 volt sebagai nilai LOW dan 5 volt sebagai nilai HIGH sensor ultrasonik sendiri bekerja pada tegangan 5 volt artinya pin digital dapat mewakili kebutuhan tersebut karena stabil pada voltase 5 volt. Sedangkan pada Pin analog dapat mengenali sinyal pada rentang nilai voltase dengan rentang yaitu 0 volt hingga 5 volt kemampuan ini berguna ketika kita hendak mengukur sesuatu dari sensor dan menggunakan nilai masukan dengan rentang tersebut.

Berdasarkan aturan pemasangan sensor yang telah dijelaskan pada subbab IV.2.1, dibutuhkan sensor yang memiliki domain jangkauan 1 meter - 3,9 meter. Seperti yang telah ditunjukkan pada Tabel IV.3 sebelumnya, Sensor Ultrasonik HC-SR04 memiliki kemampuan pembacaan jarak minimal 2 sentimeter hingga maksimal 4 meter. Tabel IV.6 menunjukkan hasil pembacaan jarak Sensor Ultrasonik HC-SR04 beserta persentase eror yang dihasilkan. Kolom rata-rata jarak yang dihasilkan menunjukkan rata-rata dari jarak yang dihasilkan pada 30 data pertama.

Tabel IV.6 Hasil pembacaan jarak dan persentase eror Sensor Ultrasonik HC-SR04

No	Jarak Asli (cm)	Rata-rata jarak yang dihasilkan (cm)	Eror (%)
1	2	7.10	254.88
2	3	5.87	95.80
3	4	5.63	40.75
4	5	6.14	22.88
5	6	6.48	7.96
6	7	7.56	7.93
7	8	8.38	4.79
8	9	9.21	2.30
9	10	10.23	2.30
10	11	11.10	0.94
11	12	12.19	1.59
12	25	24.07	3.70
13	50	50.14	0.28
14	75	74.39	0.82
15	100	97.21	2.79
16	125	122.88	1.69
17	150	148.37	1.08
18	175	173.82	0.68
19	200	197.89	1.06

Tabel IV.6 Hasil pembacaan jarak dan persentase eror Sensor Ultrasonik HC-SR04 (lanjutan)

No	Jarak Asli (cm)	Rata-rata jarak yang dihasilkan (cm)	Eror (%)
20	225	223.00	0.89
21	250	247.75	0.90
22	275	266.34	3.15
23	300	297.05	0.98
24	325	307.65	5.34
25	350	349.38	0.18
26	375	374.50	0.13
27	400	395.73	1.07

IV.3.2 Analisis Kebutuhan Pengiriman Data

Dalam pembuatan aplikasi yang dibangun, dibutuhkan suatu protokol untuk mengirimkan data dari sensor hingga ke server. Data jarak yang didapatkan oleh sensor akan dikirimkan ke server melalui mikrokontroler Arduino. Adapun mikrokontroler Arduino dapat mengirimkan data melalui:

1. WiFi dengan menggunakan modul tambahan ESP8266 dan harus terkoneksi dengan jaringan internet;
2. Jaringan internet dengan menggunakan modul tambahan seperti SIM900;
3. SMS dengan menggunakan modul tambahan seperti SIM800L;

Dari beberapa cara pengiriman data tersebut, mengirimkan data via SMS lebih cocok untuk digunakan. Hal ini dilihat dari:

1. pengaturan untuk pemasangan Arduino dan SIM800L lebih mudah;
2. biaya pengiriman data via SMS lebih murah jika dibandingkan dengan pengiriman data via WiFi;
3. harga modul SIM800L lebih murah dan mudah didapatkan.

Pengiriman data via SMS mengakibatkan dibutuhkannya SMS Center pada aplikasi yang dibangun. SMS Center berfungsi untuk menerima dan menyimpan sementara SMS yang diterima dari Arduino. Setelah SMS diterima SMS Center, selanjutnya API akan mengambil data tersebut untuk proses selanjutnya.

Pada modul SIM800L diperlukan sebuah library agar modul dapat divalidasi dalam kondisi aktif. *Library* yang digunakan adalah SoftwareSerial.h, *library* SoftwareSerial.h digunakan sebagai media komunikasi serial antara modul yang terpasang pada Arduino dengan PC yang terhubung. *Library* akan bekerja dengan mengubah pin digital modul SIM800L yang terpasang menjadi pin serial untuk melakukan komunikasi sehingga dapat menjalankan perintah-perintah yang diberikan pada modul SIM800L. Beberapa *method* yang digunakan ditunjukkan pada Tabel IV.7.

Tabel IV.7 *Method* dalam *library* SoftwareSerial.h yang digunakan

No	<i>Method</i>	Keterangan
1	begin(long speed)	<i>Method</i> begin digunakan untuk melakukan inisialisasi kecepatan yang digunakan untuk melakukan komunikasi serial
2	listen()	<i>Method</i> listen digunakan untuk mengaktifkan port serial yang digunakan.
3	end()	Menonaktifkan komunikasi serial pada modul yang terhubung, sehingga proses input dan <i>output</i> akan berhenti. Untuk melakukan komunikasi serial kembali gunakan <i>method</i> begin
4	isListening()	<i>Method</i> isListening digunakan untuk melakukan pengecekan terhadap port serial yang digunakan.
5	read()	<i>Method</i> read digunakan untuk mendapatkan response status yang didapat saat melakukan komunikasi serial
6	available()	<i>Method</i> available digunakan untuk melakukan pengecekan data yang diterima dari port serial.
7	write() & println()	<i>Method</i> write & println digunakan untuk menjalankan perintah-perintah yang digunakan pada modul yang terhubung, sehingga modul SIM800L dapat memberikan response dari perintah yang diberikan.

IV.3.2.1 Pengiriman Data dari Arduino ke SMS Center

Short Message Service (SMS) merupakan media untuk mengirim dan menerima pesan teks. Kemampuan SMS dalam mengirimkan data yang cepat dengan jarak jauh menjadi pertimbangan untuk integrasi dengan perangkat IoT. Penggunaan SMS berdampak pada biaya dan sumber daya yang digunakan dapat dialokasikan dengan baik. Penggunaan SMS dalam pengiriman data dapat memenuhi kebutuhan

yang diperlukan sehingga SMS menjadi media pengiriman data yang cocok untuk pengiriman data dari Arduino ke SMS Center.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, maka SMS menjadi media yang cocok untuk pengiriman data pada perangkat IoT. Berdasarkan analisis sebelumnya, Arduino menjadi mikrokontroler yang digunakan sehingga dalam pengiriman SMS, diperlukan kembali modul yang dapat diintegrasikan dengan Arduino. Modul yang digunakan adalah modul SIM800L.

Adapun format data yang dikirimkan dari Arduino ke SMS Center adalah sebagai berikut:

```
{"status":0/1,"jarak":[nilai jarak]}
```

dengan variabel [nilai jarak] merupakan jarak yang dihasilkan dalam satuan sentimeter dan status merupakan keterangan data yang dikirim bernilai valid, dengan ketentuan 0 adalah *false* dan 1 adalah *true*.

Contoh:

```
{"status":1/0,"jarak":120.00}
```

Berdasarkan format data yang dikirimkan, data tersebut memiliki ukuran data minimal 27 bytes dan maksimal hingga 31 bytes. Ukuran data dihitung berdasarkan jumlah karakter yang dikirim (1 karakter = 1 bytes). Dengan minimal nilai jarak 1.00 dan maksimal 400.00.

Kontainer yang digunakan saat ini memiliki ukuran yang berbeda, sehingga untuk domain nilai jarak memiliki maksimum nilai berbeda sesuai ukuran kontainernya. Berikut adalah domain nilai dalam satuan sentimeter untuk kontainer sampah berkapasitas 6 m³, 10 m³, dan 12 m³:

- a. Kapasitas 6 m³, nilai minimum jarak 1.00 dan nilai maksimum 320.00;
- b. Kapasitas 10 m³, nilai minimum jarak 1.00 dan nilai maksimum 350.00;
- c. Kapasitas 12 m³, nilai minimum jarak 1.00 dan nilai maksimum 390.00.

IV.3.2.2 Pengambilan Data dari SMS Center oleh API

Data yang disimpan dalam *database* SMS Center akan diambil oleh API. Data yang diambil tersebut diubah kedalam format data sebagai berikut:

```
{"jam":"[jam]",
"tanggal":"[tanggal]",
"jarak":"[nilai jarak]",
"sendernumber":"[nomor pengirim]",
"status":0/1}
```

Contoh:

```
{"jam":"11:59",
"tanggal":"2018-06-23",
"jarak":"2",
"sendernumber":"0811212075",
"status":1}
```

Berdasarkan format data di atas, data yang sudah diubah memiliki ukuran minimal 93 bytes dan maksimal hingga 100 bytes. Jumlah ukuran data dapat dilihat berdasarkan jumlah karakter pada format data yang sudah dibuat. Lebih detailnya, penghitungan ukuran data yang akan dikirimkan ditunjukkan pada Tabel IV.8.

Tabel IV.8 Cara menghitung ukuran data yang akan dikirimkan

Atribut	Contoh Data	Minimal (karakter)	Maksimal (karakter)	Format Pengiriman Data	Ukuran (bytes)
jam	11:59	5	5	"jam":"11:59"	13
tanggal	30-10-2018	10	10	"tanggal":"2018-6-23"	21
jarak	2 / 1.48	1	4	"jarak":"2"	11
sendernumber	0811212075 / 0811212075444	10	13	"sendernumber":"0811212075" / "sendernumber":"0811212075444"	27
status	0 / 1	1	1	"status":1	10

IV.3.3 Analisis Kebutuhan *Database*

Aplikasi yang dibangun membutuhkan dua media penyimpanan data yang terpisah. Satu untuk menampung pesan (SMS) berupa data jarak yang dikirim dari mikrokontroler dan penyimpanan data untuk menyimpan data-data yang dibutuhkan pada aplikasi *website*.

IV.3.3.1 *Database SMS Center*

Database yang ditujukan untuk menampung pesan SMS ini menggunakan *database* MySQL. Hal ini karena Gammu (yang digunakan sebagai *software* pendukung untuk SMS Center) mendukung penyimpanan data salah satunya ke dalam *database*

MySQL. Selain itu, *database* MySQL juga sudah mencukupi kebutuhan untuk penyimpanan pesan SMS, karena:

1. data yang disimpan bersifat sementara. Selain untuk mengurangi beban penyimpanan data, data akan dihapus karena aplikasi tidak memiliki kebutuhan untuk menyimpan data jarak secara permanen. Data jarak hanya dibutuhkan untuk menghitung volume saja, sehingga data akhir (volume sampah) yang dibutuhkan secara permanen akan disimpan di *database* server;
2. memiliki fitur *event* yang bisa digunakan untuk menghapus data otomatis secara rutin. Seperti yang telah dijelaskan pada poin 1, data yang disimpan bersifat sementara, sehingga akan dihapus seminggu sekali;
3. memiliki fitur *trigger* yang berfungsi agar data dapat melakukan transaksi secara otomatis ketika ada pesan masuk maupun keluar;

Pada aplikasi yang dibangun, maksimal akan terdapat 66 data yang dikirim dalam satu kali pengiriman data. Ketika terdapat 66 data yang dikirimkan sekaligus, maka data akan dikirimkan dalam bentuk antrian.

IV.3.3.2 Database Server

Aplikasi yang dibangun memiliki tantangan dalam membangun sistem manajemen data. Faktor yang mempengaruhi dalam pemilihan *database* yang tepat dilihat dari:

1. skalabilitas dalam menangani pertumbuhan jumlah data dan *concurrency* tanpa memberikan dampak pada kinerja aplikasi yang dibangun. Penambahan volume data yang konsisten dengan jumlah yang banyak akan memberikan beban tersendiri ketika data sudah banyak, sehingga diperlukan kemampuan dalam menangani penambahan beban;
2. kecepatan dalam memproses data, kecepatan dalam melakukan proses membaca atau menulis data menjadi faktor yang harus diperhatikan, kemampuan ini diperlukan karena pada aplikasi yang dibangun terdapat proses mengolah data untuk menghasilkan suatu informasi dan hal ini memungkinkan memproses ribuan data yang tersimpan didalam *database*. Aplikasi yang dibangun memproses *query insert* untuk volume sampah satu jam sekali. Dalam satu kali proses *insert*, data yang dimasukkan maksimal sebanyak 66 data, sesuai dengan jumlah TPS yang ada di Bandung. Sementara untuk proses *read*,

faktor kecepatan dibutuhkan karena semakin lama aplikasi digunakan, aplikasi akan membaca lebih banyak data. Hal ini karena data yang ada dalam *database* tidak akan dihapus dan akan terus disimpan. Tabel IV.9 menunjukkan jumlah data yang disimpan dalam *database* dalam rentang waktu tertentu.

Tabel IV.9 Jumlah data yang akan disimpan dalam *database*

Lama Waktu	Jumlah Data
1 hari (66 TPS x 24 jam)	1.584
1 bulan (66 TPS x 30 hari x 24 jam)	47.520
6 bulan (66 TPS x 180 hari x 24 jam)	285.120
1 tahun (66 TPS x 365 hari x 24 jam)	578.160

3. konsistensi data dalam menangani transaksi data, dimana ketika data yang diinputkan harus memiliki nilai yang sama setelah transaksi data selesai;
4. kemampuan dalam menangani transaksi yang dilaksanakan secara bersamaan, maka semua transaksi-transaksi yang dilaksanakan pada saat bersamaan tersebut tidak mempengaruhi satu sama lain;
5. kapasitas penyimpanan data harus dapat menampung jumlah transaksi yang dilakukan pada aplikasi dalam jumlah data yang banyak.

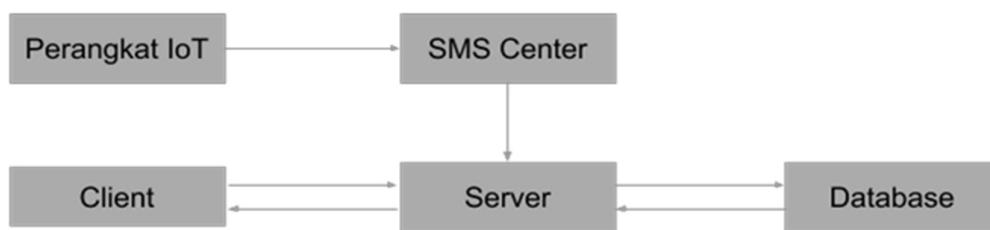
Berdasarkan faktor-faktor tersebut dan kemampuan PostgreSQL yang telah dijelaskan pada subbab II.2.4, PostgreSQL dapat memenuhi kebutuhan aplikasi yang dibangun, sehingga pada Tugas Akhir ini diterapkan sebagai media penyimpanan data aplikasi.

IV.3.4 Analisis Kebutuhan Klien-Server

Secara umum server merupakan sistem pada komputer yang ditugaskan untuk memberikan layanan, membatasi dan juga mengontrol akses pada setiap kliennya yang terhubung pada suatu jaringan komputer. Berdasarkan hasil analisis *database* dan pengiriman data, maka diperlukan kebutuhan server yang dapat menangani proses tersebut.

Gambar IV.8 secara sederhana menunjukkan bagaimana arsitektur klien-server bekerja. Proses awal yang dilakukan yaitu server melakukan proses untuk

menyimpan data yang diperoleh dari perangkat IoT kedalam *database*. Pada proses selanjutnya terlihat proses request yang dilakukan oleh klien, proses ini dapat berupa proses pengiriman data ataupun menerima data. Secara umum server dapat menerima atau memberikan data melalui jaringan internet tetapi dalam kebutuhan Tugas Akhir diperlukan proses untuk menerima data yang dikirim oleh perangkat IoT berupa SMS. Kebutuhan tersebut menghasilkan arsitektur sistem sederhana yang ditunjukkan pada Gambar IV.8.



Gambar IV.8 Arsitektur klien-server

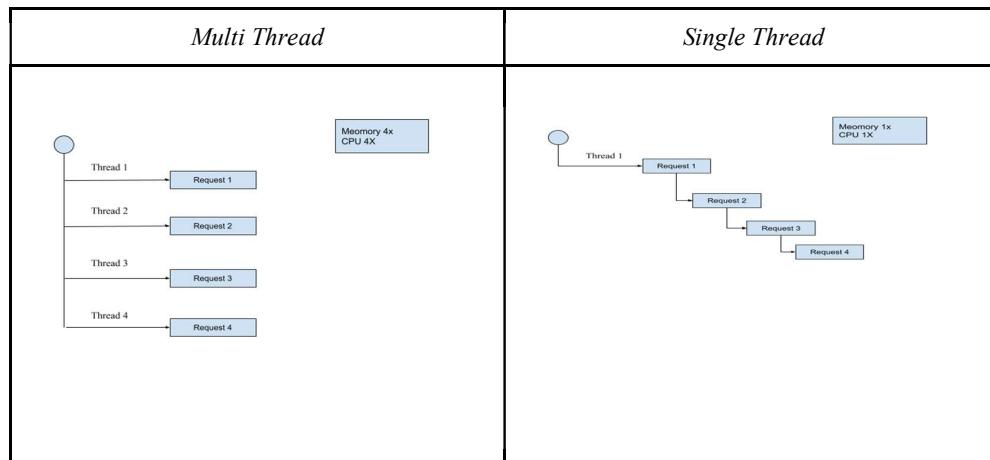
Short Message Service Center (SMSC) merupakan bagian yang menangani operasi SMS seperti *routing*, meneruskan dan menyimpan pesan teks yang masuk sehingga dapat diproses hingga tujuan akhir. Pada Tugas Akhir, SMSC dijadikan sebagai pusat dalam menerima SMS yang diterima dari perangkat IoT.

Dalam pembuatan SMSC sendiri diperlukan kebutuhan khusus dalam menangani proses dalam menerima SMS, sehingga pada Tugas Akhir ini akan dibangun sebuah antarmuka untuk menangani proses tersebut menggunakan Gammu.

Pada bagian Server akan dibangun API Server menggunakan NodeJs. NodeJs merupakan platform yang di desain untuk mengembangkan aplikasi menggunakan bahasa JavaScript. NodeJs menjadi salah teknologi yang tepat dalam pengembangan aplikasi berbasis IoT, hal ini dilihat dari kecenderungan sensor yang menghasilkan data dengan jumlah yang besar. Kemampuan NodeJs dalam bekerja menangani pemrosesan data yang besar karena didukung oleh mekanisme *single-thread* sehingga menjadi teknologi yang cocok dalam pengembangan aplikasi IoT. NodeJs digunakan dalam pembuatan API sehingga semua lalu lintas data diproses

pada bagian ini dan menjadi jembatan komunikasi antara perangkat IoT dan aplikasi web untuk menampilkan informasi. Sehingga dibutuhkan performa yang baik untuk menangani setiap *request*.

Tabel IV.10 Mekanisme *multi-thread* dan *single-thread*



Tabel IV.10 menjelaskan mekanisme *multi-thread* dan *single-thread*, ilustrasi pada Tabel IV.10 menjelaskan mekanisme mengenai *multi-thread* dalam melakukan suatu proses akan dilayani oleh satu *thread* khusus dengan sistem antrian. Pada gambar selanjutnya merupakan ilustrasi mekanisme *single-thread* dimana ketika melakukan satu *request* dan proses belum selesai maka proses selanjutnya tetap dijalankan tanpa menunggu proses sebelumnya selesai, sehingga proses dapat dilakukan bersamaan.

Adapun alasan pemilihan Node.Js untuk digunakan pada Tugas Akhir ini adalah:

1. *database* yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah MongoDB, NodeJs menjadi teknologi pendamping yang baik karena kecocokan dengan struktur data yang ada di MongoDB;
2. konsep *non-blocking* I/O model yang membuat ringan dan efisien, cocok untuk aplikasi *real-time* dengan data yang intensif;
3. Node.Js didukung oleh NPM (*Node Package Manager*) yang mendukung modul-modul untuk mengontrol mikrokontroler;
4. protokol *socket* sangat cocok di Node Js dalam melakukan transmisi data yang kontinu pada aplikasi IoT.

IV.3.5 Analisis Kebutuhan Web

Pada Tugas Akhir, data yang sudah direkam ke dalam *database* akan ditampilkan pada *web-based*. Pemilihan *web-based* dilakukan dengan melihat kondisi aplikasi yang sudah ada pada PD Kebersihan Kota Bandung *web-based* dipilih dengan tujuan agar dapat diintegrasikan dengan aplikasi yang sudah ada. Terdapat pemilihan teknologi yang akan digunakan mengenai pembuatan aplikasi web, sehingga dapat diintegrasikan dengan teknologi lain yang digunakan. Pada pembuatan aplikasi web sebagai *front-end* pertimbangan yang dilakukan adalah:

1. pertimbangan pada aplikasi yang sudah ada pada kantor PD Kebersihan Kota Bandung;
2. dapat diintegrasikan dengan aplikasi server yang sudah dibangun;
3. mendukung tampilan grafik untuk menampilkan informasi volume pada web;
4. kecepatan proses data;
5. kemudahan dalam *maintenance* aplikasi.

Pada kondisi tersebut artinya teknologi yang digunakan harus dapat memenuhi hal tersebut. Saat ini teknologi yang banyak digunakan dan mendukung aplikasi yang sudah ada adalah JavaScript dan PHP. Javascript menjadi teknologi dengan kemampuan yang dapat memenuhi kebutuhan terhadap aplikasi yang dibangun tanpa adanya bahasa pemrograman lain. Pertimbangan utama dalam pemilihan teknologi adalah aplikasi yang sudah ada di PD Kebersihan Kota Bandung yang dibangun menggunakan PHP. Maka dari itu, jika teknologi yang digunakan hanya JavaScript, integrasi yang dilakukan akan terjadi permasalahan. Oleh karena itu, akan digabungkan penggunaan JavaScript dan PHP. Pertimbangan dalam memilih PHP yaitu merupakan salah satu bahasa pemrograman yang banyak digunakan sehingga akan memudahkan pengembangan serta *maintenance* oleh pihak PD Kebersihan Kota Bandung.

IV.5 Keterkaitan Analisis dengan SRS

Tabel IV.11 menunjukkan keterkaitan antara analisis dengan SRS (Lampiran C, subbab 3.3.2).

Tabel IV.11 Keterkaitan hasil analisis dengan SRS

Analisis yang Dilakukan	Requirement dan Batasan yang Dilakukan
Analisis Sistem Berjalan	
Analisis Sumber dan Jenis Sampah	Batasan nomor 1
Analisis Kegiatan Pengangkutan Sampah	REQ-F-02, REQ-F-12, REQ-F-13, Batasan nomor 3
Analisis TPS	REQ-F-02, REQ-F-04, REQ-F-09, Batasan nomor 2, Batasan nomor 3, Batasan nomor 4, Batasan nomor 5
Analisis Perhitungan Volume Sampah	REQ-F-08
Analisis Kebutuhan Pengguna	REQ-F-02, REQ-F-06, REQ-F-07, REQ-F-08, REQ-F-09, REQ-F-10, REQ-F-12, REQ-F-13
Analisis Kebutuhan Aplikasi <i>To-Be</i>	
Analisis Pemasangan Sensor Ultrasonik	REQ-F-05, Batasan nomor 7
Analisis Proses Menghitung Ketinggian Sampah	REQ-F-03, REQ-F-04, REQ-F-05, REQ-F-16, Batasan nomor 6
Analisis Penghitungan Volume Sampah	REQ-F-05, REQ-F-08, REQ-F-13, REQ-F-14, REQ-F-15
Analisis Kebutuhan Teknologi	
Analisis Kebutuhan Pengukuran Jarak	REQ-F-01, REQ-F-04, REQ-F-05, REQ-F-11, Batasan nomor 6
Analisis Kebutuhan <i>Database</i>	REQ-F-04
Analisis Kebutuhan Pengiriman Data	REQ-F-03, REQ-F-04
Analisis Kebutuhan Server	REQ-F-03, REQ-F-04
Analisis Data	REQ-F-08, REQ-F-09, REQ-F-10, REQ-F-11, REQ-F-13, REQ-F-15

BAB V

PERANCANGAN

Pada bab ini, dijelaskan mengenai perancangan untuk aplikasi usulan yang dibangun berdasarkan kebutuhan yang telah dihasilkan (dokumen SRS subbab 3.3.2). Tabel V.1 adalah tabel yang menunjukkan keterkaitan antara persyaratan dengan perancangan yang dilakukan.

Tabel V.1 Keterkaitan persyaratan dan perancangan

Perancangan yang Dilakukan	Requirement ID
Rancangan Perhitungan Jarak	REQ-F-01, REQ-F-02, REQ-F-03
Rancangan Alur Aplikasi Sistem yang Dibangun	REQ-F-01, REQ-F-02, REQ-F-03, REQ-F-04, REQ-F-08, REQ-F-12, REQ-F-13, REQ-F-14, REQ-F-15
Rancangan Arsitektur <i>Hardware</i>	REQ-F-01, REQ-F-05
Rancangan Model Data	REQ-F-02, REQ-F-03, REQ-F-04, REQ-F-06, REQ-F-07, REQ-F-08, REQ-F-09, REQ-F-10, REQ-F-11, REQ-F-12, REQ-F-13, REQ-F-16
Rancangan Model Keterkaitan antar <i>Class</i> pada Aplikasi	REQ-F-02, REQ-F-03, REQ-F-04, REQ-F-06, REQ-F-07, REQ-F-08, REQ-F-09, REQ-F-10, REQ-F-11, REQ-F-12, REQ-F-13, REQ-F-16
Rancangan Interaksi Objek pada Aplikasi	REQ-F-02, REQ-F-03, REQ-F-04, REQ-F-08, REQ-F-09, REQ-F-10, REQ-F-11, REQ-F-13, REQ-F-14
Rancangan Antarmuka Pengguna	REQ-F-06, REQ-F-09, REQ-F-10, REQ-F-11, REQ-F-12, REQ-F-13, REQ-F-14, REQ-F-15

V.1 Rancangan Penghitungan Jarak

Penghitungan jarak dilakukan dengan memanfaatkan nilai pengukuran yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik menghasilkan nilai berupa waktu tempuh gelombang yang dikeluarkan dan diterima. Kecepatan yang dipancarkan pada sensor ultrasonik 340 m/s. Ketika gelombang menyentuh suatu objek maka gelombang akan dipantulkan, sehingga dalam program untuk pengukuran jarak menggunakan rumus $distance = (duration / 2) * 0.0343$.

Maka, dihasilkan rancangan program untuk penghitungan jarak sebagai berikut:

1. Pada tahap awal deklarasi variabel yang akan digunakan sebagai berikut:

```
float duration, distance, value;
```

2. Pada tahap kedua adalah memberikan tegangan rendah kepada pin trigger pada sensor ultrasonik selama 2 *microsecond* dengan tujuan agar tidak ada gelombang yang dipancarkan.

```
digitalWrite(trig, LOW);  
delayMicroseconds(2);
```

3. Pada tahap ketiga adalah memberikan tegangan tinggi kepada pin *trigger* pada sensor ultrasonik selama 10 *microsecond* dengan tujuan untuk memancarkan gelombang ultrasonik.

```
digitalWrite(trig, HIGH);  
delayMicroseconds(10);
```

4. Pada tahap keempat memberikan kembali tegangan rendah kepada pin *trigger*, sehingga sensor ultrasonik tidak memancarkan kembali gelombang yang dapat menyebabkan nilai menjadi bermasalah.

```
digitalWrite(trig, LOW);
```

5. Pada tahap kelima mengaktifkan pin *echo* pada sensor ultrasonik, fungsi pin *echo* adalah menerima gelombang yang dipantulkan oleh objek sehingga didapatkan waktu tempuh gelombang yang dipancarkan.

```
duration = pulseIn(echo, HIGH);
```

6. Pada tahap ke enam melakukan perhitungan jarak dengan rumus sebagai berikut, rumus yang digunakan menghasilkan nilai dengan satuan sentimeter.

```
distance = (duration / 2) * 0.0343;
```

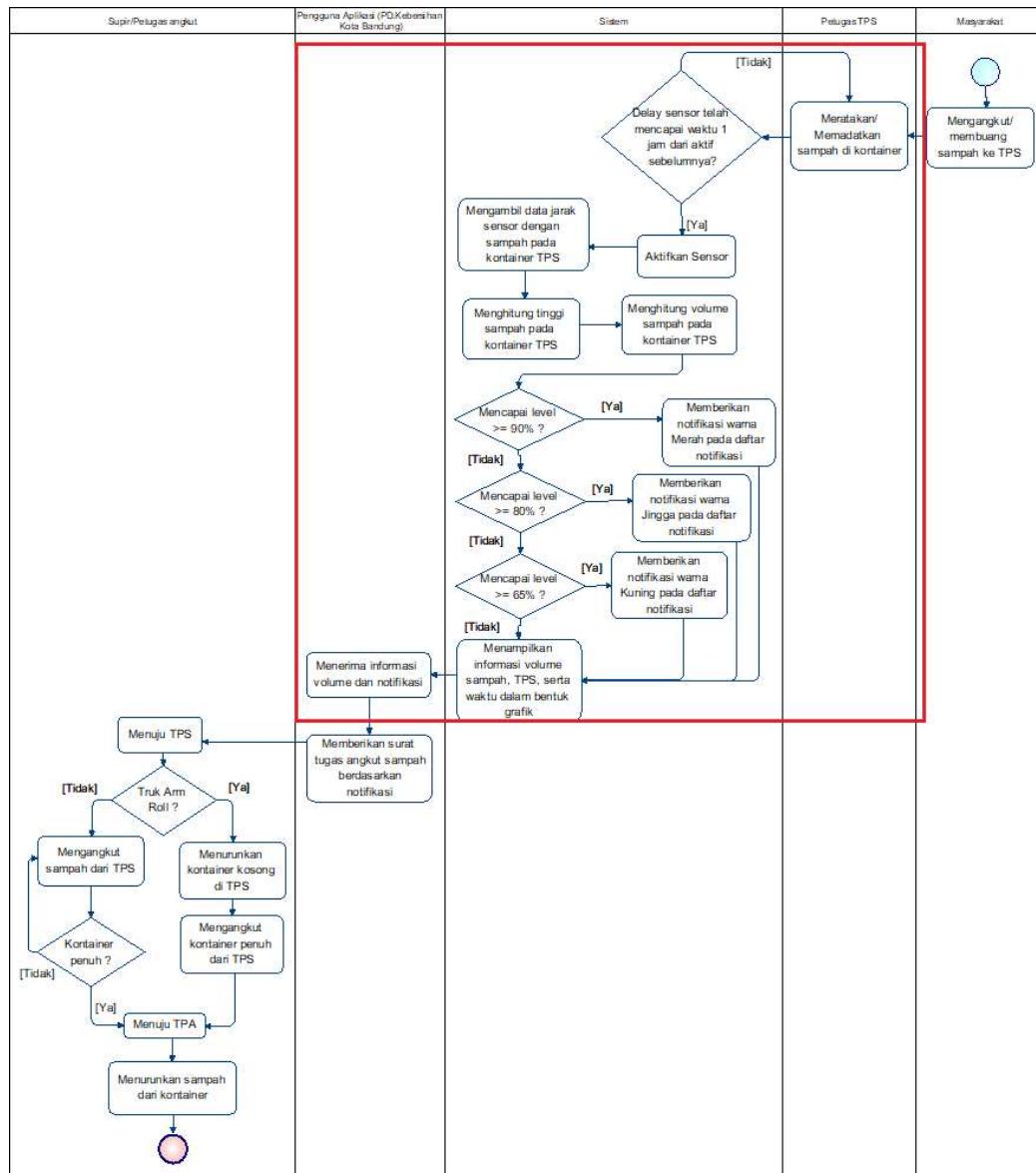
V.2 Rancangan Alur Sistem yang Dibangun

Gambar V.1 menunjukkan alur pengangkutan sampah setelah aplikasi usulan dibangun dan digunakan oleh PD Kebersihan Kota Bandung. Aktivitas pengangkutan dari rumah tinggal hingga masuk ke TPS masih sama dengan alur aktivitas saat ini (sebelum aplikasi usulan digunakan). Perbedaan alur terletak pada bagian yang diberi kotak merah pada Gambar V.1, yang sekaligus menjadi cakupan yang diatasi oleh aplikasi usulan. Dengan adanya aplikasi usulan, terdapat perubahan aktivitas yang dilakukan oleh pihak TPS, munculnya aktor baru (yaitu aplikasi usulan) yang menjalankan aktivitas menghitung volume sampah pada

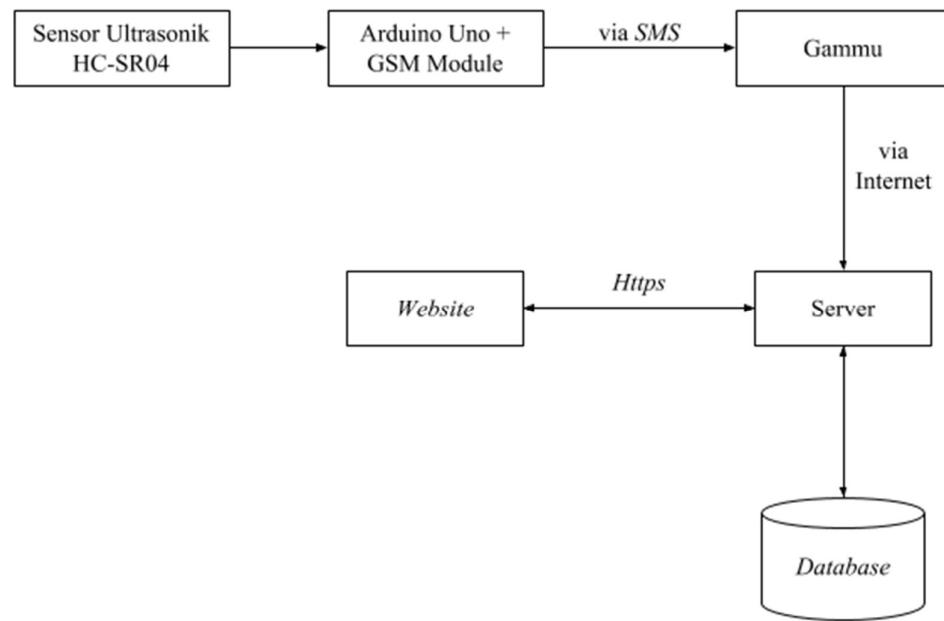
kontainer di TPS, dan perubahan aktivitas dari pihak PD Kebersihan Kota Bandung selaku pengguna aplikasi usulan.

Jika pada alur aktivitas saat ini pihak TPS bertugas untuk menghitung volume sampah, maka setelah aplikasi usulan dibangun dan digunakan, pihak TPS bertugas untuk meratakan/memadatkan sampah di kontainer. Sesuai dengan yang telah dijelaskan pada subbab I.4. Sensor Ultrasonik HC-SR04 yang dipasang di kontainer tersebut dan dalam keadaan aktif (menyalा), akan mulai memancarkan gelombang ultrasonik dan mencatat selisih waktu antara gelombang dipancarkan dan diterima kembali oleh sensor. Selanjutnya, mikrokontroler (Arduino Uno R3) yang menerima data waktu dari sensor tersebut akan menghitung jarak antara sensor dengan sampah teratas yang dideteksi oleh sensor. Gambaran arsitektur aplikasi yang dibangun ditunjukkan pada Gambar V.2.

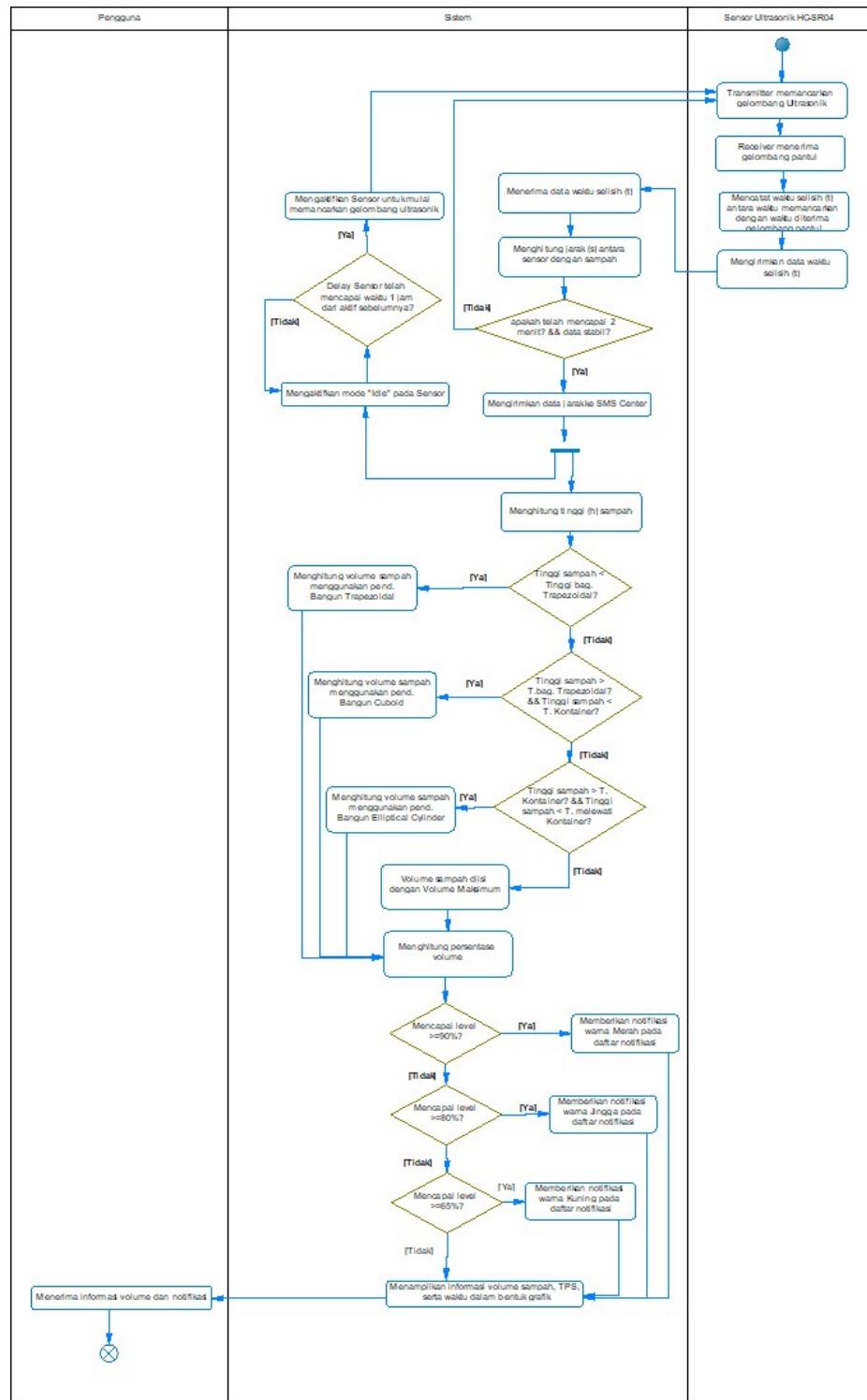
Gambar V.3 menunjukkan proses atau aktivitas apa saja yang terjadi di dalam aplikasi usulan. Dalam Gambar V.3 ditunjukkan bahwa sistem berinteraksi dengan dua Aktor (*swimlane*), yaitu Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan pengguna aplikasi atau petugas PD Kebersihan Kota Bandung. Proses yang dilakukan pertama kali adalah sensor ultrasonik memancarkan gelombang ultrasonik, hingga sensor mengirimkan data waktu selisih gelombang pantul ke sistem. Di dalam sistem inilah proses kalkulasi menghitung volume dan mengirimkan notifikasi dilakukan.



Gambar V.1 Alur kegiatan pengangkutan sampah setelah aplikasi dibangun



Gambar V.2 Arsitektur aplikasi yang dibangun



Gambar V.3 Activity diagram aplikasi yang dibangun

Setelah menerima data waktu selisih, sistem menghitung jarak antara sensor dengan sampah saat ini. Ketika sistem telah mendapatkan jarak antara sensor dengan sampah saat ini, sistem akan mengirimkan data jarak tersebut ke API dan kemudian mengaktifkan mode *idle* pada sensor, sehingga sensor berhenti memancarkan gelombang dalam durasi waktu selama satu jam. Proses kalkulasi dilakukan hingga didapatkan berapa volume sampah saat ini dan berapa persentase volume sampah tersebut. Kemudian, sistem akan melakukan pengecekan dan akan mengirimkan notifikasi sesuai dengan level persentase volume sampah tersebut.

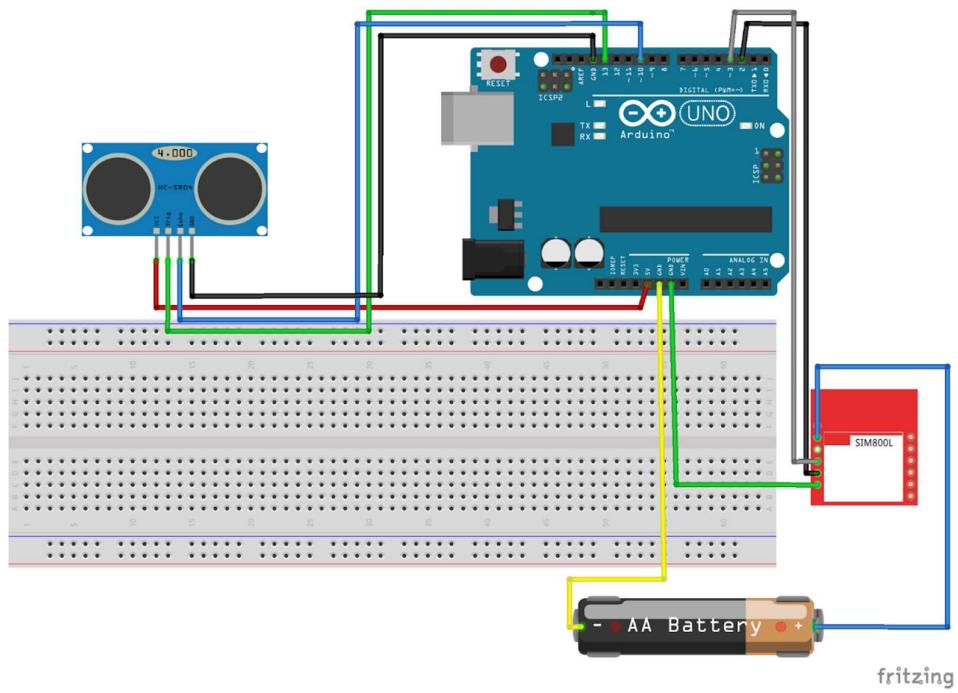
Setelah mendapatkan jarak antara sensor dengan sampah teratas, sistem menghitung tinggi sampah saat ini, volume sampah saat ini, dan persentase volume sampah saat ini. Berdasarkan persentase volume sampah tersebut, sistem akan memberikan notifikasi pada pengguna jika volume sampah telah mencapai level-level tertentu yang telah didefinisikan pada Lampiran B (dokumen SRS, subbab 3.2.2.1). Pengguna yang telah terautentikasi oleh aplikasi akan menerima notifikasi tersebut pada menu yang tersedia yang didefinisikan lebih lanjut pada subbab-subbab selanjutnya.

V.3 Rancangan Arsitektur *Hardware*

Gambar V.4 menunjukkan rancangan tata letak perangkat keras pada aplikasi *monitoring* volume sampah. *Hardware-hardware* tersebut yaitu:

1. Sensor Ultrasonik HC-SR04;
2. Arduino Uno R3;
3. SIM800L;
4. LM2596;
5. kabel jumper;
6. *breadboard*.

Perangkat tersebut dipasang di kontainer pada TPS yang akan diukur sampahnya, sejauh 2 meter diatas kontainer tersebut (dijelaskan pada subbab V.2.1). Untuk pin-pin yang terhubung ditunjukkan antar perangkat ditunjukkan pada Tabel V.2, Tabel V.3, Tabel V.4, dan Tabel V.5.



Gambar V.4 Rancangan tata letak perangkat keras

Tabel V.2 Keterhubungan pin Arduino dan baterai

Arduino	Baterai
GND	(-)

Tabel V.3 Keterhubungan pin baterai dan modul SIM800L

Baterai	SIM800L
(+)	VCC

Tabel V.4 Keterhubungan pin Arduino dan modul SIM800L

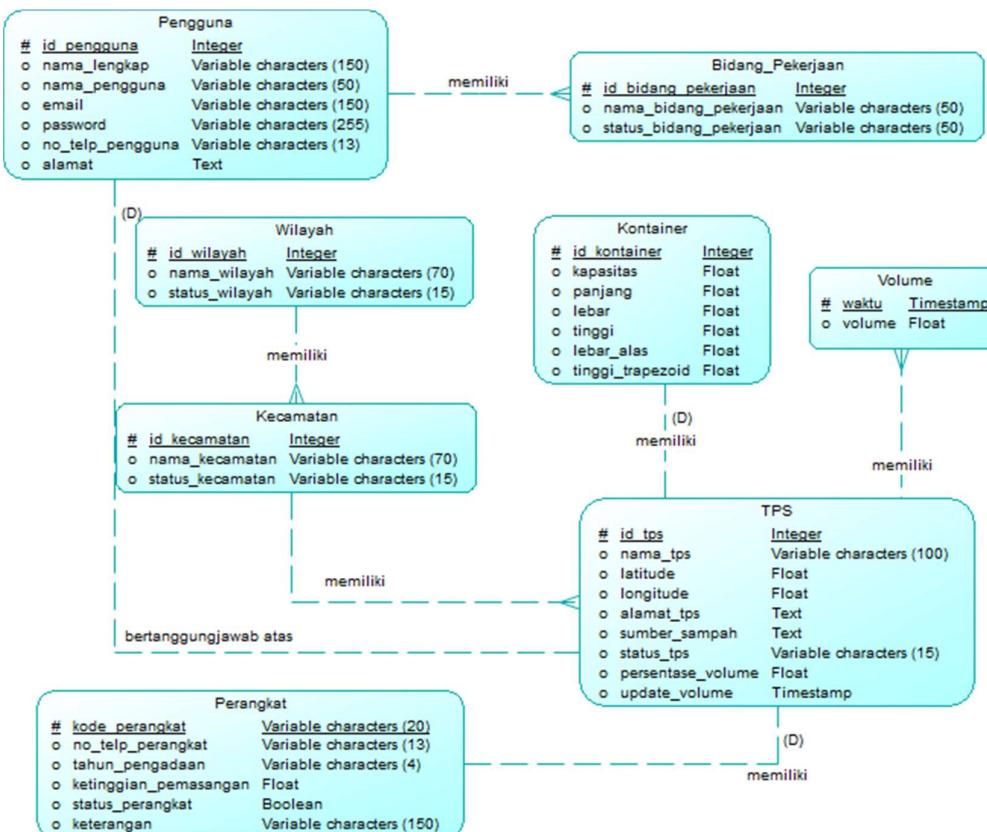
Arduino	SIM800L
PIN 2	TXD
PIN 3	RXD
GND	GND

Tabel V.5 Keterhubungan pin Arduino dan sensor ultrasonik

Arduino	Sensor Ultrasonik
5V Arduino	VCC
GND	GND
PIN 11	Trig
PIN 12	Echo

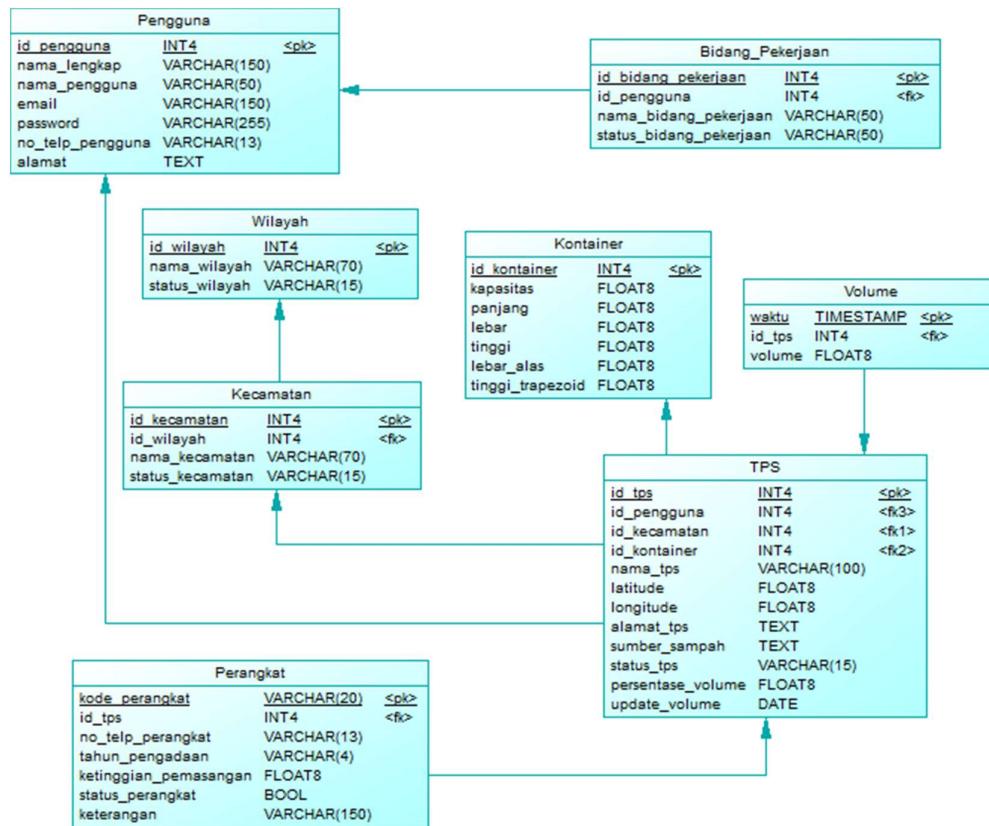
V.4 Rancangan Model Data

Perancangan model data bertujuan untuk memenuhi kebutuhan informasi dari penggunaan aplikasi dan menyediakan struktur data untuk mendukung proses yang terjadi dalam aplikasi. Berdasarkan dokumen SRS pada bab spesifikasi persyaratan, diperoleh model data konseptual yang ditunjukkan pada Gambar V.5.



Gambar V.5 Rancangan model data konseptual aplikasi yang dibangun

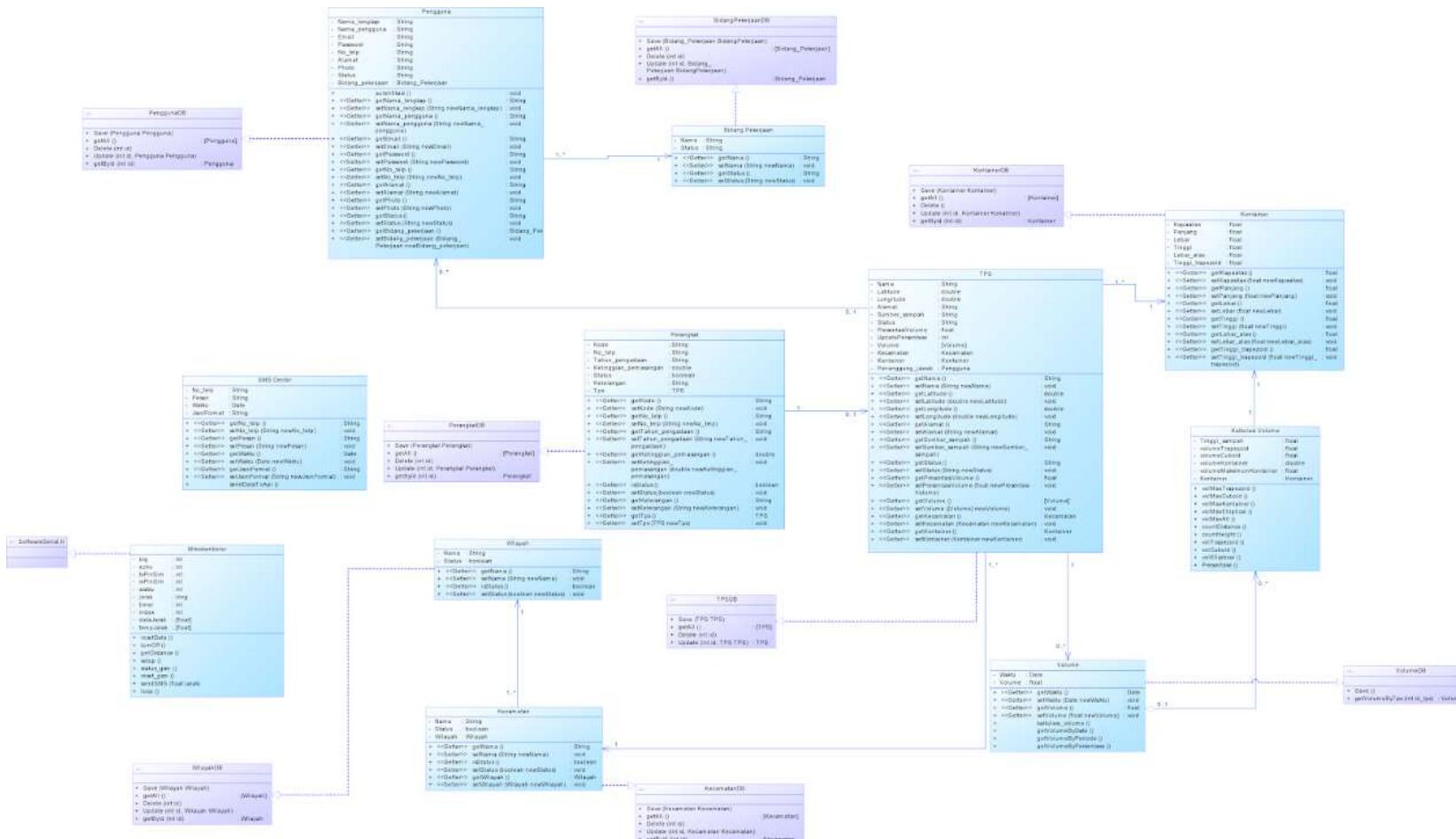
Dari Gambar V.5, diperoleh model data fisik yang merepresentasikan bentuk fisik pada *database engine* PostgreSQL (Gambar V.6).



Gambar V.6 Rancangan model data fisik aplikasi yang dibangun

V.5 Rancangan Interaksi Antar Class

Gambar V.7 menunjukkan penggambaran model data menggunakan *class diagram*. Subbab selanjutnya menjelaskan mengenai detail *method* yang ada pada setiap *class*.



Gambar V.7 Rancangan class diagram aplikasi monitoring volume sampah

V.5.1 CD-01 Pengguna

Tabel V.6 Detail *class* Pengguna

<i>Class</i> Pengguna [CD-01]			
Atribut	Visibilitas	Tipe Data	Deskripsi
Nama_lengkap	<i>Private</i>	string	Variabel untuk menampung nama lengkap dari pengguna
Nama_pengguna	<i>Private</i>	string	Variabel untuk menampung nama pengguna
Email	<i>Private</i>	string	Variabel untuk menampung alamat email dari akun pengguna yang bisa digunakan untuk proses autentikasi
Password	<i>Private</i>	float	Variabel untuk menampung password dari akun pengguna
No_telp	<i>Private</i>	string	Variabel untuk menampung nomor telepon pengguna
Alamat	<i>Private</i>	string	Variabel untuk menampung alamat dari pengguna
Photo	<i>Private</i>	string	Variabel untuk menampung nama file foto profil pengguna
Status	<i>Private</i>	string	Variabel untuk menampung status/hak akses pengguna
Bidang_pekerjaan	<i>Private</i>	Bidang_Pekerjaan	Variabel untuk menampung bidang pekerjaan dari pengguna
<i>Method</i>			
Nama	Visibilitas	Return	Deskripsi
autentikasi()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk melakukan proses autentikasi pengguna
getNama_lengkap()	<i>Public</i>	string	<i>Method</i> untuk mengambil data nama lengkap
getNama_pengguna()	<i>Public</i>	string	<i>Method</i> untuk mengambil data nama pengguna

Tabel V.6 Detail *class* Pengguna (lanjutan)

<i>Method</i>			
Nama	Visibilitas	Return	Deskripsi
getEmail()	<i>Public</i>	string	<i>Method</i> untuk mengambil data email pengguna
getPassword()	<i>Public</i>	string	<i>Method</i> untuk mengambil data password pengguna
getNo_telp()	<i>Public</i>	string	<i>Method</i> untuk mengambil data nomor telepon pengguna
getAlamat()	<i>Public</i>	string	<i>Method</i> untuk mengambil data alamat pengguna
getPhoto()	<i>Public</i>	string	<i>Method</i> untuk mengambil data nama file foto profil pengguna
getStatus()	<i>Public</i>	string	<i>Method</i> untuk mengambil data status/hak akses pengguna
getBidang_pekerjaan()	<i>Public</i>	Bidang_Pekerjaan	<i>Method</i> untuk mengambil data bidang pekerjaan dari pengguna
setNama_lengkap()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Nama_lengkap
setNama_pengguna()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Nama_pengguna
setEmail()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Email
setPassword()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Password
setNo_telp()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel No_telp
setAlamat()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Alamat
setPhoto()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Photo
setStatus()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Status
setBidang_pekerjaan()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Bidang_pekerjaan

V.5.2 CD-02 Bidang Pekerjaan

Tabel V.7 Detail *class* Bidang Pekerjaan

<i>Class Bidang_Pekerjaan [CD-02]</i>			
Deskripsi	<i>Class Bidang_Pekerjaan</i> merupakan <i>class</i> yang digunakan untuk operasi kelola data bidang pekerjaan pengguna aplikasi yang terdaftar.		
Atribut	Visibilitas	Tipe Data	Deskripsi
Nama	<i>Private</i>	string	Variabel untuk menampung nama dari bidang pekerjaan
Status	<i>Private</i>	string	Variabel untuk menampung status dari bidang pekerjaan
<i>Method</i>			
Nama	Visibilitas	Return	Deskripsi
getNama()	<i>Public</i>	string	<i>Method</i> untuk mengambil data nama bidang pekerjaan
getStatus()	<i>Public</i>	string	<i>Method</i> untuk mengambil data status bidang pekerjaan
setNama()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Nama
setStatus()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Status

V.5.3 CD-03 TPS

Tabel V.8 Detail *class* TPS

<i>Class TPS [CD-03]</i>			
Deskripsi	<i>Class TPS</i> merupakan <i>class</i> yang digunakan untuk operasi kelola data TPS di Kota Bandung yang terdaftar pada aplikasi (yang sudah dipasangi sensor).		
Atribut	Visibilitas	Tipe Data	Deskripsi
Nama	<i>Private</i>	string	Variabel untuk menampung nama TPS
Latitude	<i>Private</i>	double	Variabel untuk menampung lokasi TPS berupa latitude dari lokasi TPS
Longitude	<i>Private</i>	double	Variabel untuk menampung lokasi TPS berupa longitude dari lokasi TPS
Alamat	<i>Private</i>	string	Variabel untuk menampung alamat TPS

Tabel V.8 Detail *class* TPS (lanjutan)

Atribut	Visibilitas	Tipe Data	Deskripsi
Sumber_sampah	<i>Private</i>	string	Variabel untuk menampung sumber sampah di suatu TPS
Status	<i>Private</i>	string	Variabel untuk menampung status TPS
PersentaseVolume	<i>Private</i>	float	Variabel untuk menampung persentase volume sampah di suatu TPS
Volume	<i>Private</i>	[Volume]	Variabel untuk menampung jumlah volume di suatu TPS
Kecamatan	<i>Private</i>	Kecamatan	Variabel untuk menampung kecamatan dari suatu TPS
Kontainer	<i>Private</i>	Kontainer	Variabel untuk menampung jenis kontainer yang ada di suatu TPS
Method			
Nama	Visibilitas	Return	Deskripsi
getNama()	<i>Public</i>	string	<i>Method</i> untuk mengambil data nama TPS
getLatitude()	<i>Public</i>	double	<i>Method</i> untuk mengambil data latitude dari suatu TPS
getLongitude()	<i>Public</i>	double	<i>Method</i> untuk mengambil data longitude dari suatu TPS
getAlamat()	<i>Public</i>	string	<i>Method</i> untuk mengambil data alamat TPS
getSumber_sampah()	<i>Public</i>	string	<i>Method</i> untuk mengambil data sumber sampah TPS
getStatus()	<i>Public</i>	string	<i>Method</i> untuk mengambil data status TPS
getPersentaseVolume()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> untuk mengambil data persentase volume sampah di suatu TPS
getVolume()	<i>Public</i>	[Volume]	<i>Method</i> untuk mengambil data volume sampah di suatu TPS
getKecamatan	<i>Public</i>	Kecamatan	<i>Method</i> untuk mengambil data kecamatan TPS
getKontainer	<i>Public</i>	Kontainer	<i>Method</i> untuk mengambil data kontainer di suatu TPS
setNama()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Nama
setLatitude()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Latitude

Tabel V.8 Detail *class* TPS (lanjutan)

<i>Method</i>			
Nama	Visibilitas	Return	Deskripsi
setLongitude()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Longitude
setAlamat()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Alamat
setSumber_sampah()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Sumber_sampah
setStatus()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Status
setPersentaseVolume()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel PersentaseVolume
setVolume()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Volume
setKecamatan	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Kecamatan
setKontainer	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Kontainer

V.5.4 CD-04 Kontainer

Tabel V.9 Detail *class* Kontainer

<i>Class</i> Kontainer [CD-04]			
Deskripsi	<i>Class</i> Kontainer merupakan <i>class</i> yang digunakan untuk operasi kelola data kontainer yang ada di setiap TPS yang sudah dipasangi sensor. <i>Class</i> ini dibuat sebagai bahan untuk penghitungan volume untuk mengetahui ukuran kontainer yang akan dihitung volume sampohnya.		
Atribut	Visibilitas	Tipe Data	Deskripsi
Kapasitas	<i>Private</i>	float	Variabel untuk menampung data kapasitas dari kontainer
Panjang	<i>Private</i>	float	Variabel untuk menampung data panjang dari kontainer
Lebar	<i>Private</i>	float	Variabel untuk menampung data lebar dari kontainer
Tinggi	<i>Private</i>	float	Variabel untuk menampung data tinggi dari kontainer

Tabel V.9 Detail *class* Kontainer (lanjutan)

Atribut	Visibilitas	Tipe Data	Deskripsi
Lebar_alas	<i>Private</i>	float	Variabel untuk menampung data lebar alas dari kontainer
Tinggi_trapezoid	<i>Private</i>	float	Variabel untuk menampung data tinggi trapezoid yang ada pada kontainer
Method			
Nama	Visibilitas	Return	Deskripsi
getKapasitas()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> untuk mengambil data kapasitas dari kontainer
getPanjang()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> untuk mengambil data panjang dari kontainer
getLebar()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> untuk mengambil data lebar dari kontainer
getTinggi()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> untuk mengambil data tinggi dari kontainer
getLebar_alas()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> untuk mengambil data lebar alas dari kontainer
getTinggi_trapezoid()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> untuk mengambil data tinggi trapezoid dari kontainer
setKapasitas()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Kapasitas
setPanjang()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Panjang
setLebar()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Lebar
setTinggi()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Tinggi
setLebar_alas()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Lebar_alas
setTinggi_trapezoid()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Tinggi_trapezoid

V.5.5 CD-05 Volume

Tabel V.10 Detail *class* Volume

<i>Class Volume [CD-05]</i>			
Deskripsi	<i>Class Volume</i> merupakan <i>class</i> yang digunakan untuk mengambil dan menghitung volume sampah. Pada <i>class</i> ini akan memanggil <i>class</i> kalkulasi_volume untuk penghitungan volume sampah.		
Atribut	Visibilitas	Tipe Data	Deskripsi
Waktu	<i>Private</i>	date & time	Variabel untuk menampung tanggal dan waktu dari data volume sampah
Volume	<i>Private</i>	float	Variabel untuk menampung volume sampah dalam satuan m ³

<i>Method</i>			
Nama	Visibilitas	Return	Deskripsi
getWaktu()	<i>Public</i>	date & time	<i>Method</i> untuk mengambil data waktu dari data volume sampah
getVolume()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> untuk mengambil data volume sampah
kalkulasi_volume()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> untuk melakukan penghitungan volume
setWaktu()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Waktu
setVolume()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Waktu

V.5.6 CD-06 Perangkat

Tabel V.11 Detail *class* Perangkat

<i>Class Perangkat [CD-06]</i>			
Deskripsi	<i>Class Perangkat</i> merupakan <i>class</i> yang digunakan untuk operasi kelola data perangkat yang tersedia baik yang sedang digunakan maupun yang tidak sedang digunakan.		
Atribut	Visibilitas	Tipe Data	Deskripsi
Kode	<i>Private</i>	string	Variabel untuk menampung kode perangkat yang membedakan antar perangkat

Tabel V.11 Detail *class* Perangkat (lanjutan)

Atribut	Visibilitas	Tipe Data	Deskripsi
No_telp	Private	string	Variabel untuk menampung nomor telepon yang digunakan pada perangkat. Nomor telepon juga berfungsi sebagai penanda lokasi TPS perangkat tersebut dipasang
Tahun_pengadaan	Private	string	Variabel untuk menampung tahun suatu perangkat dibeli
Ketinggian_pemasangan	Private	double	Variabel untuk menampung jarak ketinggian pemasangan sensor di atas kontainer
Status	Private	boolean	Variabel untuk menampung status dari suatu perangkat
Keterangan	Private	string	Variabel untuk menampung keterangan khusus suatu perangkat apabila dibutuhkan (jika rusak, perlu diperbaiki, dsb)
Tps	Private	TPS	Variabel untuk menampung TPS
Method			
Nama	Visibilitas	Return	Deskripsi
getKode()	Public	string	<i>Method</i> untuk mengambil kode suatu perangkat
getNo_telp()	Public	string	<i>Method</i> untuk mengambil data nomor telepon yang digunakan pada suatu perangkat
getTahun_pengadaan()	Public	string	<i>Method</i> untuk mengambil data tahun pengadaan suatu perangkat
getKetinggian_pemasangan()	Public	double	<i>Method</i> untuk mengambil data ketinggian pemasangan sensor di kontainer
isStatus()	Public	boolean	<i>Method</i> untuk mengambil data status perangkat
getKeterangan()	Public	string	<i>Method</i> untuk mengambil data keterangan dari suatu perangkat
getTps()	Public	TPS	<i>Method</i> untuk mengambil data TPS
setKode()	Public	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Kode
setNo_telp()	Public	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel No_telp
setTahun_pengadaan()	Public	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Tahun_pengadaan

Tabel V.11 Detail *class* Perangkat (lanjutan)

<i>Method</i>			
Nama	Visibilitas	Return	Deskripsi
setKetinggian_pemasangan()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Ketinggian_pemasangan
setStatus()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Status
setKeterangan()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Keterangan
setTps()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Tps

V.5.7 CD-07 Wilayah

Tabel V.12 Detail *class* Wilayah

<i>Class Wilayah [CD-07]</i>			
Deskripsi	<i>Class Wilayah</i> merupakan <i>class</i> yang digunakan untuk operasi kelola data wilayah yang ada di Kota Bandung.		
Atribut	Visibilitas	Tipe Data	Deskripsi
Nama	<i>Private</i>	string	Variabel untuk menampung nama wilayah
Status	<i>Private</i>	boolean	Variabel untuk menampung status wilayah
<i>Method</i>			
Nama	Visibilitas	Return	Deskripsi
getNama()	<i>Public</i>	string	<i>Method</i> untuk mengambil data nama wilayah
getStatus()	<i>Public</i>	boolean	<i>Method</i> untuk mengambil data status wilayah
setNama()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Nama
setStatus()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Status

V.5.8 CD-08 Kecamatan

Tabel V.13 Detail *class* Kecamatan

<i>Class</i> Kecamatan [CD-08]			
Deskripsi	<i>Class</i> Wilayah merupakan <i>class</i> yang digunakan untuk operasi kelola data kecamatan yang ada di setiap wilayah.		
Atribut	Visibilitas	Tipe Data	Deskripsi
Nama	<i>Private</i>	string	Variabel untuk menampung nama kecamatan
Status	<i>Private</i>	boolean	Variabel untuk menampung status kecamatan
Wilayah	<i>Private</i>	Wilayah	Variabel untuk menampung wilayah dari kecamatan
<i>Method</i>			
Nama	Visibilitas	Return	Deskripsi
getNama()	<i>Public</i>	string	<i>Method</i> untuk mengambil data nama kecamatan
getStatus()	<i>Public</i>	boolean	<i>Method</i> untuk mengambil data status kecamatan
getWilayah	<i>Public</i>	Wilayah	<i>Method</i> untuk mengambil data wilayah
setNama()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Nama
setStatus()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Status
setWilayah	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Wilayah

V.5.9 CD-09 SMS Center

Tabel V.14 Detail *class* SMS Center

<i>Class</i> SMS Center [CD-09]			
Deskripsi	<i>Class</i> SMS Center merupakan <i>class</i> yang digunakan untuk melakukan proses menerima dan mengirim pesan via SMS.		
Atribut	Visibilitas	Tipe Data	Deskripsi
No_telp	<i>Private</i>	string	Variabel untuk menampung nomor telepon pengirim data
Pesan	<i>Private</i>	string	Variabel untuk menampung pesan yang dikirim oleh perangkat

Tabel V.14 Detail *class* SMS Center (lanjutan)

Atribut	Visibilitas	Tipe Data	Deskripsi
Waktu	<i>Private</i>	date	Variabel untuk menampung waktu dari pesan yang dikirim oleh perangkat
JsonFormat	<i>Private</i>	string	Variabel untuk format pesan dalam bentuk JSON
Method			
Nama	Visibilitas	Return	Deskripsi
getNo_telp()	<i>Public</i>	string	<i>Method</i> untuk mengambil nomor telepon pengirim data
getPesan()	<i>Public</i>	string	<i>Method</i> untuk mengambil pesan yang dikirim oleh perangkat mikrokontroler
getWaktu()	<i>Public</i>	date	<i>Method</i> untuk mengambil data waktu dikirimkannya pesan
getJSONFormat()	<i>Public</i>	string	<i>Method</i> yang bertugas untuk mengambil format JSON
setNo_telp()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel No_telp
setPesan()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Pesan
setWaktu()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> untuk mengubah atau memberikan nilai pada variabel Waktu
setJsonFormat()	<i>Public</i>	void	<i>Method</i> yang bertugas untuk membuat format JSON
sendDataToApi()	<i>Public</i>	boolean	<i>Method</i> yang bertugas untuk mengirim data ke API

V.5.10 CD-10 Mikrokontroler

Tabel V.15 Detail *class* Mikrokontroler

Class Mikrokontroler [CD-10]			
Deskripsi	<i>Class</i> Mikrokontroler merupakan <i>class</i> yang digunakan untuk memproses data yang dihasilkan oleh perangkat.		
Atribut	Visibilitas	Tipe Data	Deskripsi
Gprs	<i>Private</i>	gprs_h	Variabel untuk menampung gprs

Tabel V.15 Detail *class* Mikrokontroler (lanjutan)

Atribut	Visibilitas	Tipe Data	Deskripsi
No_sms_center	<i>Private</i>	string	Variabel untuk menampung nomor telepon dari perangkat mikrokontroler
Time	<i>Private</i>	date	Variabel untuk menampung waktu dari jarak yang terdeteksi
Distance	<i>Private</i>	float	Variabel untuk menampung jarak
Method			
Nama	Visibilitas	Return	Deskripsi
getdistance()	<i>Public</i>	int	<i>Method</i> untuk mendapatkan rata-rata jarak
sendSMS()	<i>Public</i>	date	<i>Method</i> untuk mengirim sms berupa data jarak

V.5.11 CD-11 Kalkulasi Volume

Tabel V.16 Detail *class* Kalkulasi Volume

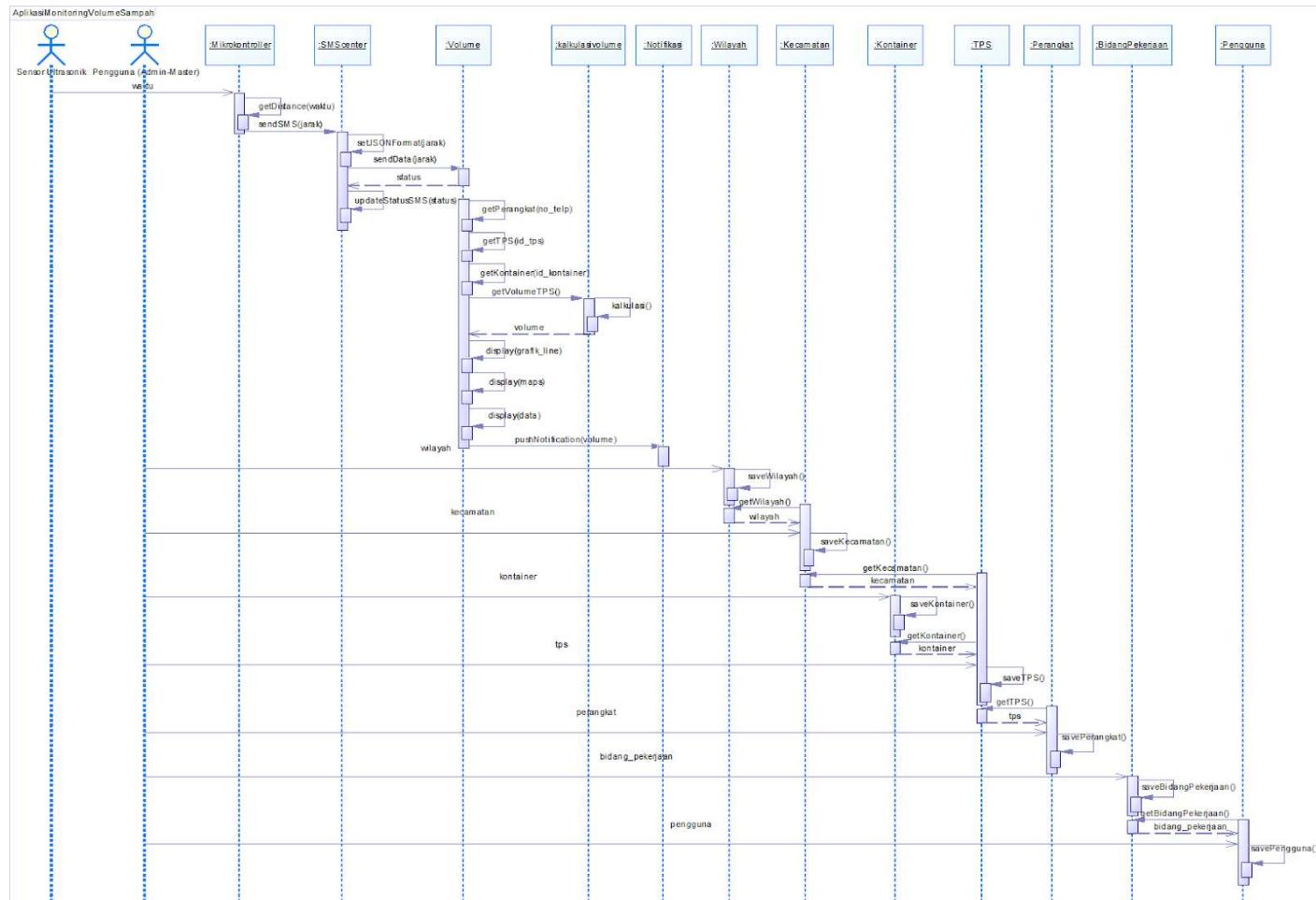
Class Kalkulasi Volume [CD-11]			
Deskripsi	Class Kalkulasi Volume merupakan <i>class</i> yang digunakan untuk melakukan penghitungan volume sampah.		
Atribut	Visibilitas	Tipe Data	Deskripsi
tinggi_sampah	<i>Private</i>	float	Variabel untuk menampung tinggi sampah di dalam kontainer
volumeTrapezoid	<i>Private</i>	float	Variabel untuk menampung volume sampah yang memenuhi ruang berbentuk trapezoid pada kontainer
volumeCuboid	<i>Private</i>	float	Variabel untuk menampung volume sampah yang memenuhi ruang berbentuk cuboid pada kontainer
volumeKontainer	<i>Private</i>	double	Variabel untuk menampung volume sampah maksimum pada kontainer
volumeMaksimumKontainer	<i>Private</i>	float	Variabel untuk menampung nilai maksimum volume kontainer

Tabel V.16 Detail *class* Kalkulasi Volume (lanjutan)

<i>Method</i>			
Nama	Visibilitas	Return	Deskripsi
volMaxTrapezoid()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> yang bertugas untuk menghitung volume sampah maksimum pada bagian kontainer yang berbentuk Trapezoidal. Dihitung dalam satuan meter kubik
volMaxCuboid()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> yang bertugas untuk menghitung volume sampah maksimum pada bagian kontainer yang berbentuk Cuboid . Dihitung dalam satuan meter kubik
volMaxKontainer()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> yang bertugas untuk menghitung volume sampah maksimum pada kontainer
volMaxElliptical()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> yang bertugas untuk menghitung volume sampah maksimum pada bagian melewati kontainer yang berbentuk <i>Elliptical Cylinder</i> . Dihitung dalam satuan meter kubik
volMaxAll()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> yang bertugas untuk menghitung volume sampah maksimum seluruhnya, yaitu dihitung dari kontainer bagian <i>trapezoidal</i> , <i>cuboid</i> , hingga <i>elliptical cylinder</i> . Dihitung dalam satuan meter kubik
countDistance()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> yang bertugas untuk menghitung jarak antara sensor dengan sampah pada kontainer saat ini, dalam satuan meter
countHeight()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> yang bertugas untuk menghitung tinggi sampah pada kontainer saat ini, dalam satuan meter
volTrapezoid()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> yang bertugas untuk menghitung volume sampah saat ini jika ketinggian sampah mencapai level bagian Trapezoid pada kontainer. Hasil berbentuk dalam satuan meter kubik
volCuboid()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> yang bertugas untuk menghitung volume sampah saat ini jika ketinggian sampah mencapai level bagian Cuboid pada kontainer. Hasil berbentuk dalam satuan meter kubik
volElliptical()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> yang bertugas untuk menghitung volume sampah saat ini jika ketinggian sampah mencapai level bagian Elliptical Cylinder, yaitu melewati tinggi kontainer. Hasil berbentuk dalam satuan meter kubik
Persentase()	<i>Public</i>	float	<i>Method</i> yang bertugas untuk menghitung persentase volume sampah saat ini

V.6 Rancangan Interaksi Objek pada Aplikasi

Gambar V.8 [SQ] menunjukkan interaksi objek pada aplikasi yang dibangun.



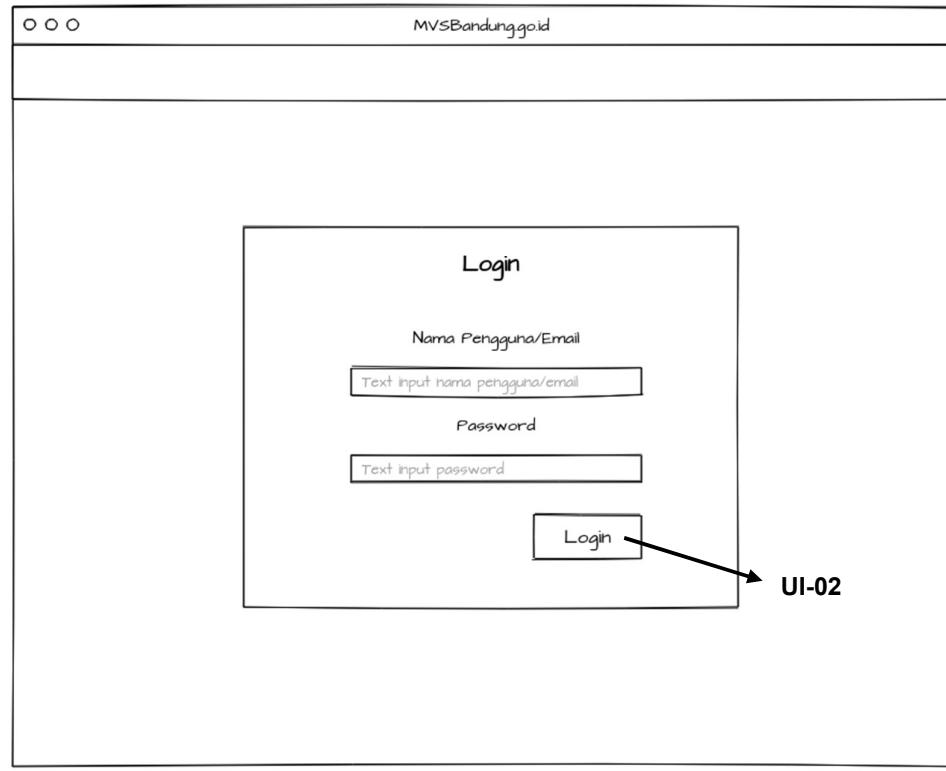
Gambar V.8 Interaksi objek pada aplikasi yang dibangun

V.7 Rancangan Antarmuka Pengguna

Adapun rancangan antarmuka pengguna untuk *website* yang dibangun dijelaskan pada subbab V.7.1 - subbab V.7.24.

V.7.1 UI-01 Halaman Masuk Aplikasi (Login)

Tabel V.17 Detail UI halaman masuk aplikasi

No. UI	UI-01
Nama UI	Halaman Masuk Aplikasi (<i>Login</i>)
Deskripsi	merupakan halaman yang pertama kali muncul ketika pengguna mengakses aplikasi. Halaman ini untuk pengguna melakukan proses autentikasi. Terdiri atas dua kolom, yaitu kolom <i>username/email</i> dan kolom <i>password</i> . Kedua kolom tersebut harus diisi oleh pengguna.
Gambar :	 <p>The screenshot shows a login interface. At the top, there is a header bar with three dots on the left and the text 'MVSBandung.go.id' on the right. Below this is a large empty rectangular area. In the center of this area is a smaller rectangular form with a title 'Login' at the top. Inside the form, there are two text input fields: one labeled 'Nama Pengguna/Email' and another labeled 'Password'. Below these fields is a 'Login' button. An arrow points from the text 'UI-02' to the 'Login' button.</p>

V.7.2 UI-02 Halaman Dashboard

Tabel V.18 Detail UI halaman *dashboard*

No. UI	UI-02
Nama UI	Halaman <i>Dashboard</i>
Deskripsi	<p>merupakan halaman yang pertama kali muncul setelah pengguna berhasil masuk ke/mengakses aplikasi, terdiri dari data:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. penyebaran tps dalam bentuk maps; 2. jumlah tps rumah tinggal; 3. jumlah perangkat (<i>board-sensor</i>) yang terpasang 4. urutan tps dengan rata-rata volume sampah terbanyak harian
Gambar :	<p>The screenshot shows the UI-02 dashboard with the following sections and annotations:</p> <ul style="list-style-type: none"> Left Sidebar: Lihat Data Volume Sampah, Kelola Data TPS, Kelola Data Board-User, Kelola Data Pengguna. Top Center: MVSBandung.gold, Penyebaran TPS, Maps, Level 3 (red), Level 2 (orange), Level 1 (yellow). Middle Left: Resources yang Tersedia Saat Ini, TPS Rumah Tinggal: 120, Board-sensor Terpasang: 132, Navigation arrows < and >. Bottom Right: Urutan TPS dengan Rata-Rata Volume Sampah Terbanyak Harian Tahun 2018, a grid of 10 items (1-10) with details like TPS ORARI, Wlayah Bandung Barat, 300 m³/hari, etc., and a "Lihat Semuanya >" button. Annotations: <ul style="list-style-type: none"> UI-06: Points to the sidebar sections. UI-13: Points to the sidebar sections. UI-17: Points to the sidebar sections. UI-21: Points to the "Penyebaran TPS" section. UI-04: Points to the "Resources yang Tersedia Saat Ini" section. UI-03: Points to the "Lihat Semuanya >" button.

V.7.3 UI-03 Halaman Informasi Urutan TPS

Tabel V.19 Detail UI halaman informasi urutan TPS

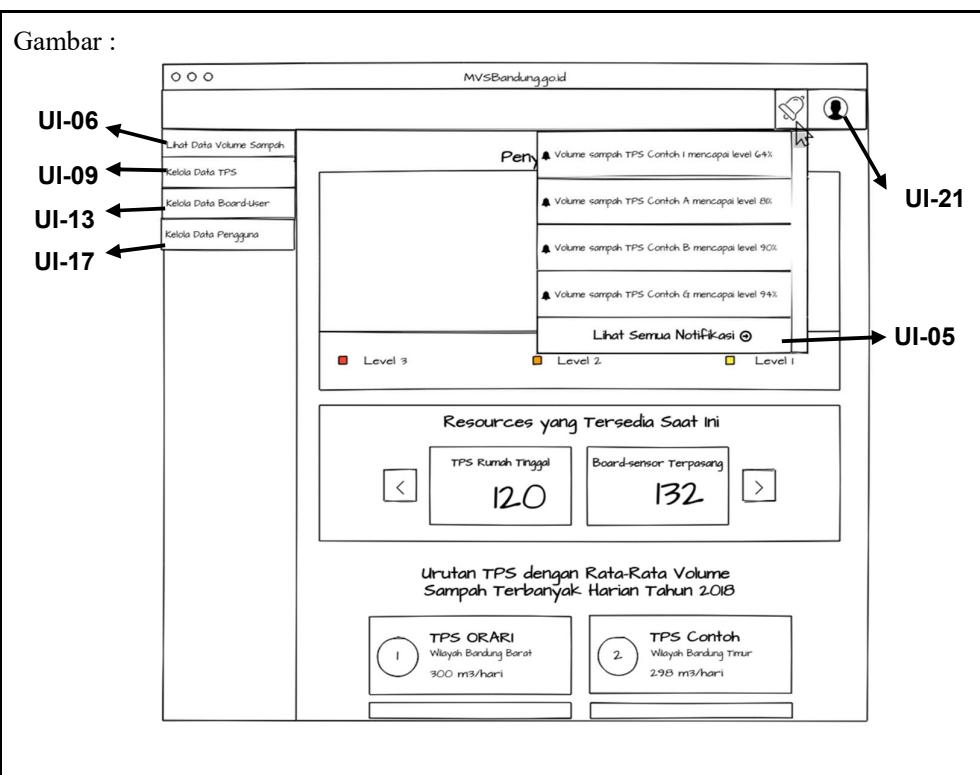
No. UI	UI-03																																																				
Nama UI	Halaman Informasi Urutan TPS																																																				
Deskripsi	merupakan halaman yang menampilkan seluruh urutan tps berdasarkan rata-rata volume sampah harian.																																																				
Gambar :																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Nama TPS</th> <th>Wilayah</th> <th>Rata-Rata Volume Sampah Harian</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>TPS ORARI</td><td>Bandung Barat</td><td>300 m³/hari</td></tr> <tr><td>2</td><td>TPS Contoh X</td><td>Bandung Timur</td><td>290 m³/hari</td></tr> <tr><td>3</td><td>TPS Contoh X</td><td>Bandung Timur</td><td>289 m³/hari</td></tr> <tr><td>4</td><td>TPS Contoh X</td><td>Bandung Selatan</td><td>285,5 m³/hari</td></tr> <tr><td>5</td><td>TPS Contoh X</td><td>Bandung Utara</td><td>280 m³/hari</td></tr> <tr><td>6</td><td>TPS Contoh X</td><td>Bandung Utara</td><td>270 m³/hari</td></tr> <tr><td>7</td><td>TPS Contoh X</td><td>Bandung Utara</td><td>265 m³/hari</td></tr> <tr><td>8</td><td>TPS Contoh X</td><td>Bandung Utara</td><td>240 m³/hari</td></tr> <tr><td>9</td><td>TPS Contoh X</td><td>Bandung Barat</td><td>235 m³/hari</td></tr> <tr><td>10</td><td>TPS Contoh X</td><td>Bandung Barat</td><td>233 m³/hari</td></tr> <tr><td>II</td><td>TPS Contoh X</td><td>Bandung Selatan</td><td>210 m³/hari</td></tr> <tr><td>12</td><td>TPS Contoh X</td><td>Bandung Selatan</td><td>199 m³/hari</td></tr> </tbody> </table>		No.	Nama TPS	Wilayah	Rata-Rata Volume Sampah Harian	1	TPS ORARI	Bandung Barat	300 m³/hari	2	TPS Contoh X	Bandung Timur	290 m³/hari	3	TPS Contoh X	Bandung Timur	289 m³/hari	4	TPS Contoh X	Bandung Selatan	285,5 m³/hari	5	TPS Contoh X	Bandung Utara	280 m³/hari	6	TPS Contoh X	Bandung Utara	270 m³/hari	7	TPS Contoh X	Bandung Utara	265 m³/hari	8	TPS Contoh X	Bandung Utara	240 m³/hari	9	TPS Contoh X	Bandung Barat	235 m³/hari	10	TPS Contoh X	Bandung Barat	233 m³/hari	II	TPS Contoh X	Bandung Selatan	210 m³/hari	12	TPS Contoh X	Bandung Selatan	199 m³/hari
No.	Nama TPS	Wilayah	Rata-Rata Volume Sampah Harian																																																		
1	TPS ORARI	Bandung Barat	300 m³/hari																																																		
2	TPS Contoh X	Bandung Timur	290 m³/hari																																																		
3	TPS Contoh X	Bandung Timur	289 m³/hari																																																		
4	TPS Contoh X	Bandung Selatan	285,5 m³/hari																																																		
5	TPS Contoh X	Bandung Utara	280 m³/hari																																																		
6	TPS Contoh X	Bandung Utara	270 m³/hari																																																		
7	TPS Contoh X	Bandung Utara	265 m³/hari																																																		
8	TPS Contoh X	Bandung Utara	240 m³/hari																																																		
9	TPS Contoh X	Bandung Barat	235 m³/hari																																																		
10	TPS Contoh X	Bandung Barat	233 m³/hari																																																		
II	TPS Contoh X	Bandung Selatan	210 m³/hari																																																		
12	TPS Contoh X	Bandung Selatan	199 m³/hari																																																		

V.7.4 UI-04 Dropdown Notifikasi

Tabel V.20 Detail UI dropdown notifikasi

No. UI	UI-04
Nama UI	Dropdown Notifikasi
Deskripsi	muncul ketika pengguna menekan button notifikasi. Berisi daftar notifikasi maksimal berjumlah 4, baik telah dibaca oleh pengguna ataupun belum dibaca, serta terdapat satu button 'Lihat Seluruh Notifikasi' yang akan menuju UI-05

Tabel V.20 Detail UI *dropdown* notifikasi (lanjutan)

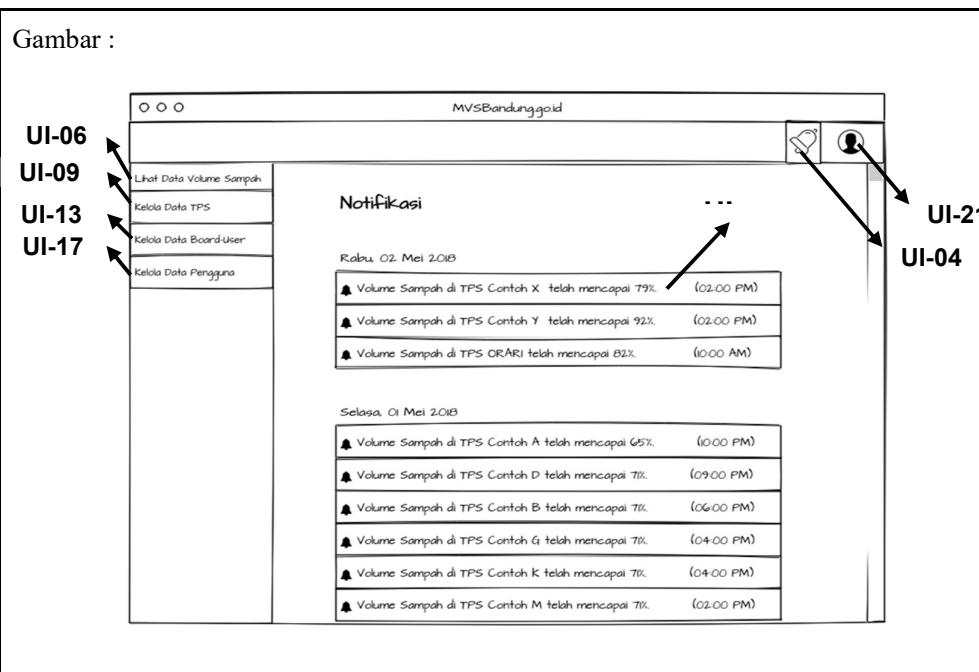


V.7.5 UI-05 Halaman Daftar Notifikasi

Tabel V.21 Detail UI halaman daftar notifikasi

No. UI	UI-05
Nama UI	Halaman Daftar Notifikasi
Deskripsi	merupakan halaman yang menampilkan seluruh notifikasi (maksimal) selama 3 hari kebelakang. Data yang ditampilkan terdiri dari nama TPS, level volume sampah yang dicapai, serta waktu dalam satuan jam.

Tabel V.21 Detail UI halaman daftar notifikasi (lanjutan)



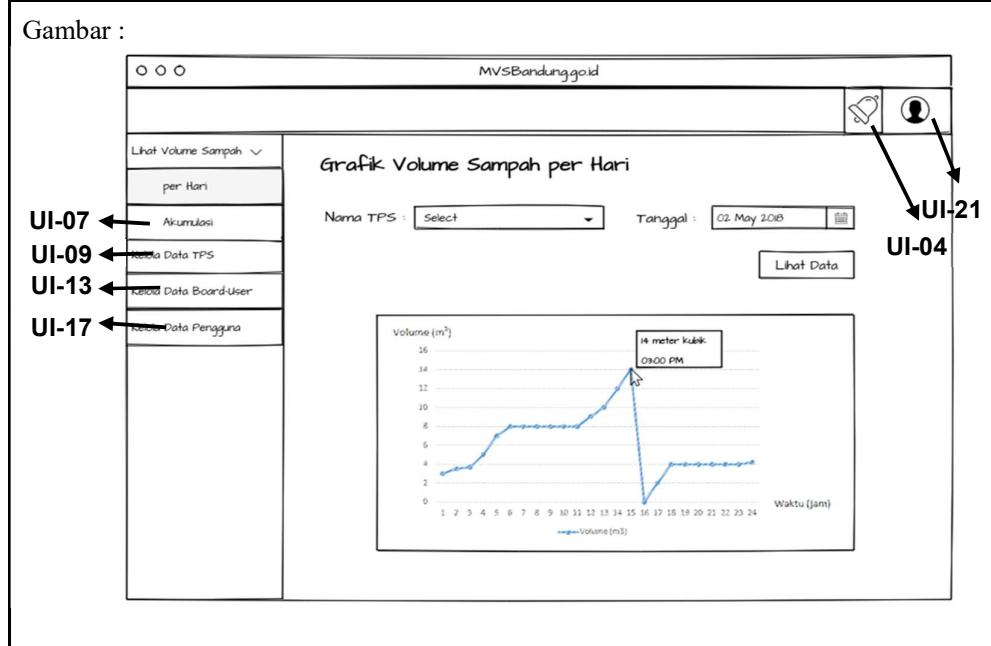
V.7.6 UI-06 Halaman Volume Sampah per Hari

Tabel V.22 Detail UI halaman volume sampah per hari

No. UI	UI-06
Nama UI	Halaman Volume Sampah per Hari
Deskripsi	merupakan halaman yang menampilkan informasi volume sampah berupa grafik dari salah satu TPS yang dipilih. Terdapat formulir berupa nama TPS dan tanggal yang harus diisi terlebih dahulu oleh pengguna, serta grafik garis volume sampah

Tabel V.22 Detail UI halaman volume sampah per hari (lanjutan)

Gambar :

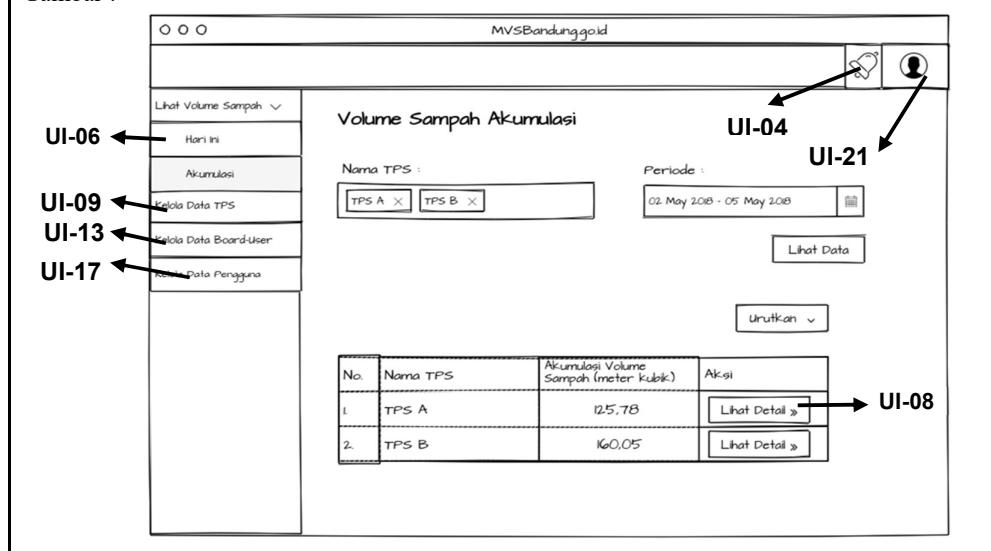


V.7.7 UI-07 Halaman Volume Sampah Akumulasi

Tabel V.23 Detail UI halaman volume sampah akumulasi

No. UI	UI-07
Nama UI	Halaman Volume Sampah Akumulasi
Deskripsi	merupakan halaman yang menampilkan informasi volume sampah akumulasi berdasarkan TPS dan periode (<i>date range</i>) yang dipilih oleh pengguna.

Gambar :

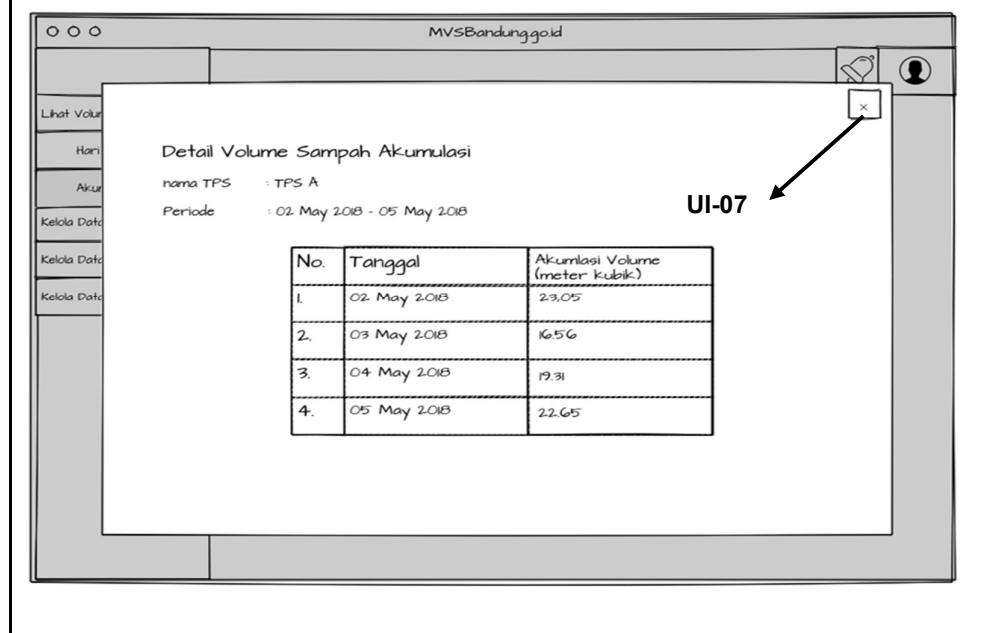


V.7.8 UI-08 Detail Volume Sampah Akumulasi

Tabel V.24 Detail UI volume sampah akumulasi

No. UI	UI-08
Nama UI	Detail Volume Sampah Akumulasi
Deskripsi	berbentuk <i>modal box</i> yang berisi informasi volume sampah per hari dari salah satu TPS yang dipilih pengguna sebelumnya berdasarkan periode yang dipilih.

Gambar :



V.7.9 UI-09 Halaman Kelola Data TPS

Tabel V.25 Detail UI halaman kelola data TPS

No. UI	UI-09
Nama UI	Halaman Kelola Data TPS
Deskripsi	merupakan halaman yang menampilkan seluruh data TPS yang pernah diinput oleh pengguna, serta button tambah pengguna, edit pengguna dan hapus pengguna, dalam bentuk tabel.

Tabel V.25 Detail UI halaman kelola data TPS (lanjutan)

Gambar :

No	Nama TPS	Alamat	Kecamatan	Latitude	Longitude	Sumber Sampah	No Board sensor	Ukuran Kontainer P L L(m) T T(m)	Status	Aksi
1	TPS Contoh	Jl. Gegerkalong Girang	Sukasari	-6.907275	107.602447	KEL. GERLONG RW	B01	4 12 18 19 02	Aktif	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

V.7.10 UI-10 Formulir Tambah Data TPS

Tabel V.26 Detail UI formulir tambah data TPS

No. UI	UI-10
Nama UI	Formulir Tambah Data TPS
Deskripsi	merupakan halaman yang menampilkan formulir isian untuk menambah data TPS.

Tabel V.26 Detail UI formulir tambah data TPS (lanjutan)

Gambar :

Annotations:

- Left Side:**
 - UI-06: Points to the 'Kode Data Volume Sampah' field.
 - UI-09: Points to the 'Kode Data TPS' field.
 - UI-13: Points to the 'Kode Data Board User' field.
 - UI-17: Points to the 'Kode Data Pengguna' field.
- Right Side:**
 - UI-04: Points to the top right corner of the form area.
 - UI-21: Points to the area below UI-04.
 - UI-09: Points to the 'Simpan' button at the bottom right.

V.7.11 UI-11 Formulir Sunting Data TPS

Tabel V.27 Detail UI formulir sunting data TPS

No. UI	UI-11
Nama UI	Formulir Sunting Data TPS
Deskripsi	merupakan halaman yang menampilkan formulir isian untuk menyunting/mengubah data TPS yang dipilih.

Tabel V.27 Detail UI formulir sunting data TPS (lanjutan)

Gambar :

UI-06
UI-09
UI-13
UI-17
UI-21
UI-04
UI-09

V.7.12 UI-12 Halaman Detail Data TPS

Tabel V.28 Detail UI halaman detail data TPS

No. UI	UI-12
Nama UI	Halaman Detail Data TPS
Deskripsi	merupakan halaman yang menampilkan seluruh data TPS yang pernah diinput oleh pengguna, serta button untuk kembali ke halaman Kelola Data TPS

Tabel V.28 Detail UI halaman detail data TPS (lanjutan)

Gambar :

V.7.13 UI-13 Halaman Kelola Data Perangkat (Board-Sensor)

Tabel V.29 Detail UI halaman kelola data perangkat

No. UI	UI-13
Nama UI	Halaman Kelola Data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>)
Deskripsi	merupakan halaman yang menampilkan seluruh data perangkat (<i>board-sensor</i>) yang pernah diinput oleh pengguna, serta button tambah pengguna, edit pengguna dan hapus pengguna, dalam bentuk tabel.

Tabel V.29 Detail UI halaman kelola data perangkat (lanjutan)

Gambar :

No	Nomor Handphone Board-Sensor	TPS	Ketinggian Pemasangan (meter)	Tahun Pengadaan	Status	Keterangan	Ak-ksi
1	08223224321	GERLONG	3	2018	Aktif	None	

V.7.14 UI-14 Formulir Tambah Data Perangkat (Board-Sensor)

Tabel V.30 Detail UI formulir tambah data perangkat

No. UI	UI-14
Nama UI	Formulir Tambah Data Perangkat (Board-Sensor)
Deskripsi	merupakan halaman yang menampilkan formulir isian untuk menambah data perangkat (board-sensor)

Tabel V.30 Detail UI formulir tambah data perangkat (lanjutan)

Gambar :

UI-06

UI-09

UI-13

UI-17

UI-21

UI-04

MVSBandung.go.id

Tambah Data Perangkat (Board-Sensor)

Nomor Handphone :

TPS :

Ketinggian Pemasangan (meter) :

Tahun Pengadaan :

Status :

Aktif

Tidak Aktif

Keterangan :
Text mengenai Keterangan status Sensor Misal Sensor Tidak Aktif, dalam tahap perbaikan

Simpan

V.7.15 UI-15 Formulir Sunting Data Perangkat (Board-Sensor)

Tabel V.31 Detail UI formulir sunting data perangkat

No. UI	UI-14
Nama UI	Formulir Sunting Data Perangkat (Board-Sensor)
Deskripsi	merupakan halaman yang menampilkan formulir isian untuk menyunting/mengubah data perangkat (board-sensor) yang dipilih.

Tabel V.31 Detail UI formulir sunting data perangkat (lanjutan)

Gambar :

UI-06

UI-09

UI-13

UI-17

UI-04

UI-21

UI-13

V.7.16 UI-16 Halaman Detail Data Perangkat (Board-Sensor)

Tabel V.32 Detail UI halaman detail data perangkat

No. UI	UI-16
Nama UI	Halaman Detail Data Perangkat (Board-Sensor)
Deskripsi	merupakan halaman yang menampilkan seluruh data Perangkat (Board-Sensor) yang pernah diinput oleh pengguna, serta button untuk kembali ke halaman Kelola Data Perangkat (Board-Sensor)

Tabel V.32 Detail UI halaman detail data perangkat (lanjutan)

Gambar :

V.7.17 UI-17 Halaman Kelola Data Pengguna

Tabel V.33 Detail UI halaman kelola data pengguna

No. UI	UI-17
Nama UI	Halaman Kelola Data Pengguna
Deskripsi	merupakan halaman yang menampilkan seluruh data pengguna yang pernah diinput oleh pengguna (dengan hak akses sebagai Master), serta button tambah pengguna, edit pengguna dan hapus pengguna, dalam bentuk tabel.

Gambar :

V.7.18 UI-18 Formulir Tambah Data Pengguna

Tabel V.34 Detail UI formulir tambah data pengguna

No. UI	UI-18
Nama UI	Formulir Tambah Data Pengguna
Deskripsi	merupakan halaman yang menampilkan formulir isian untuk menambah data pengguna
Gambar :	

V.7.19 UI-19 Formulir Sunting Data Pengguna

Tabel V.35 Detail UI formulir sunting data pengguna

No. UI	UI-19
Nama UI	Formulir Sunting Data Pengguna
Deskripsi	merupakan halaman yang menampilkan formulir isian untuk menyunting/mengubah data pengguna yang dipilih.

Tabel V.35 Detail UI formulir sunting data pengguna (lanjutan)

Gambar :

UI-06

UI-09

UI-13

UI-17

UI-04

UI-21

UI-17

V.7.20 UI-20 Halaman Detail Data Pengguna

Tabel V.36 Detail UI halaman detail data pengguna

No. UI	UI-20
Nama UI	Halaman Detail Data Pengguna
Deskripsi	merupakan halaman yang menampilkan seluruh data Pengguna yang pernah diinput oleh pengguna, serta button untuk kembali ke halaman Kelola Data Pengguna

Tabel V.36 Detail UI halaman detail data pengguna (lanjutan)

Gambar :

V.7.21 UI-21 *Dropdown Profil Pengguna*

Tabel V.37 Detail UI *dropdown profil pengguna*

No. UI	UI-21
Nama UI	<i>Dropdown Profil Pengguna</i>
Deskripsi	muncul ketika pengguna menekan button profil pengguna. Berisi menu ‘Sunting Profil’ dan ‘Logout’ untuk pengguna

Tabel V.37 Detail UI *dropdown* profil pengguna (lanjutan)

Gambar :

The screenshot shows the MVSBandung.go.id application interface. On the left, there is a sidebar with the following menu items:

- UI-06: Link to Data Volume Sampah
- UI-09: Link to Data TPS
- UI-13: Link to Data Board-User
- UI-17: Link to Data Pengguna

In the top right corner, there are links for UI-22 (Sunting Profil) and UI-01 (Logout). The main content area includes:

- A title "Penyebaran TPS" above a map labeled "Maps".
- A section titled "Resources yang Tersedia Saat Ini" showing two boxes: "TPS Rumah Tinggal 120" and "Board-sensor Terpasang 132".
- A section titled "Urutan TPS dengan Rata-Rata Volumen Sampah Terbanyak Harian" listing four TPS locations with their average daily waste volume:
 - 1. TPS ORARI Wilayah Bandung Barat 300 m³/hari
 - 2. TPS Contoh Wilayah Bandung Timur 298 m³/hari
 - 3. TPS Contoh Wilayah Bandung Selatan 250 m³/hari
 - 4. TPS Contoh Wilayah Bandung Selatan 230 m³/hari

V.7.22 UI-22 Formulir Sunting Profil

Tabel V.38 Detail UI formulir sunting profil

No. UI	UI-22
Nama UI	Formulir Sunting Profil
Deskripsi	merupakan halaman yang menampilkan formulir isian untuk menyunting/mengubah data profil pribadi.

Tabel V.38 Detail UI formulir sunting profil (lanjutan)

Gambar :

V.7.23 UI-23 Formulir Ubah Password

Tabel V.39 Detail UI formulir ubah password

No. UI	UI-23
Nama UI	Formulir Ubah Password
Deskripsi	merupakan halaman yang menampilkan formulir isian untuk mengubah kata sandi (<i>password</i>) pribadi

Tabel V.39 Detail UI formulir ubah password (lanjutan)

Gambar :

V.7.24 UI-24 Konfirmasi Hapus Data

Tabel V.40 Detail UI konfirmasi hapus data

No. UI	UI-24
Nama UI	Konfirmasi Hapus Data
Deskripsi	merupakan <i>pop-up message</i> yang menampilkan pesan konfirmasi ketika pengguna akan menghapus suatu data (baik data TPS, data pengguna, ataupun data perangkat (<i>board-sensor</i>)).

Gambar :

BAB VI

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

VI.1 Implementasi

Pada subbab ini, dijelaskan mengenai hasil implementasi yang dilakukan pada aplikasi usulan. Subbab-subbab berikut ini menjelaskan apa saja yang berhasil diimplementasikan, berdasarkan persyaratan dan rancangan apa saja. Terbagi atas fitur-fitur dari aplikasi usulan.

VI.1.1 Implementasi Fitur Menghitung Volume Sampah

Pada implementasi fitur menghitung volume sampah yang dilakukan, interaksi antar objek pada sistem berhasil diimplementasikan sesuai dengan rancangan Gambar V.8 [SQ], serta sesuai dengan kebutuhan fungsional [REQ-F-08]. Berikut adalah hasil implementasi yang berhasil dilakukan berdasarkan kebutuhan aplikasi dan perancangan yang telah didefinisikan sebelumnya:

Pada proses inisialisasi, perangkat SIM800L diinisialisasi dengan menggunakan *library* SoftwareSerial.h, yang digunakan untuk membuat objek serial perangkat lunak untuk berkomunikasi dengan SIM800L.

[IM-01] Pada fitur menghitung volume sampah, dilakukan pengambilan data jarak dengan menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan Mikrokontroler. Hal ini dilakukan berdasarkan kebutuhan fungsional [REQ-F-01] dan dirancang arsitektur *hardwarenya* sesuai Gambar V.4.

[IM-02] Sensor aktif (memancarkan dan mengambil gelombang pantul, serta mengirimkan data waktu selisih) dalam selang waktu 1 jam sekali [REQ-F-02]. Hal ini disesuaikan dengan proses perancangan alur untuk aplikasi usulan yang digambarkan pada Gambar V.1.

[IM-03] Sensor ultrasonik dalam kondisi aktif, akan memancarkan gelombang ultrasonik ke objek didepannya (sampah di kontainer) dan mengambil waktu selisih gelombang pantul. Data waktu ini kemudian dikirim ke board Arduino untuk diolah menjadi data jarak antara sensor dengan sampah dalam satuan meter. Hal ini

dilakukan berdasarkan kebutuhan fungsional [REQ-F-03]. Pengolahan menjadi data jarak ini dilakukan berdasarkan rancangan proses sistem memanggil *method* *getDistance* dari *class* Mikrokontroler [CD-10]. Hal ini juga dirancang dan dijelaskan pada subbab V.2 dan Gambar V.8 [SQ].

[IM-04] Pada implementasi yang dilakukan, Sensor Ultrasonik HC-SR04 diletakkan dengan sudut tegak lurus dengan, dengan bagian *transceiver* dan *receiver* menghadap (tegak lurus) dengan objek didepannya (sampah di kontainer). Sensor tersebut bersama Mikrokontroler diletakkan sejauh 1 meter diatas tinggi toleransi maksimum sampah melewati kontainer (1 meter diatas kontainer). Hal ini sesuai dengan kebutuhan fungsional [REQ-F-05] dan rancangan tata letak pemasangan sensor pada Gambar V.2 dan Gambar V.4.

[IM-05] Setelah mendapatkan data jarak antara sensor dengan sampah saat ini, data tersebut akan dikirimkan ke SMS Center via SMS. Hal ini sesuai dengan perancangan proses yaitu sistem memanggil *method* *sendSMS* dari *class* Mikrokontroler [CD-10]. Sebelum dikirim, dilakukan pengecekan, yaitu jika gelombang pantul tidak diterima oleh *receiver* sensor (atau diterima data bernilai 0 atau *out of range*), maka program akan mengambil data yang sebelumnya terdeteksi dan menganggap tidak ada perubahan ketinggian sampah [REQ-F-16]. Hal ini juga dirancang dan dijelaskan pada subbab V.2 dan Gambar V.8 [SQ].

[IM-06] API mengambil data rata-rata jarak dari *SMS Center*, untuk menghitung volume sampah saat ini [REQ-F-08]. Kalkulasi dimulai dengan menghitung tinggi sampah saat ini, dalam satuan meter. Selanjutnya sistem akan melakukan pengecekan apakah tinggi sampah saat ini berada dalam level bangun ruang yang mana (didetailkan pada subbab V.2.3). Misal, teridentifikasi tinggi sampah saat ini berada di *trapezoidal* (tinggi sampah < tinggi bagian *trapezoidal* kontainer), maka proses menghitung volume sampah menggunakan pendekatan volume bangun ruang *trapezoidal* (didetailkan pada subbab V.2.3.2).

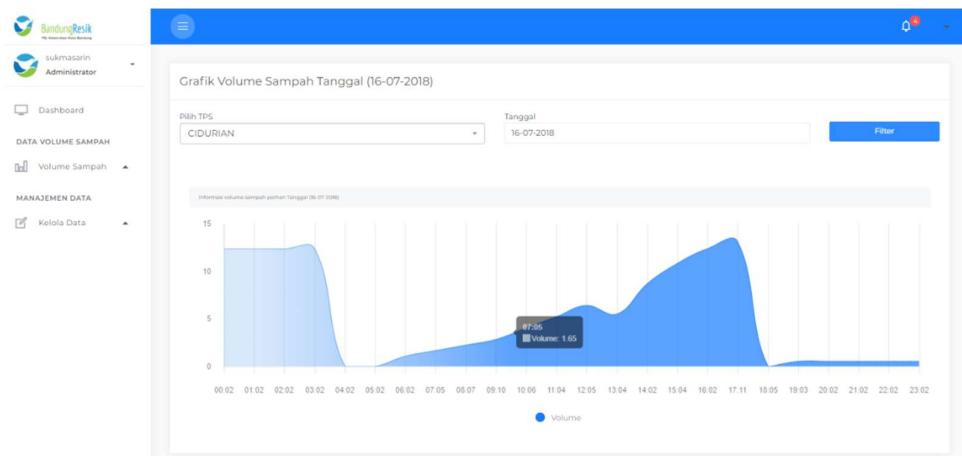
Hal ini diimplementasikan sesuai rancangan proses yaitu sistem memanggil *method* *kalkulasi_volume* dari *class* Volume [CD-05, Tabel V.10], dimana nantinya akan

memanggil *method-method* lainnya dari *class* Kalkulasi Volume [CD-11] untuk menghitung bagian tertentu.

Setelah mendapatkan dan mencatat volume sampah dari tiap TPS pada hari tertentu, selanjutnya data tersebut ditampilkan dalam bentuk informasi yang dibagi berdasarkan kebutuhan fungsional aplikasi [REQ-F-12].

VI.1.1.1 Informasi Volume Sampah per Hari

[IM-07] Pada bagian ini, pengguna dapat melihat informasi volume sampah per hari dari suatu TPS pada tanggal tertentu (hanya dari hari ini atau hari-hari sebelumnya). Pengguna disediakan *form* yang harus diisi yaitu mengenai nama TPS dan tanggal yang diinginkan untuk melihat data volume sampah per hari. Halaman tersebut sesuai pada rancangan UI [UI-06]. Hal ini dirancang dan dijelaskan pada subbab V.2 . Gambar VI.1 menunjukkan halaman informasi volume sampah per hari yang telah diimplementasi.



Gambar VI.1 Halaman informasi volume sampah per hari (aplikasi)

VI.1.1.2 Informasi Volume Sampah Akumulasi

[IM-08] Pada bagian ini, pengguna dapat melihat informasi volume sampah akumulasi dari TPS berdasarkan periode waktu (*date range*) yang pengguna pilih. Pengguna disediakan *form* yang harus diisi yaitu mengenai nama-nama TPS yang dipilih serta periode waktu (*date range*) yang diinginkan pengguna. Halaman tersebut sesuai pada rancangan UI [UI-07] dan [UI-08]. Hal ini dirancang dan

dijelaskan pada subbab V.2. Gambar VI.2 menunjukkan halaman informasi volume sampah akumulasi yang telah diimplementasi yang menampilkan akumulasi volume sampah untuk TPS Cibaduyut, Taman Holis, dan Cidurian pada periode 10 Juli 2018 hingga 18 Juli 2018.

No	NAMA TPS	AKUMULASI VOLUME SAMPAH [m³]	Action
1	CIBADUYUT	280.54 (m³)	Detail
2	TAMAN HOLIS	201.85 (m³)	Detail
3	CIDURIAN	226.00 (m³)	Detail

Gambar VI.2 Halaman informasi volume sampah akumulasi (aplikasi)

Gambar VI.3 merupakan dialog *pop-up* yang muncul setelah pengguna menekan tombol ‘Detail’ pada halaman akumulasi volume sampah yang terdapat pada tiap TPS. Dialog *pop-up* yang muncul menampilkan detail volume sampah per hari pada setiap tanggal di periode yang dipilih.

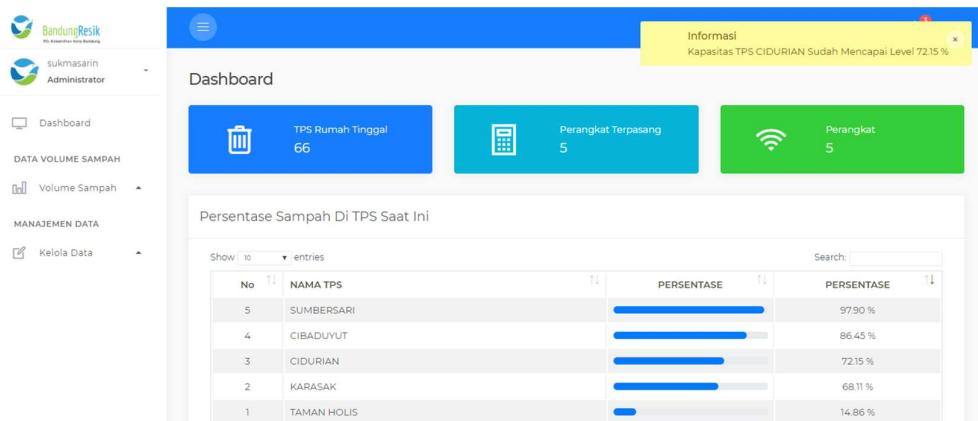
No	Tanggal	VOLUME SAMPAH (m³)
1	10-07-2018	27.11 (m³)
2	11-07-2018	30.47 (m³)
3	12-07-2018	33.11 (m³)
4	13-07-2018	31.35 (m³)
5	14-07-2018	26.06 (m³)
6	15-07-2018	23.66 (m³)
7	16-07-2018	49.44 (m³)
8	17-07-2018	27.11 (m³)
9	18-07-2018	32.23 (m³)

Gambar VI.3 Pop-up dialog detail akumulasi (aplikasi)

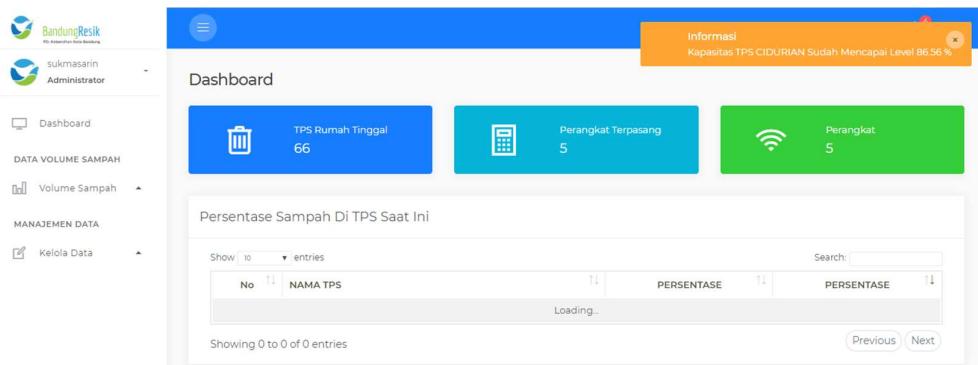
VI.1.2 Implementasi Fitur Notifikasi Volume Sampah

Pada implementasi fitur notifikasi volume sampah yang dilakukan, interaksi antar objek pada sistem berhasil diimplementasikan sesuai dengan rancangan Gambar V.8 [SQ], serta sesuai dengan kebutuhan fungsional [REQ-F-13], [REQ-F-14] dan [REQ-F-15]. Berikut adalah penjelasan mengenai hasil implementasi yang berhasil dilakukan berdasarkan kebutuhan aplikasi dan perancangan yang telah didefinisikan sebelumnya:

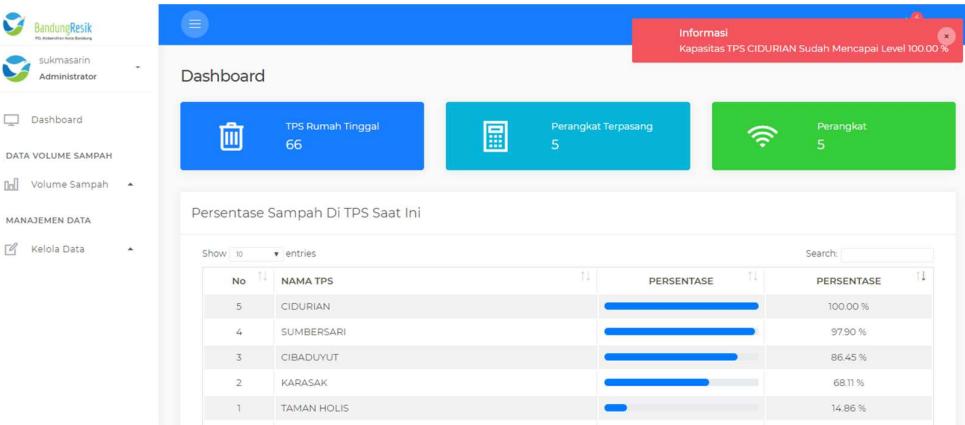
1. [IM-09] Aplikasi yang dibangun menyediakan fitur notifikasi untuk memberi tahu pengguna bahwa terdapat TPS yang telah mencapai level-level tertentu. Implementasi ini dilakukan berdasarkan kebutuhan fungsional [REQ-F-13]. Hal yang telah berhasil diimplementasikan adalah menampilkan adanya pesan (notifikasi) yang muncul di bagian atas kanan aplikasi. Pesan tersebut berisi nama TPS serta volume sampah yang telah dicapai. Hal ini juga dirancang dan dijelaskan pada subbab V.2 dan Gambar V.8 [SQ];
2. [IM-10] Notifikasi-notifikasi tersebut terbagi ke dalam tiga level yang disesuaikan dengan kebutuhan fungsional aplikasi [REQ-F-14], dimana proses kalkulasinya sesuai dengan rancangan proses yaitu sistem memanggil *method* kalkulasi_volume [CD-05], *method* getVolume [CD-05], serta simpan_data_volume [CD-05] dari *Class* Volume. Sistem juga memanggil *method* persentase dari *Class* Kalkulasi Volume. Namun, notifikasi yang berhasil diimplementasikan hingga saat ini adalah kotak pesan (notifikasi) yang muncul di bagian atas kanan aplikasi, berwarna sesuai dengan level yang dicapai pada suatu TPS tersebut. Warna-warna tersebut sesuai dengan kebutuhan aplikasi [REQ-F-14]. Hal ini juga dirancang dan dijelaskan pada subbab V.2 dan Gambar V.8 [SQ]. Gambar VI.5 menunjukkan notifikasi yang muncul saat volume sampah mencapai 65% - 79%, Gambar VI.4 menunjukkan notifikasi yang muncul saat volume sampah mencapai 80% - 89%, dan Gambar VI.6 menunjukkan notifikasi yang muncul saat volume sampah mencapai $\geq 90\%$ pada aplikasi.



Gambar VI.5 Tampilan notifikasi 65% - 79% (aplikasi)



Gambar VI.4 Tampilan notifikasi 80% - 89% (aplikasi)



Gambar VI.6 Tampilan notifikasi 90% - 100% (aplikasi)

Selain notifikasi yang muncul dan dibedakan warnanya berdasarkan level volume sampah, terdapat fitur list notifikasi untuk menampung notifikasi yang masuk.

Gambar VI.8 menunjukkan list notifikasi yang muncul setelah pengguna menekan icon notifikasi di pojok kanan atas. Sementara Gambar VI.7 merupakan halaman yang dibuat untuk menampilkan semua notifikasi yang muncul.

The screenshot shows the BandungResik application's dashboard. On the right side, there is a blue notification bell icon with a red circle containing the number '4'. A dropdown menu titled 'Terdapat 4 pemberitahuan' (4 notifications) appears, listing four items:

- Kondisi TPS CIDURIAN (Berada pada posisi volume 100%) - 24-07-2018 10:02
- Kondisi TPS SUMBERSARI (Berada pada posisi volume 97,9%) - 18-07-2018 11:30
- Kondisi TPS KARASAK (Berada pada posisi volume 68,11%) - 09-07-2018 20:02
- Kondisi TPS CIBADUYUT (Berada pada posisi volume 86,45%) - 09-04-2016 10:10

Below the dropdown, there is a chart titled 'Percentase Sampah Di TPS Saat Ini' (Current TPS Garbage Percentage) and a table showing the percentage for five TPS locations.

No	NAMA TPS	PERSENTASE
5	CIDURIAN	100%
4	SUMBERSARI	97,9%
3	CIBADUYUT	86,45%
2	KARASAK	68,11%
1	TAMAN HOLIS	14,86 %

Gambar VI.8 Tampilan *dropdown* notifikasi (aplikasi)

The screenshot shows the BandungResik application displaying a list of notifications. The title 'Terdapat 4 pemberitahuan' is at the top. Below it, four notifications are listed:

- CIDURIAN** (100%) - 24-07-2018 10:02
Kondisi tps berada pada posisi volume
- SUMBERSARI** (97,9%) - 18-07-2018 11:30
Kondisi tps berada pada posisi volume
- KARASAK** (68,11%) - 09-07-2018 20:02
Kondisi tps berada pada posisi volume
- CIBADUYUT** (86,45%) - 09-04-2016 10:10
Kondisi tps berada pada posisi volume

At the bottom of the screen, there is a footer note: '2018, made with ❤ by KoTA210 & Theme by ThemeKita'.

Gambar VI.7 Halaman list notifikasi (aplikasi)

VI.1.3 Implementasi Fitur Pengelolaan Data TPS

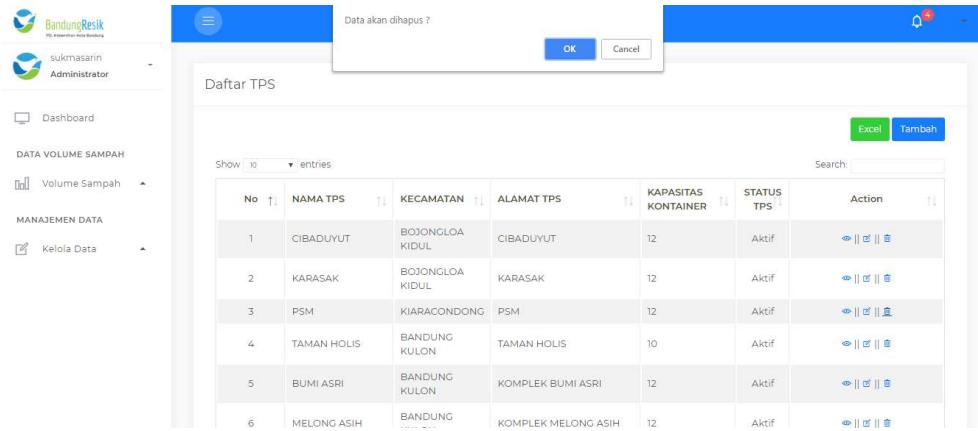
Dalam proses implementasi fitur pengelolaan data TPS yang dilakukan, interaksi antar objek pada sistem berhasil diimplementasikan sesuai dengan rancangan Gambar V.8 [SQ]. Berikut adalah hasil implementasi yang berhasil dilakukan berdasarkan kebutuhan aplikasi dan perancangan yang telah didefinisikan sebelumnya:

[IM-11] Fitur pengelolaan data TPS yang berhasil diimplementasikan terdiri dari daftar data TPS (hasil implementasi ditunjukkan pada Gambar VI.10), menambah data TPS (Gambar VI.9), melihat detail data TPS (Gambar VI.12), menyunting data TPS, dan menghapus data TPS (Gambar VI.11) [REQ-F-09]. Seluruh data TPS ditampilkan dalam bentuk tabel sesuai rancangan UI [UI-09] dengan rancangan proses sistem memanggil *method* `list_data_tps` dari *Class* TPS [CD-03].

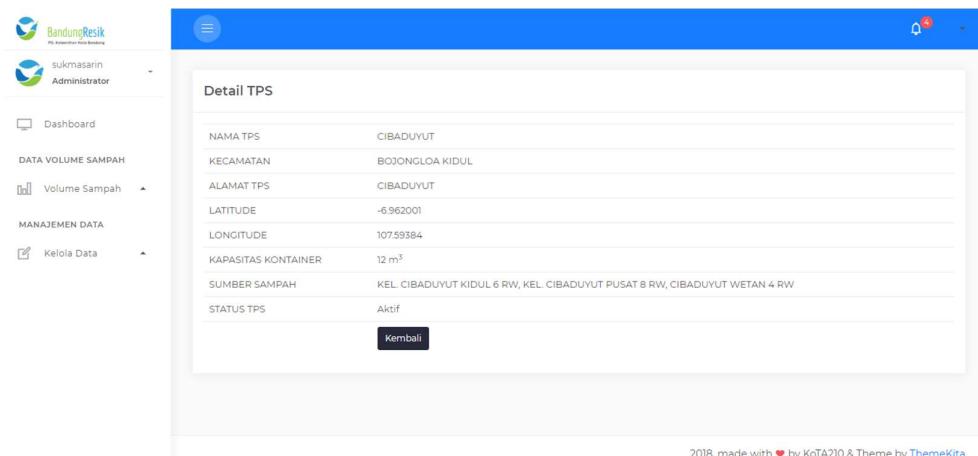
Gambar VI.9 Halaman registrasi data TPS (aplikasi)

No	NAMA TPS	KECAMATAN	ALAMAT TPS	KAPASITAS KONTAINER	STATUS TPS	Action
1	CIBADUYUT	BOJONGLOA KIDUL	CIBADUYUT	12	Aktif	
2	KARASAK	BOJONGLOA KIDUL	KARASAK	12	Aktif	
3	PSM	KIARACONDONG	PSM	12	Aktif	
4	TAMAN HOLIS	BANDUNG KULON	TAMAN HOLIS	10	Aktif	
5	BUMI ASRI	BANDUNG KULON	KOMPLEK BUMI ASRI	12	Aktif	
6	MELONG ASIH	BANDUNG KULON	KOMPLEK MELONG ASIH	12	Aktif	
7	PORIB	BABAKAN CIPARAY	PORIB	12	Aktif	
8	SATRIA RAYA	BABAKAN CIPARAY	KOMPLEK SATRIA RAYA	12	Aktif	
9	DIAN PERMAI	BABAKAN CIPARAY	DIAN PERMAI	6	Aktif	
10	SUMBERSARI	BABAKAN CIPARAY	SUMBERSARI	12	Aktif	

Gambar VI.10 Halaman daftar data TPS (aplikasi)



Gambar VI.11 Tampilan konfirmasi hapus data (aplikasi)



Gambar VI.12 Halaman detail TPS (aplikasi)

[IM-12] Menambah data TPS dilakukan dengan pengguna mengisi *form* registrasi data TPS sesuai rancangan UI [UI-10], dengan rancangan proses yaitu sistem memanggil *method* simpan_data_tps dari *Class* TPS [CD-03].

Pada fitur ini, terdapat data-data yang pada implementasi berbeda halaman dengan pengelolaan data TPS. Namun data-data ini merupakan data pendukung untuk pengelolaan TPS yang harus dimasukkan terlebih dahulu oleh pengguna ke dalam aplikasi sebelum melakukan pengelolaan TPS. Berikut adalah penjelasan untuk fitur tambahan:

1. data kontainer, yaitu data ukuran kontainer dengan rancangan proses sistem memanggil *method-method* tertentu, yaitu:

- b. [IM-13] untuk melihat seluruh data kontainer, dilakukan dengan sistem memanggil *method* *list_data_kontainer* dari *Class Kontainer* sesuai rancangan proses [CD-03];
 - c. [IM-14] untuk menambah data, dilakukan dengan sistem memanggil *method* *simpan_data_kontainer* dari *Class Kontainer* sesuai rancangan proses [CD-04];
 - d. [IM-15] untuk menyunting data, dilakukan dengan sistem memanggil *method* *ubah_data_kontainer* dari *Class Kontainer* sesuai rancangan proses [CD-04];
 - e. [IM-16] untuk menghapus data, dilakukan dengan sistem memanggil *method* *hapus_data_kontainer* dari *Class Kontainer* sesuai rancangan proses [CD-04];
2. data wilayah, yaitu data wilayah-wilayah di Kota Bandung:
 - a. [IM-17] untuk melihat seluruh data wilayah, dilakukan dengan sistem memanggil *method* *list_data_wilayah* dari *Class Wilayah* sesuai rancangan proses [CD-07];
 - b. [IM-18] untuk menambah data wilayah, dilakukan dengan sistem memanggil *method* *simpan_data_wilayah* dari *Class Wilayah* sesuai rancangan proses [CD-07];
 - c. [IM-19] untuk menyunting data wilayah, dilakukan dengan sistem memanggil *method* *ubah_data_wilayah* dari *Class Wilayah* sesuai rancangan proses [CD-07];
 - d. [IM-20] untuk menghapus data wilayah, dilakukan dengan sistem memanggil *method* *hapus_data_wilayah* dari *Class Wilayah* sesuai rancangan proses [CD-07];
3. data kecamatan, yaitu kecamatan-kecamatan di Kota Bandung berdasarkan wilayahnya yang telah dimasukkan sebelumnya:
 - a. [IM-21] untuk melihat seluruh data kecamatan, dilakukan dengan sistem memanggil *method* *list_data_kecamatan* dari *Class Kecamatan* sesuai rancangan proses [CD-08];

- b. [IM-22] untuk menambah data kecamatan, dilakukan dengan sistem memanggil *method* simpan_data_kecamatan dari *Class* Kecamatan sesuai rancangan proses [CD-08];
- c. [IM-23] untuk menyunting data kecamatan, dilakukan dengan sistem memanggil *method* ubah_data_kecamatan dari *Class* Kecamatan sesuai rancangan proses [CD-08];
- d. [IM-24] untuk menghapus data kecamatan, dilakukan dengan sistem memanggil *method* hapus_data_kecamatan dari *Class* Kecamatan sesuai rancangan proses [CD-08];

[IM-25] Menyunting data TPS dilakukan dengan pengguna mengubah data TPS pada *form* Edit Data TPS sesuai rancangan UI [UI-11], dengan rancangan proses yaitu sistem memanggil *method* ubah_data_tps dari *Class* TPS [CD-03].

[IM-26] Menghapus data TPS dilakukan dengan sistem memanggil *method* hapus_data_tps dari *Class* TPS sesuai rancangan proses [CD-03].

VI.1.4 Implementasi Fitur Pengelolaan Data Perangkat (*Board-Sensor*)

Dalam proses implementasi fitur pengelolaan data perangkat (*board-sensor*) yang dilakukan, interaksi antar objek pada sistem yang berhasil diimplementasikan sesuai dengan rancangan Gambar 23 [SQ]. Berikut adalah hasil implementasi yang berhasil dilakukan berdasarkan kebutuhan aplikasi dan perancangan yang telah didefinisikan sebelumnya:

[IM-27] Fitur pengelolaan data Perangkat (*board-sensor*) yang berhasil diimplementasikan terdiri dari melihat daftar perangkat (hasil implementasi ditunjukkan pada (Gambar VI.14), menambah data (Gambar VI.13), melihat detail data (Gambar VI.15), menyunting data, dan menghapus data perangkat (*board-sensor*) [REQ-F-11]. Seluruh data perangkat (*board-sensor*) ditampilkan dalam bentuk tabel sesuai rancangan UI [UI-13] dengan rancangan proses sistem memanggil *method* list_data_perangkat dari *class* Perangkat [CD-06].

Registrasi Data Perangkat

NO TELP
NO TELP

TPS
Tidak Digunakan

KETINGGIAN PEMASANGAN
KETINGGIAN PEMASANGAN (Meter)

TAHUN PENGADAAN
TAHUN PENGADAAN

STATUS PERANGKAT
Aktif

KETERANGAN
KETERANGAN

Tambah Cancel

2018, made with ❤ by KoTA210 & Theme by [ThemeKita](#)

Gambar VI.13 Halaman registrasi data perangkat (aplikasi)

Daftar Perangkat

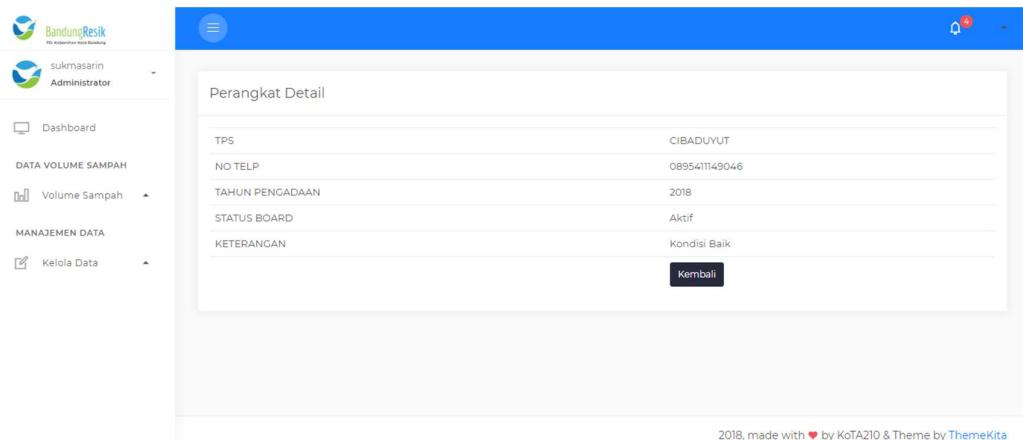
No	NO TELP	TAHUN PENGADAAN	TPS	KETINGGIAN PEMASANGAN (m)	STATUS PERANGKAT	Action
1	0895411149046	2018	CIBADUYUT	3.9	Aktif	
2	085327365728	2018	TAMAN HOLIS	3.5	Aktif	
3	089609391875	2018	CIDURIAN	3.2	Aktif	
4	085294220304	2018	KARASAK	3.9	Aktif	
5	0895378621070	2018	SUMBERSARI	0.39	Aktif	

Show: 10 entries Search:

Showing 1 to 5 of 5 entries Previous [1](#) Next

Gambar VI.14 Halaman daftar data perangkat (aplikasi)

[IM-28] Menambah data perangkat dilakukan dengan pengguna mengisi *form* registrasi data perangkat sesuai rancangan UI [UI-14] dengan rancangan proses sistem memanggil *method* simpan_data_perangkat dari *Class* Perangkat [CD-06].



Gambar VI.15 Halaman detail perangkat (aplikasi)

[IM-29] Menyunting data perangkat dilakukan dengan pengguna mengubah data perangkat pada *form* Edit Data Perangkat sesuai rancangan UI [UI-15] dengan rancangan proses sistem memanggil *method* ubah_data_perangkat dari *class* Perangkat [CD-06].

[IM-30] Menghapus data perangkat dilakukan dengan sistem memanggil *method* hapus_data_perangkat dari *class* Perangkat [CD-06].

VI.1.5 Implementasi Fitur Pengelolaan Data Pengguna

Dalam proses implementasi fitur pengelolaan data pengguna yang dilakukan, interaksi antar objek pada sistem yang berhasil diimplementasikan sesuai dengan rancangan Gambar V.8 [SQ]. Berikut adalah hasil implementasi yang berhasil dilakukan berdasarkan kebutuhan aplikasi dan perancangan yang telah didefinisikan sebelumnya:

1. [IM-31] Pada implementasi aplikasi usulan, pengguna aplikasi hanya bisa mengakses aplikasi jika telah melakukan proses autentikasi (*login*). Hal ini sesuai dengan kebutuhan fungsional [REQ-F-06] dan rancangan proses sistem memanggil *method* autentikasi dari *Class Pengguna* [CD-01];
2. [IM-32] Pengguna aplikasi dapat lebih dari satu orang, namun satu orang hanya memiliki satu akun, berdasarkan kebutuhan fungsional [REQ-F-07]. Hal ini terimplementasi dengan adanya fitur pengelolaan data pengguna, yang salah

satu kemampuannya adalah menambah data pengguna, yang dijelaskan selanjutnya.

3. [IM-33] Fitur pengelolaan data pengguna yang berhasil diimplementasikan terdiri dari melihat daftar pengguna (hasil implementasi ditunjukkan pada Gambar VI.16), menambah data (Gambar VI.18), melihat detail data (Gambar VI.17), menyunting data, dan menghapus data pengguna. Fitur ini hanya bisa diakses oleh pengguna dengan hak akses sebagai Master [REQ-F-10]. Seluruh data pengguna ditampilkan dalam bentuk tabel sesuai rancangan UI [UI-17] dengan rancangan proses sistem memanggil *method* list_data_pengguna dari *class* Pengguna [CD-01].

NO	NAMA LENGKAP	EMAIL	BIDANG PEKERJAAN	STATUS	STATUS PENGUNA	AKSI
1	Nita Amelia Wijaya	nitaamelia@gmail.com	Operasional	Master	Aktif	
2	Muhajir Shiddiq Al Faruqi	muhajirshiddiq117@gmail.com	Operasional	Admin	Tidak Aktif	
3	Novia Sukmasari Putri	sukmasarin@gmail.com	Operasional	Master	Aktif	

Gambar VI.16 Halaman daftar data pengguna (aplikasi)

2018, made with ❤ by KoTA210 & Theme by [ThemeKita](#)

Gambar VI.17 Halaman detail pengguna (aplikasi)

The screenshot shows a user registration form titled 'Registrasi Data User'. The form fields include:

- NAMA LENGKAP (Full Name): NAMA LENGKAP
- NAMA PENGGUNA (Username): NAMA PENGGUNA
- E-MAIL (Email): E-MAIL
- NO TELP (Phone Number): NO TELP
- PASSWORD (Password): 12345678
- ALAMAT (Address): ALAMAT
- STATUS (Status):
 - Admin
 - Master
- BIDANG PEKERJAAN (Department):
 - Silahkan Pilih
- STATUS (Status):
 - Tidak Aktif

At the bottom are 'Submit' and 'Batal' buttons.

Gambar VI.18 Halaman registrasi data pengguna (aplikasi)

- [IM-34] Menambah data pengguna dilakukan dengan Master mengisi *form* registrasi data pengguna sesuai rancangan UI [UI-18] dengan rancangan proses sistem memanggil *method* simpan_data_pengguna dari *class* Pengguna [CD-01].

Pada fitur ini, terdapat data-data yang pada implementasi berbeda halaman dengan pengelolaan data pengguna. Namun data-data ini merupakan data pendukung untuk pengelolaan pengguna yang harus dimasukkan terlebih dahulu oleh Master ke dalam aplikasi sebelum melakukan pengelolaan pengguna. Berikut adalah penjelasan untuk fitur tambahan:

1. data bidang pekerjaan, yaitu data jabatan yang dimiliki oleh pengguna dengan rancangan proses sistem memanggil *method-method* tertentu, yaitu:
 - a. [IM-35] untuk melihat seluruh data, dilakukan dengan sistem memanggil *method* list_data_bidang_pekerjaan dari *class* Bidang Pekerjaan sesuai rancangan proses [CD-02];

- b. [IM-36] untuk menambah data, dilakukan dengan sistem memanggil *method* simpan_data_bidang_pekerjaan dari *class* Bidang Pekerjaan sesuai rancangan proses [CD-02];
- c. [IM-37] untuk menyunting data, dilakukan dengan sistem memanggil *method* ubah_data_bidang_pekerjaan dari *class* Bidang Pekerjaan sesuai rancangan proses [CD-02];
- d. [IM-38] untuk menghapus data, dilakukan dengan sistem memanggil *method* hapus_data_bidang_pekerjaan dari *class* Bidang Pekerjaan sesuai rancangan proses [CD-02];

[IM-39] Menyunting data pengguna dilakukan dengan Master mengubah data pengguna pada *form* Edit Pengguna sesuai rancangan UI [UI-19] dengan rancangan proses sistem memanggil *method* ubah_data_pengguna dari *Class* Pengguna [CD-01].

[IM-40] Menghapus data pengguna dilakukan dengan sistem memanggil *method* hapus_data_pengguna dari *Class* Pengguna [CD-01].

VI.1.6 Keterkaitan antara Persyaratan, Perancangan, dan Implementasi

Berdasarkan penjelasan implementasi pada subbab VI.1.1 hingga VI.1.6, terdapat keterkaitan antara *requirement*, perancangan, dan implementasi yang telah dilakukan. Tabel VI.1 memperlihatkan keterkaitan antara *requirement*, perancangan, hasil implementasi, serta keterangan apakah berhasil diimplementasikan atau tidak, berdasarkan penjelasan subbab-subbab sebelumnya.

Tabel VI.1 Keterkaitan antara persyaratan, perancangan, dan implementasi

Req. ID	Deskripsi	Perancangan	Hasil Implementasi	Keterangan
REQ-F-01	Pengambilan data jarak antara sampah dengan perangkat dilakukan dengan menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan Mikrokontroler	<ul style="list-style-type: none"> a. Ditunjukkan oleh <i>activity diagram</i> alur aplikasi yang dibangun pada subbab V.2 (Gambar V.3) b. Ditunjukkan oleh arsitektur <i>hardware</i> pada subbab V.3 (Gambar V.4) 	Ditunjukkan pada subbab VI.1.1 Implementasi Fitur Menghitung Volume Sampah (IM-01)	Terimplementasi
REQ-F-02	Sensor harus dalam kondisi aktif (mengambil data) dalam selang waktu satu jam sekali. Saat dalam kondisi aktif, Arduino mengambil data selisih waktu pantul gelombang untuk mengetahui jarak antara sensor dengan sampah.	<ul style="list-style-type: none"> a. Ditunjukkan oleh <i>activity diagram</i> alur aplikasi yang dibangun pada subbab V.2 (Gambar V.3) b. Ditunjukkan oleh detail <i>Class diagram</i> pada Subbab V.5.10 (CD-10) 	Ditunjukkan pada subbab VI.1.1 Implementasi Fitur Menghitung Volume Sampah (IM-02)	Terimplementasi
REQ-F-03	Setelah mengambil data selisih waktu, sensor harus mengirimkan data tersebut ke board Arduino untuk diubah menjadi jarak antara sensor dengan sampah	<ul style="list-style-type: none"> a. Ditunjukkan oleh <i>activity diagram</i> alur aplikasi yang dibangun pada subbab V.2 (Gambar V.3) b. Ditunjukkan oleh detail <i>Class diagram</i> pada subbab V.5.10 (CD-10) c. Ditunjukkan oleh <i>Sequence Diagram</i> pada subbab V.6 (Gambar V.8) 	Ditunjukkan pada subbab VI.1.1 Implementasi Fitur Menghitung Volume Sampah (IM-03)	Terimplementasi

Tabel VI.I Keterkaitan antara persyaratan, perancangan, dan implementasi (lanjutan)

Req. ID	Deskripsi	Perancangan	Hasil Implementasi	Keterangan
REQ-F-04	Jika terdapat gangguan dari faktor eksternal, maka program harus dapat mengatasinya dengan cara : c. mengaktifkan sensor ultrasonik selama terus menerus; d. jika tidak ada perubahan data yang signifikan, sensor akan dinonaktifkan. Signifikansi perubahan data dihitung dari data dua menit terakhir; e. program akan menghitung rata-rata jarak dari pengambilan data selama 2 menit terakhir yang dihasilkan. f. program akan mengirimkan data hasil rata-rata jarak tersebut ke SMS Center g. Sensor dinonaktifkan, dan diaktifkan kembali 1 jam kemudian	a. Ditunjukkan oleh <i>activity diagram</i> alur aplikasi yang dibangun pada subbab V.2 (Gambar V.3) b. Ditunjukkan oleh detail <i>Class diagram</i> pada subbab V.5.9 (CD-09) dan Subbab V.5.10 (CD-10) c. Ditunjukkan oleh <i>Sequence Diagram</i> pada subbab V.6 (Gambar V.8)	Ditunjukkan pada subbab VI.1.1 Implementasi Fitur Menghitung Volume Sampah (IM-05)	a. Terimplementasi b. Terimplementasi c. Terimplementasi d. Terimplementasi e. Terimplementasi
REQ-F-05	Sensor harus diletakkan dengan sudut tegak lurus dengan sampah, dengan diberi ruang sejauh 1 meter dari tinggi toleransi maksimum sampah melewati kontainer, yaitu 1 meter diatas kontainer.	a. Ditunjukkan oleh Ilustrasi pada subbab IV.2.1 (Gambar IV.4) b. Ditunjukkan oleh ilustrasi pada subbab IV.2.3 (Gambar IV.5)	Ditunjukkan pada subbab VI.1.1 Implementasi Fitur Menghitung Volume Sampah (IM-04)	Terimplementasi
REQ-F-06	Pengguna harus melakukan proses autentikasi (<i>login</i>) untuk dapat mengakses Aplikasi	a. Ditunjukkan oleh detail <i>Class diagram</i> pada subbab V.5.1 (CD-01) b. Ditunjukkan oleh UI pada subbab V.7.1 (UI-01)	Ditunjukkan pada subbab VI.1.5 Implementasi Fitur Pengelolaan Data Pengguna (IM-31)	Terimplementasi

Tabel VI.I Keterkaitan antara persyaratan, perancangan, dan implementasi (lanjutan)

Req. ID	Deskripsi	Perancangan	Hasil Implementasi	Keterangan
REQ-F-07	Pengguna dapat lebih dari satu orang, namun satu orang hanya memiliki satu akun	<ul style="list-style-type: none"> a. Ditunjukkan oleh detail <i>Class diagram</i> pada subbab V.5.1 (CD-01) dan subbab V.5.2 (CD-02) b. Ditunjukkan oleh UI pada subbab V.7.17 (UI-17), subbab V.7.18 (UI-18), subbab V.7.19 (UI-19), dan subbab V.7.20 (UI-20) 	Ditunjukkan pada subbab VI.1.5 Implementasi Fitur Pengelolaan Data Pengguna (IM-32)	Terimplementasi
REQ-F-08	Aplikasi menyediakan fitur untuk menghitung volume sampah di kontainer TPS	<ul style="list-style-type: none"> a. Ditunjukkan oleh <i>activity diagram</i> alur aplikasi yang dibangun pada subbab V.2 (Gambar V.3) b. Ditunjukkan oleh detail <i>Class diagram</i> pada subbab V.5.5 (CD-05) dan subbab V.5.11 (CD-011) c. Ditunjukkan oleh <i>Sequence Diagram</i> pada subbab V.6 (Gambar V.8) 	Ditunjukkan pada subbab VI.1.1 Implementasi Fitur Menghitung Volume Sampah (IM-06)	Terimplementasi

Tabel VI.I Keterkaitan antara persyaratan, perancangan, dan implementasi (lanjutan)

Req. ID	Deskripsi	Perancangan	Hasil Implementasi	Keterangan
REQ-F-09	Aplikasi menyediakan fitur untuk mengelola data TPS, yaitu menambah, melihat detail data, menyunting, dan menghapus data TPS.	<ul style="list-style-type: none"> a. Ditunjukkan oleh detail <i>Class diagram</i> pada subbab V.5.3 (CD-03), subbab V.5.4 (CD-04), subbab V.5.7 (CD-07), dan subbab V.5.8 (CD-08) b. Ditunjukkan oleh UI pada subbab V.7.9 (UI-09), subbab V.7.10 (UI-10), subbab V.7.11 (UI-11), dan subbab V.7.12 (UI-12) c. Ditunjukkan oleh <i>Sequence Diagram</i> pada subbab V.6 (Gambar V.8) 	Ditunjukkan pada subbab VI.1.3 Implementasi Fitur Pengelolaan Data TPS (IM-11 sampai dengan IM-26)	Terimplementasi
REQ-F-10	Aplikasi menyediakan fitur untuk mengelola data Pengguna, yaitu menambah, melihat detail data, menyunting, dan menghapus data pengguna. Fitur ini hanya dapat diakses oleh pengguna dengan akses sebagai <i>Master</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Dijunjukkan oleh detail <i>Class diagram</i> pada subbab V.5.1 (CD-01) dan subbab V.5.2 (CD-02) b. Ditunjukkan oleh UI pada subbab V.7.17 (UI-17), subbab V.7.18 (UI-18), subbab V.7.19 (UI-19), dan subbab V.7.20 (UI-20) c. Ditunjukkan oleh <i>Sequence Diagram</i> pada subbab V.6 (Gambar V.8) 	Ditunjukkan pada subbab VI.1.5 Implementasi Fitur Pengelolaan Data Pengguna (IM-33 sampai dengan IM-40)	Terimplementasi

Tabel VI.I Keterkaitan antara persyaratan, perancangan, dan implementasi (lanjutan)

Req. ID	Deskripsi	Perancangan	Hasil Implementasi	Keterangan
REQ-F-11	Aplikasi menyediakan fitur untuk mengelola data perangkat (<i>board-sensor</i>), yaitu menambah, melihat detail data, menyunting, dan menghapus data perangkat (<i>board-sensor</i>).	<ul style="list-style-type: none"> a. Ditunjukkan oleh detail <i>Class diagram</i> pada subbab V.5.6 (CD-06) b. Ditunjukkan oleh UI pada subbab V.7.13 (UI-13), subbab V.7.14 (UI-14), subbab V.7.15 (UI-15), subbab V.7.16 (UI-16) d. Ditunjukkan oleh <i>Sequence Diagram</i> pada subbab V.6 (Gambar V.8) 	Ditunjukkan pada subbab VI.1.4 Implementasi Fitur Pengelolaan Data Perangkat (Board-Sensor) (IM-27 sampai dengan IM-30)	Terimplementasi
REQ-F-12	Aplikasi menyediakan informasi volume sampah per hari dan akumulasi volume sampah berdasarkan TPS dan periode yang dipilih.	<ul style="list-style-type: none"> a. Ditunjukkan oleh <i>activity diagram</i> alur aplikasi yang dibangun pada subbab V.2 (Gambar V.3) a. Ditunjukkan oleh detail <i>Class diagram</i> pada subbab V.5.5 (CD-05) dan subbab V.5.11 (CD-11) b. Ditunjukkan oleh UI pada subbab V.7.6 (UI-06), subbab V.7.7 (UI-07), dan subbab V.7.8 (UI-08) 	Ditunjukkan pada subbab VI.1.1.1 Informasi Volume Sampah per Hari (IM-07) dan subbab VI.1.1.2 Informasi Volume Sampah Akumulasi (IM-08)	Terimplementasi

Tabel VI.I Keterkaitan antara persyaratan, perancangan, dan implementasi (lanjutan)

Req. ID	Deskripsi	Perancangan	Hasil Implementasi	Keterangan
REQ-F-13	Aplikasi menyediakan fitur notifikasi untuk menginformasikan pengguna jika terdapat TPS yang sampohnya mencapai level-level tertentu.	<ul style="list-style-type: none"> a. Ditunjukkan oleh <i>activity diagram</i> alur aplikasi yang dibangun pada subbab V.2 (Gambar V.3) b. Ditunjukkan oleh detail <i>Class diagram</i> pada subbab V.5.5 (CD-05) dan subbab V.5.11 (CD-11) c. Ditunjukkan oleh UI pada subbab V.7.4 (UI-04) dan subbab V.7.5 (UI-05) d. Ditunjukkan oleh <i>Sequence Diagram</i> pada subbab V.6 (Gambar V.8) 	Ditunjukkan pada subbab VI.1.2 Implementasi Fitur Notifikasi Volume Sampah (IM-09)	Terimplementasi
REQ-F-14	<p>Notifikasi akan muncul dalam bentuk tanda icon berwarna dan terletak pada daftar notifikasi yang muncul dalam tiga jenis kondisi:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ketika persentase volume sampah mencapai 65%-79% dari penuh, maka diberikan notifikasi berupa warna kuning 2. Ketika persentase volume sampah mencapai 80%-89% dari penuh, maka diberikan notifikasi berupa warna jingga 3. Ketika persentase volume sampah mencapai $\geq 90\%$ dari penuh, maka diberikan notifikasi berupa warna merah 	<ul style="list-style-type: none"> a. Ditunjukkan oleh <i>activity diagram</i> alur aplikasi yang dibangun pada subbab V.2 (Gambar V.3) b. Ditunjukkan oleh detail <i>Class diagram</i> pada subbab V.5.5 (CD-05) dan subbab V.5.11 (CD-11) c. Ditunjukkan oleh UI pada subbab V.7.4 (UI-04) dan subbab V.7.5 (UI-05) d. Ditunjukkan oleh <i>Sequence Diagram</i> pada subbab V.6 (Gambar V.8) 	Ditunjukkan pada subbab VI.1.2 Implementasi Fitur Notifikasi Volume Sampah (IM-10)	Terimplementasi

Tabel VI.I Keterkaitan antara persyaratan, perancangan, dan implementasi (lanjutan)

Req. ID	Deskripsi	Perancangan	Hasil Implementasi	Keterangan
REQ-F-15	Notifikasi yang disediakan berupa icon berwarna (sesuai level), suara dan teks notifikasi.	<ul style="list-style-type: none"> a. Ditunjukkan oleh <i>activity diagram</i> alur aplikasi yang dibangun pada subbab V.2 (Gambar V.3) b. Ditunjukkan oleh detail <i>Class diagram</i> pada subbab V.5.5 (CD-05) dan subbab V.5.11 (CD-11) c. Ditunjukkan oleh UI pada subbab V.7.4 (UI-04) dan subbab V.7.5 (UI-05) 	Ditunjukkan pada subbab VI.1.2 Implementasi Fitur Notifikasi Volume Sampah (IM-10)	Terimplementasi
REQ-F-16	Jika gelombang pantul tidak diterima oleh <i>receiver</i> dan program memberikan status ‘ <i>out of range</i> ’, maka program akan mengambil data yang sebelumnya terdeteksi dan menganggap tidak ada perubahan ketinggian sampah.	<ul style="list-style-type: none"> a. Ditunjukkan oleh detail <i>Class diagram</i> pada subbab V.5.10 (CD-10) 	Ditunjukkan pada subbab VI.1.1 Implementasi Fitur Menghitung Volume Sampah (IM-05)	Terimplementasi

VI.2 Pengujian

Pada subbab pengujian ini, dijelaskan mengenai pengujian untuk seluruh implementasi yang sudah dibuat dan dibandingkan dengan seluruh *requirement* dan seluruh keputusan analisis pada dokumen SRS dan Laporan Tugas Akhir V1.1.0 KoTA 210. Proses pengujian dilakukan sesuai dengan rencana pengujian yang dijelaskan pada Lampiran D (Dokumen *Test Plan*). Sesuai yang dijelaskan pada Dokumen *Test Plan*, pengujian ini menggunakan jenis pengujian *functional* dan *performance*. Pengujian *functional* dan *performance* yang dilakukan menggunakan referensi yang dicantumkan pada subbab 2.2.6. Pengujian *functional* dan *performance* dilakukan untuk menguji tiga komponen Aplikasi *Monitoring Volume Sampah*. Tiga komponen tersebut adalah sensor, aplikasi, dan *backend*.

Pengujian ini dilakukan pada fungsi-fungsi yang telah dijelaskan pada Lampiran E (Dokumen *Test Design*). Pengujian ini dianggap lolos jika masing-masing bagian yang diuji dapat berjalan sesuai dengan *requirement* berdasarkan kasus yang dinyatakan pada dokumen *Test Case*.

Pada Bab IV dokumen SRS (Lampiran C), terdapat *Requirement Traceability Matrix* (RTM) yang juga menjadi acuan dalam pengujian ini. RTM berfungsi untuk mengetahui cara memverifikasi persyaratan sistem yang diimplementasikan. Tabel VI.2 menunjukkan keterkaitan antara scenario uji dengan RTM.

Tabel VI.2 Keterkaitan antar Skenario uji dengan RTM

No.	Test Scenario ID	Jenis Verifikasi	Req. ID Terkait	Deskripsi
1	SC001	Demonstrasi	[REQ-F-02], [REQ-F-03], [REQ-F-16]	Memastikan penghitungan jarak sampah dengan sensor mendekati/sesuai dengan jarak aslinya
2	SC002	Demonstrasi	[REQ-F-04]	Menguji untuk fungsi mengirim data rata-rata jarak (s) ke SMS Center via SMS
3	SC003	Demonstrasi	[REQ-F-04]	Menguji untuk fungsi mengirim data rata-rata jarak (s) dari SMS Center ke API
4	SC004	Analisis dan Demonstrasi	[REQ-F-08]	Menguji untuk fungsi mengukur tinggi sampah
5	SC005	Analisis dan Demonstrasi	[REQ-F-08]	Menguji untuk fungsi menghitung volume sampah

Tabel VI.2 Keterkaitan antar Skenario uji dengan RTM (lanjutan)

No.	Test Scenario ID	Jenis Verifikasi	Req. ID Terkait	Deskripsi
6	SC006	Demontrasi	[REQ-F-12]	Memastikan data volume sampah per Hari dapat ditampilkan pada grafik sesuai TPS dan tanggal yang dipilih
7	SC007	Demontrasi	[REQ-F-12]	Memastikan data volume akumulasi sampah dapat ditampilkan pada grafik sesuai TPS dan tanggal yang dipilih
8	SC008	Demontrasi	[REQ-F-13], [REQ-F-14], [REQ-F-15]	Aplikasi memberikan notifikasi ketika terdapat TPS yang volume sampahnya hampir penuh
9	SC009	Demontrasi	[REQ-F-13], [REQ-F-14], [REQ-F-15]	Aplikasi menampilkan <i>notification list</i>
10	SC010	Demontrasi	[REQ-F-09]	Menguji fungsi untuk menginput data TPS
11	SC011	Demontrasi	[REQ-F-09]	Menguji fungsi menyunting/mengubah data TPS
12	SC012	Demontrasi	[REQ-F-09]	Menguji fungsi Lihat Detail pada Kelola Data TPS
13	SC013	Demontrasi	[REQ-F-09]	Menguji fungsi menghapus data TPS
14	SC014	Demontrasi	[REQ-F-11]	Menguji fungsi untuk menginput data Perangkat (Board-sensor)
15	SC015	Demontrasi	[REQ-F-11]	Menguji fungsi menyunting/mengubah data Perangkat (Board-sensor)
16	SC016	Demontrasi	[REQ-F-11]	Menguji fungsi Lihat detail data pada Kelola Data Perangkat (Board-sensor)
17	SC017	Demontrasi	[REQ-F-11]	Menguji fungsi menghapus data pada Kelola Data Perangkat (Board-sensor)
18	SC018	Demontrasi	[REQ-F-07], [REQ-F-10]	Menguji fungsi untuk menginput pada Kelola Data Pengguna
19	SC019	Demontrasi	[REQ-F-10]	Menguji fungsi untuk menyunting/mengubah pada Kelola Data Pengguna
20	SC020	Demontrasi	[REQ-F-10]	Menguji fungsi untuk melihat detail data pada Kelola Data Pengguna
21	SC021	Demontrasi	[REQ-F-10]	Menghapus data Pengguna
22	SC022	Demontrasi	[REQ-PR-01]	Menguji performa kecepatan dalam akses data
23	SC023	Demontrasi	[REQ-PR-01]	Menguji volume data
24	SC024	Inspeksi	[REQ-F-01]	Memastikan spesifikasi perangkat
25	SC025	Inspeksi	[REQ-F-05]	Memastikan letak pemasangan sensor (sejauh 2 meter diatas kontainer)

Tabel VI.3 dan Tabel VI.4 berikut merupakan hasil pengujian berdasarkan skenario tes dan *test case* untuk fungsi-fungsi pada aplikasi yang diuji.

VI.2.1 Pengujian Fungsional

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring volume sampah*

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian	
Pengujian komponen Sensor										
SC001	Memastikan penghitungan jarak sampah dengan sensor mendekati/sesuai dengan jarak aslinya	TC0001	Menguji dengan data minimal dari domain jarak	Jarak asli = 100 cm	Mengatur jarak antara sensor dengan objek sejauh 100 cm	Jarak dari sensor hingga objek tepat 100 cm	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	23/06/2018	
					Compile (verify) program Arduino	Program berhasil di compile	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	23/06/2018	
					Upload program ke mikrokontroler	Program berhasil di upload	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	23/06/2018	
					Klik tools > Serial Monitor	Menampilkan hasil pembacaan jarak mendekati 100 cm	Sesuai hasil yang diharapkan (97.19 - 98.84 cm)	Berhasil	23/06/2018	
	Menguji dengan jarak maksimal pembacaan sensor	TC0002		Jarak asli = 400 cm	Mengatur jarak antara sensor dengan objek sejauh 400 cm	Jarak dari sensor hingga objek tepat 400 cm	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	23/06/2018	
					Compile (verify) program Arduino	Program berhasil di compile	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	23/06/2018	
					Upload program ke mikrokontroler	Program berhasil di upload	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	23/06/2018	

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Sensor									
					Klik tools > Serial Monitor	Menampilkan hasil pembacaan jarak mendekati 400 cm	Sesuai hasil yang diharapkan (394.83 - 397.9 cm)	Berhasil	23/06/2018
		TC0003	Menguji dengan tanpa objek sampah	Jarak asli = 37 cm	Mengatur jarak antara sensor dengan objek sejauh 39 cm	Jarak dari sensor hingga objek tepat 37 cm	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	23/06/2018
					Compile (verify) program Arduino	Program berhasil di compile	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	23/06/2018
					Upload program ke mikrokontroler	Program berhasil di upload	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	23/06/2018
					Klik tools > Serial Monitor, pengambilan jarak selama 2 menit (jika stabil)	Menampilkan hasil pembacaan jarak mendekati 37 cm	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	23/06/2018
					mengirimkan data rata-rata jarak berupa SMS ke SMS Center	data rata-rata jarak diterima SMS Center, sensor dimatikan untuk selama 1 jam	Sesuai hasil yang diharapkan (37.08 cm)	Berhasil	23/06/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
SC002	Menguji untuk fungsi mengirim data rata-rata jarak (s) ke SMS Center via SMS	TC0004	Menguji untuk fungsi mengirim data rata-rata jarak ke SMS Center	mengirim data: jarak = 37 cm	mengambil data rata-rata jarak	mendapatkan rata-rata jarak	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
					mengirim data rata-rata jarak ke SMS Center via SMS	data rata-rata jarak masuk ke Inbox Database Gammu (SMS Center), sensor dimatikan selama 1 jam kedepan	Sesuai hasil yang diharapkan (37.08 cm)	Berhasil	16/07/2018
SC003	Menguji untuk fungsi mengirim data rata-rata jarak (s) dari SMS Center ke API	TC0005	Menguji untuk fungsi mengirim data rata-rata jarak ke API	mengirim data: jarak = 37 cm	mengirim data rata-rata jarak ke API via Internet	status sms pada database Gammu berubah menjadi "true"	Sesuai hasil yang diharapkan (37.08 cm)	Berhasil	16/07/2018
SC004	Menguji untuk fungsi mengukur tinggi sampah	TC0006	Membandingkan dengan data asli (diukur menggunakan penggaris) dengan tanpa objek	Tidak terdapat sampah;	Melakukan pengambilan jarak menggunakan sensor + program pada mikrokontroler selama 2 menit (jika stabil)	didapatkan hasil jarak (kapasitas 12 m3 : jarak = 39 cm; kapasitas 10m3 : jarak = 35 cm; kapasitas 6 m3 : jarak = 32 cm;)	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
					mengirim data rata-rata jarak ke SMS Center	data diterima SMS Center, sensor dimatikan selama 1 jam kedepan	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
					mengirim data rata-rata jarak ke API	data diterima API	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
					menghitung ketinggian sampah	didapatkan hasil tinggi = 0cm	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
					Melakukan pengambilan jarak menggunakan sensor + program pada mikrokontroler selama 2 menit (jika stabil)	didapatkan hasil jarak (sesuai pengukuran menggunakan penggaris)	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
		TC0007	Membandingkan dengan data asli (diukur menggunakan penggaris) dengan ada objek	(kasus kapasitas 12 m3, skala 1:10) : Sampah setinggi = 9 cm;	mengirim data rata-rata jarak ke SMS Center	data diterima SMS Center, sensor dimatikan selama 1 jam kedepan	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
					mengirim data rata-rata jarak ke API	data diterima API	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
					menghitung ketinggian sampah	didapatkan hasil tinggi sampah, dengan eror sekitar 1-3 cm	Sesuai hasil yang diharapkan (tinggi sampah : 7 cm)	Berhasil	16/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
SC005	Menguji untuk fungsi menghitung volume sampah	TC0008	Menguji dengan data jarak valid	(kasus kapasitas 12 m ³ , skala 1:10) : Jarak antar objek dengan sensor = 32 cm	Melakukan pengambilan jarak menggunakan sensor + program pada mikrokontroler selama 2 menit (jika stabil)	didapatkan hasil jarak sampah dengan sensor	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
					mengirim data rata-rata jarak ke SMS Center	data diterima SMS Center, sensor dimatikan selama 1 jam kedepan	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
					mengirim data rata-rata jarak ke API	data diterima API	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
					menghitung ketinggian sampah	didapatkan hasil tinggi sampah, dengan eror sekitar 1-3 cm	Sesuai hasil yang diharapkan (tinggi sampah : ±7 cm)	Berhasil	16/07/2018
					menghitung volume sampah	didapatkan hasil volume sampah, yaitu 0.00584 m ³	Sesuai hasil yang diharapkan (±0.00584 m ³)	Berhasil	16/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
SC006	Memastikan data volume sampah per Hari dapat ditampilkan pada grafik sesuai TPS dan tanggal yang dipilih	TC0009	Menguji dengan data TPS dan Tanggal yang tersedia	TPS = TPS Gunung Batu Barat; Tanggal = 12/07/2018	Klik menu volume TPS per Hari	Menampilkan halaman volume TPS harian	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi/pilih TPS 'TPS Gunung Batu Barat'	Kolom <i>form</i> menampilkan 'TPS Gunung Batu Barat'	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi/pilih tanggal '12/07/2018'	Kolom tanggal menampilkan '12/07/2018'	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik tombol 'Filter'	Grafik menunjukkan volume sampah di TPS Gunung Batu Barat pada tanggal 10/06/2018	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
	Menguji dengan data tanggal H+1 hari ini	TC0010	TPS = TPS Gunung Batu Barat; Tanggal = 28/12/2018	Klik menu volume TPS per Hari	Menampilkan halaman volume TPS harian	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018	
					Isi/pilih TPS 'TPS Gunung Batu Barat'	Kolom <i>form</i> menampilkan 'TPS Gunung Batu Barat'	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
131	TC0011	Menguji dengan kolom Nama TPS dan kolom Tanggal dikosongkan	TPS = NULL; Tanggal = NULL		Isi/pilih tanggal '28/12/2018'	Kolom tanggal menampilkan '28/12/2018'	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik tombol 'Filter'	Menampilkan pesan "Data tidak ditemukan"	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik menu volume TPS per Hari	Menampilkan halaman volume TPS harian	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Kolom TPS dikosongkan	Kolom TPS kosong	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Kolom Tanggal dikosongkan	Kolom Tanggal kosong	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik tombol 'Filter'	Menampilkan pesan "Kolom TPS dan kolom tanggal harus diisi"	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
	Memastikan data volume akumulasi sampah dapat ditampilkan pada grafik sesuai TPS dan tanggal yang dipilih	TC0012	Menguji data akumulasi volume sampah yang ditampilkan sesuai dengan akumulasi sampah harian	TPS = "CIBADUYUT", "CIDURIAN", "TAMAN HOLIS"	Klik menu 'Akumulasi Volume Sampah' Isi/Pilih kolom TPS dengan CIBADUYUT, CIDURIAN, dan TAMAN HOLIS Isi/Pilih kolom Periode = 10/07/2018 - 13/07/2018 Klik 'Filter'	Menampilkan halaman akumulasi volume sampah Kolom TPS terisi CIBADUYUT, CIDURIAN, dan TAMAN HOLIS Kolom Periode terisi 10/07/2018 - 13/07/2018 Menampilkan tabel berisi akumulasi volume sampah harian dari TPS yang dipilih	Sesuai hasil yang diharapkan Sesuai hasil yang diharapkan Sesuai hasil yang diharapkan Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil Berhasil Berhasil Berhasil	16/07/2018 16/07/2018 16/07/2018 16/07/2018
SC007					Klik 'Lihat Detail'	Menampilkan popup berupa detail volume sampah harian di TPS yang dipilih	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
SC008	Aplikasi memberikan notifikasi ketika terdapat TPS yang volume sampahnya hampir penuh	TC0013	Menguji notifikasi level sampah penuh (90% - 100%)	(Kasus kapasitas kontainer 12 m ³) : Jarak di TPS CIBADUYUT = 1 m	Mengirim data dummy (melalui postman) dengan jarak = 1 m (100%)	Data diterima oleh API	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
					Akses aplikasi website <i>Monitoring Volume Sampah</i>	Muncul notifikasi di pojok kanan atas pada layar berwarna merah, dengan keterangan Nama TPS serta volume sampah saat ini	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
				(Kasus kapasitas kontainer 10 m ³) : Jarak di TPS TAMAN HOLIS = 1 m	Mengirim data dummy (melalui postman) dengan jarak = 1 m (100%)	Data diterima oleh API	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
					Akses aplikasi website <i>Monitoring Volume Sampah</i>	Muncul notifikasi di pojok kanan atas pada layar berwarna merah, dengan keterangan Nama TPS serta volume sampah saat ini	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
TC0014	Menguji notifikasi level sampah hampir penuh (80% - 89%)	(Kasus kapasitas kontainer 6 m ³) : Jarak di TPS CIDURIAN = 1 m		Mengirim data dummy (melalui postman) dengan jarak = 1 m (100%)	Data diterima oleh API	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018	
				Akses aplikasi website <i>Monitoring</i> Volume Sampah	Muncul notifikasi di pojok kanan atas pada layar berwarna merah, dengan keterangan Nama TPS serta volume sampah saat ini	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018	
		(Kasus kapasitas kontainer 12 m ³) : Jarak di TPS CIBADUYUT = 1.5 m		Mengirim data dummy (melalui postman) dengan jarak = 1.5 (86.45%)	Data diterima oleh API	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018	
				Akses aplikasi website <i>Monitoring</i> Volume Sampah	Muncul notifikasi di pojok kanan atas pada layar berwarna jingga, dengan keterangan Nama TPS serta volume sampah saat ini	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018	

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
				(Kasus kapasitas kontainer 10 m ³) : Jarak di TPS TAMAN HOLIS = 1.5 m	Mengirim data dummy (melalui postman) dengan jarak = 1.5 (84.34%)	Data diterima oleh API	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
				(Kasus kapasitas kontainer 6 m ³) : Jarak di TPS CIDURIAN = 1.5 m	Akses aplikasi website <i>Monitoring</i> Volume Sampah	Muncul notifikasi di pojok kanan atas pada layar berwarna jingga, dengan keterangan Nama TPS serta volume sampah saat ini	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
				(Kasus kapasitas kontainer 6 m ³) : Jarak di TPS CIDURIAN = 1.5 m	Mengirim data dummy (melalui postman) dengan jarak = 1.5 (82.26%)	Data diterima oleh API	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
				(Kasus kapasitas kontainer 6 m ³) : Jarak di TPS CIDURIAN = 1.5 m	Akses aplikasi website <i>Monitoring</i> Volume Sampah	Muncul notifikasi di pojok kanan atas pada layar berwarna jingga, dengan keterangan Nama TPS serta volume sampah saat ini	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
	TC0015		Menguji notifikasi level sampah peringatan (65% - 79%)	(Kasus kapasitas kontainer 12 m ³) : Jarak di TPS CIBADUYUT = 1.7 m	Mengirim data dummy (melalui postman) dengan jarak = 1.7 m (78.74%)	Data diterima oleh API	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
					Akses aplikasi website <i>Monitoring Volume Sampah</i>	Muncul notifikasi di pojok kanan atas pada layar berwarna kuning, dengan keterangan Nama TPS serta volume sampah saat ini	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
				(Kasus kapasitas kontainer 10 m ³) : Jarak di TPS TAMAN HOLIS = 1.7 m	Mengirim data dummy (melalui postman) dengan jarak = 1.7 (75.42%)	Data diterima oleh API	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
					Akses aplikasi website <i>Monitoring Volume Sampah</i>	Muncul notifikasi di pojok kanan atas pada layar berwarna kuning, dengan keterangan Nama TPS serta volume sampah saat ini	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
				(Kasus kapasitas kontainer 6 m ³) : Jarak di TPS CIDURIAN = 1.7 m	Mengirim data dummy (melalui postman) dengan jarak = 1.7 (72.15%)	Data diterima oleh API	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
					Akses aplikasi <i>website Monitoring Volume Sampah</i>	Muncul notifikasi di pojok kanan atas pada layar berwarna kuning, dengan keterangan Nama TPS serta volume sampah saat ini	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
SC009	Aplikasi menampilkan <i>notification list</i>	TC0016	Menguji notifikasi level sampah penuh (90% - 100%)	(Kasus kapasitas kontainer 12 m ³) : Jarak di TPS CIBADUYUT = 1 m	Klik menu <i>Dashboard</i>	Menampilkan halaman <i>dashboard</i>	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
					Klik icon notifikasi	Menampilkan list notifikasi dengan notifikasi terbaru TPS Gunung Batu Barat (100%)	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
		TC0017	Menguji notifikasi level sampah hampir penuh (80% - 89%)	(Kasus kapasitas kontainer 12 m ³) : Jarak di TPS CIBADUYUT = 1.5 m	Klik menu <i>Dashboard</i>	Menampilkan halaman <i>dashboard</i>	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
					Klik icon notifikasi	Menampilkan list notifikasi dengan notifikasi terbaru TPS Gunung Batu Barat (86.45%)	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
		TC0018	Menguji notifikasi level sampah peringatan (65% - 79%)	(Kasus kapasitas kontainer 12 m ³) : Jarak di TPS CIBADUYUT = 1.7 m	Klik menu <i>Dashboard</i>	Menampilkan halaman <i>dashboard</i>	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018
					Klik icon notifikasi	Menampilkan list notifikasi dengan notifikasi terbaru TPS Gunung Batu Barat (78.74%)	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	16/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
					Klik menu Kelola TPS	Menampilkan halaman Kelola TPS	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
SC010	Menguji fungsi untuk menginput data TPS	TC0019	Menguji dengan data valid	Nama TPS = "TPS Cigondewah RW 08"; Alamat = "Kel. Cigondewah Kaler RW 8"; Kecamatan = "Bandung Kulon"; Latitude = -6.935616; Longitude = 107.563677; Ukuran Kontainer = 6 (<i>dropdown</i> menu); Sumber Sampah = "KEL. CIGONDEWAH KALER RW 8"; Status TPS = 'Aktif'	Klik tombol 'Tambah'	Menampilkan <i>form</i> Tambah TPS	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi kolom Nama TPS sesuai Test Data	Kolom Nama TPS dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi kolom Alamat sesuai Test Data	Kolom Alamat dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi kolom Kecamatan sesuai Test Data	Kolom Kecamatan dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi kolom Latitude sesuai Test Data	Kolom Latitude dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi kolom Longitude sesuai Test Data	Kolom Longitude dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi kolom Sumber Sampah sesuai Test Data	Kolom Sumber Sampah dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
					Isi kolom Status TPS sesuai Test Data	Kolom Status TPS dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi kolom Ukuran Kontainer	Kolom Ukuran Kontainer dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik tombol 'Submit'	Data TPS baru masuk ke <i>Database</i> , ditampilkan di halaman Kelola TPS	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
				Nama TPS = "TPS Suryani" ubah menjadi "TPS Suryani RW 05"; Alamat = "Jalan Gegerkalong No.5" ubah menjadi "Terusan Suryani"; Kecamatan = "Bandung Kulon" ubah menjadi "Bojongloa Kidul"; Latitude = "-6.935616" ubah menjadi "2.935616"; Longitude = "107.563677" ubah menjadi "108.563677"; Ukuran Kontainer = 6 (dropdown menu) ubah menjadi 12; Sumber Sampah = 'KEL. WARUNG MUNCANG 2 RW, KEL.CIBUNTU 2 RW' ubah menjadi 'KEL. WARUNG MUNCANG 2 RW dan KEL.CIBUNTU 2 RW'; Status TPS = 'Aktif' ubah menjadi 'Tidak Aktif'	Klik menu Kelola TPS	Menampilkan halaman Kelola TPS	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik tombol icon 'Sunting'	Menampilkan form Sunting TPS	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Mengubah data pada kolom Nama TPS sesuai Test Data	kolom Nama TPS pada form dapat diubah datanya	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Mengubah data pada kolom Alamat pada form sesuai Test Data	kolom Alamat pada form dapat diubah datanya	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Mengubah data pada kolom Kecamatan sesuai Test Data	kolom Kecamatan pada form dapat diubah datanya	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Mengubah data pada kolom Latitude sesuai Test Data	kolom Latitude pada form dapat diubah datanya	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Mengubah data pada kolom Longitude sesuai Test Data	kolom Longitude pada form dapat diubah datanya	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
SC011	Menguji fungsi menyunting/mengubah data TPS	TC0020	Menguji dengan data valid						

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
					Mengubah data pada kolom Ukuran Kontainer sesuai Test Data	kolom Ukuran Kontainer pada <i>form</i> dapat diubah datanya	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Mengubah data pada kolom Sumber Sampah pada <i>form</i> sesuai Test Data	kolom Sumber Sampah pada <i>form</i> dapat diubah datanya	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Mengubah data pada kolom Status Kontainer sesuai Test Data	kolom Status TPS pada <i>form</i> dapat diubah datanya	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik tombol 'Simpan'	Data TPS baru masuk ke <i>Database</i> , ditampilkan di halaman Kelola TPS	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
SC012	Menguji fungsi Lihat Detail pada Kelola Data TPS	TC0021	Menguji fungsi Lihat Detail pada Kelola Data TPS	Melihat data TPS Gunung Batu Barat	Klik menu Kelola TPS	Menampilkan halaman Kelola TPS	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
SC013	Menguji fungsi menghapus data TPS	TC0022	Menghapus data TPS	Nama TPS = "TPS Suryani"	Klik tombol icon 'Lihat Detail' pada Data TPS dengan Nama TPS sesuai Test Data	Menampilkan <i>form</i> Lihat Detail TPS, dan menampilkan seluruh data TPS yang dipilih	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik tombol 'Kembali'	Menampilkan halaman Kelola TPS	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik menu 'Kelola TPS'	Menampilkan halaman kelola TPS berupa tabel yang berisi data TPS	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik icon hapus data pada data dengan nama TPS sesuai Test Data	Menampilkan pesan konfirmasi untuk menghapus data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik 'Ya' pada pesan konfirmasi hapus data	Data terhapus, refresh halaman kelola TPS, dan menampilkan pesan 'Data telah terhapus'	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
SC014	Menguji fungsi untuk menginput data Perangkat (Board-sensor)	TC0023	Menguji dengan data valid	Nomor telepon = 081322553772; Nama TPS = "TPS Mekarwangi"; Ketinggian pemasangan sensor = 3.5; Tahun pengadaan = 2018; Status = "Aktif"; Keterangan = "Sensor dalam keadaan baik"	Klik menu Kelola Perangkat (board-sensor)	Menampilkan halaman Kelola Perangkat (board-sensor)	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik tombol 'Tambah'	Menampilkan form Tambah Perangkat (board-sensor)	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi kolom Nomor Telepon sesuai Test Data	Kolom Nomor Telepon dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi kolom Nama TPS sesuai Test Data	Kolom Nama TPS dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi kolom Ketinggian Pemasangan Sensor sesuai Test Data	Kolom Ketinggian Pemasangan Sensor dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi kolom Tahun Pengadaan sesuai Test Data	Kolom Tahun Pengadaan dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi kolom Status sesuai Test Data	Kolom Status dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
					Isi kolom Keterangan sesuai Test Data	Kolom Keterangan dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik tombol 'Submit'	Data Perangkat (board-sensor) baru masuk ke <i>Database</i> , ditampilkan di halaman Kelola Perangkat (board-sensor)	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
SC015	Menguji fungsi menyunting/mengubah data Perangkat (Board-sensor)	TC0024	Menguji dengan data valid	Nomor telepon = 081322553772 ubah menjadi 081322555666; Nama TPS = "TPS Mekarwangi" ubah menjadi "TPS Cibaduyut"; Ketinggian pemasangan sensor = 3.9 ubah menjadi 3.5; Tahun pengadaan = 2018 ubah menjadi 2017; Status = "Aktif" ubah menjadi "Tidak Aktif"; Keterangan = "Sensor dalam keadaan baik" ubah menjadi "sensor dalam keadaan rusak dan tidak digunakan"	Klik menu Kelola Perangkat (board-sensor)	Menampilkan halaman Kelola Perangkat (board-sensor)	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik tombol icon 'Sunting'	Menampilkan form Sunting Perangkat (board-sensor)	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Mengubah data pada kolom Nomor Telepon pada form dapat diubah datanya	kolom Nomor Telepon pada form dapat diubah datanya	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Mengubah data pada kolom Nama TPS pada form dapat diubah datanya	kolom Nama TPS pada form dapat diubah datanya	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Mengubah data pada kolom Ketinggian Pemasangan Sensor pada form dapat diubah datanya	kolom Ketinggian Pemasangan Sensor pada form dapat diubah datanya	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Mengubah data pada kolom Tahun Pengadaan pada form dapat diubah datanya	kolom Tahun Pengadaan pada form dapat diubah datanya	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
					Mengubah data pada kolom Status sesuai Test Data	kolom Status pada <i>form</i> dapat diubah datanya	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Mengubah data pada kolom Keterangan sesuai Test Data	kolom Keterangan pada <i>form</i> dapat diubah datanya	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik tombol 'Simpan'	Data Perangkat (board-sensor) baru masuk ke <i>Database</i> , ditampilkan di halaman Kelola Perangkat (board-sensor)	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
SC016	Menguji fungsi Lihat detail data pada Kelola Data Perangkat (Board-sensor)	TC0025	Menguji fungsi Lihat detail data pada Kelola Data Perangkat (Board-sensor)	Nomor telepon : 081322555666	Klik menu Kelola Perangkat (board-sensor)	Menampilkan halaman Kelola Perangkat (board-sensor)	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
					Klik tombol icon 'Lihat Detail' pada data Perangkat dengan nomor telepon sesuai Test Data	Menampilkan form Lihat Detail Perangkat (board-sensor), dan menampilkan seluruh data Perangkat (board-sensor) yang dipilih	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik tombol 'Kembali'	Menampilkan halaman Kelola Perangkat (board-sensor)	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
SC017	Menguji fungsi menghapus data pada Kelola Data Perangkat (Board-sensor)	TC0026	Menghapus data perangkat	Nomor telepon = 081322555666	Klik menu 'Kelola Perangkat'	Menampilkan halaman kelola Perangkat berupa tabel yang berisi data Perangkat	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik icon hapus data pada data dengan nomor telepon sesuai Test Data	Menampilkan pesan konfirmasi untuk menghapus data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik 'Ya' pada pesan konfirmasi hapus data	Data terhapus, refresh halaman kelola Perangkat, dan menampilkan pesan 'Data telah terhapus'	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
SC018	Menguji fungsi untuk menginput pada Kelola Data Pengguna	TC0027	Menguji dengan data valid	Nama Lengkap = "Nita Amelia Wijaya"; username = "Nita_10"; email = "nitaameliawijaya@gmail.com"; nomor telepon = 081322553773; alamat = "Jl. Sariashih Raya, Bandung" Bidang Pekerjaan = "Operasional"; Status Pengguna = "Admin";	Klik menu Kelola Pengguna	Menampilkan halaman Kelola Pengguna	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik tombol 'Tambah'	Menampilkan <i>form</i> Tambah Pengguna	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi kolom Nama Lengkap sesuai Test Data	Kolom Nama Lengkap dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi kolom Username sesuai Test Data	Kolom Username dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi kolom Email sesuai Test Data	Kolom Email dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi kolom Nomor Telepon sesuai Test Data	Kolom Nomor Telepon dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi kolom Alamat sesuai Test Data	Kolom Alamat dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Isi kolom Bidang Pekerjaan sesuai Test Data	Kolom Bidang Pekerjaan dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
SC019	Menguji fungsi untuk menyunting/mengubah pada Kelola Data Pengguna	TC0028	Menguji dengan data valid	Status Pengguna = "Admin" ubah menjadi "Master"; Bidang Pekerjaan = Administrasi ubah menjadi Kepala Administrasi; Status Akun= "Aktif" ubah menjadi "Tidak Aktif"	Isi kolom Status Pengguna sesuai Test Data	Kolom Status Pengguna dapat diisi sesuai Test Data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik tombol 'Submit'	Data Pengguna baru masuk ke <i>Database</i> , ditampilkan di halaman Kelola Pengguna	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik menu Kelola Pengguna	Menampilkan halaman Kelola Pengguna	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik tombol icon 'Sunting'	Menampilkan <i>form</i> Sunting Pengguna	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Mengubah data pada kolom Status Pengguna sesuai Test Data	kolom Status Pengguna pada <i>form</i> dapat diubah datanya	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Mengubah data pada kolom Bidang pekerjaan sesuai Test Data	kolom Bidang Pekerjaan pada <i>form</i> dapat diubah datanya	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Mengubah data pada kolom Status Akun sesuai Test Data	kolom Status Akun pada <i>form</i> dapat diubah datanya	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
SC020	Menguji fungsi untuk melihat detail data pada Kelola Data Pengguna	TC0029	Menguji fungsi Lihat detail data pada Kelola Data Pengguna	Nama Pengguna = "Nita Amelia"	Klik tombol 'Simpan'	Data Pengguna baru masuk ke <i>Database</i> , ditampilkan di halaman Kelola Pengguna	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik menu Kelola Pengguna	Menampilkan halaman Kelola Pengguna	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik tombol icon 'Lihat Detail' pada data dengan username sesuai Test Data	Menampilkan <i>form</i> Lihat Detail Pengguna, dan menampilkan seluruh data Pengguna yang dipilih	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
SC021	Menghapus data Pengguna	TC0030	Menghapus data Pengguna	Nama Pengguna = "Nita Amelia"	Klik tombol 'Kembali'	Menampilkan halaman Kelola Pengguna	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik menu 'Kelola Pengguna'	Menampilkan halaman kelola Pengguna berupa tabel yang berisi data Pengguna	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik icon hapus data pada data dengan ID sesuai Test Data	Menampilkan pesan konfirmasi untuk menghapus data	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018

Tabel VI.3 Hasil pengujian fungsional aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/ Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Aplikasi									
					Klik 'Ya' pada pesan konfirmasi hapus data	Data terhapus, refresh halaman kelola Pengguna, dan menampilkan pesan 'Data telah terhapus'	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
SC024	Memastikan spesifikasi perangkat	TC0036	Memastikan spesifikasi perangkat	Spesifikasi Perangkat sesuai pada subbab <i>Enviromental needs</i> dokumen <i>Test Plan</i> Lampiran D	-	Spesifikasi perangkat sesuai dengan yang dicantumkan pada subbab <i>Enviromental needs</i> dokumen <i>Test Plan</i> Lampiran D	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
SC025	Memastikan letak pemasangan sensor (sejauh 2 meter diatas kontainer)	TC0037	Memastikan letak pemasangan perangkat	Perangkat diletakkan sejauh 20 cm dari tinggi kontainer (disesuaikan dengan simulasi pengujian)	-	Perangkat diletakkan sejauh 39 cm dari dasar kontainer simulasi	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018

VI.2.2 Pengujian Performa

Pengujian ini menggunakan *tools* Postman untuk membantu mengukur waktu akses data pada pengujian performa. Aplikasi disimpan pada *cloud platform* heroku dan *database* pada elephantsql. Detail hasil pengujian dicantumkan pada subbab VI.2.2.1.

Tabel VI.4 Hasil pengujian performa aplikasi *monitoring* volume sampah

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen <i>Backend</i> (akses data)									
SC022	Menguji performa kecepatan dalam akses data	TC0031	Menguji kecepatan menampilkan data TPS pada halaman Web	-	Akses aplikasi website <i>Monitoring Volume Sampah</i>	Menampilkan daftar data TPS dalam waktu kurang dari 30 detik	Sesuai hasil yang diharapkan		13/07/2018
					Klik Menu 'Kelola'				13/07/2018
					Klik Menu 'Kelola TPS'			Berhasil	13/07/2018
	Menguji kecepatan menampilkan data Perangkat pada halaman Web	TC0032	Menguji kecepatan menampilkan data Perangkat pada halaman Web	-	Akses aplikasi website <i>Monitoring Volume Sampah</i>	Menampilkan daftar data Perangkat dalam waktu kurang dari 30 detik	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik Menu 'Kelola'				
					Klik Menu 'Kelola Perangkat'				
	Menguji kecepatan menampilkan data Pengguna pada halaman Web	TC0033	Menguji kecepatan menampilkan data Pengguna pada halaman Web	-	Akses aplikasi website <i>Monitoring Volume Sampah</i>	Menampilkan daftar data Pengguna dalam waktu kurang dari 30 detik	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
					Klik Menu 'Kelola'				

Tabel VI.4 Hasil pengujian performa aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen <i>Backend</i> (akses data)									
		TC0034	Menguji kecepatan menampilkan data Volume Sampah per Hari pada halaman Web	-	Klik Menu 'Kelola Pengguna' Akses aplikasi website <i>Monitoring</i> Volume Sampah Klik Menu 'Volume Sampah' Klik Menu 'per Hari' Isi kolom Pilih TPS dan Tanggal pada halaman, lalu Klik button 'Filter'	Muncul grafik volume sampah pada halaman dalam waktu kurang dari 30 detik	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018
		TC0035	Menguji kecepatan menampilkan data Volume Sampah Akumulasi pada halaman Web	-	Akses aplikasi website <i>Monitoring</i> Volume Sampah Klik Menu 'Volume Sampah'	Muncul data akumulasi volume sampah pada halaman dalam waktu kurang dari 30 detik	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	13/07/2018

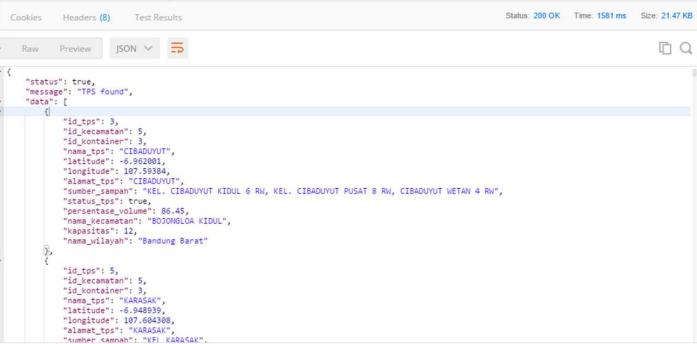
Tabel VI.4 Hasil pengujian performa aplikasi *monitoring* volume sampah (lanjutan)

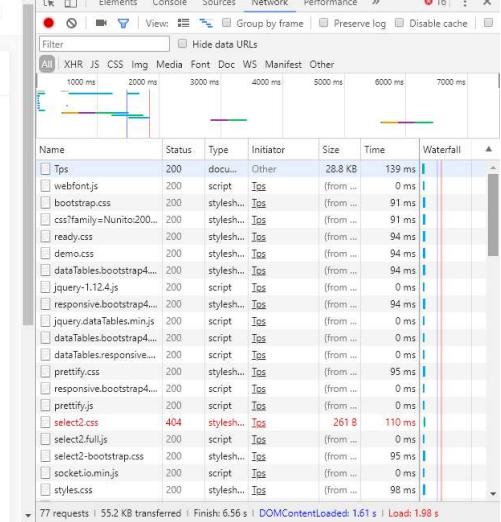
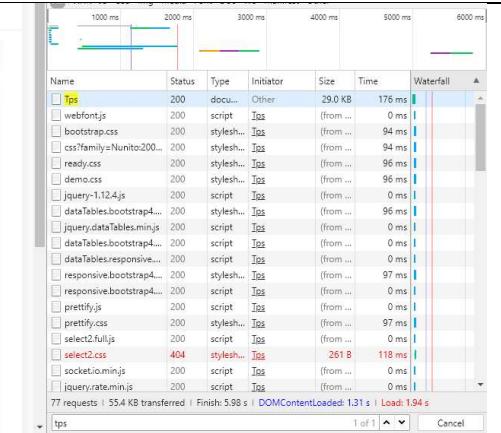
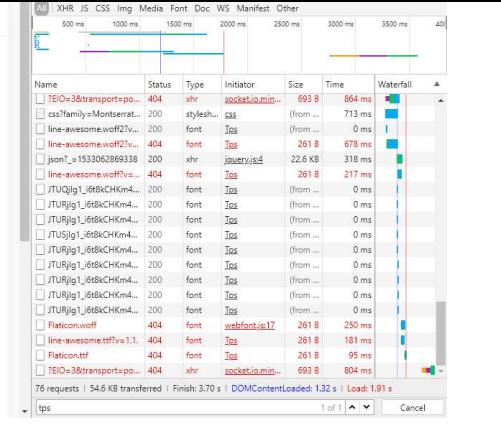
ID Skenario Tes	Skenario Tes	ID Test Case	Test Case	Tes Data	Detail Langkah	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Dihasilkan Aplikasi	Berhasil/Gagal	Tanggal Pengujian
Pengujian komponen Backend (akses data)									
					Klik Menu 'Akumulasi Harian' Isi kolom Pilih TPS dan periode tanggal pada halaman, lalu Klik button 'Filter'				
SC023	Menguji volume data	TC0036	Menguji volume data pada database (lokal)	input 500.000 data volume sampah; input 1.000.000 data volume sampah;	Menginput data sebanyak Tes Data melakukan request akses data, dengan mengolah data menjadi akumulasi volume sampah dan menampilkan data tersebut	data berhasil masuk/tersimpan pada database	Sesuai hasil yang diharapkan	Berhasil	17/07/2018

VI.2.2.1 Detail Hasil Pengujian

1. ID Test Case : TC0031
- Test Case : Menguji kecepatan menampilkan data TPS pada halaman web.
- URL : <https://pdkebersihan-bandung.herokuapp.com/api/tps>

Tabel VI.5 Detail hasil pengujian mengambil dan menampilkan data TPS

No.	Hasil	Keterangan
Mengambil data TPS		
1		Time : 1683 ms Size : 21.47 Kb Total data tps : 66
2		Time : 629 ms Size : 21.47 Kb Total data tps : 66
3		Time : 347 ms Size : 21.47 Kb Total data tps : 66

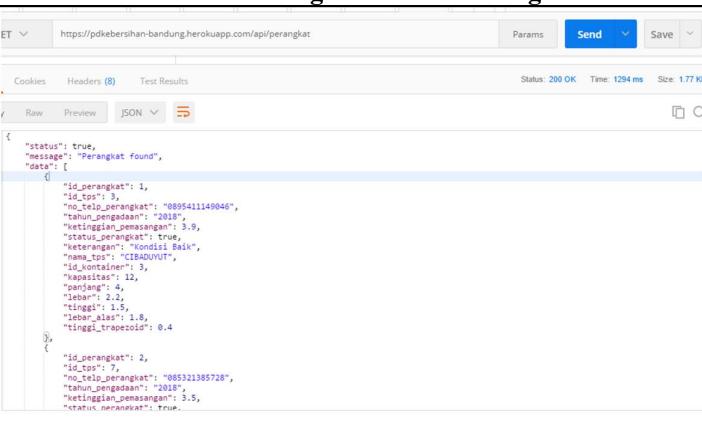
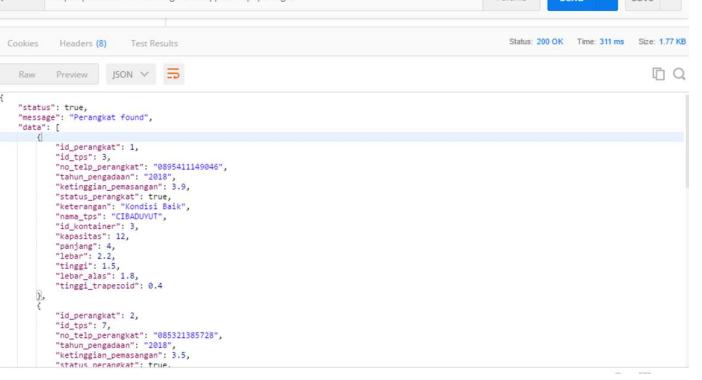
No.	Hasil	Keterangan
Menampilkan data TPS pada Aplikasi		
1	 <p>Time : 1.98 s</p>	
2	 <p>Time : 1.94 s</p>	
3	 <p>Time : 1.91s</p>	

2. ID Test Case: TC0032

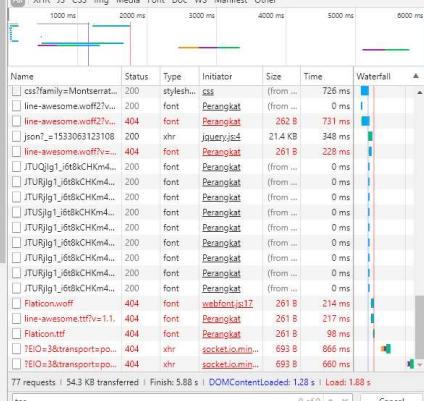
Test Case : Menguji kecepatan menampilkan data Perangkat pada halaman Web.

URL : <https://pdkebersihan-bandung.herokuapp.com/api/perangkat>

Tabel VI.6 Detail hasil pengujian mengambil dan menampilkan perangkat

No	Hasil	Keterangan
Mengambil data Perangkat		
1	 <pre> { "status": true, "message": "Perangkat found", "data": [{ "id_perangkat": 1, "id_tps": 3, "no_telp_perangkat": "0895411149946", "tahun_pengadaan": "2018", "ketinggian_pemasangan": 3.9, "status_pemasangan": true, "keterangan": "Kondisi Baik", "nama_tps": "CIBADUWUT", "id_kontainer": 3, "kapasitas": 12, "panjang": 4, "lebar": 2.2, "tinggi": 3.5, "lebar_alas": 1.8, "tinggi_trapezoid": 0.4 }, { "id_perangkat": 2, "id_tps": 7, "no_telp_perangkat": "085321385728", "tahun_pengadaan": "2018", "ketinggian_pemasangan": 3.5, "status_pemasangan": 3.5, "keterangan": true }] } </pre>	Time : 1294 ms Size : 1.77 Kb Total data perangkat : 5
2	 <pre> { "status": true, "message": "Perangkat found", "data": [{ "id_perangkat": 1, "id_tps": 3, "no_telp_perangkat": "0895411149946", "tahun_pengadaan": "2018", "ketinggian_pemasangan": 3.9, "status_pemasangan": true, "keterangan": "Kondisi Baik", "nama_tps": "CIBADUWUT", "id_kontainer": 3, "kapasitas": 12, "panjang": 4, "lebar": 2.2, "tinggi": 3.5, "lebar_alas": 1.8, "tinggi_trapezoid": 0.4 }, { "id_perangkat": 2, "id_tps": 7, "no_telp_perangkat": "085321385728", "tahun_pengadaan": "2018", "ketinggian_pemasangan": 3.5, "status_pemasangan": 3.5, "keterangan": true }] } </pre>	Time : 311 ms Size : 1.77 Kb Total data perangkat : 5

No	Hasil	Keterangan
3		Time : 1229 ms Size : 1.77 Kb Total data perangkat : 5
Menampilkan data Perangkat dari Aplikasi		
1		Time : 2.05 s
2		Time : 1.82 s
3		Time : 1.88 s

No	Hasil	Keterangan
		

3. ID Test Case

: TC0033

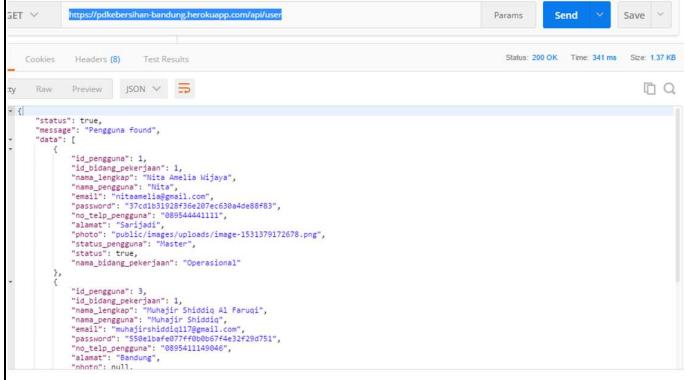
Test Case

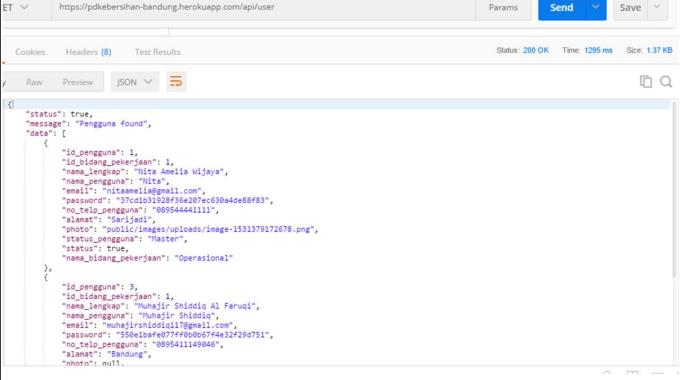
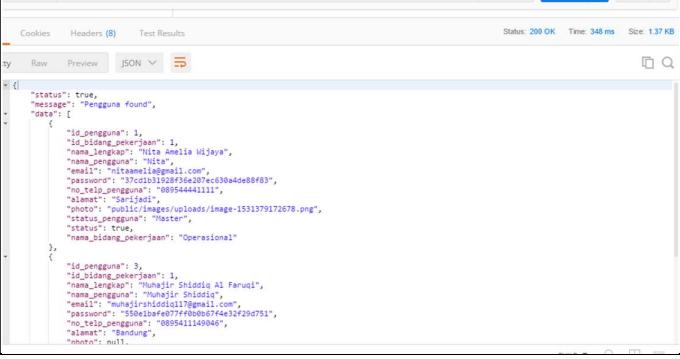
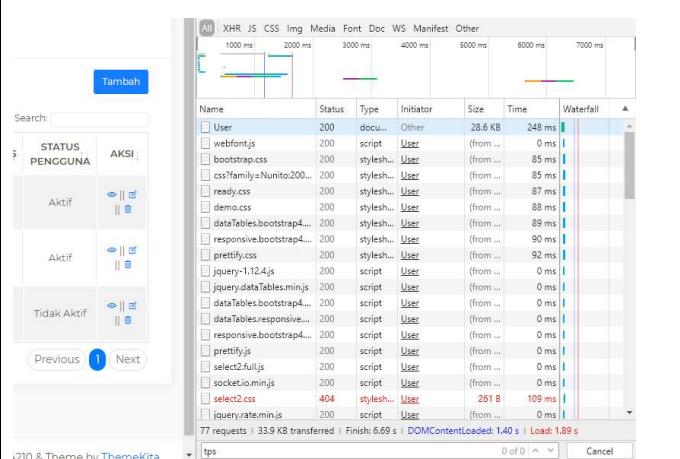
: Menguji kecepatan menampilkan data Pengguna pada halaman web.

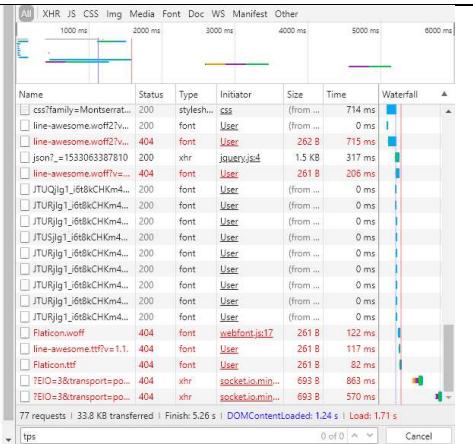
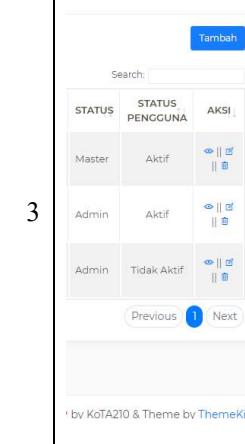
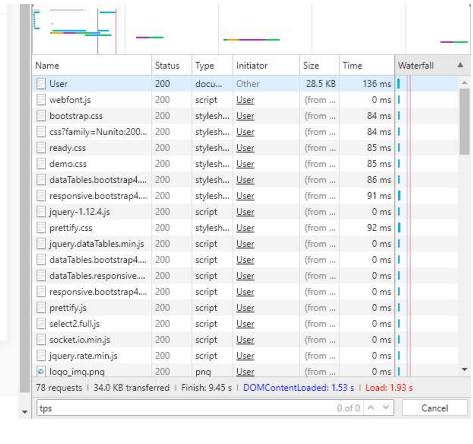
URL

: <https://pdkebersihan-bandung.herokuapp.com/api/user>

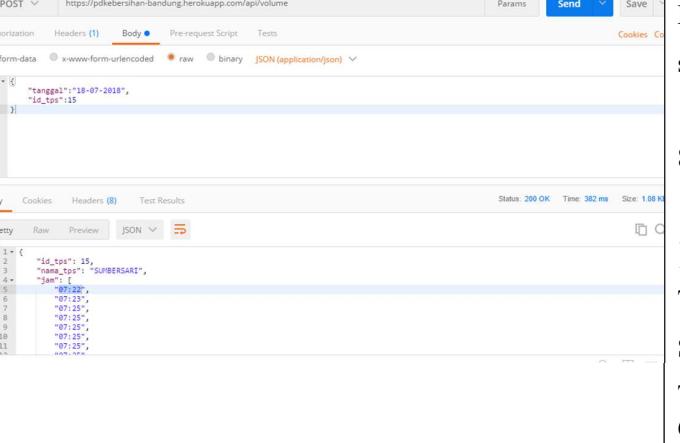
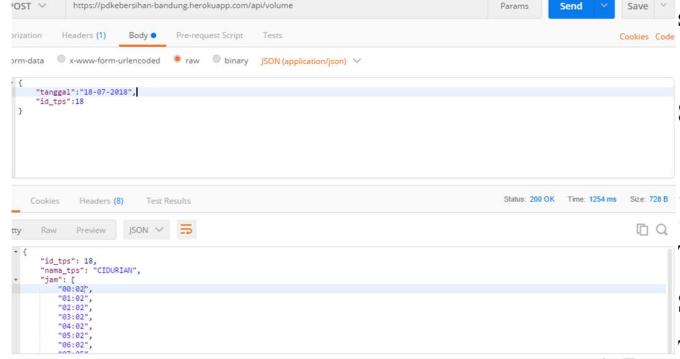
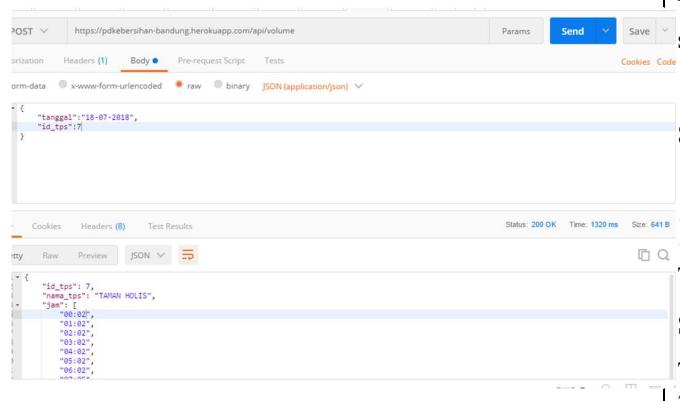
Tabel VI.7 Detail hasil pengujian mengambil dan menampilkan pengguna

No.	Hasil	Keterangan
1	 <p style="text-align: center;">Mengambil data Pengguna</p>	<p>Time : 341 ms Size : 1.37 Kb Total data pengguna: 3</p>

No.	Hasil	Keterangan
2		Time : 1295 ms Size : 1.37 Kb Total data pengguna: 3
3		Time : 348 ms Size : 1.37 Kb Total data pengguna: 3
Menampilkan data Pengguna pada Aplikasi		
1		Time : 1.89 s

No.	Hasil	Keterangan
2	  <p>Time : 1.71 s</p>	
3	  <p>Time : 1.93 s</p>	

4. ID Test Case : TC0034
 Test Case : Menguji kecepatan menampilkan data Volume Sampah per hari pada halaman Web.
 URL : <https://pdkebersihan-bandung.herokuapp.com/api/volume>

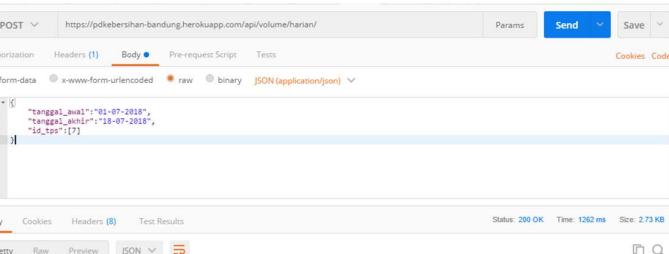
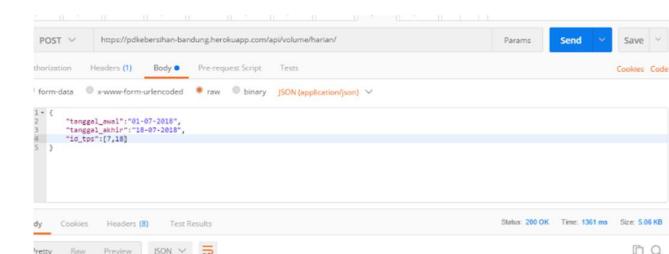
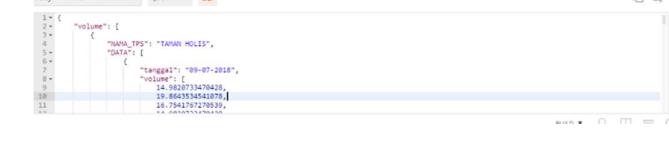
No	Hasil	Keterangan
1	 <pre> 1 < { 2 "id_tps": 15, 3 "name_tps": "SUMBERSARI", 4 "jam": [5 "07:25", 6 "07:25", 7 "07:25", 8 "07:25", 9 "07:25", 10 "07:25", 11 "07:25" 12] 13 } </pre>	Data yang dikirim sebagai parameter : { "tanggal":"1 8-07-2018", "id_tps":15 } Time : 382 ms Size : 1.08 Kb Total data volume: 60
2	 <pre> 1 < { 2 "id_tps": 18, 3 "name_tps": "CIDURIAN", 4 "jam": [5 "00:02", 6 "01:02", 7 "02:02", 8 "03:02", 9 "04:02", 10 "05:02", 11 "06:02", 12 "07:02" 13] 14 } </pre>	Data yang dikirim sebagai parameter : { "tanggal":"1 8-07-2018", "id_tps":18 } Time : 1254 ms Size : 728 B Total data volume: 24
3	 <pre> 1 < { 2 "id_tps": 7, 3 "name_tps": "TANAH HOLIS", 4 "jam": [5 "00:02", 6 "01:02", 7 "02:02", 8 "03:02", 9 "04:02", 10 "05:02", 11 "06:02", 12 "07:02" 13] 14 } </pre>	Data yang dikirim sebagai parameter : { "tanggal":"1 8-07-2018", "id_tps":7 } Time : 1320 ms Size : 641 B Total data volume: 24

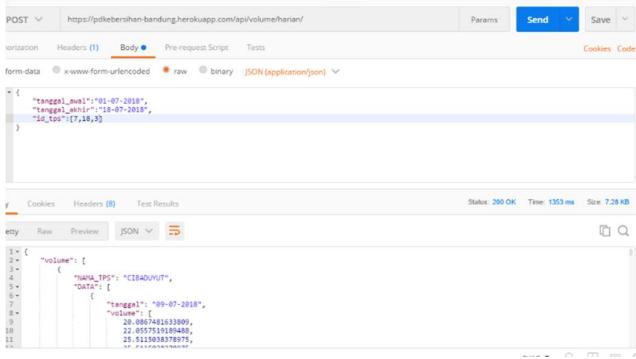
5. ID Test Case : TC0035

Test Case : Menguji kecepatan menampilkan data akumulasi volume sampah pada halaman Web.

URL : <https://pdkebersihan-bandung.herokuapp.com/api/volume/harian/>

Tabel VI.8 Detail hasil pengujian kecepatan menampilkan akumulasi volume sampah

No	Hasil	Keterangan
1	 <pre>[{"id_tps": [7]}, {"tanggal_awal": "01-07-2018", "tanggal_akhir": "18-07-2018"}]</pre>  <pre>{ "volume": [{ "NAMA_TPS": "TAHAN HOLIS", "DATA": [{ "tanggal": "09-07-2018", "volume": [14.864353454242, 15.8920735479428, 16.7541767270539, ...] }] }] }</pre>	<p>Data yang dikirim sebagai parameter :</p> <pre>{ "tanggal_awal": "01-07-2018", "tanggal_akhir": "18-07-2018", "id_tps": [7] }</pre> <p>Time : 1262 ms</p> <p>Size : 2.73 KB</p> <p>Total jumlah data volume yang dihasilkan: 10 data (10 Hari)</p>
2	 <pre>[{"id_tps": [7,18]}, {"tanggal_awal": "01-07-2018", "tanggal_akhir": "18-07-2018"}]</pre>  <pre>{ "volume": [{ "NAMA_TPS": "TAHAN HOLIS", "DATA": [{ "tanggal": "09-07-2018", "volume": [14.864353454242, 15.8920735479428, 16.7541767270539, ...] }] }] }</pre>	<p>Data yang dikirim sebagai parameter :</p> <pre>{ "tanggal_awal": "01-07-2018", "tanggal_akhir": "18-07-2018", "id_tps": [7,18] }</pre> <p>Time : 1361 ms</p> <p>Size : 5.06 KB</p> <p>Total jumlah data volume yang</p>

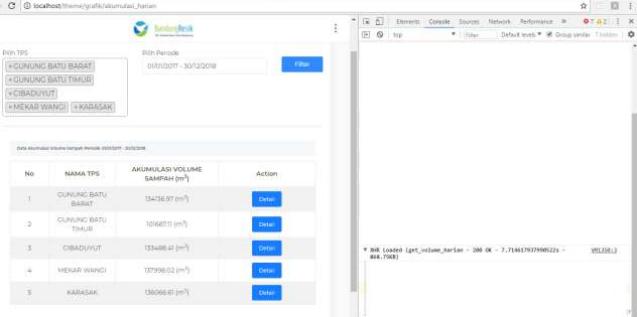
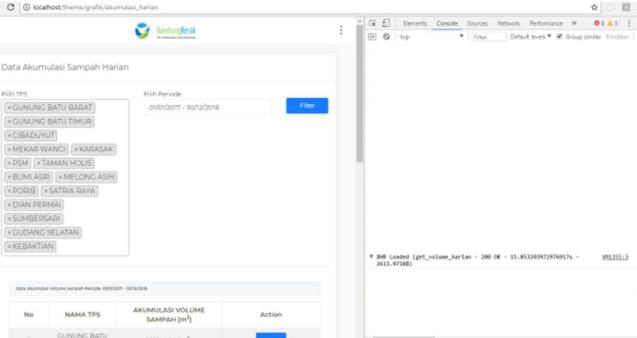
No	Hasil	Keterangan
		dihasilkan: 20 data (10 data pada tps Taman Holis dan 10 data pada tps cidurian)
3	 <p>The screenshot shows a POST request to https://pdkebersihan-bandung.herokuapp.com/api/volume/harian/. The request body is JSON with the following data:</p> <pre>{ "tanggal_awal": "01-07-2018", "tanggal_akhir": "18-07-2018", "id_tps": [7, 18, 3] }</pre> <p>The response is a JSON object with the key "volume" containing an array of data for TPS CIBADU/MUT. The array has 10 elements, each representing a day's data.</p> <pre> 1: { "volume": [{ "NAME_TPS": "CIBADU/MUT", "DATA": [{ "tanggal": "09-07-2018", "volume": [20.000000000000002, 22.0557519189488, 25.5115038378975, ...] }] }] } </pre>	Data yang dikirim sebagai parameter :{ "tanggal_awal":"01-07-2018", "tanggal_akhir":"18-07-2018", "id_tps": [7,18] } Time : 1353 ms Size : 7.28 KB Total jumlah data volume yang dihasilkan: 30 data (10 data pada tps Taman Holis dan 10 data pada tps cidurian)

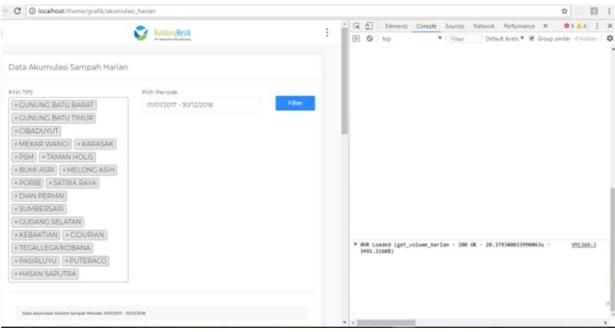
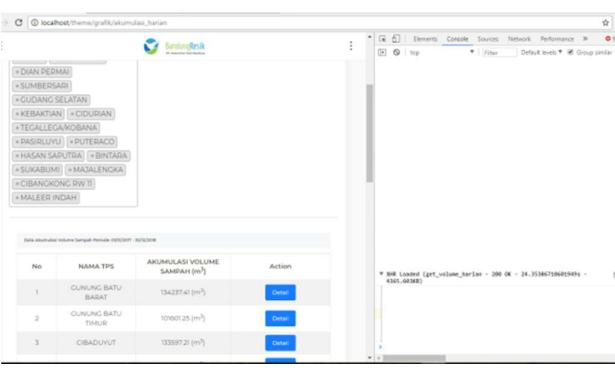
6. ID Test Case : TC0036

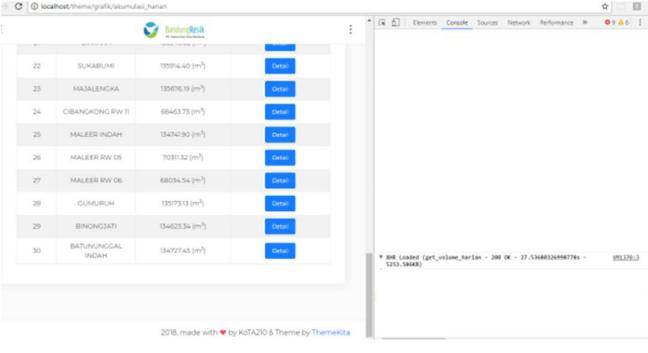
Test Case : Menguji volume data pada *database* (lokal)

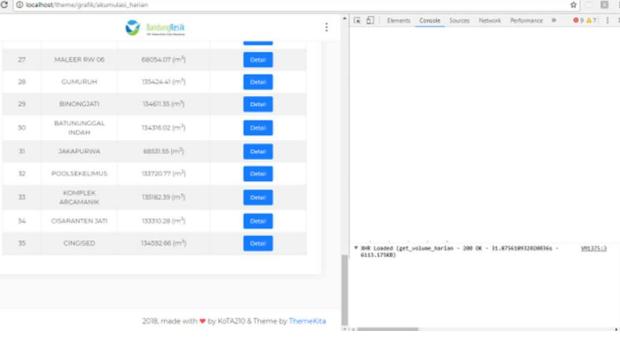
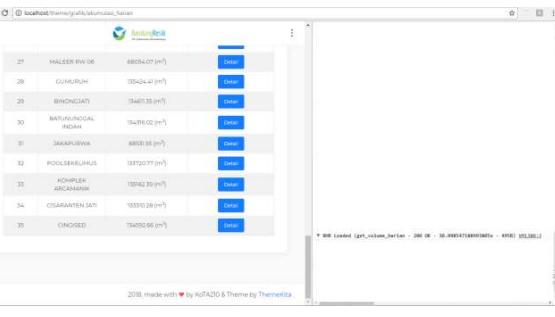
Tabel VI.9 Detail hasil pengujian volume data pada *database* (lokal)

No	Hasil	Keterangan
1		Pada pengujian dilakukan perhitungan akumulasi data terhadap 5 tps yang dimulai dengan

No	Hasil	Keterangan
		<p>mengambil data dari tgl 01/01/2017 - 30/12/2018</p> <p>Response yang didapatkan yaitu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Response Time 7.71 Detik 2. Size data yang di request 868.75 kb 3. Total data yang diakumulasi 75696
2		<p>Pada pengujian dilakukan perhitungan akumulasi data terhadap 15 tps yang dimulai dengan mengambil data dari tgl 01/01/2017 - 30/12/2018</p> <p>Response yang didapatkan yaitu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Response Time 15.85 Detik 2. Size data yang di request 2613.971 kb 3. Total data yang diakumulasi 227304

No	Hasil	Keterangan																
3	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>NAMA TPS</th> <th>AKUMULASI VOLUME SAMPAH (m³)</th> <th>Action</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>CUNUNG BATU BARAT</td> <td>136237.41 (m³)</td> <td>Delete</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CUNUNG BATU TIMUR</td> <td>109007.25 (m³)</td> <td>Delete</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>CIBADUVUT</td> <td>133897.21 (m³)</td> <td>Delete</td> </tr> </tbody> </table>	No	NAMA TPS	AKUMULASI VOLUME SAMPAH (m³)	Action	1	CUNUNG BATU BARAT	136237.41 (m³)	Delete	2	CUNUNG BATU TIMUR	109007.25 (m³)	Delete	3	CIBADUVUT	133897.21 (m³)	Delete	<p>Pada pengujian dilakukan perhitungan akumulasi data terhadap 20 tps yang dimulai dengan mengambil data dari tgl 01/01/2017 - 30/12/2018</p> <p>Response yang didapatkan yaitu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Response Time 20.379 Detik 2. Size data yang di request 3491.216 kb 3. Total data yang diakumulasi 303072
No	NAMA TPS	AKUMULASI VOLUME SAMPAH (m³)	Action															
1	CUNUNG BATU BARAT	136237.41 (m³)	Delete															
2	CUNUNG BATU TIMUR	109007.25 (m³)	Delete															
3	CIBADUVUT	133897.21 (m³)	Delete															
4	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>NAMA TPS</th> <th>AKUMULASI VOLUME SAMPAH (m³)</th> <th>Action</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>DIAN PERMAI</td> <td>136237.41 (m³)</td> <td>Delete</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>SUMBERSARI</td> <td>109007.25 (m³)</td> <td>Delete</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>CUDANG SELATAN</td> <td>133897.21 (m³)</td> <td>Delete</td> </tr> </tbody> </table>	No	NAMA TPS	AKUMULASI VOLUME SAMPAH (m³)	Action	1	DIAN PERMAI	136237.41 (m³)	Delete	2	SUMBERSARI	109007.25 (m³)	Delete	3	CUDANG SELATAN	133897.21 (m³)	Delete	<p>Pada pengujian dilakukan perhitungan akumulasi data terhadap 25 tps yang dimulai dengan mengambil data dari tgl 01/01/2017 - 30/12/2018</p> <p>Response yang didapatkan yaitu</p>
No	NAMA TPS	AKUMULASI VOLUME SAMPAH (m³)	Action															
1	DIAN PERMAI	136237.41 (m³)	Delete															
2	SUMBERSARI	109007.25 (m³)	Delete															
3	CUDANG SELATAN	133897.21 (m³)	Delete															

No	Hasil	Keterangan
		1. Response Time 24.353 Detik 2. Size data yang di request 4365.603 kb 3. Total data yang diakumulasi 378816
5		Pada pengujian dilakukan perhitungan akumulasi data terhadap 30 tps yang dimulai dengan mengambil data dari tgl 01/01/2017 - 30/12/2018 Response yang didapatkan yaitu 1. Response Time 27.536 Detik 2. Size data yang di request 5253.586 kb 3. Total data yang diakumulasi 454656
6		Pada pengujian dilakukan perhitungan akumulasi data terhadap 35 tps

No	Hasil	Keterangan
		<p>yang dimulai dengan mengambil data dari tgl 01/01/2017 - 30/12/2018</p> <p>Response yang didapatkan yaitu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Response Time 31.875 Detik 2. Size data yang di request 6113.175 kb 3. Total data yang diakumulasi 529776
7		<p>Pada pengujian ke 7 data tps yang dipilih adalah 36, dari hasil pengujian response time yaitu 30.09 detik tetapi response yang diberikan gagal sehingga data tidak sesuai dengan data yang seharusnya</p>

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

VII.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari Tugas Akhir ini dijelaskan sebagai berikut:

1. aplikasi dapat menghitung volume yang ada pada kontainer sampah dengan memanfaatkan data yang diterima dari sensor ultrasonik;
2. data volume dapat dimanfaatkan sebagai data acuan dalam menentukan jadwal pengangkutan sampah, dengan mengubah cara perhitungan volume sampah yang dilakukan oleh PD Kebersihan Kota Bandung saat ini yang mengambil data sampling selama satu minggu;
3. pengukuran jarak oleh sensor ultrasonik dipengaruhi oleh objek benda yang ada pada kontainer, sensor ultrasonik memiliki kelemahan terhadap objek yang dapat menyerap gelombang seperti busa, sehingga data jarak yang dihasilkan menjadi tidak sesuai dengan data yang seharusnya;
4. data ketinggian sampah yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik berhasil dikirim menuju SMS center dengan rata-rata waktu pengiriman 10 detik. Aplikasi akan memberikan notifikasi kepada pengguna mengenai informasi volume sampah yang ada pada tps sesuai dengan level volume sampah;
5. berdasarkan pengujian performa yang dilakukan, waktu respon akses data pada prototipe aplikasi yang dibangun belum dapat bekerja baik saat dimasukkan kurang lebih satu juta data. Bekerja baik yang dimaksud adalah waktu respon mencapai kurang dari 30 detik. Dari 69 data TPS yang ada (yaitu kurang lebih satu juta data volume sampah), prototipe aplikasi hanya dapat mengakses 23 data TPS (pada fitur akumulasi volume) atau sebanyak 359881 data volume. Namun, jika periode yang dipilih dikurangi menjadi periode selama 1 bulan, maka respon *timenya* akan lebih cepat.

VII.2 Saran

Saran pengembangan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. aplikasi yang dibangun merupakan aplikasi bersifat prototipe, dengan aplikasi ini diharapkan PD Kebersihan Kota Bandung dapat mengembangkan dan

- mengintegrasikan dengan aplikasi penjadwalan yang sudah ada sebelumnya, sehingga penjadwalan dapat terotomatisasi;
2. data volume yang direkam oleh aplikasi diharapkan dapat dimanfaatkan dan dianalisis dalam membuat keputusan mengenai pengelolaan sampah yang dilakukan oleh PD Kebersihan Kota Bandung;
 3. sensor ultrasonik yang dipasang pada kontainer TPS dapat ditambah jumlahnya sesuai dengan kebutuhan. Jika sensor ultrasonik yang dipasang lebih dari 1, maka jarak yang dikirim adalah rata-rata jarak dari sejumlah sensor yang dipasang;
 4. daya yang digunakan oleh perangkat IoT cukup boros, sehingga untuk pengembangan selanjutnya penggunaan daya untuk perangkat IoT yang sebelumnya menggunakan baterai dapat diganti menggunakan akumulator;
 5. untuk jenis TPS yang ditangani oleh Aplikasi *Monitoring* Volume Sampah dapat ditambahkan dengan jenis TPS lainnya, yaitu pasar dan komersil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Al Mamun, M. A. Hannan, A. Hussain and H. Basri, “Integrated Sensing Systems and Algorithms for Solid Waste Bin State Management Automation,” *IEEE Sensors Journal*, vol. 15, no. 1, pp. 561-567, 2015.
- [2] T. Singh, R. Mahajan and D. Bagai, “Smart Waste Management using Wireless Sensor Network,” *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, vol. 4, no. 6, pp. 10343-10347, 2016.
- [3] K. Lata and S. K. S. Singh, “IoT Based Smart Waste Management System Using Wireless Sensor Network and Embedded Linux Board,” *International Journal of Current Trends in Engineering & Research*, vol. 2, no. 7, pp. 210-214, 2016.
- [4] M. Kelemen, I. Virgala, T. Kelemenová, L. Miková, P. Frankovský, T. Lipták and M. Lövinc, “Distance Measurement via Using of Ultrasonic Sensor,” *Journal of Automation and Control*, vol. 3, no. 3, pp. 71-74, 2015.
- [5] O. Vermesan and P. Friess, Internet of Things - From Research and Innovation to Market Deployment, Aalborg: River Publishers, 2014.
- [6] X. Yang, “Analysis of DBMS: MySQL vs PostgreSQL,” Kemi-Tornio University of Applied Sciences Technology, Tornio, 2011.
- [7] T. S. Adeyi, Y. Abubakar and A. A. Oriyomi, “Benchmarking Popular Open Source RDBMS: A Performance Evaluation For IT Professionals,” *International Journal of Advanced Computer Technology*, vol. 3, no. 5, pp. 39-44, 2014.
- [8] A. Syahbana, “Alternatif Pemahaman Konsep Umum Volume Suatu Bangun Ruang,” *Edumatica*, vol. 3, no. 2, pp. 1-7, 2013.
- [9] “Internet of Things (IoT) Testing: What is, Challenges & Tools,” [Online]. Available: <https://www.guru99.com/iot-testing-challenges-tools.html>. [Accessed 3 Juli 2018].
- [10] “FUNCTIONAL Testing Tutorial: What is, Process, Types, & Examples,” [Online]. Available: <https://www.guru99.com/functional-testing.html>. [Accessed 3 Juli 2018].
- [11] “Performance Testing Tutorial: Types, Process & Important Metrics,” [Online]. Available: <https://www.guru99.com/performance-testing.html>. [Accessed 3 Juli 2018].

- [12] I. Sommerville, Software Engineering (Ninth Edition), Pearson: Addison Wesley, 2010.

Lampiran A
(Jenis dan Bentuk Kontainer Sampah)

Kontainer Sampah



Ukuran dan bahan kontainer yang diperbolehkan sistem:

- a. Kapasitas 12 m^3
- b. Kapasitas 10m^3
- c. Kapasitas 6 m^3

Lampiran B
(Data Jadwal Pengangkutan Sampah)

TPS DI KOTA BANDUNG

No	Nama Lokasi	Lokasi/Alamat TPS	Existing Kontainer		Sampah Masuk/ Timbulan Sampah (M ³ /hari)	Jumlah sampah terbuang ke TPA (m ³ /hari)	Peruntukan	Jadwal pengangkutan						
			10	6										
I. TPS														
WILAYAH OPERASIONAL BANDUNG UTARA														
Kecamatan Sukasari														
1	TPS. ORARI	Jl Lemah Neundeut	1		35	30 atau 3 rit/hari	Umum/masyarakat	Tiap hari jam 02.00 pagi						
2	TPS Sarimadu	Jl Sarimadu Komp Sarijadi	Rental		31	30 atau 3 rit/hari	Umum/masyarakat	Tiap hari jam 01.00 pagi						
3	TPS Komp KPAD	Jalan Kartika	1		± 15,86	13 atau 1 rit/hari	Umum/masyarakat	Tiap hari jam 04.00						
4	TPS Psr Gerlong	Psr Geger Kalong	1		± 16,57	14.5 atau 1 rit/hari	Pasar dan umum/masyarakat	Tiap hari jam 24.00 pagi						
5	TPS Sersan Bajuri	Jalan Sersan Bajuri	1		2		Umum/masyarakat	6 kali dalam sebulan						
6	TPS Psr Sarijadi	Psr Sarijadi	1		4	Seminggu 3 kali	Pasar	Hari Senin, Rabu dan Jumat						
7	SC UPI	UPI			6	Seminggu 3 kali	Kawasan UPI	Hari Senin, Rabu dan Jumat						
8	Karangtingning		Rute		10	10 M ³ /hari (kecuali hari minggu libur)	Masyarakat	Tiap hari (Hari Minggu Libur)						
Kecamatan Cidadap														
1	TPS Punclut	Jl Punclut	1		15	12 /hari (minggu libur)	Umum/masyarakat	Tiap Hari (hari Minggu libur)						
2	TPS Ledeng	Terminal Ledeng		1	3	6 / 2 hari sekali	Umum/masyarakat	Kamis dan Minggu						
Kecamatan Cibeunying Kaler														
1	TPS Pasar Cihaurgeulis	Jl Surapati/Psr Cihaurgeulis	1		25	24 atau 2 rit/hari	Pasar dan umum	Tiap hari						
2	TPS ITENAS	ITENAS Jl. PHH Mustofa	1		6	10 M ³ 2 hari sekali	Kawasan ITENAS	Minggu, jam 20.00						
3	Dago golf		rute		10	10/ hari		Tiap hari Jam 16.00						
Kecamatan Sukajadi														
1	TPS Pasteur	Jl Dr Djunjungan	1		42	42 atau 2 rit/hari	Umum/masyarakat	Tiap hari						
2	TPS Sederhana	Jl Sederhana	1		45	42 atau 3 rit/hari	Pasar dan umum	• Senin – Sabtu 3 rit						

								• Minggu 2 rit
3	TPS Cibogo	Jl Cibogo	1		± 15	13 1 rit /hari	Umum/masya rakat	Senin – Sabtu
4	TPS RSHS,	Jl Rumah Sakit		2	6	1 rit per hati	Khusus RSHS	Tiap hari
5	TPS PVJ	Jl Sukajadi	1		10		Khusus PVJ	Tiap hari, jam 04.00
6	TPS Giant	Jl Dr Djunjunan	1		15	Seminggu 1 kali ritasi	Khusus Giant	Hari Rabu
7	TPS Maranatha	Jl Surya Sumantri			6	Seminggu 2 kali	Khusus maranatha	Hari Selasa dan Kamis
Keca matan Cibeunying Kidul								
1	TPS Cikutra	Jl. Cikutra	1		25	22 atau 2 rit/hari	umum	
2	TPS TD Suci	Jl PHH Mistofa	1		32	30 atau 3 rit	Umum/masya rakat	• Hari Senin 3 rit • Hari Selasa 2 rit • Hari Rabu 3 rit • Hari kamis 2 rit
3	TPS PPI / Bak	Komplek PPI	1		1.5		Umum/masya rakat	Masyarakat yang menghubungi jika sudah penuh
Kec Bandung Wetan								
1	TPS Pasar Bunga	Jl Wastukencana	1		6 M ³ / Seminggu sekali	6 M ³ / Seminggu sekali	Khusus pasar bunga	Hari jumat
2	SC Gelael	Jl Ir H Juanda	1		10 M ³ / seminggu sekali	10 M ³ / 2 minggu sekali	Khusus gelael	Hari selasa
3	TPS Ambon	Jl Ambon	1		24 atau 2 rit/hari	24 atau 2 rit/hari	Umum/masya rakat	• Senin 2 rit □ Selasa – Jumat 3 rit • 1 Rental Senin - Sabtu 1 rit
4	TPS Taman Cibeunying	Jl Taman Cibeunying	Rent al		32 atau 4 rit/hari	32 atau 4 rit/hari	Umum/masya rakat	• Senin – Sabtu 4 rit • Jumat 3 rit
5	SC Cimandiri	Jl Cimandiri	1		10 M ³ / seminggu sekali	10 M ³ / seminggu sekali	Khsus lingkunga Kantor Pemprov	Hari Rabu
6	SC Balubur	Jl Balubur	1		Seminggu 3 kali		Khusus Pasar Balubur	Rabu, Jumat dan Minggu
7	SC Gasibu	Lapang gasibu	Rute				Khusus	

							kawasan gasibu	Hari Minggu
Kec. Coblong								
1	TPS Sangkurian g	Jl Cisitu	1		$\pm 2,5$	10 M ³ /seming gu 2 kali	Umum/masy a rakan	Hari Jumat
2	SC RS Boromeus	RS Boromeos	1		± 4	10 M ³ /seming gu 2 kali	Khsus RS Boromeus	Hari selasa dan Jumat
3	TPS Terminal Dago	Terminal Dago	1		± 4	10 M ³ / 2 hari sekali	Umum/masy a rakan	Senin, kamis dan sabtu
4	TPS Dipatiukur	Jl Singaperbangsa	Rute			10 M ³ / 2 hari sekali	Umum/masy a rakan	Selasa, kamis dan Sabtu
5	TPS Pasar Sadang Serang	Pasar sadang Serang	1		13	10 M ³ per hari	Pasar dan masyrakat	Tiap hari
6	TPS Komplek Sadang serang	Jl sadang tangah	1		35	2 rit/hari	Umum/masy a rakan	Tiap hari
7	TPS Kebon Binatang	Jl Tamansari	1		22	2 rit/hari	Umum/masy r akat	
8	BAKSIL						<input type="checkbox"/> Rabu, Jumat dan Minggu 2 rit • Hari lain 1 rit • Ex simpang 1 rit	
9.	Puter							• Senin, Selasa dan Rabu 1 rit • Sabtu 2 rit
WILA YAH BANDUNG SELATAN								
Kec Sumur Bandung								
1	Pasar Kosambi	Pasar Kosambi	1		± 12	10 m ³ atau 1 rit per hari	Pasar dan umum	Tiap hari jam 14.00
2	Patrakomala	Jl Patrakomala	1		± 16	13.5 m ³ atau 1 rit per hari	Umum/masy a rakan	Selasa dan Jumat 2 rit Hari lain I rit (rental)
3	Gedung Pakuan	Gd Pakuan	1			1	Khusus gedung pakuan	
4	Gudang Selatan	Jl gudang selatan	1		± 34	28.5 atau 1 rit per hari	Umum/masya rakan	Selasa dan kamis jam 17.00
5	BI Braga	Jl Braga	1		± 20	18.5 atau seminggu 3 kali	Khusus BI	Senin , Rabu dan jumat jam 05.00
Kec Kiaracondong								
1	Kebaktian	Jl Kebaktian	Rent al		± 24	21.5 atau 2 rit per hari	Umum/masy a rakan	Pagi dan Sore

2	Cidurian	Jl cidurian	1		± 13	11.5 atau seminggu 3 kali	Umum/masyarakat	Senin, kamis dan Minggu jam 07.00
3	PSM	Jl PSM	1		± 45	42.5 atau 3 rit per hari	Umum/masyarakat	Kendaraan Rental
4	<i>Pasar Cicadas</i>	<i>Pasar Cicadas</i>	1		± 43	40 atau 2 rit per hari	Pasar cicadas dan umum	Jam 05.00 dan jam 12.00
5	<i>Pasar Kiaracondong</i>	<i>Pasar Kiaracondong</i>	1		± 30	25 atau 1 rit per hari	Pasar kiaracondong	Jam 09.00 dan jam 14.00
6	Tarumatek	Jl.A Yani 806	1		$\pm 1,5$	0.5	Umum/masyarakat	Hari Sabtu jam 16.00
7	TD Cicaheum	Belakang Terminal Cicaheum	Rute		± 40	32 atau 2 rit per hari	Umum/masyarakat	Jam 05 dan jam 10.00
Kec Regol								
1	Tegallega/ Kob ana	Jl M Toha	Rental		± 67		Umum/masyarakat	<input type="checkbox"/> 2 rit perhari menggunakan truk bantuan PU <input type="checkbox"/> 4 rit perhari menggunakan rental
2	Taman Tegallega	Taman Tegallega	2		± 12	10 atau 1 rit per hari	Khusus taman tegallega	
3	<i>Pasar Karapitan</i>	<i>Psr Karapitan</i>	1		± 35	30 atau 2 rit per hari	Khusus karapitan	Jam 07.00 san jam 13,00
4	Pasirluyu	Jl Pasirluyu	1		± 17	15 atau 1 rit per hari	Umum/masyarakat	Satu rit perhari, kecuali hari selasa 2 rit jam 06.00 dan jam 13.00
5	PLN Sukarno Hatta	Jl Sukarno Hatta	1		$\pm 1,4$	1	Umum dan masyarakat	Seminggu sekali setiap hari selasa jam 13.00
6	Ciseureuh	Jl Moch Toha	Rute		± 13	10 atau 1 rit per hari	Umum dan masyarakat	Setiap hari jam 07.00
Kec Lengkong								
1	Putraco	Jl Guntursari Wetan	1		$\pm 14,75$	11.5 atau 1 rit per hari	Umum/masyarakat	Setiap hari jam 07.00
2	Hasan Saputra	Jl. Hasan	1		$\pm 13,5$	11.5 atau 1 rit per hari	Umum/masyarakat	Setiap hari jam 07.00
3	<i>Pasar Palasari</i>	<i>Jl. Lodaya</i>	1		± 30	28 atau 2 rit per hari	Khusus pasar	Harai senin 2 rit dan minggu 1 rit

4	Bintara	Sesko ABRI RW 08	1		± 10		Umum dan masyarakat	Dua kali seminggu Rabu dan Minggu 06.00
Kec Batununggal								
1	Sukabumi	Jl. Sukabumi	1		± 16	12.5	Umum/masy a rakat	Seminggu 3 kali (selasa, kamis dan sabtu jam 13.00)
2	Banten	Jl. Banten	1		± 15		Umum/masy a rakat	Seminggu 3 kali (selasa, kamis dan sabtu jam 13.00)
3	Pemkot	Jl. Cianjur	1		± 15	10atau 1 rit perhari	Khusus pemkot	Tiap hari jam 06.00
4	PT Delami	Jl. Sukarno Hatta	1		± 6	4		Seminggu sekali jam 12.00
5	LP KB Waru	Jl. Jakarta	1		1.5	0.5		Seminggu sekali hari Sabtu 13.00
6	Majalengka	Jl. Majalengka		1	$\pm 2,5$	1.5	Umum/masy a rakat	Seminggu dua kali Senin dan Kamis jam 05.00
7	Cibangkong 12	Jl. Cibangkong		1	$\pm 3,5$	1.5	Umum/masy a rakat	Seminggu sekali hari Selasa jam 06.00
8	Maleer RW 03	Komp Maleer Indah		1	± 3	1.5	Umum/masy a rakat	Seminggu sekali hari Jumat jam 06.00
9	Maleer RW 05	Jl. Jembatan Cibangkong	-	-	± 1	0.5	Umum/masy a rakat	Seminggu sekali hari Minggu jam 06.00
10	Maleer RW 06	Jl. Jembatan IV		1	± 3	1.5	Umum/masy a rakat	Seminggu sekali hari Kamis jam 06.00
11	Gumuruh	Jl. Gumuruh		1	± 19	17.5 atau 1 rit perhari	Umum/masy a rakat	
12	Binongjati	Jl. Binong Jati		1	± 13	11 atau 1 rit perhari	Umum/masy a rakat	2 rit perhari jam 06.00 dan 13.00
Kec Bandung Kidul								
1	Batunungga 1 indah	Jl. Batununggal Indah	1		± 10	8.5 atau 1 rit per hari	Umum/masy a rakat	Satu rit perhari jam 06.00
2	Pasar modern Batuungga 1	Komplek Batuunggal	1		1,5	0.5	Khusus pasar Batuunggal	Seminggu sekali hari Minggu jam 12.00

3	Len LIPI	Jl. Sukarno Hatta	1		1,4	0.5		Seminggu sekali hari Kamis jam 13.00
4	Curug Ece	Jl. Buah Batu	1		± 12	8.5	Umum/masya rakan	Seminggu 3 kali hari senin, Rabu dan Jumat jam 06.00
5	Adiyaksa	Jl. Adiyaksa	1		± 22	19.5 atau 1 rit per hari	Umum/masya rakan	
6	Jakapurwa	Jl. Jakapurwa		1	± 6	4.5	Umum/masya rakan	Setiap hari sabtu jam 06.00
7	Pool Sekelimus	Jl. Sekelimus Barat	2		± 18	16 atau 1 rit per hari	Umum/masya rakan	2 rit perhari jam 05.00 dan jam 11.00
WILA YAH OPERASIO NAL BANDUNG BARAT								
Kec Cicendo								
1	Gn Batu Barat	Jl. Gunung Batu Barat	-	-	± 29	25 atau 1 rit perhati	Umum/masya rakan	
2	Gn Batu Timur	Jl. Gunung Batu Timur		1	± 16	15 atau 1 rit perhari	Umum/masya rakan	
3	Pasar Pamoyanan	Psr Pamoyanan	1		± 13	11.5 atau 3 rit permingga	Pasar dan umum	
4	Pabrik Kina	Jl. Pajaaran	1		± 2	1	Khusus Pabrik Kina	
5	Cicendo	Jl. Cicendo	1		± 24	22 atau 1 rit per hari	Umum/masya rakan	
6	IPTN	Komplek PT DI	-	-	± 10	8 atau 1 rit perhari	Khusus IPTN	
7	Industri Dalam	Jl. Industri Dalam	1		± 12	10 atau 1 rit per hari	Umum/masya rakan	
Kec Andir								
1	Babakan Cianjur		-	-	± 10	8.5 atau 1 rit per hari	Umum/masya rakan	
2	RS Kebonjati	Jl. Kebonjati		1	± 6	4	Khusus RS Kebonjati	
3	Ence Azis	Jl. Ence Aziz	1		± 30	28.5 atau 2 rit per hari	Umum/masya rakan	
4	Psr Andir	Jl. Psr Andir	1		± 22,14	20.14 atau 2 rit per hari	Umum dan pasar	
5	Ciroyom	Psr Ciroyom	1		± 70	60 atau 2-3 rit per hari	Umum dan Pasar	
6	Pasar Baru	Jl. Psr baru		1	± 20	15 atau 1 rit per hari	Khsus Pasar Baru	
7	Hyper Square	Jl. Pasir Kaliki	1		± 12	8.5 atau 1 rit per hari	Khusus Hypersquare	

8	Waringin	Jl. Waringin	-	-		6 atau 1 rit per hari	Umum/masya rakan	
Kec Bojongloa Kaler								
1	Pasar Sukahaji	Psr Sukahaji	1		± 30	27.5 atau 1 – 2 rit perhari	Pasar dan umum	
Kec Bandung Kulon								
1	Pasar Cijerah	Jl. Cijerah	1		± 36	30 atau 1 – 2 rit perhari	Umum dan Pasar	
2	Taman Holis	Jl. Taman Holis	1		± 18	15 atau 1 rit perhari	Umum/masya rakan	Satu rit perhari setiap jam 17.00
3	<i>Pasar Rahayu</i>	<i>Jl. Cigondewah</i>	1		± 10	8 atau 1 rit per hari		Tiap hari jam 02.00
4	Bumi Asri	Komp Bumi Asri		1	± 10	8 atau 1 rit perhari	Umum/masya rakan	Tiap hari jam 17.00
5	Melong Asih	Komp Melong Asih	1		± 5,5	4 atau 2 rit permingga	Umum/masya rakan	Dua kali seminggu hari senin dan jumat jam 13.00
6	Masterindo	Jl. Sukarno Hatta	1		± 2	1		Semminggu sekali hari Minggu jam 17.00
7	Ters. Suryani	Jl. Ters Suryani	1		± 20	18.5 atau 1 rit perhari	Umum/masya rakan	Tiap hari jam 07.00
8	Cigondewah RW 08	RW 08 Cigondewah Kaler	-	-	± 2	0.5	Umum/masya rakan	Semminggu dua kali hari Minggu dan kamis
Kec Babakan Ciparay								
1	Porib	Jl. Porib	1		± 22	20 atau 1 rit perhari	Umum/masya rakan	Setiap hari, kecuali hari senin 2 rit jam 02.00 dan 12.00
2	Satra Raya	Komp Satria Raya	1		± 15	13 atau 1 rit perhari	Umum/masya rakan	Semminggu 3 kali hari senin, rabu dan sabtu jam 08.00
3	Kopo Elok	Jl. Kopo	1			1	Umum/masya rakan	Tiap hari
4	Dian Permai	Jl Dian Permai	1		± 5	3	Umum/masya rakan	Semminggu sekali tiap hari Jumat jam 17.00t
5	Sumbersari	Jl. Sumbersari	1		± 17	15 atau 1 rit perhari	Umum/masya	Tiap hari jam 14.00

							rakat	
6	Pikiran Rakyat	Jl. Sukarno Hatta		1		1.5		Seminggu 3 kali jam 07.00
7	Pasir Koja	Jl. Ters Pasir Koja	1		± 16	14 atau 1 rit perhari	Umum/masya rakat	Tiap hari jam 07.00
Kec Astana Anyar								
1	Pasar Anyar	Jl. Astana Anyar	1		± 21	18.5 atau 1 rit perhari	Khusus pasar	Tiap hari satu rit kecuali hari minggu 2 rit
2	Peta	Jl. Peta	1		± 70	60 atau 2 – 3 rit perhari	Umum/masya rakat	3 rit per hari
3	Pagarsih	Jl. Pagarsih	1		± 40, 5	35 atau 1 – 2 rit perhari	Umum/masya rakat	2 rit perhari jam 11.00 dan 16.00
4	Nyengseret	Jl. Bojongloa	1		± 60	45 atau 1 – 2 rit perhari	Umum/masya rakat	2 rit per hari
Kec. Bojongloa Kidul								
1	RS Imanuel	Jl. Kopo		1	± 6	4	Khusus RS	1 rit per hari jam 06.00
2	Pasar Leuwipanjang	Jl. Leuwipanjang		1	± 8	6.5 atau 1 rit perhari	Pasar	Satu rit perhari jam 12.00
3	Terminal Leuwipanjang	Term. Leuwipanjang		1	± 6	4	Khusus Terminal	Satu rit per 2 hari jam 16.00
4	Cibaduyut	JL. Cibaduyut	1		± 35	32.5 atau 1 – 2 rit perhari	Umum/masya rakat	Satu rit per hari kecuali hari kamis dan Sabtu 2 rit
5	Mekar Wangi	Jl. Karasak Lama		1	± 12	10.5 atau 1 rit perhari	Umum/masya rakat	1 rit per hari
6	Karasak	Jl Karasak	-	-		1.5	Umum/masya rakat	Tiap hari
WLA YAH OPERASIONAL BANDUNG TIM UR								
Kec Arcamanik								
1	Pacuan kuda	Jl Pacuan Kuda	1		± 14, 18	12.5 atau 1 rit perhari	Umum/masya rakat	
2	Komplek arcamanik	Rw 15 Cisaranten	1		± 20	18.5 atau 1 rit perhari	Umum/masya rakat	
3	Cisaranten Jati	Jl Cisaranten Jati	1		± 23	20.5 atau 1 rit perhari	Umum/masya rakat	
4	Cingised	RW 04 Cisaranten Kulon	1		± 4	1.5	Umum/masya rakat	Senin, kamis dan sabtu
5	Cicukang	Jl Cicukang		1		1.5	Umum/masya rakat	

6	Jl. Bojong Awii	Jl.Bojong Awii	-	-		1.5	Umum/masya rakat	
7	PU Binamarga	Komplek PU Binamarga		1	± 3	1.5	Khusus komplek PU	Sabtu
8	Gading Regensi	Komplek Gading Regensi	1			2.5	Umum/masya rakat	Rabu
Kec Antapani								
1	Subang	Jl Subang	1		± 30, 92	27 atau 1 – 2 rit perhari	Umum/masya rakat	
2	Indramayu	Jl Indramayu	1		± 31, 36	28 atau 1 – 2 rit perhari	Umum/masya rakat	
3	Cibatu	Jl Cibatu	1		± 19, 28	16.5 atau 1 rit perhari	Umum/masya rakat	
4	Pratista	Jl Pratista	1		± 31, 71	27 atau 1 – 2 rit perhari	Umum/masya rakat	
Kec Cibiru								
1	Cipadung RW 08	RW 08 Cipadung	-	-	1.5	1	Umum/masya rakat	
2	Legit	Jl AH Nasution	1		± 14, 91	11 atau 1 rit per hari	Umum/masya rakat	
Kec Gedebage								
1	Cempaka Arum	Jl Cempaka Arum	-	-	± 1,4 2	0.5	Umum/masya rakat	
2	Rancabolang						Umum/masya rakat	
Kec Rancasari								
1	Derwati	Jl Derwati	1		± 15	11.5 atau 1 rit per hari	Umum/masya rakat	
2	Pasar Ciwastra	Psr Ciwastra	2		± 36, 71	30 atau 1 – 2 rit per hari	Pasar dan masyarakat	
3	Bandung Inten	Komplek Bandung Inten	-	-	1.5	1	Umum/masya rakat	
4	RW 10, 11		-	-	1.5	1	Umum/masya rakat	
5	RW 13		-	-	1.5	1	Umum/masya rakat	
Kec Buah Batu								
1	Cipagalo	Jl Cipagalo	1		± 13, 6	10.5 atau 1 rit perhari	Umum/masya rakat	
2	Cijaura girang	Komp Cijaura	-	-	1.5		Umum/masya rakat	

3	Emerald Tower					10 m ³ / 2 minggu sekali	Khusus Emeral tower	
Kec Mandalajati								
1	Cikadut	Jl Cikadut/Makam Cikadut			± 10		Umum/masyarakat	Setiap hari senin, Rabu dan Jumat
2	Bandung Hill Side	Komp Tamansari Bukit Bandung			± 6	4	Umum/masyarakat	Setiap hari senin, Rabu dan Sabtu
3	LP Sukamiskin	Jl AH Nasution	1		± 10	7 atau 1 rit per hari	Umum/masyarakat	
4	Suka Asih	Komp Suka Asuh			3		Umum/masyarakat	
Kec Ujung Berung								
1	Cijambe	Jl. Cijambe	1		± 19	16.5 atau 1 rit perhari	Umum/masyarakat	
2	Pasar ujung Berung	Psr Ujung Berung	1		± 4,5	2.5	Pasar dan masyarakat	
3	Cigending	Jl. Cigending		1	± 9	7 atau 1 rit perhari	Umum/masyarakat	
4	Ujung Berung Indah	Komp Ujung Berung Indah	1		± 32	28 atau 1 rit perhari	Umum/masyarakat	Setiap hari selasa
Kec Cinambo								
1	Cinambo Indah	Jl. Cinambo		1	± 1,5	0.5	Umum/masyarakat	Selasa dan Jumat
2	Golf	Jl. Golf	1		± 1,5	0.5	Umum/masyarakat	Kamis dan Sabtu
Kec Panyileukan								
1	Panyileukan	Komp Panyileukan	1		± 13	10	Umum/masyarakat	Setiap Selasa, Rabu, kamis dan jumat
2	Pangaritan	Jl. Pangaritan	1		± 9,87	6.5	Umum/masyarakat	Selasa dan Kamis
3	Pasar Gedebage	Psr Gedebage	1		± 45,86	38	Pasar dan masyarakat	
4	POLDA JABAR	POLDA JABAR	-	-		1.5	Khusus POLDA	
Jumlah								
Bak atau rute pengangkutan sampa h*						Kapasitas (m ³)		

1. Bak Supratman	1.5		
2. Bak Hotel Cheraton	1.5		
3. Bak SMPN 15	1.		
4. Bak Tamansari	5		
5. Bak Antapani Wetan	3		
6. Bak Panorama	1.		
7. Bak Borma Stiabudhi	5		
8. Bak Rumah Susun	1.		
9. Bak Karang Pamulang	5		
10. Bak Tanabe	1.		
11. Bak Bumi Asri	5		
12. Bak Pertamina	1.		
13. Bak Auto 2000	5		
14. Bak Perhutani	1.		
15. Bak MTC	5		
16. Bak Margahayu Raya	3		
17. Bak Cipamokalan	1.5		
18. Bak Cipadung	1.5		
19. Bak Komplek Palasari	1.5		
20. Bak Cilengkrang	1.5		
J U M L A H	33		

Lampiran C
Dokumen *System Requirement Specifications*

SRS Version 2.0

**APLIKASI *MONITORING VOLUME SAMPAH PADA TPS*
MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK HC-SR04
DI KOTA BANDUNG**

System Requirement Specification Document

Oleh:

MUHAJIR SHIDDIQ AL FARUQI NIM: 151511048

NITA AMELIA WIJAYA NIM: 151511055

NOVIA SUKMASARI PUTRI NIM: 151511056



POLITEKNIK NEGERI BANDUNG

2018

REVISION HISTORY

Version	Date	Description	Author
0	1 Januari 2018	Pengisian Bab 1, 2, dan 3	KoTA 210
1	14 April 2018	Pengisian logical database dan mengubah use case	KoTA 210
1.1	23 April 2018	Revisi Use Case Diagram dan Use Case Scenario	KoTA 210
1.2	8 April 2018	Revisi mengenai format penulisan dokumen SRS, revisi pada subbab Fitur Sistem dan Persyaratan Fungsional Sistem	KoTA 210
1.3	1 Juni 2018	Menambah dan merevisi kondisi pada UC-01 dan subbab 3.2.1.2, merevisi kolom <i>Technology and Data Variations Lists</i> pada UC-01 hingga UUC-08, merevisi subbab 3.1.3, menghapus tabel definisi, merevisi kesalahan penulisan pada seluruh subbab.	KoTA 210
1.4	3 Juli 2018	Merevisi kalimat pada subbab 3.3.2, 3.2.1.2, dan 3.1.1.2.3	KoTA 210
2.0	19 Juli 2018	Revisi Setelah Sidang: Merevisi judul dokumen menjadi “System Requirement Document”; Merevisi konten subbab 3.7; Merevisi konten subbab 2.1.1; Menambahkan penjelasan pada subbab 3.4; Merevisi konten subbab 2.3 dan subbab 2.5;	KoTA 210

TABLE OF CONTENTS

BAB I.....	C-6
PENDAHULUAN	C-6
1.1 Tujuan.....	C-6
1.2 Lingkup	C-6
1.3 Definisi, Akronim, dan Singkatan	C-7
1.2 Referensi.....	C-7
1.5 Overviu.....	C-8
BAB II.....	C-10
GAMBARAN UMUM	C-10
2.1 Perspektif Produk.....	C-10
2.1.1 Antarmuka Sistem.....	C-11
2.1.2 Antarmuka Pengguna	C-12
2.1.3 Antarmuka Perangkat Keras.....	C-13
2.1.4 Antarmuka Perangkat Lunak	C-13
2.1.5 Antarmuka Komunikasi	C-13
2.1.6 Batasan Memori.....	C-13
2.1.7 Operasi.....	C-13
2.1.8 Persyaratan Adaptasi Situs	C-13
2.2 Fungsi Produk.....	C-13
2.3 Karakteristik Pengguna	C-14
2.4 Batasan	C-15
2.5 Asumsi dan Ketergantungan.....	C-15
BAB III	C-16
SPESIFIKASI PERSYARATAN.....	C-16
3.1 Antarmuka Eksternal.....	C-16
3.1.1 Antarmuka Pengguna	C-16
3.1.2 Antarmuka Perangkat Keras	C-22
3.1.3 Antarmuka Perangkat Lunak	C-23
3.1.4 Antarmuka Komunikasi	C-24
3.2 Fitur Sistem	C-24

3.2.1 Fitur Menghitung Volume Sampah.....	C-24
3.2.2 Fitur Notifikasi Volume Sampah.....	C-28
3.2.3 Fitur Pengelolaan Data TPS	C-29
3.2.4 Fitur Pengelolaan Data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>).....	C-30
3.2.5 Fitur Pengelolaan Data Pengguna.....	C-32
3.3 Persyaratan Fungsional	C-33
3.3.1 Interaksi Antara Aktor dengan Sistem	C-34
3.3.2 Persyaratan Fungsional Aplikasi	C-54
3.4 Persyaratan Performa	C-56
3.5 Persyaratan Logical Database.....	C-56
3.6 Batasan Desain.....	C-57
3.7 Atribut Sistem Perangkat Lunak.....	C-57
3.7.1 Kesesuaian Fungsional.....	C-58
3.7.2 Efisiensi Kinerja.....	C-58
3.7.3 Kegunaan.....	C-59
BAB IV	C-60
<i>REQUIREMENT TRACEABILITY</i>	C-60

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai tujuan dibuatnya SRS, cakupan SRS, mendefinisikan istilah-istilah, akronim, dan singkatan yang digunakan dalam dokumen, referensi yang digunakan, dan gambaran umum dari dokumen

1.1 Tujuan

Tujuan dari dibuatnya dokumen SRS ini yaitu :

1. memberikan gambaran persyaratan dari aplikasi yang dibangun, yaitu Aplikasi *Monitoring Volume Sampah* pada TPS Kota Bandung menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan berbasis *website*;
2. menjelaskan tentang fungsi perangkat lunak dan spesifikasi persyaratan antarmuka, persyaratan fungsional dan non-fungsional, serta alur kerja aplikasi;
3. membantu *developer* dalam merancang aplikasi yang dibangun;
4. membantu *client* dalam memahami alur kerja aplikasi.

1.2 Lingkup

Aplikasi *Monitoring Volume Sampah* adalah sistem untuk memantau volume sampah di TPS secara periodik satu jam sekali dengan menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04. Target pengguna sistem adalah PD Kebersihan Kota Bandung serta petugas TPS yang bertanggung jawab atas TPS tersebut. PD Kebersihan Kota Bandung dapat memanfaatkan aplikasi yang akan dibuat untuk memantau volume sampah pada setiap TPS di Kota Bandung, sehingga dapat membantu dalam pengambilan keputusan untuk kebijakan pengelolaan sampah.

Sensor ultrasonik HC-SR04 berperan sebagai alat untuk mengambil data jarak antara sensor dengan sampah dalam kontainer di TPS. Data tersebut akan diolah menjadi bentuk volume kemudian disajikan pada aplikasi *website* dalam bentuk informasi statistik dan notifikasi untuk *Admin* apabila sampah di TPS tertentu telah mencapai titik hampir penuh. Informasi ditampilkan secara periodik setiap satu jam sekali dengan melakukan pembaruan data volume TPS setiap satu jam sekali. Aplikasi ini tidak akan membuat jadwal yang dinamis.

Aplikasi yang dibangun memerlukan proses masuk ke aplikasi (*login*), sehingga hanya pengguna yang memiliki hak akses sebagai *Admin* dan *Master* yang dapat mengakses data mengenai volume sampah yang telah diolah.

Dari sisi perangkat terkait, aplikasi ini memiliki beberapa batasan masalah yang telah dicantumkan pada dokumen Laporan Tugas Akhir subbab 1.4.

1.3 Definisi, Akronim, dan Singkatan

Tabel 0.1 Definisi, Akronim, dan Singkatan

Singkatan	Deskripsi
SRS	<i>System Requirements Specification</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
TPS	Tempat Penampungan Sementara
PD	Perusahaan Daerah
GUI	<i>Graphical User Interface</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>

1.2 Referensi

- [1] J. Ward, "James Ward," [Online]. Available:
<https://www.jamesward.com/2015/06/02/redirecting-and-chunking-around-herokus-30-second-request-timeout>. [Accessed 1 Agustus 2018].
- [2] "Heroku Dev Center," Salesforce, 14 November 2017. [Online]. Available:
<https://devcenter.heroku.com/articles/request-timeout>. [Accessed 1 Agustus 2018].
- [3] ISO 25000, "ISO/IEC 25010," [Online]. Available:
<http://iso25000.com/index.php/en/iso-25000-standards/iso-25010>. [Accessed 27 July 2018].

- [4] IEEE, IEEE Guide to Software Requirements Specification (Std 830-1993), New York, USA: The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1998.
- [5] M. Rouse, "Internet of Things," [Online]. Available: <http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>. [Accessed 19 March 2018].
- [6] C. Larman, Applying UML and Patterns : An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development, Third Edition, Pearson: Addison Wesley Professional, 2004.
- [7] Guru99.com, "Internet of Things (IoT) Testing: What is, Challenges & Tools," [Online]. Available: <https://www.guru99.com/iot-testing-challenges-tools.html>. [Accessed 4 Juli 2018].

1.5 Overviu

Dokumen SRS ini secara garis besar memiliki tiga bab dengan penjelasan sebagai berikut :

1. Bab I Pendahuluan

Merupakan bagian pendahuluan dari dokumen yang berisi tentang tujuan dibuatnya SRS ini, ruang lingkup aplikasi yang akan dibuat, akronim dan istilah umum yang digunakan pada SRS ini, serta deskripsi, referensi, dan gambaran umum dokumen;

2. Bab II Gambaran Umum

Merupakan gambaran secara umum dari Aplikasi *Monitoring* Volume Sampah meliputi perspektif produk, fungsi produk, karakteristik pengguna, batasan sistem, serta asumsi dan dependensi. Pada bab ini juga dijelaskan persyaratan antarmuka eksternal dengan subbab antarmuka perangkat lunak, antarmuka perangkat keras, antarmuka pengguna, dan komunikasi antarmuka.

3. Bab III Spesifikasi Persyaratan

Bab ini sendiri memiliki subbab antarmuka eksternal, fungsi, persyaratan kinerja Aplikasi *Monitoring* Volume Sampah, persyaratan logika basis data, dan sistem fitur yang menjelaskan tentang pengenalan, *stimulus-response*,

persyaratan fungsional terkait dari fitur-fitur Aplikasi *Monitoring Volume Sampah* yang akan dibuat.

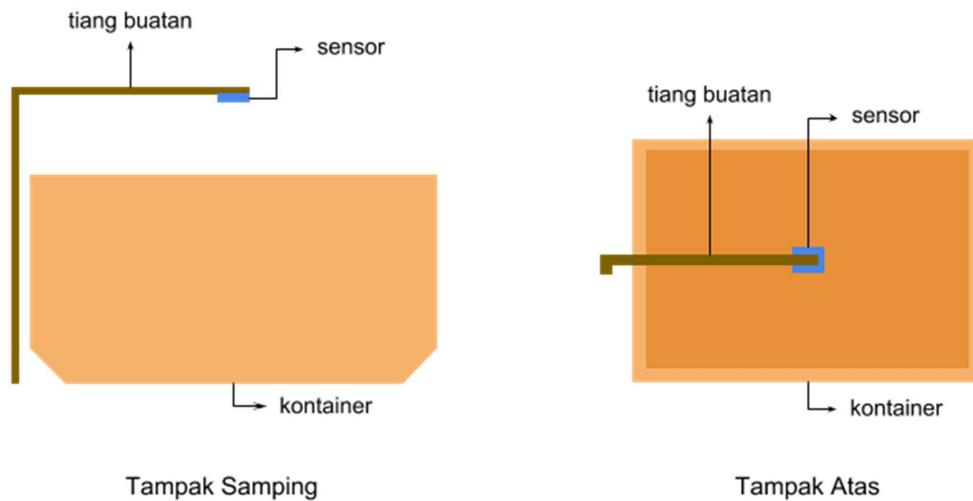
BAB II

GAMBARAN UMUM

Pada bab ini dijelaskan mengenai deskripsi perangkat lunak secara umum yang meliputi perspektif produk, fungsi produk, karakteristik pengguna, batasan aplikasi serta asumsi dan ketergantungan.

2.1 Perspektif Produk

Aplikasi yang dibangun merupakan aplikasi independen yang terdiri dari dua bagian, yaitu perangkat sensor-mikrokontroler yang dipasang di kontainer TPS dan program berbasis *website* untuk menampilkan informasi dan notifikasi mengenai volume sampah. Sensor yang digunakan adalah Sensor Ultrasonik HC-SR04. Aplikasi ini memiliki 4 komponen umum IoT, yaitu sensor, aplikasi, jaringan, serta *backend (data center)*. Ilustrasi pemasangan sensor digambarkan pada Gambar 1:

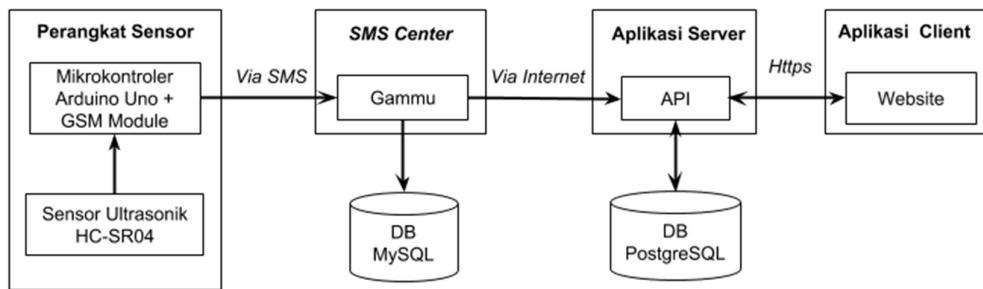


Gambar 1 Ilustrasi pemasangan sensor pada kontainer sampah

Dalam Bab sebelumnya, telah disebutkan bahwa target pengguna sistem ini adalah pihak PD Kebersihan Kota Bandung dan petugas TPS yang bertanggung jawab atas TPS tersebut, dengan tujuan untuk memantau volume sampah di TPS Kota Bandung.

2.1.1 Antarmuka Sistem

Sistem yang dibangun menerapkan konsep IoT, sehingga terdapat beberapa komponen yang saling terhubung yaitu sensor, aplikasi, jaringan, dan *backend (data center)* [sumber: [5] pada laporan]. Gambaran arsitektur sistem yang dibangun ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Gambaran arsitektur sistem yang dibangun

Perangkat sensor pada Gambar 2 berperan untuk membaca data jarak antara sensor dan permukaan sampah (dalam satuan cm). Perangkat sensor terdiri dari sensor ultrasonik HC-SR04 untuk membaca jarak dan mikrokontroler arduino dengan modul tambahan GSM Module untuk menyimpan program dan mengirimkan data.

SMS Center merupakan *server* untuk menerima, menyimpan sementara SMS yang dikirimkan dari perangkat sensor, dan mengirimkan data jarak ke *server*. Data SMS yang disimpan dalam *database* MySQL bersifat sementara dan akan dihapus setiap satu minggu sekali secara otomatis.

Aplikasi *server* merupakan *server* yang digunakan untuk menyimpan *web service* sebagai API yang dapat diakses oleh *client*. Aplikasi server akan mengolah data yang diterima dari *client* dan memberikan data yang dibutuhkan oleh *client*. *Database server* yang digunakan untuk menyimpan data yang diberikan oleh *client* akan disimpan dalam PostgreSQL.

Aplikasi *client* merupakan aplikasi yang digunakan oleh *client* dalam bentuk halaman *web*. *Website* digunakan untuk mengelola data dan memberikan segala bentuk informasi kepada pengguna. *Website* akan melakukan pertukaran data dengan API pada aplikasi *server*.

2.1.2 Antarmuka Pengguna

Antarmuka pengguna pada aplikasi *website* akan menggunakan GUI. Berikut adalah antarmuka pengguna yang dibutuhkan pengguna pada pembuatan Aplikasi *Monitoring Volume Sampah* pada TPS diantaranya:

1. *form* masuk ke aplikasi (*log in*) sebagai pengguna. Pengguna bisa mendapatkan hak akses sebagai *Admin* atau *Master* setelah melakukan proses *log in* dengan cara memasukkan *username/email* dan *password* yang telah didaftarkan sebelumnya;
2. halaman informasi data volume sampah, sebagai halaman untuk menampilkan data volume sampah yang telah diolah menjadi sebagai berikut:
 - a. grafik garis volume sampah harian;
 - b. informasi volume sampah akumulasi;
 - c. informasi urutan TPS dengan volume sampah terbanyak hingga yang paling sedikit;
3. kelola data perangkat (*board-sensor*). Pengguna (*Admin* dan *Master*) mengelola data perangkat yang digunakan dengan mengelola data berupa nomor telepon perangkat, nama TPS yang menggunakan sensor tersebut, tahun pengadaan, status/kondisi sensor, dan keterangan;
4. kelola data Tempat Penampungan Sampah (TPS) Sementara. Pengguna (*Admin* dan *Master*) mengelola data TPS yang ada di Kota Bandung. Data yang dikelola berupa nama TPS, alamat, kecamatan, *latitude* dan *longitude* dari lokasi TPS, sumber sampah, dan ukuran kontainer;
5. kelola data pengguna, hanya *Master* yang dapat mengakses fitur ini. Data yang dikelola berupa nama lengkap, nama pengguna, *email*, nomor telepon, *password*, konfirmasi *password*, alamat, bidang pekerjaan serta status pengguna pada aplikasi.

2.1.3 Antarmuka Perangkat Keras

Aplikasi *Monitoring Volume Sampah* yang dibangun memiliki komponen perangkat keras, yaitu sensor ultrasonik dan mikrokontroler arduino.

2.1.4 Antarmuka Perangkat Lunak

Aplikasi yang dibangun membutuhkan aplikasi *Web Browser* untuk dapat menjalankan aplikasi. Selain itu, aplikasi yang dibangun membutuhkan *Arduino Software (IDE)* yang bersifat *open-source* untuk memprogram data pada *board* mikrokontroler.

2.1.5 Antarmuka Komunikasi

Aplikasi *website* yang dibangun menggunakan protokol *http/https* untuk terhubung dengan *server*, dimana *server* menyimpan seluruh data pada sistem tersebut.

2.1.6 Batasan Memori

Aplikasi yang dibangun memiliki spesifikasi persyaratan minimum memori dari perangkat komputer yang digunakan, yaitu minimum RAM 1 GB dengan kapasitas penyimpanan mininum 4 GB atau yang lebih tinggi.

2.1.7 Operasi

N/A

2.1.8 Persyaratan Adaptasi Situs

Agar aplikasi dapat berjalan, kontainer pada setiap TPS di Kota Bandung harus dipasangi Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk bisa mendapatkan data jarak antara sensor dengan sampah.

2.2 Fungsi Produk

Secara keseluruhan, Aplikasi *Monitoring Volume Sampah* memiliki beberapa fungsi utama yang akan dilakukan oleh sistem, yaitu:

1. fungsi menghitung ketinggian sampah;
2. fungsi menghitung volume timbunan sampah, yaitu fungsi untuk menghitung volume timbunan sampah pada kontainer di TPS;
3. fungsi *sign up*, yaitu fungsi untuk mendaftarkan akun sebagai Admin dan Master;

4. fungsi *log in*, yaitu fungsi autentikasi untuk pengguna masuk ke aplikasi;
5. fungsi menampilkan data volume sampah, yang diolah menjadi informasi-informasi sebagai berikut :
 - a. volume sampah per hari, berdasarkan nama TPS dan tanggal yang dipilih pengguna;
 - b. volume sampah akumulasi, berdasarkan nama-nama TPS dan periode (*date range*) yang dipilih pengguna;
 - c. urutan TPS berdasarkan jumlah volume sampah pada hari tersebut, urutan tersebut ditampilkan dari TPS yang memiliki volume sampah terbanyak hingga volume sampah paling sedikit
6. fungsi notifikasi level sampah di TPS, yaitu fungsi untuk memberikan notifikasi pada pengguna jika volume sampah di TPS telah mencapai level tertentu;

2.3 Karakteristik Pengguna

Aplikasi *Monitoring Volume Sampah* ini ditargetkan untuk petugas/pihak PD Kebersihan Kota Bandung dan petugas/pihak TPS. Untuk PD Kebersihan, lebih pengguna adalah pegawai pada bagian yang mengurus permasalahan data dan penugasan pengangkutan sampah dari TPS. Sedangkan untuk pihak TPS adalah petugas yang bertanggung jawab atas TPS tersebut dan akan berkomunikasi dengan pihak PD Kebersihan terkait kondisi TPS. Target pengguna tidak memiliki batasan umur, namun memiliki persyaratan:

1. minimal pendidikan SMA/Sederajat;
2. memiliki kemampuan untuk membaca grafik agar dapat membaca grafik yang ditunjukkan dalam *website*;
3. mampu mengoperasikan komputer dan aplikasi yang akan dipakai.

Selanjutnya, pengguna dari Aplikasi *Monitoring Volume Sampah* ini akan dibagi menjadi dua hak akses berbeda, yaitu *Master* dan *Admin*. Pengguna yang berhak menjadi *Master* ditujukan pada petugas/pihak PD Kebersihan. *Master* memiliki kemampuan untuk mengatur siapa saja yang dijadikan sebagai *Admin* pada aplikasi ini.

2.4 Batasan

PD Kebersihan Kota Bandung saat ini sedang mengembang aplikasi *website* untuk penugasan petugas sampah yang dibuat oleh PD Kebersihan Kota Bandung. Aplikasi *Monitoring Volume Sampah* yang dibangun dimaksudkan akan diintegrasikan dengan aplikasi penugasan yang sedang dikembangkan oleh PD Kebersihan Kota Bandung (didetailkan pada dokumen Laporan subbab 3.1.5). Sehingga, batasan untuk pembuatan Aplikasi *Monitoring Volume Sampah* adalah menggunakan bahasa pemrograman yang disesuaikan dengan aplikasi penugasan, yaitu PHP.

2.5 Asumsi dan Ketergantungan

Asumsi agar sistem dapat berjalan dengan baik antara lain sebagai berikut:

1. gelombang yang dipancarkan sensor ultrasonik tidak mengalami gangguan (dibiasakan, dipantulkan dan pantulan gelombang tidak kembali ke *receiver* sensor) yang menyebabkan data tinggi sampah tidak sesuai dengan jarak aslinya;
2. sensor ultrasonik dan mikrokontroler telah dipasang dan telah dipastikan bekerja dengan baik sebelum pemasangan (tidak dalam kondisi rusak). Pemasangan sensor yang dimaksud adalah dipasang tepat di atas tengah kontainer dan dipasang dengan jarak 2 meter di atas kontainer;
3. sensor yang dipasang pada satu kontainer berjumlah satu;
4. sampah berukuran besar (seperti: kasur, lemari, sofa, dsb.) dan berbahan menyerap gelombang ultrasonik (misal: busa) tidak termasuk ke dalam penghitungan volume sampah di dalam kontainer. Hal ini karena jika terdapat sampah berbahan menyerap gelombang ultrasonik, misal busa, objek yang terdeteksi bukan permukaan busa, melainkan objek yang berada di bawah busa tersebut.
5. pengguna (petugas PD Kebersihan) dapat mengakses internet untuk dapat membuka *website*;
6. pengguna (petugas TPS dan PD Kebersihan Kota Bandung) telah mengerti cara kerja aplikasi.

BAB III

SPESIFIKASI PERSYARATAN

Pada bab ini, berisi penjelasan lebih detail dari materi pada Bab II. Subbab yang terdapat pada bab ini adalah antarmuka eksternal, fitur sistem, persyaratan fungsional, persyaratan performa, persyaratan logical *database*, batasan desain, dan atribut sistem perangkat lunak.

3.1 Antarmuka Eksternal

3.1.1 Antarmuka Pengguna

Aplikasi *website* yang dibangun membutuhkan antarmuka pengguna sebagai berikut:

3.1.1.1 Form Masuk ke Aplikasi (*Log In*)

Antarmuka pengguna *log in* akan muncul pertama kali sebelum pengguna dapat mengakses menu lain yang ada pada aplikasi *website*. Antarmuka pengguna ini merupakan sebuah form yang terdiri dari:

1. kolom *username* atau *email*. Pengguna harus mengisi kolom ini sesuai dengan *username* atau *email* yang telah terdaftar sebelumnya;
2. kolom *password*. Pengguna harus mengisi kolom *password* sesuai dengan *password* yang telah terdaftar sebelumnya. *Username* dan *password* harus sesuai dengan yang telah terdaftar sebelumnya agar pengguna bisa melakukan *log in*;
3. tombol *log in* untuk melanjutkan proses *log in* dan masuk ke dalam aplikasi dengan status sebagai *Admin* atau *Master*;
4. teks peringatan. Teks ini muncul apabila setelah pengguna menekan tombol *log in*, namun *username* dan *password* yang dimasukkan tidak sesuai dengan yang telah terdaftar sebelumnya atau *username* tidak terdaftar dalam *database* aplikasi.

3.1.1.2 Menampilkan Data Volume Sampah

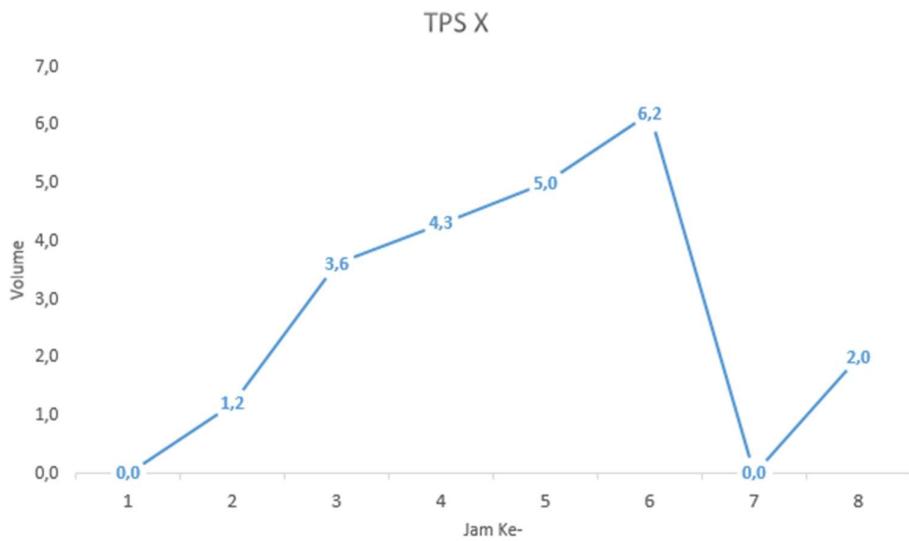
Antarmuka pengguna ini terdiri dari beberapa halaman yang muncul setelah pengguna melakukan *log in* dan berstatus sebagai *Admin* atau *Master*. Halaman-halaman ini berisi data volume sampah dan disajikan dalam bentuk grafik ataupun urutan. Adapun rincian dari halaman-halaman yang ditujukan untuk menampilkan data volume sampah sebagai berikut:

3.1.1.2.1 Volume Sampah Per Hari

Pada menu volume sampah per hari, data disajikan dalam bentuk grafik garis. Menu ini memungkinkan pengguna dapat melihat perkembangan volume sampah pada suatu TPS berdasarkan tanggal yang pilih, baik pada hari ini atau hari-hari sebelumnya. Data yang ditampilkan menggambarkan perkembangan volume sampah di kontainer TPS yang terjadi setiap satu jam sekali, dengan keterangan:

1. nama TPS, disajikan dalam bentuk list atau menu dropdown.
2. tanggal dan hari, disajikan dalam bentuk list atau menu dropdown. Namun *default* yang ditampilkan adalah tanggal dan hari saat ini.
3. button ‘Lihat Data’, untuk memulai pencarian data pada Database dan kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik garis
4. skala volume sampah dalam satuan m^3 , skala ini disajikan pada sisi kiri grafik (vertikal);
5. skala waktu dalam satuan jam, skala ini disesuaikan dengan volume, disajikan pada sisi bawah grafik (horizontal);

Grafik yang akan ditampilkan diilustrasikan pada Gambar 3.



Gambar 3 Ilustrasi grafik untuk volume sampah per hari

3.1.1.2.2 Volume Sampah Akumulasi

Pada menu volume sampah akumulasi, data disajikan dalam bentuk tabel. Menu ini memungkinkan pengguna dapat membandingkan data akumulasi volume sampah dari setiap TPS (minimal satu TPS) yang dipilih berdasarkan periode waktu (*date range*) yang dipilih pengguna. Data yang ditampilkan memperlihatkan hasil akumulasi data volume sampah di suatu TPS pada periode tertentu, dengan keterangan:

1. nama TPS, disajikan dalam bentuk menu *select*. Pengguna dapat memilih minimal satu nama TPS dan maksimal seluruh nama TPS;
2. periode waktu, disajikan dalam bentuk *date range*. Maksimal tanggal adalah tanggal saat ini;
3. button ‘Lihat Data’, untuk memulai pencarian data pada Database, menghitung akumulasi volume sampah hingga kemudian ditampilkan dalam bentuk tabel;
4. tabel data, terdiri dari kolom :
 - a. nomor urutan;
 - b. nama TPS yang dipilih pengguna;
 - c. akumulasi volume sampah;
 - d. aksi pengguna, yaitu button ‘Lihat Detail’ untuk selanjutnya memunculkan pesan detail mengenai akumulasi volume sampah per harinya sesuai

periode yang dipilih. Misal, pengguna memilih periode 5 hari pada tanggal tertentu, maka pada pesan detail muncul data volume sampah per harinya dari 5 hari tersebut dalam bentuk tabel.

3.1.1.2.3 Informasi Urutan TPS per Hari

Pada halaman ini menampilkan urutan seluruh TPS di Kota Bandung, berdasarkan volume sampah per hari, diurutkan dari yang terbanyak hingga yang paling sedikit. Data tersebut dihitung data volume sampah pada hari tersebut, sehingga pengguna dapat mengetahui TPS mana yang pertama harus segera diangkut dan selanjutnya. Data akan ditampilkan dalam bentuk tabel peringkat dengan keterangan sebagai berikut:

1. nomor urutan;
2. nama TPS;
3. volume sampah dalam satuan m³.

3.1.1.3 Kelola Data Perangkat (*Board Sensor*)

Halaman kelola data board sensor terdiri dari 2 halaman, yaitu:

1. halaman tambah/ubah data board sensor. Halaman ini berupa formulir isian yang terdiri dari kolom pengisian :
 - a. nomor telepon perangkat, yaitu nomor telepon yang terpasang pada perangkat yang digunakan untuk proses pengiriman data;
 - b. nama TPS tempat sensor tersebut dipasang;
 - c. ketinggian pemasangan sensor, dihitung dari dasar kontainer, dalam satuan meter;
 - d. tahun pengadaan, yaitu tahun perangkat (*board sensor*) dipasang pada TPS tersebut
 - e. status / kondisi sensor, terdiri dari pilihan ‘Aktif’ dan ‘Tidak Aktif’ (dalam keadaan rusak).
 - f. keterangan, berupa *text area*, diisi apabila sensor dalam status ‘Tidak Aktif’, untuk pendataan apakah alasan sensor dalam status tidak aktif (misal: rusak, dalam perbaikan, dll.);
 - g. tombol untuk submit;

2. halaman daftar data board sensor. Halaman ini berisi tabel yang terdiri dari kolom nomor telepon perangkat, tahun pengadaan, status / kondisi sensor, keterangan, tautan untuk menambah, melihat detail data, mengubah, dan menghapus data board sensor.

3.1.1.4 Kelola Data Tempat Penampungan Sampah (TPS) Sementara

Halaman kelola data TPS terdiri dari 2 halaman, yaitu:

1. halaman tambah/ubah data TPS. Halaman ini berbentuk formulir isian yang terdiri dari kolom pengisian:
 - a. nama TPS, berupa *text input*, dengan maksimal 50 karakter (A-Z, a-z, 0-9);
 - b. alamat, berupa *text area*, dengan maksimal 300 karakter (A-Z, a-z, 0-9, ., (,));
 - c. kecamatan, berupa *combobox*, berisi 30 kecamatan di Kota Bandung.
 - d. *latitude* dan *longitude*, yaitu letak koordinat geografis TPS;
 - e. sumber sampah, yang berisi keterangan sumber sampah yang masuk. Misal: Kelurahan A sebanyak 6 RW, dll.;
 - f. ukuran kontainer yang digunakan, terdiri atas panjang, lebar, lebar bagian bawah (bentuk *trapezoid*), tinggi kontainer, tinggi bagian bawah (bentuk *trapezoid*), tinggi toleransi sampah melewati kontainer. Ukuran-ukuran tersebut dalam satuan meter;
 - g. tombol untuk submit;
2. halaman daftar data TPS. Halaman ini berisi tabel yang terdiri dari kolom nama TPS, alamat, kecamatan, latitude dan longitude lokasi TPS, sumber sampah, kode perangkat yang digunakan, ukuran kontainer, serta tautan untuk menambah, melihat detail data, mengubah, dan menghapus data board sensor.

3.1.1.5 Kelola Data Pengguna

Halaman Kelola Data Pengguna merupakan antarmuka pengguna khusus untuk pengguna dengan hak akses sebagai *Master* untuk mendaftarkan akun *Admin* agar dapat mengakses aplikasi. Halaman kelola data pengguna terdiri dari dua halaman, yaitu:

1. halaman tambah/ubah data Pengguna. Halaman ini berbentuk formulir isian yang terdiri dari kolom pengisian :
 - a. nama lengkap pengguna, dengan minimal 3 karakter dan maksimal 50 karakter (A-Z, a-z);
 - b. *username* atau nama pengguna, dengan maksimal karakter 30 karakter (A-Z, a-z, 0-9, (.) dan (_));
 - c. *email user*, dengan validasi input yang dimasukkan harus berupa email (memiliki simbol @ dan titik);
 - d. nomor telepon, dengan maksimal 14 karakter numerik (0-9).
 - e. *password*, dengan minimal karakter adalah 8 karakter dan maksimal 16 karakter terdiri dari gabungan minimal huruf dan angka (A-Z, a-z, 0-9, dan tanda baca, boleh spasi);
 - f. *konfirmasi password*, dengan minimal karakter adalah 8 karakter dan maksimal 16 karakter terdiri dari gabungan minimal huruf dan angka (A-Z, a-z, 0-9, dan tanda baca, boleh spasi). Konfirmasi *password* harus diisi sama dengan *password account* agar registrasi berhasil dilakukan;
 - g. alamat, dengan maksimal 100 karakter (A-Z, a-z, 0-9, (.),());
 - h. bidang pekerjaan, yaitu berupa *menu dropdown* dan disediakan *list* jenis bidang pekerjaan;
 - i. status pengguna, berisi hanya dua pilihan, yaitu Admin dan Master;
2. halaman daftar data pengguna. Halaman ini berisi tabel yang terdiri dari kolom nama lengkap, nama pengguna, *email*, *password* (dienkripsi), alamat, bidang pekerjaan, dan status pengguna dalam aplikasi, tautan untuk menambah, melihat detail data, mengubah, dan menghapus data board sensor.

3.1.1.6 *Notification List*

Notification list merupakan antarmuka pengguna yang menampilkan data notifikasi atau pemberitahuan mengenai volume sampah di TPS jika telah mencapai level-level tertentu, yaitu :

1. Persentase volume sampah mencapai 65%-79% dari penuh;
2. Persentase volume sampah mencapai 80%-89% dari penuh;
3. Persentase volume sampah mencapai $\geq 90\%$ dari penuh.

Notification list terdiri atas *dropdown list* dan halaman *notification list*, dengan detail berikut:

1. *Dropdown list*, berisi notifikasi baru, dengan maksimal empat notifikasi yang ditampilkan. Dropdown list juga disertai button ‘Lihat Semua Notifikasi’ untuk menuju halaman *notification list*;
2. *Notification list*, berisi notifikasi-notifikasi maksimal selama tiga hari kebelakang.

3.1.2 Antarmuka Perangkat Keras

Untuk dapat membangun Aplikasi *Monitoring Volume Sampah*, terdapat beberapa persyaratan perangkat keras yang harus terpenuhi. Sistem yang dibangun harus memiliki tiga komponen utama perangkat keras yang harus dipasang di kontainer TPS, yaitu:

1. mikrokontroler arduino, yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan menyimpan program untuk mengambil jarak. Mikrokontroler yang digunakan harus dapat mengirimkan data via SMS, sehingga jika menggunakan arduino, dibutuhkan modul tambahan untuk dapat mengirimkan data via SMS;
2. modul GSM SIM800L, sebagai modul tambahan untuk mikrokontroler arduino yang berfungsi untuk mengirimkan SMS;
3. sensor ultrasonik, yang berfungsi untuk mendeteksi ketinggian sampah.

Ketiga komponen tersebut dihubungkan dengan menggunakan kabel jumper. Tabel 0.1 dan Tabel 0.2 menunjukkan keterhubungan antara pin dari masing-masing perangkat keras.

Tabel 0.1 Keterhubungan pin antara Arduino dan SIM800L

Arduino	SIM800L
PIN 2	TXD
PIN 3	RXD
GND	GND

Tabel 0.2 Keterhubungan pin antara Arduino dan Sensor Ultrasonik HC-SR04

Arduino	Sensor Ultrasonik HC-SR04
5V Arduino	VCC
GND	GND
PIN 11	Trig
PIN 12	Echo

3.1.3 Antarmuka Perangkat Lunak

Web browser dibutuhkan untuk dapat menggunakan Aplikasi *Monitoring Volume Sampah* pada TPS ini. Adapun minimal spesifikasi dari *web browser* yang dapat digunakan ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 0.3 Spesifikasi minimum untuk web browser yang digunakan

Web Browser	Versi
<i>Google Chrome</i>	\geq Versi 54
<i>Mozilla Firefox</i>	\geq Versi 47
<i>Microsoft Edge</i>	\geq Versi 14

Selain *web browser* untuk menggunakan aplikasi *website*, terdapat antarmuka perangkat lunak lain yang digunakan sebagai antarmuka untuk menghubungkan aplikasi *website* dengan sensor, diantaranya:

1. Arduino untuk pemrograman mikrokontroler;
2. *Gammu*.

Untuk *database*, terdapat antarmuka perangkat lunak yang digunakan untuk menghubungkan aplikasi dengan *database*, yaitu: *Node Package Manager (NPM)*. *Node Package Manager* merupakan package manager yang digunakan pada javascript. Aplikasi pada sisi *backend* membutuhkan beberapa dependencies yang

digunakan sehingga sistem dapat saling berkomunikasi. Dependencies yang digunakan untuk menghubungkan aplikasi dengan database server yaitu *node progress*. Aplikasi akan terhubung dengan menghubungkan dependencies melalui connection URI yang terdapat pada postgresql.

3.1.4 Antarmuka Komunikasi

Antarmuka komunikasi yang digunakan dalam Aplikasi *Monitoring Volume Sampah* pada TPS di Kota Bandung ini diantaranya:

1. menggunakan protokol *http/https* untuk menghubungkan aplikasi *website* dengan server;
2. kabel *jumper* sebagai penghubung antara sensor dengan mikrokontroler arduino;
3. mikrokontroler arduino mengirimkan data ke *SMS Center* via SMS;

3.2 Fitur Sistem

3.2.1 Fitur Menghitung Volume Sampah

3.2.1.1 Tujuan Fitur

Fitur ini bertujuan untuk menghitung volume sampah saat ini di TPS dengan menggunakan bantuan Sensor Ultrasonik HC-SR04 sebagai *device input*. Volume sampah yang telah diketahui selanjutnya ditampilkan kepada pengguna dalam bentuk penyajian terbagi sebagai berikut :

1. Informasi volume sampah per hari
2. Informasi volume sampah akumulasi
3. Informasi urutan volume sampah per hari.

3.2.1.2 Rangkaian *Stimulus/Response*

Tabel 0.4 Stimulus/Response untuk menghitung volume sampah

<i>Stimulus</i>	<i>Response</i>
Sensor Ultrasonik mengirimkan data waktu (<i>t</i>) ke sistem, yaitu selisih waktu antara gelombang dipancarkan dan diterima kembali	<ol style="list-style-type: none">1. Sistem menghitung jarak (<i>s</i>) antara sensor ultrasonik dengan objek sampah teratas berdasarkan data waktu (<i>t</i>) dan cepat rambat gelombang (340 m/s)2. Sistem menghitung tinggi sampah saat ini (<i>H</i>) berdasarkan data jarak (<i>s</i>) dan tinggi letak sensor (<i>H_f</i>) dihitung dari dasar

<i>Stimulus</i>	<i>Response</i>
	kontainer.
	3. Sistem melakukan pengecekan terhadap tinggi sampah berdasarkan level bangun ruang kontainer
	4. Sistem menghitung volume sampah saat ini (V) berdasarkan level tinggi sampah
	5. Sistem menghitung persentase volume sampah
	6. Sistem melakukan pengecekan terhadap persentase volume sampah saat ini berdasarkan level-level untuk notifikasi
	7. Sistem menyimpan data volume sampah saat ini, asal TPS, waktu sesuai volume sampah saat ini, notifikasi level volume sampah saat ini pada Database
Sensor Ultrasonik mendeteksi jarak antara sensor dengan sampah yang tidak stabil	<p>Sistem akan melakukan pengecekan dengan langkah-langkah sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. jika tidak ada perubahan data yang signifikan, sensor akan dinonaktifkan. Signifikansi perubahan data dihitung dari data dua menit terakhir; 2. program akan menghitung rata-rata jarak dari pengambilan data selama 2 menit terakhir yang dihasilkan. 3. program akan mengirimkan data hasil rata-rata jarak tersebut ke API 4. Sensor dinonaktifkan, dan diaktifkan kembali 1 jam kemudian
Sensor gagal menerima gelombang pantul, sehingga mengirimkan data ‘out of range’	Sistem akan mengambil data yang sebelumnya terdeteksi dan menganggap tidak ada perubahan ketinggian sampah

3.2.1.2.1 Volume Sampah Per Hari

Tabel 0.5 Stimulus/Response untuk volume sampah per hari

<i>Stimulus</i>	<i>Response</i>
Pengguna menekan menu ‘Lihat Volume’	Sistem menampilkan sub menu ‘per Hari’ dan

<i>Stimulus</i>	<i>Response</i>
Sampah'	'Akumulasi'
Pengguna memilih menu 'per Hari'	Sistem menampilkan halaman Volume Sampah per Hari
Pengguna memilih nama TPS dan memilih tanggal volume yang ingin dilihat, kemudian menekan button 'Lihat Data'	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem mengambil data volume sampah dan waktu dari Database berdasarkan nama TPS dan tanggal yang dipilih Aktor 2. Sistem menampilkan data volume sampah dan waktu yang didapatkan dalam bentuk grafik garis

3.2.1.2.2 Volume Sampah Akumulasi

Tabel 0.6 Stimulus/Response untuk volume sampah akumulasi

<i>Stimulus</i>	<i>Response</i>
Pengguna menekan menu 'Lihat Volume Sampah'	Sistem menampilkan sub menu 'per Hari' dan 'Akumulasi'
Pengguna memilih menu 'Akumulasi'	Sistem menampilkan halaman Volume Sampah Akumulasi
Pengguna memilih nama TPS (dapat memilih lebih dari 1) dan memilih periode (<i>date range</i>) yang ingin dilihat, kemudian menekan button 'Lihat Data'	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem mengambil data volume sampah dan waktu dari Database berdasarkan nama-nama TPS dan periode yang dipilih Aktor 2. Sistem menampilkan data volume sampah dan waktu yang didapatkan dalam bentuk tabel, terurut berdasarkan alfabet nama TPS (default)

3.2.1.2.2 Urutan Volume Sampah Per Hari

Tabel 0.7 Stimulus/Response untuk urutan volume sampah per hari

<i>Stimulus</i>	<i>Response</i>
Pengguna berhasil dalam melakukan masuk aplikasi (<i>log in</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem mengambil data lokasi tiap TPS 2. Sistem mengambil data seluruh TPS dan volume

	sampah saat ini (hari ini). Kemudian menampilkan dalam bentuk urutan (<i>rangking</i>), <i>sorting</i> dari terbanyak hingga terkecil
	3. Sistem menampilkan halaman Dashboard (berisi <i>Maps</i> penyebaran TPS, dan urutan TPS berdasarkan rata-rata volume sampah harian per tahun)

3.2.1.3 Persyaratan Fungsional yang Terkait

Terdapat beberapa persyaratan fungsional pada Fitur Menghitung Volume Sampah, yaitu :

1. [REQ-F-02] Sensor harus dalam kondisi aktif (mengambil data) dalam selang waktu satu jam sekali. Saat dalam kondisi aktif, sensor langsung mengambil data selisih waktu gelombang pantul untuk mengetahui jarak antara sensor dengan sampah.
2. [REQ-F-03] Setelah mengambil data selisih waktu, sensor harus mengirimkan data tersebut ke *board arduino* untuk diubah menjadi jarak antara sensor dengan sampah.
3. [REQ-F-04] Pada saat sensor dalam keadaan aktif, yang dilakukan oleh sensor adalah:
 - a. mengaktifkan sensor ultrasonik selama terus menerus;
 - b. jika tidak ada perubahan data yang signifikan, sensor akan dinonaktifkan. Signifikansi perubahan data dihitung dari data dua menit terakhir;
 - c. program akan menghitung rata-rata jarak dari pengambilan data selama 2 menit terakhir yang dihasilkan.
 - d. program akan mengirimkan data hasil rata-rata jarak tersebut ke *SMS Center*
 - e. sensor dinonaktifkan, dan diaktifkan kembali 1 jam kemudian
4. [REQ-F-05] Sensor harus diletakkan dengan sudut tegak lurus dengan sampah, dengan diberi ruang sejauh 1 meter dari tinggi toleransi maksimum sampah melewati kontainer, yaitu 1 meter di atas kontainer.

3.2.2 Fitur Notifikasi Volume Sampah

3.2.2.1 Tujuan Fitur

Fitur ini bertujuan untuk memberikan pemberitahuan (notifikasi) kepada pengguna (baik *Admin* ataupun *Master*) ketika volume sampah pada suatu TPS telah mencapai level-level berikut:

1. ketika persentase volume sampah mencapai 65%-79% dari penuh;
2. ketika persentase volume sampah mencapai 80%-89% dari penuh;
3. ketika persentase volume sampah mencapai $\geq 90\%$ dari penuh.

3.2.2.2 Rangkaian *Stimulus/Response*

Tabel 0.8 Stimulus/Response untuk notifikasi volume sampah

<i>Stimulus (User Action)</i>	<i>Response</i>
Pengguna menekan <i>button</i> Notifikasi	Sistem menampilkan <i>dropdown list</i> berisi maksimal 4 notifikasi terakhir
Pengguna menekan salah satu notifikasi pada <i>dropdown</i> notifikasi	Sistem menampilkan halaman Informasi Volume per-TPS sesuai dengan data TPS yang didapatkan dari notifikasi
Pengguna menekan button ‘Lihat Semua Notifikasi’	Sistem menampilkan halaman ‘Daftar Notifikasi’ berisi maksimal seluruh notifikasi selama 3 hari kebelakang.

3.2.2.3 Persyaratan Fungsional yang Terkait

Terdapat beberapa persyaratan fungsional yang harus dipenuhi pada fitur notifikasi volume sampah, yaitu:

1. untuk dapat menampilkan notifikasi, sistem harus telah:
 - a. memiliki data TPS, perangkat, dan kontainer;
 - b. mendapatkan jarak antara sensor dan sampah;
 - c. menghitung ketinggian sampah;
 - d. menghitung volume sampah;
2. menampilkan pemberitahuan berupa memunculkan tanda merah pada *button* notifikasi;

3. [REQ-F-15] pesan notifikasi yang disediakan berupa *icon* notifikasi (berwarna sesuai level yang dicapai), suara, dan teks berisi data nama TPS serta level volume sampah yang dicapai;
4. [REQ-F-14] pesan notifikasi yang ditampilkan terbagi berdasarkan level-level volume sampah tertentu, dengan pembagian sebagai berikut:
 - a. ketika persentase volume sampah mencapai 65%-79% dari penuh, maka diberikan notifikasi berupa *icon* notifikasi warna kuning;
 - b. ketika persentase volume sampah mencapai 80%-89% dari penuh, maka diberikan notifikasi berupa *icon* notifikasi warna jingga;
 - c. ketika persentase volume sampah mencapai $\geq 90\%$ dari penuh, maka diberikan notifikasi berupa *icon* notifikasi warna merah;

3.2.3 Fitur Pengelolaan Data TPS

3.2.3.1 Tujuan Fitur

Fitur ini memberikan fasilitas bagi pengguna (baik *Admin* ataupun *Master*) untuk mengelola data TPS. Data TPS yang dimaksud telah dijelaskan pada subbab 3.1.1.4.

3.2.3.2 Rangkaian *Stimulus/Response*

Tabel 0.9 Stimulus/Response untuk pengelolaan data TPS

<i>Stimulus (User Action)</i>	<i>Response</i>
Pengguna menekan <i>button</i> ‘Kelola TPS’ pada menu	Sistem mengambil seluruh data TPS dari Database, dan menampilkan halaman Kelola Data TPS
Pengguna menekan <i>button</i> ‘Tambah TPS’ pada halaman Kelola Data TPS	Sistem menampilkan formulir isian untuk menambah TPS
Pengguna mengisi seluruh kolom pada formulir isian Tambah TPS, kemudian menekan <i>button</i> Simpan	Sistem menyimpan data, dan menampilkan halaman Kelola Data TPS
Pengguna mengisi sebagian kolom pada formulir isian Tambah TPS, kemudian menekan <i>button</i> Simpan	Sistem menampilkan pesan error pada bagian atas kolom yang tidak diisi oleh pengguna
Pengguna tidak mengisi seluruh kolom pada formulir isian Tambah TPS, kemudian menekan <i>button</i> Simpan	Sistem menampilkan pesan error pada bagian atas kolom yang tidak diisi oleh pengguna

<i>Stimulus (User Action)</i>	<i>Response</i>
Pengguna menekan button ‘Lihat Detail’ pada halaman Kelola Data TPS	Sistem mengambil seluruh data berdasarkan data yang dipilih, kemudian menampilkan halaman Detail Data
Pengguna menekan button ‘Kembali’ pada halaman Detail Data	Sistem menampilkan halaman Kelola Data TPS
Pengguna menekan button ‘Sunting’ pada salah satu data TPS di halaman Kelola Data TPS	Sistem menampilkan formulir isian untuk menyunting data TPS, berisi data TPS sesuai yang pengguna pilih.
Pengguna menyunting/mengubah data pada kolom formulir isian Sunting TPS, kemudian menekan <i>button Simpan</i>	Sistem menyimpan data, dan menampilkan halaman Kelola Data TPS
Pengguna tidak menyunting/mengubah data pada kolom formulir isian Sunting TPS, kemudian menekan <i>button Simpan</i>	Sistem menampilkan halaman Kelola Data TPS
Pengguna menekan button ‘Hapus’ pada salah satu data TPS di halaman Kelola Data TPS	Sistem menghapus data yang dipilih dari dari Database, dan menampilkan halaman Kelola Data TPS

3.2.3.3 Persyaratan Fungsional yang Terkait

Terdapat beberapa persyaratan fungsional pada Fitur Pengelolaan Data TPS, yaitu dapat mengelola data TPS, yaitu menambah, melihat detail data, menyunting dan menghapus data TPS [REQ-F-09].

3.2.4 Fitur Pengelolaan Data Perangkat (*Board-Sensor*)

3.2.4.1 Tujuan Fitur

Fitur ini memberikan fasilitas bagi pengguna (baik *Admin* ataupun *Master*) untuk mengelola data perangkat (*board-sensor*). Data perangkat (*board-sensor*) yang dimaksud telah dijelaskan pada subbab 3.1.1.3.

3.2.4.2 Rangkaian *Stimulus/Response*

Tabel 0.10 Stimulus/Response untuk pengelolaan data perangkat (*board-sensor*)

<i>Stimulus (User Action)</i>	<i>Response</i>
Pengguna menekan <i>button ‘Kelola Perangkat’</i>	Sistem mengambil seluruh data perangkat

(<i>Board-Sensor</i>)' pada menu	(<i>board-sensor</i>) dari Database, dan menampilkan halaman Kelola Data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>)
Pengguna menekan button ‘Tambah Perangkat’ pada halaman Kelola Data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>)	Sistem menampilkan formulir isian untuk menambah Perangkat (<i>Board-Sensor</i>)
Pengguna mengisi seluruh kolom pada formulir isian Tambah Perangkat, kemudian menekan button Simpan	Sistem menyimpan data, dan menampilkan halaman Kelola Data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>)
Pengguna mengisi sebagian kolom pada formulir isian Tambah Perangkat, kemudian menekan button Simpan	Sistem menampilkan pesan error pada bagian atas kolom yang tidak diisi oleh pengguna
Pengguna tidak mengisi seluruh kolom pada formulir isian Tambah Perangkat, kemudian menekan button Simpan	Sistem menampilkan pesan error pada bagian atas kolom yang tidak diisi oleh pengguna
Pengguna menekan button ‘Lihat Detail’ pada halaman Kelola Data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>)	Sistem mengambil seluruh data berdasarkan data yang dipilih, kemudian menampilkan halaman Detail Data
Pengguna menekan button ‘Kembali’ pada halaman Detail Data	Sistem menampilkan halaman Kelola Data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>)
Pengguna menekan button ‘Sunting’ pada salah satu data perangkat di halaman Kelola Data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>)	Sistem menampilkan formulir isian untuk menyunting data perangkat, berisi data perangkat sesuai yang pengguna pilih.
Pengguna menyunting/mengubah data pada kolom formulir isian Sunting Perangkat (<i>Board-Sensor</i>), kemudian menekan button Simpan	Sistem menyimpan data, dan menampilkan halaman Kelola Data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>)
Pengguna tidak menyunting/mengubah data pada kolom formulir isian Sunting Perangkat (<i>Board-Sensor</i>), kemudian menekan button Simpan	Sistem menampilkan halaman Kelola Data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>)
Pengguna menekan button ‘Hapus’ pada salah satu data perangkat di halaman Kelola Data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>)	Sistem menghapus data yang dipilih dari dari Database, dan menampilkan halaman Kelola Data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>)

3.2.4.3 Persyaratan Fungsional yang Terkait

Terdapat beberapa persyaratan fungsional pada Fitur Pengelolaan Data Perangkat (*Board-Sensor*), yaitu dapat mengelola data perangkat (*board-sensor*), yaitu menambah, melihat detail data, menyunting dan menghapus data perangkat (*board-sensor*) [REQ-F-11].

3.2.5 Fitur Pengelolaan Data Pengguna

3.2.5.1 Tujuan Fitur

Fitur ini memberikan fasilitas bagi pengguna (hanya *Master*) untuk mengelola data pengguna. Data pengguna yang dimaksud telah dijelaskan pada subbab 3.1.1.5.

3.2.5.2 Rangkaian *Stimulus/Response*

Tabel 0.11 Stimulus/Response untuk pengelolaan data pengguna

<i>Stimulus (User Action)</i>	<i>Response</i>
Pengguna menekan button ‘Kelola Pengguna’ pada menu	Sistem mengambil seluruh data pengguna dari Database, dan menampilkan halaman Kelola Data Pengguna
Pengguna menekan button ‘Tambah Pengguna’ pada halaman Kelola Data Pengguna	Sistem menampilkan formulir isian untuk menambah Pengguna
Pengguna mengisi seluruh kolom pada formulir isian Tambah Pengguna, kemudian menekan button Simpan	Sistem menyimpan data, dan menampilkan halaman Kelola Data Pengguna
Pengguna mengisi sebagian kolom pada formulir isian Tambah Pengguna, kemudian menekan button Simpan	Sistem menampilkan pesan error pada bagian atas kolom yang tidak diisi oleh pengguna
Pengguna tidak mengisi seluruh kolom pada formulir isian Tambah Perangkat, kemudian menekan button Simpan	Sistem menampilkan pesan error pada bagian atas kolom yang tidak diisi oleh pengguna
Pengguna menekan button ‘Lihat Detail’ pada halaman Kelola Data Pengguna	Sistem mengambil seluruh data berdasarkan data yang dipilih, kemudian menampilkan halaman Detail Data
Pengguna menekan button ‘Kembali’ pada halaman Detail Data	Sistem menampilkan halaman Kelola Data Pengguna
Pengguna menekan button ‘Sunting’ pada	Sistem menampilkan formulir isian untuk

<i>Stimulus (User Action)</i>	<i>Response</i>
salah satu data perangkat di halaman Kelola Data Pengguna	menyunting data perangkat, berisi data perangkat sesuai yang pengguna pilih.
Pengguna menyunting/mengubah data pada kolom formulir isian Sunting Pengguna, kemudian menekan button Simpan	Sistem menyimpan data, dan menampilkan halaman Kelola Data Pengguna
Pengguna tidak menyunting/mengubah data pada kolom formulir isian Sunting Pengguna, kemudian menekan button Simpan	Sistem menampilkan halaman Kelola Data Pengguna
Pengguna menekan button ‘Hapus’ pada salah satu data perangkat di halaman Kelola Data Pengguna	Sistem menghapus data yang dipilih dari dari Database, dan menampilkan halaman Kelola Data Pengguna

3.2.5.3 Persyaratan Fungsional yang Terkait

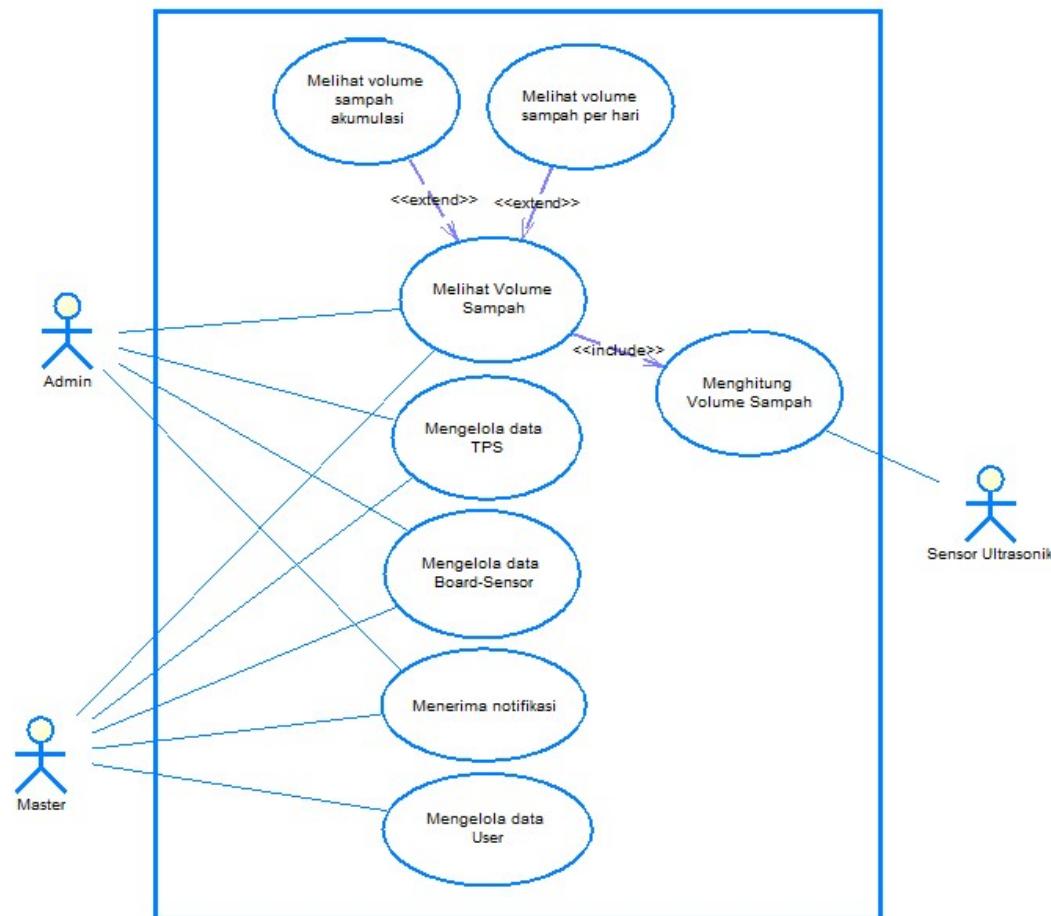
Terdapat beberapa persyaratan fungsional pada Fitur Pengelolaan Data Pengguna, yaitu dapat mengelola data pengguna, yaitu menambah, melihat detail data, menyunting dan menghapus data pengguna [REQ-F-10].

3.3 Persyaratan Fungsional

Pada subbab sebelumnya, dijelaskan mengenai fitur yang harus dimiliki aplikasi yang dibangun guna dapat mencapai tujuan yang telah didefinisikan pada subbab 1.1.

3.3.1 Interaksi Antara Aktor dengan Sistem

Pada sistem yang akan dibuat, interaksi antara aktor dengan proses-proses pada sistem digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4 Gambaran Interaksi antara aktor dengan proses-proses pada sistem

Gambar 4 menggambarkan bagaimana aktor (*Admin* dan *Master*) dan *supporting actor* (Sensor Ultrasonik HC-SR04) berinteraksi dengan aplikasi, serta menggambarkan fungsi-fungsi yang harus dimiliki oleh aplikasi. Berikut adalah Use Case Scenario dari Use Case Diagram tersebut:

3.3.1.1 UC-01 Menghitung Volume Sampah

Tabel 0.12 Use Case Scenario untuk menghitung volume sampah

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
<i>Use Case Name</i>	Menghitung Volume Sampah
<i>Scope</i>	Aplikasi <i>Monitoring</i> Volume Sampah
<i>Level</i>	User-goal
<i>Primary Actor</i>	Admin dan Master
<i>Stakeholders and Interests</i>	<p>Pihak PD Kebersihan Kota Bandung: menginginkan kecepatan saat proses penyimpanan, menginginkan kecepatan dalam load data, menginginkan kesesuaian data antara website dengan realnya (TPS)</p> <p>Pihak TPS: menginginkan kesesuaian data antara website dengan nyatanya (TPS)</p>
<i>Preconditions</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sensor dalam keadaan dapat digunakan, baik aktif maupun non-aktif 2. Aktor berhasil melakukan proses autentikasi (log in) 3. Sistem terhubung dengan Internet
<i>Success Guarantee</i>	Aktor dapat melihat data volume sampah di TPS tertentu sesuai dengan waktu yang dipilih
<i>Main Success Scenario</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sensor Ultrasonik memancarkan gelombang Ultrasonik 2. <i>Receiver</i> sensor menangkap gelombang pantul, dan mencatat selisih waktu antara gelombang dipancarkan dan diterima kembali (waktu (t) dalam satuan detik) 3. Sensor Ultrasonik mengirimkan data waktu (t) ke Sistem 4. Sistem menghitung jarak (s) antara Sensor Ultrasonik dengan objek sampah teratas berdasarkan data waktu (t) dan cepat rambat gelombang (340 m/s). 5. Sistem menghitung tinggi sampah saat ini (H) berdasarkan data jarak (s) dan tinggi letak sensor (H_f) dihitung dari dasar kontainer. 6. Sistem melakukan pengecekan terhadap tinggi sampah berdasarkan level bangun ruang kontainer

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
	<p>7. Sistem menghitung volume sampah saat ini (V) berdasarkan level tinggi sampah</p> <p>8. Sistem menghitung persentase volume sampah</p> <p>9. Sistem melakukan pengecekan terhadap persentase volume sampah saat ini berdasarkan level-level untuk notifikasi</p> <p>10. Sistem menyimpan data volume sampah saat ini, asal TPS, waktu sesuai volume sampah saat ini, notifikasi level volume sampah saat ini ke Database</p>
<i>Extensions</i>	<p>Jika Sensor Ultrasonik gagal menangkap gelombang pantul:</p> <p>3. <i>Receiver</i> sensor gagal menangkap gelombang pantul</p> <p>4. Sistem tidak mengambil dan menampilkan data terbaru</p> <p>Jika Sensor Ultrasonik gagal mengirimkan data waktu ke Sistem</p> <p>4. Sensor Ultrasonik gagal mengirimkan data waktu (t) ke Sistem</p> <p>5. Sistem tidak mengambil dan menampilkan data terbaru</p> <p>Jika Sistem gagal mencatat data volume sampah saat ini:</p> <p>11. Sistem gagal menyimpan data volume sampah saat ini, asal TPS, waktu sesuai volume sampah saat ini, notifikasi sampah saat ini ke Database</p> <p>12. Sistem tidak mengambil dan menampilkan data terbaru</p> <p>Jika Sensor Ultrasonik dalam keadaan tidak aktif:</p> <p>1. Sensor Ultrasonik dalam keadaan tidak aktif</p> <p>2. Sistem tidak mengambil dan menampilkan data terbaru</p> <p>Jika terjadi gangguan faktor eksternal (Misal : adanya petugas yang berada di bawah sensor) :</p> <p>1. Sensor Ultrasonik dalam diaktifkan selama terus-menerus</p> <p>2. Jika tidak ada perubahan data yang signifikan, sensor akan dinonaktifkan. Signifikansi perubahan data dihitung dari data 2 menit terakhir</p>

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
	3. Program akan menghitung rata-rata jarak dari 30 data terakhir yang dihasilkan.
	3. Program akan mengirimkan data hasil rata-rata jarak tersebut ke API
	4. Sensor dinonaktifkan, dan diaktifkan kembali 1 jam kemudian
<i>Special Requirements</i>	Waktu toleransi untuk proses load data atau load halaman website adalah 30 detik
<i>Technology and Data Variations List</i>	1. Sensor Ultrasonik merupakan device input yang disimpan pada kontainer sampah
	2. Arduino Uno R3 dan Gammu merupakan interface yang digunakan dalam pengiriman data pada sistem
<i>Frequency of Occurrence</i>	1. Setiap kali Aktor memilih menu 'Lihat Volume Sampah'
	2. Berjalan selama 24 jam
<i>Miscellaneous</i>	N/A

3.3.1.2 UC-02 Melihat Volume Sampah

Tabel 0.13 Use Case Scenario untuk melihat volume sampah

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
<i>Use Case Name</i>	Melihat Volume Sampah
<i>Scope</i>	Aplikasi <i>Monitoring</i> Volume Sampah
<i>Level</i>	User-goal
<i>Primary Actor</i>	Admin dan Master
<i>Stakeholders and Interests</i>	Pihak PD Kebersihan Kota Bandung: menginginkan kecepatan saat proses penyimpanan, menginginkan kecepatan dalam load data, menginginkan kesesuaian data antara website dengan realnya (TPS)
	Pihak TPS: menginginkan kesesuaian data antara website dengan nyatanya (TPS)
<i>Preconditions</i>	1. Aktor berhasil melakukan proses autentikasi (log in)

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
<i>Success Guarantee</i>	Aktor dapat melihat data volume sampah di TPS tertentu sesuai dengan waktu yang dipilih
<i>Main Success Scenario</i>	1. Aktor memilih menu 'Lihat Volume Sampah'
	2. Sistem menampilkan sub menu: 'per Hari' dan 'Akumulasi'
<i>Extensions</i>	N/A
<i>Special Requirements</i>	Waktu toleransi untuk proses load data atau load halaman website adalah 30 detik
<i>Technology and Data Variations List</i>	1. Sensor Ultrasonik merupakan device input yang disimpan pada kontainer sampah
	2. Arduino Uno R3 dan Gammu merupakan interface yang digunakan dalam pengiriman data pada sistem
<i>Frequency of Occurrence</i>	1. Setiap kali Aktor memilih menu 'Lihat Volume Sampah'
	2. Berjalan selama 24 jam
<i>Miscellaneous</i>	N/A

3.3.1.3 UC-03 Melihat Volume Sampah Per Hari

Tabel 0.14 Use Case Scenario untuk melihat volume sampah per hari

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
<i>Use Case Name</i>	Melihat Volume Sampah per Hari
<i>Scope</i>	Aplikasi <i>Monitoring</i> Volume Sampah
<i>Level</i>	User-goal
<i>Primary Actor</i>	Admin dan Master
<i>Stakeholders and Interests</i>	Pihak PD Kebersihan Kota Bandung: menginginkan kecepatan saat proses penyimpanan, menginginkan kecepatan dalam load data, menginginkan kesesuaian data antara website dengan nyatanya (TPS)
	Pihak TPS: menginginkan kesesuaian data antara website dengan nyatanya (TPS)

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
<i>Preconditions</i>	<p>1. Sensor dalam keadaan dapat digunakan, baik aktif maupun non-aktif</p> <p>2. Aktor berhasil melakukan proses autentikasi (log in)</p> <p>3. Sistem terhubung dengan Internet</p>
<i>Success Guarantee</i>	Aktor dapat melihat data volume sampah harian di TPS tertentu sesuai waktunya
<i>Main Success Scenario</i>	<p>1. Aktor memilih menu 'per hari'</p> <p>2. Sistem menampilkan halaman Volume Sampah per hari</p> <p>3. Aktor memilih nama TPS dan memilih tanggal volume yang ingin dilihat</p> <p>4. Aktor menekan button 'Lihat Data'</p> <p>5. Sistem mengambil data volume sampah dan waktu dari Database berdasarkan nama TPS dan tanggal yang dipilih Aktor</p> <p>6. Sistem menampilkan data volume sampah dan waktu yang didapatkan dalam bentuk Grafik Garis</p>
<i>Extensions</i>	<p>Jika pengguna tidak mengisi/memilih kolom data:</p> <p>3. Aktor tidak memilih nama TPS/tanggal volume yang ingin dilihat</p> <p>4. Aktor menekan button 'Lihat Data'</p> <p>5. Sistem menampilkan pesan error pada bagian atas kolom yang tidak diisi Aktor</p> <p>Jika Sistem gagal mengambil data dari Database:</p> <p>5. Sistem gagal mengambil data volume sampah, dan waktu dari Database berdasarkan nama TPS dan tanggal yang dipilih Aktor</p> <p>6. Sistem menampilkan pesan error pada halaman Volume Sampah Harian</p>
<i>Special Requirements</i>	Waktu toleransi untuk proses load data atau load halaman website adalah 30 detik

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
<i>Technology and Data Variations List</i>	1. Sensor Ultrasonik merupakan device input yang disimpan pada kontainer sampah
	2. Arduino Uno R3 dan Gammu merupakan interface yang digunakan dalam pengiriman data pada sistem
<i>Frequency of Occurrence</i>	1. Setiap kali Aktor memilih menu 'Lihat Volume Sampah'
	2. Berjalan selama 24 jam
<i>Miscellaneous</i>	N/A

3.3.1.4 UC-04 Melihat Volume Sampah Akumulasi

Tabel 0.15 Use Case Scenario untuk melihat volume sampah akumulasi

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
<i>Use Case Name</i>	Melihat Volume Sampah Akumulasi
<i>Scope</i>	Aplikasi <i>Monitoring</i> Volume Sampah
<i>Level</i>	User-goal
<i>Primary Actor</i>	Admin dan Master
<i>Stakeholders and Interests</i>	Pihak PD Kebersihan Kota Bandung: menginginkan kecepatan saat proses penyimpanan, menginginkan kecepatan dalam load data, menginginkan kesesuaian data antara website dengan nyatanya (TPS) Pihak TPS: menginginkan kesesuaian data antara website dengan nyatanya (TPS)
<i>Preconditions</i>	1. Sensor dalam keadaan dapat digunakan, baik aktif maupun non-aktif 2. Aktor berhasil melakukan proses autentikasi (log in) 3. Sistem terhubung dengan Internet
<i>Success Guarantee</i>	Aktor dapat melihat data volume sampah sesuai dengan TPS dan periode waktu yang dipilih
<i>Main Success Scenario</i>	1. Aktor memilih menu 'Akumulasi'

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
	<p>2. Sistem menampilkan halaman Volume Sampah Akumulasi</p> <p>3. Aktor memilih data nama-nama TPS yang dipilih (dapat memilih lebih dari 1) dan periode (berupa <i>date range</i>)</p> <p>4. Aktor menekan button 'Lihat Data'</p> <p>5. Sistem mengambil data volume sampah, dan waktu dari Database berdasarkan nama-nama TPS dan tanggal (periode) yang dipilih Aktor</p> <p>6. Sistem menghitung akumulasi volume sampah untuk setiap TPS yang ditentukan Aktor, berdasarkan tanggal (periode) yang ditentukan Aktor</p> <p>7. Sistem menampilkan data akumulasi volume sampah tersebut dalam bentuk tabel, diurutkan berdasarkan alfabet nama TPS (default)</p>
<i>Extensions</i>	<p>Jika Sistem gagal mengambil data dari Database:</p> <p>5. Sistem gagal mengambil data volume sampah, dan waktu dari Database berdasarkan nama-nama TPS dan tanggal (periode) yang dipilih Aktor</p> <p>6. Sistem menampilkan pesan error pada halaman Volume Sampah Akumulasi</p>
<i>Special Requirements</i>	Waktu toleransi untuk proses load data atau load halaman website adalah 30 detik
<i>Technology and Data Variations List</i>	<p>1. Sensor Ultrasonik merupakan device input yang disimpan pada kontainer sampah</p> <p>2. Arduino Uno R3 dan Gammu merupakan interface yang digunakan dalam pengiriman data pada sistem</p>
<i>Frequency of Occurrence</i>	<p>1. Setiap kali Aktor memilih menu 'Lihat Volume Sampah'</p> <p>2. Berjalan selama 24 jam</p>
<i>Miscellaneous</i>	N/A

3.3.1.5 UC-05 Mengelola Data TPS

Tabel 0.16 Use Case Scenario untuk mengelola data TPS

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
<i>Use Case Name</i>	Mengelola Data TPS
<i>Scope</i>	Aplikasi <i>Monitoring Volume Sampah</i>
<i>Level</i>	User-goal
<i>Primary Actor</i>	Admin dan Master
<i>Stakeholders and Interests</i>	Pihak PD.Kebersihan Kota Bandung: menginginkan kecepatan saat proses penyimpanan, menginginkan kecepatan dalam load data, data yang ditampilkan sesuai dengan yang diinputkan.
<i>Preconditions</i>	Aktor berhasil melakukan proses autentikasi (log in)
<i>Success Guarantee</i>	Aktor berhasil melakukan proses kelola (menambah, menyunting, menghapus) data TPS
<i>Main Success Scenario</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aktor memilih menu ‘Kelola TPS’ 2. Sistem mengambil seluruh data TPS dari database 3. Sistem menampilkan halaman Kelola Data TPS 4. Sistem menampilkan daftar data TPS dalam bentuk Tabel <p>A. Proses Menambah Data</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Aktor memilih menu ‘Tambah TPS’ 6. Sistem menampilkan formulir untuk menambah data TPS 7. Aktor mengisi formulir untuk menambah data TPS 8. Aktor menekan tombol ‘Simpan’ 9. Sistem mengirim dan menyimpan data input baru tersebut ke dalam Database 10. Sistem menampilkan halaman Kelola Data TPS dengan data yang telah diperbarui <p>B. Proses Menyunting Data</p>

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
	5. Aktor memilih menu ‘Sunting’ pada data TPS yang dipilih
	6. Sistem menampilkan formulir berisi data TPS yang telah dipilih untuk disunting
	7. Aktor menyunting data pada formulir
	8. Aktor menekan tombol ‘Simpan’
	9. Sistem mengirimkan dan menyimpan data setelah disunting tersebut ke Database
	10. Sistem menampilkan halaman Kelola Data TPS dengan data yang telah diperbarui
	C. Proses Menghapus Data
	5. Aktor memilih menu ‘Hapus’ pada data TPS yang dipilih
	6. Sistem menghapus data TPS yang telah dipilih dari Database
	7. Sistem menampilkan halaman Kelola Data TPS dengan data yang telah diperbarui
	D. Proses Melihat Detail Data
	5. Aktor memilih menu ‘Lihat Detail’ pada data TPS yang dipilih
	6. Sistem mengambil data TPS yang telah dipilih dari Database
	7. Sistem menampilkan halaman Detail Data TPS dengan data yang telah diperbarui
<i>Extensions</i>	Jika sistem gagal mengambil seluruh data TPS:
	3. Sistem gagal mengambil seluruh data TPS dari database
	4. Sistem menampilkan pesan error
	A. Proses Menambah Data
	Jika sistem gagal menyimpan data TPS baru ke Database:

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
	8. Aktor memilih menu 'Simpan'
	9. Sistem gagal menyimpan data TPS baru ke Database
	10. Sistem menampilkan pesan error
	B. Proses Menyunting Data
	Jika sistem gagal mengambil data TPS yang dipilih:
	5. Aktor memilih menu 'Sunting' pada data TPS yang dipilih
	6. Sistem gagal mengambil data TPS yang dipilih dari Database
	7. Sistem menampilkan pesan error
	Jika sistem gagal menyimpan data TPS baru ke Database:
	8. Aktor menekan tombol 'Simpan'
	9. Sistem gagal menyimpan data TPS yang telah disunting ke Database
	10. Sistem menampilkan pesan error
	C. Proses Menghapus Data
	Jika sistem gagal menghapus data TPS yang telah dipilih:
	5. Aktor memilih menu 'Hapus' pada data TPS yang dipilih
	6. Sistem gagal menghapus data TPS yang telah dipilih dari Database
	7. Sistem menampilkan pesan error
	D. Proses Melihat Detail Data
	Jika sistem gagal mengambil data TPS dari Database:
	5. Aktor memilih menu 'Lihat Detail' pada data TPS yang dipilih
	6. Sistem gagal mengambil data TPS yang telah dipilih dari Database

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
	7. Sistem menampilkan pesan error
<i>Special Requirements</i>	Waktu toleransi untuk proses load data atau load halaman website adalah 30 detik
<i>Technology and Data Variations List</i>	1. Input data dilakukan menggunakan keyboard 2. Data berupa karakter alphabet dan numbering
<i>Frequency of Occurrence</i>	Setiap kali Aktor memilih menu ‘Kelola TPS’
<i>Miscellaneous</i>	N/A

3.3.1.6 UC-06 Mengelola Data Perangkat (*Board-Sensor*)

Tabel 0.17 Use Case Scenario untuk mengelola data perangkat (*board-sensor*)

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
<i>Use Case Name</i>	Mengelola Data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>)
<i>Scope</i>	Aplikasi <i>Monitoring Volume Sampah</i>
<i>Level</i>	User-goal
<i>Primary Actor</i>	Admin dan Master
<i>Stakeholders and Interests</i>	Pihak PD.Kebersihan Kota Bandung: menginginkan kecepatan saat proses penyimpanan, menginginkan kecepatan dalam load data, data yang ditampilkan sesuai dengan yang diinputkan.
<i>Preconditions</i>	Aktor berhasil melakukan proses autentikasi (log in)
<i>Success Guarantee</i>	Aktor berhasil melakukan proses kelola (menambah, menyunting, menghapus) data Board-Sensor
<i>Main Success Scenario</i>	1. Aktor memilih menu ‘Kelola Board-Sensor’ 2. Sistem mengambil seluruh data Board-sensor dari database 3. Sistem menampilkan halaman Kelola Data Board-Sensor 4. Sistem menampilkan daftar data Board-Sensor dalam bentuk tabel

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
	A. Proses Menambah Data
	5. Aktor memilih menu ‘Tambah Board-Sensor’
	6. Sistem menampilkan formulir untuk menambah data Board
	7. Aktor mengisi formulir untuk menambah data Board-Sensor
	8. Aktor menekan tombol ‘Simpan’
	9. Sistem mengirim dan menyimpan data input baru tersebut ke Database
	10. Sistem menampilkan halaman Kelola Data Board-Sensor dengan data yang telah diperbarui
	B. Proses Menyunting Data
	5. Aktor memilih menu ‘Sunting’ pada data Board-Sensor yang dipilih
	6. Sistem menampilkan formulir berisi data Board-Sensor yang telah dipilih untuk disunting
	7. Aktor menyunting data pada formulir
	8. Aktor menekan tombol ‘Simpan’
	9. Sistem mengirimkan dan menyimpan data setelah disunting tersebut ke Database
	10. Sistem menampilkan halaman Kelola Data Board-Sensor dengan data yang telah diperbarui
	C. Proses Menghapus Data
	5. Aktor memilih menu ‘Hapus’ pada data Board-Sensor yang dipilih
	6. Sistem menghapus data Board-Sensor yang telah dipilih dari Database
	7. Sistem menampilkan halaman Kelola Data Board-Sensor dengan data yang telah diperbarui

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
	<p>D. Proses Melihat Detail Data</p> <p>5. Aktor memilih menu ‘Lihat Detail’ pada data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>) yang dipilih</p> <p>6. Sistem mengambil data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>) yang telah dipilih dari Database</p> <p>7. Sistem menampilkan halaman Detail Data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>) dengan data yang telah diperbarui</p>
<i>Extensions</i>	<p>Jika sistem gagal mengambil seluruh data Board-Sensor:</p> <p>3. Sistem gagal mengambil seluruh data Board-Sensor dari database</p> <p>4. Sistem menampilkan pesan error</p> <p>A. Proses Menambah Data</p> <p>Jika sistem gagal menyimpan data Board-Sensor baru ke Database:</p> <p>8. Aktor menekan tombol 'Simpan'</p> <p>9. Sistem gagal menyimpan data Board-Sensor baru ke Database</p> <p>10. Sistem menampilkan pesan error</p> <p>B. Proses Menyunting Data</p> <p>Jika sistem gagal mengambil data Board-Sensor yang dipilih:</p> <p>5. Aktor memilih menu ‘Sunting’ pada data Board-Sensor yang dipilih</p> <p>6. Sistem gagal mengambil data Board-Sensor yang dipilih dari Database</p> <p>7. Sistem menampilkan pesan error</p> <p>Jika sistem gagal menyimpan data Board-Sensor baru ke Database:</p> <p>8. Aktor menekan tombol 'Simpan'</p>

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
	9. Sistem gagal menyimpan data Board-Sensor yang telah disunting ke Database
	10. Sistem menampilkan pesan error
	C. Proses Menghapus Data
	Jika sistem gagal menghapus data Board-Sensor yang telah dipilih:
	5. Aktor memilih menu ‘Hapus’ pada data Board-Sensor yang dipilih
	6. Sistem gagal menghapus data Board-Sensor yang telah dipilih dari Database
	7. Sistem menampilkan pesan error
	D. Proses Melihat Detail Data
	Jika sistem gagal mengambil data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>) dari Database:
	5. Aktor memilih menu ‘Lihat Detail’ pada data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>) yang dipilih
	6. Sistem gagal mengambil data Perangkat (<i>Board-Sensor</i>) yang telah dipilih dari Database
	7. Sistem menampilkan pesan error
<i>Special Requirements</i>	Waktu toleransi untuk proses load data atau load halaman website adalah 30 detik
<i>Technology and Data Variations List</i>	1. Input data dilakukan menggunakan keyboard 2. Data berupa karakter alphabet dan numbering
<i>Frequency of Occurrence</i>	Setiap kali Aktor memilih menu ‘Kelola Board’
<i>Miscellaneous</i>	N/A

3.3.1.7 UC-07 Menerima Notifikasi

Tabel 0.18 Use Case Scenario untuk menerima notifikasi

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
<i>Use Case Name</i>	Menerima notifikasi
<i>Scope</i>	Aplikasi <i>Monitoring Volume Sampah</i>
<i>Level</i>	User-goal
<i>Primary Actor</i>	Admin dan Master
<i>Stakeholders and Interests</i>	Pihak PD.Kebersihan Kota Bandung: menginginkan kecepatan dalam load data, kesesuaian antara data volume sampah saat ini dengan notifikasi yang diberikan
<i>Preconditions</i>	Aktor berhasil melakukan proses autentikasi (log in)
<i>Success Guarantee</i>	Sistem dapat memberikan notifikasi volume sampah sesuai level yang telah tercapai kepada aktor
<i>Main Success Scenario</i>	<p>A. Melihat satu notifikasi pada Notification List</p> <p>1. Aktor memilih menu 'Notification List'</p> <p>2. Sistem mengambil data seluruh notifikasi dari Database</p> <p>3. Sistem menampilkan notification list berupa dropdown list, notifikasi yang ditampilkan jumlah 4 notifikasi berupa pesan singkat, baik yang telah dibaca maupun belum dibaca Aktor</p> <p>4. Aktor memilih satu notifikasi pada notification list</p> <p>5. Sistem menampilkan halaman Informasi Volume per-TPS sesuai dengan data TPS yang didapatkan dari notifikasi</p> <p>B. Melihat seluruh data notifikasi pada Notifikasi List</p> <p>1. Aktor memilih menu 'Lihat Seluruh Notifikasi'</p> <p>2. Sistem mengambil data seluruh notifikasi dari Database</p> <p>3. Sistem menampilkan halaman Notification List berisi seluruh notifikasi dalam rentang waktu 3 hari kebelakang hingga hari ini</p>
<i>Extensions</i>	A. Melihat satu notifikasi pada Notification List

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
	<p>Jika sistem gagal mengambil data seluruh notifikasi pada notification list:</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Sistem gagal mengambil data seluruh notifikasi dari Database 3. Sistem menampilkan pesan error pada notification list <p>B. Melihat seluruh data notifikasi pada Notifikasi List</p> <p>Jika sistem gagal mengambil seluruh data notifikasi pada notification list:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aktor memilih menu 'Lihat Seluruh Notifikasi' 2. Sistem gagal mengambil data seluruh notifikasi dari Database 3. Sistem menampilkan pesan error pada halaman notification list <p>Jika tidak terdapat data notifikasi :</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Aktor memilih menu 'Lihat Seluruh Notifikasi' 4. Sistem menampilkan halaman Notification List dengan keterangan/pesan 'Tidak Ada Notifikasi' pada halaman
<i>Special Requirements</i>	Waktu toleransi untuk proses load data atau load halaman website adalah 30 detik
<i>Technology and Data Variations List</i>	Data berupa pesan berisi nama TPS, capaian volume sampah saat ini (level), serta tanggal dan waktu saat level tercapai; yang ditampilkan berupa list dengan urutan data terbaru ke data terlama
<i>Frequency of Occurrence</i>	Setiap kali terdapat terdapat volume sampah mencapai level tertentu.
<i>Miscellaneous</i>	N/A

3.3.1.8 UC-08 Mengelola Data Pengguna

Tabel 0.19 Use Case Scenario untuk mengelola data pengguna

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
<i>Use Case Name</i>	Mengelola Data Pengguna
<i>Scope</i>	Aplikasi <i>Monitoring Volume Sampah</i>
<i>Level</i>	User-goal
<i>Primary Actor</i>	Master
<i>Stakeholders and Interests</i>	Pihak PD.Kebersihan Kota Bandung: menginginkan kecepatan saat proses penyimpanan, menginginkan kecepatan dalam load data, data yang ditampilkan sesuai dengan yang diinputkan.
<i>Preconditions</i>	Aktor berhasil melakukan proses autentikasi (log in)
<i>Success Guarantee</i>	Actor berhasil melakukan proses kelola (menambah, menyunting, menghapus) data Pengguna
<i>Main Success Scenario</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aktor memilih menu ‘Kelola Data Pengguna’ 2. Sistem mengambil seluruh data Pengguna dari database 3. Sistem menampilkan halaman Kelola Data Pengguna 4. Sistem menampilkan daftar data Pengguna dalam bentuk tabel <p>A. Proses Menambah Data</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Aktor memilih menu ‘Tambah Pengguna’ 6. Sistem menampilkan formulir untuk menambah data Pengguna 7. Aktor mengisi formulir untuk menambah data Pengguna 8. Aktor menekan tombol ‘Simpan’ 9. Sistem mengirim dan menyimpan data input baru tersebut ke Database 10. Sistem menampilkan halaman Kelola Data Board-Sensor dengan data yang telah diperbarui

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
	B. Proses Menyunting Data
	5. Aktor memilih menu ‘Sunting’ pada data Pengguna yang dipilih
	6. Sistem menampilkan formulir berisi data Pengguna yang telah dipilih untuk disunting
	7. Aktor menyunting data pada formulir
	8. Aktor menekan tombol ‘Simpan’
	9. Sistem mengirimkan dan menyimpan data setelah disunting tersebut ke Database
	10. Sistem menampilkan halaman Kelola Data Pengguna dengan data yang telah diperbarui
	C. Proses Menghapus Data
	5. Aktor memilih menu ‘Hapus’ pada data Pengguna yang dipilih
	6. Sistem menghapus data Pengguna yang telah dipilih dari Database
	7. Sistem menampilkan halaman Kelola Data Pengguna dengan data yang telah diperbarui
	D. Proses Melihat Detail Data
	5. Aktor memilih menu ‘Lihat Detail’ pada data Pengguna yang dipilih
	6. Sistem mengambil data Pengguna yang telah dipilih dari Database
	7. Sistem menampilkan halaman Detail Data Pengguna dengan data yang telah diperbarui
<i>Extensions</i>	Jika sistem gagal mengambil seluruh data Pengguna:
	3. Sistem gagal mengambil seluruh data Pengguna dari database
	4. Sistem menampilkan pesan error

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
	A. Proses Menambah Data
	Jika sistem gagal menyimpan data Pengguna baru ke Database:
	8. Aktor menekan tombol 'Simpan'
	9. Sistem gagal menyimpan data Pengguna baru ke Database
	10. Sistem menampilkan pesan error
	B. Proses Menyunting Data
	Jika sistem gagal mengambil data Pengguna yang dipilih:
	5. Aktor memilih menu 'Sunting' pada data Pengguna yang dipilih
	6. Sistem gagal mengambil data Pengguna yang dipilih dari Database
	7. Sistem menampilkan pesan error
	Jika sistem gagal menyimpan data Pengguna baru ke Database:
	8. Aktor menekan tombol 'Simpan'
	9. Sistem gagal menyimpan data Pengguna yang telah disunting ke Database
	10. Sistem menampilkan pesan error
	C. Proses Menghapus Data
	Jika sistem gagal menghapus data Pengguna yang telah dipilih:
	5. Aktor memilih menu 'Hapus' pada data Pengguna yang dipilih
	6. Sistem gagal menghapus data Pengguna yang telah dipilih dari Database
	7. Sistem menampilkan pesan error
	D. Proses Melihat Detail Data
	Jika sistem gagal mengambil data Pengguna dari Database:

<i>Use Case Section</i>	<i>Comment</i>
	5. Aktor memilih menu ‘Lihat Detail’ pada data Pengguna yang dipilih
	6. Sistem gagal mengambil data Pengguna yang telah dipilih dari Database
	7. Sistem menampilkan pesan error
<i>Special Requirements</i>	Waktu toleransi untuk proses load data atau load halaman website adalah 30 detik
<i>Technology and Data Variations List</i>	1. Input data dilakukan menggunakan keyboard
	2. Data berupa karakter alphabet dan numbering
<i>Frequency of Occurrence</i>	Setiap kali Aktor memilih menu ‘Kelola Board’
<i>Miscellaneous</i>	N/A

3.3.2 Persyaratan Fungsional Aplikasi

Dari penjelasan subbab 3.3.1 dan subbab 3.2, persyaratan fungsional pada aplikasi yang dibangun ditunjukkan oleh Tabel 0.20. Dalam persyaratan fungsional aplikasi ini yang akan diuji pada proses pengujian difokuskan atau ditekankan pada fungsi utama yang disyaratkan.

Tabel 0.20 Persyaratan fungsional untuk aplikasi yang dibangun

Req. ID	Persyaratan Fungsional
REQ-F-01	Pengambilan data jarak antara sampah dengan perangkat dilakukan dengan menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan Mikrokontroler
REQ-F-02	Sensor harus dalam kondisi aktif (mengambil data) dalam selang waktu satu jam sekali. Saat dalam kondisi aktif, arduino mengambil data selisih waktu pantul gelombang untuk mengetahui jarak antara sensor dengan sampah.
REQ-F-03	Setelah mengambil data selisih waktu, sensor harus mengirimkan data tersebut ke board arduino untuk diubah menjadi jarak antara sensor dengan sampah
REQ-F-04	Jika terdapat gangguan dari faktor eksternal, maka program harus dapat

Req. ID	Persyaratan Fungsional
	<p>mengatasi dengan cara :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. mengaktifkan sensor ultrasonik selama terus menerus; b. jika tidak ada perubahan data yang signifikan, sensor akan dinonaktifkan. Signifikansi perubahan data dihitung dari data dua menit terakhir; c. program akan menghitung rata-rata jarak dari pengambilan data selama 2 menit terakhir yang dihasilkan. d. program akan mengirimkan data hasil rata-rata jarak tersebut ke SMS Center e. Sensor dinonaktifkan, dan diaktifkan kembali 1 jam kemudian
REQ-F-05	Sensor harus diletakkan dengan sudut tegak lurus dengan sampah, dengan diberi ruang sejauh 1 meter dari tinggi toleransi maksimum sampah melewati kontainer, yaitu 1 meter diatas kontainer.
REQ-F-06	Pengguna harus melakukan proses autentikasi (<i>login</i>) untuk dapat mengakses Aplikasi
REQ-F-07	Pengguna dapat lebih dari satu orang, namun satu orang hanya memiliki satu akun
REQ-F-08	Aplikasi menyediakan fitur untuk menghitung volume sampah di kontainer TPS
REQ-F-09	Aplikasi menyediakan fitur untuk mengelola data TPS, yaitu menambah, melihat detail data, menyunting, dan menghapus data TPS.
REQ-F-10	Aplikasi menyediakan fitur untuk mengelola data Pengguna, yaitu menambah, melihat detail data, menyunting, dan menghapus data pengguna. Fitur ini hanya dapat diakses oleh pengguna dengan akses sebagai <i>Master</i>
REQ-F-11	Aplikasi menyediakan fitur untuk mengelola data perangkat (<i>board-sensor</i>), yaitu menambah, melihat detail data, menyunting, dan menghapus data perangkat (<i>board-sensor</i>).
REQ-F-12	Aplikasi menyediakan informasi volume sampah per hari dan akumulasi volume sampah berdasarkan TPS dan periode yang dipilih.
REQ-F-13	Aplikasi menyediakan fitur notifikasi untuk menginformasikan pengguna jika terdapat TPS yang sampahnya mencapai level-level tertentu.
REQ-F-14	<p>Notifikasi akan muncul dalam bentuk tanda icon berwarna dan terletak pada daftar notifikasi yang muncul dalam tiga jenis kondisi:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ketika persentase volume sampah mencapai 65%-79% dari penuh, maka diberikan notifikasi berupa warna kuning 2. Ketika persentase volume sampah mencapai 80%-89% dari penuh, maka diberikan notifikasi berupa warna jingga

Req. ID	Persyaratan Fungsional
	3. Ketika persentase volume sampah mencapai $\geq 90\%$ dari penuh, maka diberikan notifikasi berupa warna merah
REQ-F-15	Notifikasi yang disediakan berupa icon berwarna (sesuai level), suara dan teks notifikasi.
REQ-F-16	Jika gelombang pantul tidak diterima oleh <i>receiver</i> dan program memberikan status ‘ <i>out of range</i> ’, maka program akan mengambil data yang sebelumnya terdeteksi dan menganggap tidak ada perubahan ketinggian sampah.

3.4 Persyaratan Performa

Dalam persyaratan performa ini yang akan diuji pada proses pengujian difokuskan pada kecepatan akses/menampilkan data juga volume data yang dapat diterima oleh *database*. Berikut adalah *performance requirements* untuk aplikasi yang dibangun:

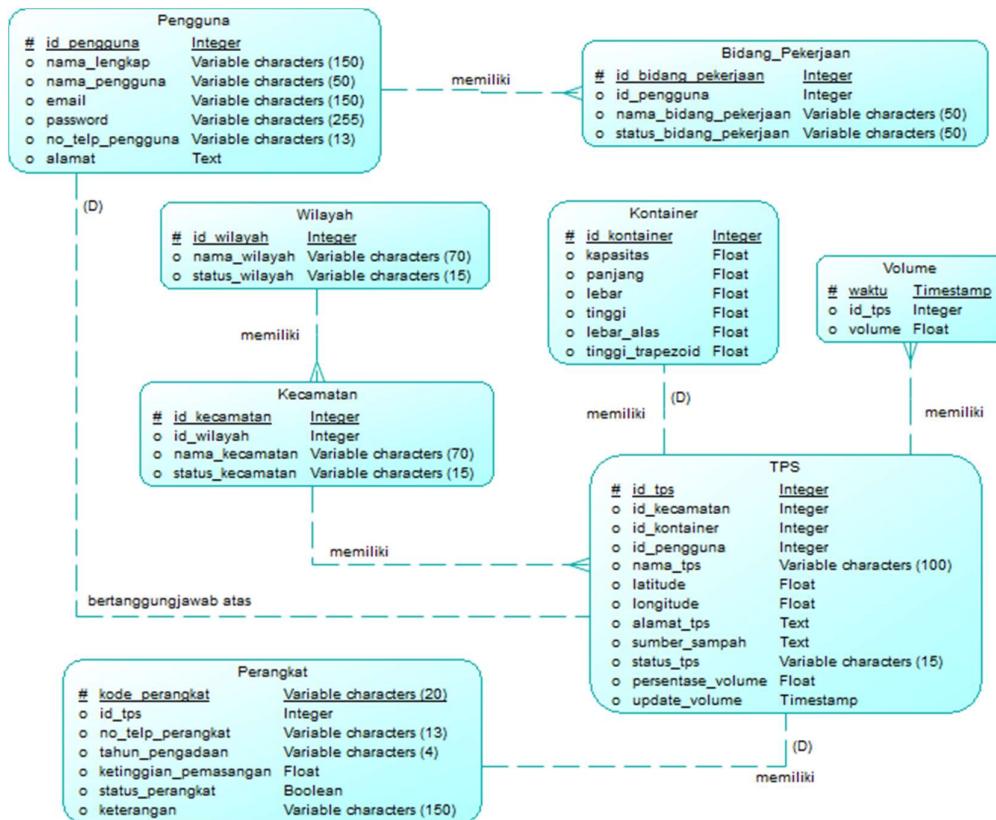
Tabel 0.21 Persyaratan performa untuk aplikasi yang dibangun

Req. ID	Persyaratan Performa
REQ-PR-01	Waktu yang diizinkan untuk menampilkan data pada aplikasi <i>website</i> tidak lebih dari 30 detik

Pemilihan 30 detik di dasari oleh waktu *Request Timeout* secara *default* yang ada pada PHP serta server yang akan digunakan (Heroku), dalam banyak kasus reponse pada sebuah web rata-rata tidak boleh melebihi dari 30 detik [1] [2].

3.5 Persyaratan Logical Database

Berikut adalah penggambaran persyaratan *logical database* Aplikasi *Monitoring Volume Sampah* yang digambarkan menggunakan *logical data model Entity Relationship Diagram* :



Gambar 5 Logical data model ERD

3.6 Batasan Desain

N/A

3.7 Atribut Sistem Perangkat Lunak

Pada bagian ini menjelaskan atribut perangkat lunak yang menjaminkan kualitas produk berdasarkan standar ISO 25010. Berdasarkan standar ISO 25010, terdapat delapan karakteristik kualitas produk [3], yaitu:

1. kesesuaian fungsional (*functional suitability*);
2. efisiensi kinerja (*performance efficiency*);
3. kompatibilitas (*compatibility*);
4. kegunaan (*usability*);
5. keandalan (*reliability*);
6. keamanan (*security*);
7. pemeliharaan (*maintainability*);

8. portabilitas (*portability*).

Namun, dari delapan karakteristik tersebut, terdapat tiga karakteristik yang dapat dijamin pada sistem yang dibangun yaitu kesesuaian fungsional, efisiensi kinerja, kegunaan, dan keamanan.

3.7.1 Kesesuaian Fungsional

Kesesuaian fungsional yang dimaksud merupakan sub-karakteristik dalam segi *functional correctness*, yaitu produk atau sistem memberikan hasil yang benar dengan tingkat presisi yang diperlukan [3]. Aplikasi *Monitoring Volume Sampah* menyediakan fitur untuk menghitung volume sampah di kontainer TPS [REQ-F-08]. Untuk menghitung volume sampah tersebut diperlukan pengambilan data jarak oleh sensor ultrasonik dan mikrokontroler dengan toleransi error/galat akurasi $\pm 20\%$ (± 5 cm). Hal ini dilihat dari hasil uji coba pengukuran menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04, dan dapat dihitung bahwa jika terdapat error jarak yang diambil sejauh kurang lebih 5 cm, maka error persentase volume sampahnya akan mencapai kurang lebih 1.6% - 3.2% (kurang lebih 0.4 - 0.81 m³).

3.7.2 Efisiensi Kinerja

Efisiensi Kinerja yang dimaksud merupakan sub-karakteristik dalam segi waktu proses (*time behaviour*), yaitu tingkat dimana respon dan waktu proses dan tingkat keluaran suatu produk atau sistem, ketika menjalankan fungsinya, memenuhi persyaratan [3]. Berikut merupakan kriteria efisiensi kinerja aplikasi yang dibangun:

1. Kinerja proses Kelola Data TPS yang diizinkan untuk menampilkan data aplikasi website tidak lebih dari 30 detik;
2. Kinerja proses Kelola Data Perangkat yang diizinkan untuk menampilkan data aplikasi website tidak lebih dari 30 detik;
3. Kinerja proses Kelola Data Pengguna yang diizinkan untuk menampilkan data aplikasi website tidak lebih dari 30 detik;
4. Kinerja proses data Volume Sampah per Hari yang diizinkan untuk menampilkan data aplikasi website tidak lebih dari 30 detik;
5. Kinerja proses data Volume Sampah Akumulasi yang diizinkan untuk menampilkan data aplikasi website tidak lebih dari 30 detik.

3.7.3 Kegunaan

Kegunaan yang dimaksud merupakan sub-karakteristik dalam segi perlindungan kesalahan pengguna (*user error protection*) yaitu sistem harus dapat melindungi pengguna dari membuat kesalahan [3]. Pengisian *form* oleh pengguna (pegawai PD Kebersihan Kota Bandung) pada aplikasi *website* yang dibangun, harus dapat meminimalisir kesalahan input dengan cara membuat validasi untuk *form* sesuai dengan persyaratan data yang telah dijelaskan pada subbab 3.1.1

BAB IV

REQUIREMENT TRACEABILITY

Bab ini berisi daftar dan identifikasinya yang disertai cara verifikasinya. *Requirement Traceability* berfungsi untuk mengetahui apakah persyaratan sistem yang ada telah terimplementasi.

Cara verifikasi yang dapat dilakukan adalah:

- Inspeksi : Mengamati produk yang dihasilkan dengan standard atau spesifikasi yang ada
- Analisis : Pengukuran hasil matematis (kualitatif dan kuantitatif) terhadap hasil penerapan produk yang dilakukan
- Demonstrasi : Mengamati perilaku produk akhir, yaitu melihat kesesuaian antara masukan dengan keluaran

Tabel 0.1 Requirement Traceability

Req. ID	Persyaratan Fungsional	Verifikasi		
		Inspeksi	Analisis	Demonstrasi
REQ-F-01	Pengambilan data jarak antara sampah dengan perangkat dilakukan dengan menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan Mikrokontroler	✓		
REQ-F-02	Sensor harus dalam kondisi aktif (mengambil data) dalam selang waktu satu jam sekali. Saat dalam kondisi aktif, arduino mengambil data selisih waktu pantul gelombang untuk mengetahui jarak antara sensor dengan sampah.			✓
REQ-F-03	Setelah mengambil data selisih waktu, sensor harus mengirimkan data tersebut ke board arduino untuk diubah menjadi jarak antara sensor dengan sampah			✓
REQ-F-04	Jika terdapat gangguan dari faktor eksternal, maka program harus dapat mengatasinya			✓

Req. ID	Persyaratan Fungsional	Verifikasi		
		Inspeksi	Analisis	Demonstrasi
	<p>dengan cara :</p> <ul style="list-style-type: none"> f. mengaktifkan sensor ultrasonik selama terus menerus; g. jika tidak ada perubahan data yang signifikan, sensor akan dinonaktifkan. Signifikansi perubahan data dihitung dari data dua menit terakhir; h. program akan menghitung rata-rata jarak dari pengambilan data selama 2 menit terakhir yang dihasilkan. i. program akan mengirimkan data hasil rata-rata jarak tersebut ke SMS Center j. Sensor dinonaktifkan, dan diaktifkan kembali 1 jam kemudian 			
REQ-F-05	Sensor harus diletakkan dengan sudut tegak lurus dengan sampah, dengan diberi ruang sejauh 1 meter dari tinggi toleransi maksimum sampah melewati kontainer, yaitu 1 meter diatas kontainer.	✓		
REQ-F-06	Pengguna harus melakukan proses autentikasi (<i>login</i>) untuk dapat mengakses Aplikasi			✓
REQ-F-07	Pengguna dapat lebih dari satu orang, namun satu orang hanya memiliki satu akun			✓
REQ-F-08	Aplikasi menyediakan fitur untuk menghitung volume sampah di kontainer TPS		✓	✓
REQ-F-09	Aplikasi menyediakan fitur untuk mengelola data TPS, yaitu menambah, melihat detail data, menyunting, dan menghapus data TPS.			✓
REQ-F-10	Aplikasi menyediakan fitur untuk mengelola data Pengguna, yaitu menambah, melihat detail data, menyunting, dan menghapus data pengguna. Fitur ini hanya dapat diakses oleh pengguna dengan akses sebagai <i>Master</i>			✓
REQ-F-11	Aplikasi menyediakan fitur untuk mengelola data perangkat (<i>board-sensor</i>), yaitu menambah, melihat detail data, menyunting, dan menghapus data perangkat (<i>board-sensor</i>).			✓

Req. ID	Persyaratan Fungsional	Verifikasi		
		Inspeksi	Analisis	Demonstrasi
REQ-F-12	Aplikasi menyediakan informasi volume sampah per hari dan akumulasi volume sampah berdasarkan TPS dan periode yang dipilih.			✓
REQ-F-13	Aplikasi menyediakan fitur notifikasi untuk menginformasikan pengguna jika terdapat TPS yang sampohnya mencapai level-level tertentu.			✓
REQ-F-14	Notifikasi akan muncul dalam bentuk tanda icon berwarna dan terletak pada daftar notifikasi yang muncul dalam tiga jenis kondisi: 4. Ketika persentase volume sampah mencapai 65%-79% dari penuh, maka diberikan notifikasi berupa warna kuning 5. Ketika persentase volume sampah mencapai 80%-89% dari penuh, maka diberikan notifikasi berupa warna jingga 6. Ketika persentase volume sampah mencapai $\geq 90\%$ dari penuh, maka diberikan notifikasi berupa warna merah			✓
REQ-F-15	Notifikasi yang disediakan berupa icon berwarna (sesuai level), suara dan teks notifikasi.			✓
REQ-F-16	Jika gelombang pantul tidak diterima oleh <i>receiver</i> dan program memberikan status ' <i>out of range</i> ', maka program akan mengambil data yang sebelumnya terdeteksi dan menganggap tidak ada perubahan ketinggian sampah.			✓

Lampiran D
(Dokumen *Test Plan*)

Test Plan Version 1.2

KOTA 210

Test Plan Document

APLIKASI *MONITORING VOLUME SAMPAH PADA TPS* MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 DI KOTA BANDUNG

Muhajir Shiddiq Al Faruqi - 151511048

Nita Amelia Wijaya - 151511055

Novia Sukmasari Putri - 151511056

REVISION HISTORY

Version	Date	Description	Author
1.0	29 Juni 2018	Membuat dokumen test plan	KoTA210
1.1	4 Juli 2018	Merevisi konten dokumen yang berkaitan dengan <i>IoT Testing</i> , menambah konten <i>Test Items</i>	KoTA210
1.2	30 Juli 2018	Merevisi konten dokumen yaitu pada subbab <i>Feature to be Tested</i> , <i>Test Deliverables</i> dan <i>Testing Tasks</i>	KoTA210

DAFTAR ISI

<i>REVISION HISTORY</i>	D-3
DAFTAR ISI	D-4
1. <i>Introduction</i>	D-5
2. <i>Test Items</i>	D-6
3. <i>Feature to be Tested</i>	D-8
4. <i>Feature not to be Tested.....</i>	D-8
5. <i>Approach</i>	D-8
6. <i>Items pass/fail criteria</i>	D-9
7. <i>Suspension criteria and resumption requirements</i>	D-9
8. <i>Test deliverables</i>	D-9
9. <i>Testing tasks</i>	D-10
10. <i>Environmental needs</i>	D-10
11. <i>Responsibilities</i>	D-11
12. <i>Staffing and training needs.....</i>	D-11
13. <i>Schedule.....</i>	D-11
14. <i>Risks and contingencies.....</i>	D-12
15. <i>Approvals</i>	D-12

1. Introduction

Dokumen ini adalah dokumen rencana untuk pengujian untuk Aplikasi *Monitoring Volume Sampah* pada TPS Kota Bandung menggunakan Sensor HC-SR04. Aplikasi *Monitoring Volume Sampah* merupakan aplikasi yang menggunakan konsep *Internet of Things*. Sehingga aplikasi tersebut memiliki empat komponen umum, yaitu:

1. Sensor;
2. Aplikasi;
3. Jaringan;
4. Backend (Data Center);

Oleh karena itu, pengujian yang dilakukan untuk Aplikasi Monitoring Volume Sampah menggunakan tipe pengujian *IoT Testing*, dimana terdapat beberapa tipe pengujian. Berikut Tabel 1.1 menunjukkan berbagai tipe pengujian untuk komponen IoT:

Tabel 1.1 Tipe-tipe Pengujian untuk Komponen IoT

Jenis Pengujian Elemen IoT	Sensor	Aplikasi	Jaringan	<i>Backend (Data Center)</i>
Functional Testing	Ya	Ya	Tidak	Tidak
Usability Testing	Ya	Ya	Tidak	Tidak
Security Testing	Ya	Ya	Ya	Ya
Performance Testing	Tidak	Ya	Ya	Ya
Compatibility Testing	Ya	Ya	Tidak	Tidak
Services Testing	Tidak	Ya	Ya	Ya
Operational Testing	Ya	Ya	Tidak	Tidak

Dalam pengujian ini, hanya dilakukan pengujian dengan jenis *functional testing* dan *performance testing*. Dalam Tugas Akhir ini, pengujian ini dibatasi untuk

menguji hanya tiga komponen umum, yaitu sensor, aplikasi dan *backend (data center)*.

Rencana ini hanya berlaku untuk semua item yang berhubungan dengan proses pada aplikasi. Fokus pada uji coba ini adalah memastikan proses modul pada aplikasi yang dibuat sesuai dengan rancangan aplikasi yang telah ditetapkan sebelumnya. Rencana waktu yang digunakan untuk melakukan uji coba sangat singkat, yaitu satu minggu.

Pada uji coba ini, dokumen-dokumen yang digunakan untuk membantu pembuatan dokumen ini adalah:

1. Dokumen Laporan Tugas Akhir V1.1.0 KoTA 210
2. Dokumen *System Requirement Specification* (Lampiran C)

2. *Test Items*

Item yang akan diuji adalah Aplikasi *Monitoring Volume Sampah* versi 1, dimana item yang akan diuji adalah sebagai berikut:

1. fungsi untuk mengukur ketinggian sampah;

Aplikasi dapat mengukur tinggi sampah yang ada pada suatu kontainer menggunakan Sensor Ultrasonik. Pengujian akan melihat hasil pengukuran tinggi menggunakan sensor, dengan menggunakan alat ukur penggaris (untuk pengujian ini);

2. fungsi untuk menghitung volume timbunan sampah;

Aplikasi dapat menghitung volume sampah yang ada pada suatu kontainer. Volume sampah dihitung berdasarkan ukuran kontainer yang digunakan dan jarak sampah dengan sensor. Pengujian akan melihat perhitungan volume sampah yang dihasilkan apakah sesuai dengan perhitungan volume berdasarkan manual;

3. fungsi untuk menampilkan data volume sampah

Aplikasi dapat menampilkan data-data volume sampah yang telah diolah menjadi informasi-informasi sebagai berikut:

- a. volume sampah per hari, dimana pengujian akan mengecek apakah data yang ditampilkan merepresentasikan kondisi nyatanya;
 - b. volume sampah akumulasi, dimana pengujian akan mengecek kesesuaian data akumulasi volume sampah yang ditampilkan dengan penghitungan akumulasi yang dilakukan secara manual;
 - c. urutan TPS, dimana pengujian akan mengecek kesesuaian data yang ditampilkan dengan urutan TPS yang memiliki volume sampah terbanyak hingga terkecil;
4. fungsi untuk notifikasi volume sampah

Aplikasi dapat memberikan notifikasi volume sampah sesuai dengan yang dijelaskan pada dokumen SRS (Lampiran C). Pengujian akan melihat kesesuaian notifikasi yang muncul dengan klasifikasi volume sampahnya;
5. fungsi untuk mengelola data TPS

Aplikasi menyediakan fasilitas untuk pengguna mengelola data TPS. Data TPS yang dimaksud telah dijelaskan pada dokumen SRS (Lampiran C). Pengujian akan melihat apakah aplikasi data menambah, melihat, menyunting, menghapus data TPS tersebut;
6. fungsi untuk mengelola data perangkat (*board-sensor*);

Aplikasi menyediakan fasilitas untuk pengguna mengelola data perangkat (*board-sensor*). Data perangkat (*board-sensor*) yang dimaksud telah dijelaskan pada dokumen SRS (Lampiran C). Pengujian akan melihat apakah aplikasi data menambah, melihat, menyunting, menghapus data perangkat (*board-sensor*) tersebut;
7. fungsi untuk mengelola data pengguna

Aplikasi menyediakan fasilitas untuk pengguna mengelola data pengguna. Data pengguna yang dimaksud telah dijelaskan pada dokumen SRS (Lampiran C). Pengujian akan melihat apakah aplikasi data menambah, melihat, menyunting, menghapus data pengguna tersebut.

Pengujian ini akan mengacu pada beberapa dokumen yaitu:

1. *requirement* aplikasi, yang dijelaskan pada dokumen *System Requirement Specification* (Lampiran C);
2. perancangan aplikasi, yang dijelaskan pada dokumen Perancangan [Bab IV, Laporan Tugas Akhir V1.1.0 KoTA 210].

3. Feature to be Tested

Fitur yang diuji pada proses uji coba ini ditunjukkan oleh Tabel 3.1:

Tabel 3.1 Fitur-fitur yang Diuji

No.	Komponen Terkait	Fitur yang akan Diuji
1.	Sensor dan Aplikasi	Fitur Menghitung Volume Sampah;
2.	Aplikasi	Fitur Notifikasi Volume Sampah;
3.	Aplikasi	Fitur Mengelola Data TPS;
4.	Aplikasi	Fitur Mengelola Data Perangkat (Board-Sensor);
5.	Aplikasi	Fitur Mengelola Data Pengguna;
6.	<i>Backend (data center)</i>	Performa terkait database;

4. Feature not to be Tested

Pada proses uji coba ini, tidak terdapat fitur yang tidak diuji.

5. Approach

Seperti yang telah dijelaskan pada subbab 1 *Introduction*, berikut adalah penjelasan mengenai pengujian tiga komponen IoT pada Aplikasi *Monitoring Volume Sampah* dengan menggunakan beberapa jenis pengujian elemen IoT:

1. Functional Testing

Functional testing adalah jenis pengujian yang memverifikasi bahwa setiap fungsi dari aplikasi perangkat lunak beroperasi sesuai dengan spesifikasi kebutuhan;

2. Performance Testing

Performance testing adalah jenis pengujian yang untuk memastikan aplikasi *software* bekerja dengan baik di bawah beban kerja yang diharapkan;

6. Items pass/fail criteria

Aplikasi dinyatakan lulus uji coba jika masing-masing bagian yang diuji dapat berjalan sesuai dengan *requirement* berdasarkan kasus yang dinyatakan pada dokumen *Test Case*.

7. Suspension criteria and resumption requirements

N/A

8. Test deliverables

Untuk proses uji coba yang dilakukan, terdapat 4 *deliverable*:

a. dokumen *Test Plan*

Dokumen ini berisi rencana pengujian yang akan dilakukan developer terhadap aplikasi. Tujuan dibuatnya dokumen ini agar penguji aplikasi dapat mengetahui apa saja yang menjadi fokus pengujian;

b. dokumen *Test Design Specification*

Dokumen ini berisi gambaran teknis pelaksanaan pengujian aplikasi. Tujuan dibuatnya dokumen ini adalah untuk memberikan batasan pada penguji aplikasi;

c. dokumen *Test Case Specification*

Dokumen ini berisi kasus-kasus pengujian pengujian, hasil yang diinginkan dan hasil dari pengujian dengan menggunakan kasus yang telah dibuat. Tujuan

dibuatnya dokumen ini adalah untuk memberikan kasus-kasus untuk menguji aplikasi.

- d. subbab Pengujian (Bab V Implementasi dan Pengujian) pada dokumen Laporan Tugas Akhir V1.1.0 KoTA 210. Bab tersebut akan berisi mengenai hasil dari proses uji coba.

9. *Testing tasks*

Kegiatan atau pekerjaan yang harus dilakukan adalah:

1. Membuat dokumen *Test Plan*
2. Membuat dokumen *Test Design Specification*
3. Membuat dokumen *Test Case Specification*
4. Melakukan proses *testing*
5. Membuat dokumen laporan pengujian berupa subbab pengujian pada dokumen Laporan Tugas Akhir V1.1.0 KoTA 210

10. *Environmental needs*

Selama proses pengujian, berikut adalah spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk menguji aplikasi:

1. Sensor Ultrasonik HC-SR04
2. Arduino Uno
3. GSM Module Sim800L
4. *Battery*
5. kabel Jumper
6. perangkat komputer atau *smartphone*, dengan minimal spesifikasi :
 - a. yang dapat menjalankan *Web Browser*
 - b. RAM 1 GB
 - c. Storage 4 GB

Berikut adalah spesifikasi perangkat lunak yang digunakan untuk menguji aplikasi:

1. *Web Browser* dengan minimal spesifikasi:
 - a. *Google Chrome*, \geq Versi 54
 - b. *Mozilla Firefox*, \geq Versi 47

- c. Microsoft Edge, ≥ Versi 14
 - 2. *Gammu.*
- Selain perangkat keras dan perangkat lunak, terdapat kebutuhan alat lainnya untuk proses pengujian ini, yaitu:
1. miniatur kontainer sampah, yang dibuat berbentuk sama dengan ukuran berskala 1:10 dari ukuran aslinya. Minimal tiga buah dalam ukuran yang berbeda. Ukuran asli kontainer sampah yaitu:
 - a. jenis kapasitas 12 m^3 : panjang 4 m, lebar 2.2 m, tinggi 1.9 m;
 - b. jenis kapasitas 10 m^3 : panjang 3.6 m, lebar 2.2 m, tinggi 1.5 m;
 - c. jenis kapasitas 6 m^3 : panjang 3.3 m, lebar 1.8 m, tinggi 1.2 m;
 2. tiang untuk pemasangan sensor

11. Responsibilities

Berikut adalah anggota yang akan terlibat menjadi penguji aplikasi pada proses pengujian:

1. Muhajir Shiddiq Al Faruqi
2. Nita Amelia Wijaya
3. Novia Sukmasari Putri

12. Staffing and training needs

N/A

13. Schedule

Pada proses pengujian ini, jadwal berdasarkan pekerjaan yang harus dilakukan ditunjukkan oleh Tabel 13.1:

Tabel 13.1 Jadwal Proses Pengujian

No.	Pekerjaan	Penanggung jawab	Batas Waktu Penyelesaian
1	Membuat dokumen <i>Test Plan</i> untuk pengujian	KoTA210	1 Juli 2018

2.	Membuat dokumen Test Design Specification untuk pengujian	KoTA210	2 Juli 2018
3.	Membuat dokumen Test Case Specification untuk pengujian	KoTA210	4 Juli 2018
4.	Melakukan Testing	KoTA210	11 Juli 2018
5.	Membuat dokumen laporan pengujian berupa subbab pengujian pada dokumen Laporan Tugas Akhir V1.1.0 KoTA 210	KoTA210	11 Juli 2018

14. Risks and contingencies

Selama proses pengujian, terdapat resiko dari rencana pengujian, yaitu jika gelombang pantul tidak diterima oleh *receiver* sensor dan program memberikan status ‘*out of range*’, maka program akan mengambil data yang sebelumnya terdeteksi dan menganggap tidak ada perubahan ketinggian sampah.

15. Approvals

N/A

Lampiran E
(Dokumen *Test Design Specification*)

Test Design Version 1.2

KOTA 210

Test Design Specification Document

**APLIKASI *MONITORING VOLUME SAMPAH PADA TPS*
MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK HC-SR04
DI KOTA BANDUNG**

Muhajir Shiddiq Al Faruqi - 151511048

Nita Amelia Wijaya - 151511055

Novia Sukmasari Putri - 151511056

REVISION HISTORY

Version	Date	Description	Author
1.0	1 Juli 2018	Membuat dokumen test design specification	KoTA 210
1.1	10 Juli 2018	Merevisi subbab <i>Test Identification</i>	KoTA 210
1.2	30 Juli 2018	Merevisi konten pada subbab <i>Features to be Tested, Approach Refinement</i> , dan <i>Test Identification</i>	KoTA 210

DAFTAR ISI

<i>REVISION HISTORY</i>	E-3
DAFTAR ISI	E-4
1. <i>Features to be Tested</i>	E-5
2. <i>Approach Refinement</i>	E-6
3. <i>Test Identification</i>	E-7
4. <i>Feature pass/fail criteria</i>	E-9

1. Features to be Tested

Bagian yang difokuskan dalam pengujian untuk fungsi pada Aplikasi *Monitoring Volume Sampah* dijelaskan pada Tabel 1.1 sebagai berikut:

Tabel 1.1 Fitur dan fungsi yang diuji

No.	Komponen Terkait	Fitur yang akan Diuji	Fungsi yang akan diuji
1	Sensor	Menghitung Volume Sampah	Menghitung jarak sampah dengan sensor (s)
2	Sensor	Menghitung Volume Sampah	Mengirim data rata-rata jarak (s) ke SMS Center via SMS
3	Sensor dan Aplikasi	Menghitung Volume Sampah	Mengirim data rata-rata jarak (s) dari SMS Center ke API
4	Aplikasi	Menghitung Volume Sampah	Mengukur tinggi sampah
5	Aplikasi	Menghitung Volume Sampah	Menghitung volume sampah
6	Aplikasi	Menghitung Volume Sampah	Menampilkan data volume TPS per hari
7	Aplikasi	Menghitung Volume Sampah	Menampilkan data volume akumulasi volume sampah
8	Aplikasi	Notifikasi Volume Sampah	Aplikasi memberikan notifikasi ketika terdapat TPS yang volume sampahnya hampir penuh
9	Aplikasi	Notifikasi Volume Sampah	Aplikasi menampilkan <i>notification list</i>
10	Aplikasi	Mengelola Data TPS	Menginput data TPS
11	Aplikasi	Mengelola Data TPS	Menyunting/mengubah data TPS
12	Aplikasi	Mengelola Data TPS	Melihat detail data TPS
13	Aplikasi	Mengelola Data TPS	Menghapus data TPS

No.	Komponen Terkait	Fitur yang akan Diuji	Fungsi yang akan diuji
14	Applikasi	Mengelola Data Perangkat (<i>Board-sensor</i>)	Menginput data Perangkat (<i>Board-sensor</i>)
15	Applikasi	Mengelola Data Perangkat (<i>Board-sensor</i>)	Menyunting/mengubah data Perangkat (<i>Board-sensor</i>)
16	Applikasi	Mengelola Data Perangkat (<i>Board-sensor</i>)	Melihat detail data Perangkat (<i>Board-sensor</i>)
17	Applikasi	Mengelola Data Perangkat (<i>Board-sensor</i>)	Menghapus data Perangkat (<i>Board-sensor</i>)
18	Applikasi	Mengelola Data Pengguna	Menginput data Pengguna
19	Applikasi	Mengelola Data Pengguna	Menyunting/mengubah data Pengguna
20	Applikasi	Mengelola Data Pengguna	Melihat detail data Pengguna
21	Applikasi	Mengelola Data Pengguna	Menghapus data Pengguna
22	<i>Backend</i> (<i>data center</i>)	Performa terkait database	Performa kecepatan akses (menampilkan) data
23	<i>Backend</i> (<i>data center</i>)	Performa terkait database	Performa volume data dalam <i>database</i>

2. Approach Refinement

Subbab ini menjelaskan mengenai strategi pengujian, yaitu cara atau pendekatan yang dilakukan untuk melaksanakan pengujian dan disertai dengan penjelasan mengenai pendekatan yang digunakan. Berikut adalah penjelasannya:

1. Functional Testing

Pada *functional testing*, melibatkan pendekatan pengujian *black-box* dan tidak mempedulikan mengenai *source code* pada aplikasi. Setiap fungsi pada aplikasi diuji dengan memberikan input yang tepat, melakukan verifikasi *output*, dan membandingkan hasil aktual dengan hasil yang diharapkan. Tujuan utama dari *functional testing* adalah memeriksa fungsionalitas dan mengetahui kesesuaian antara *input-output* fungsi dari *prototype*. Pengujian ini aku berfokus pada *mainline functions* (menguji fungsi utama aplikasi) dan kondisi *error* (memeriksa ketika kondisi error aplikasi dapat menampilkan pesan error yang sesuai). Fokus komponen yang diuji adalah komponen sensor dan aplikasi.

2. Performance Testing

Pada *performance testing*, melibatkan pendekatan pengujian *black-box*. Pengujian ini hanya menggunakan pada tipe *volume testing*, yaitu pengujian untuk menganalisis kinerja sistem dengan meningkatkan volume data dalam *database*. Tujuannya adalah untuk memeriksa kinerja aplikasi perangkat lunak saat dikenai volume data yang sangat besar. Fokus pada pengujian performa ini adalah kecepatan akses data, yaitu untuk menentukan apakah aplikasi merespons dengan cepat. Sedangkan, untuk fokus komponen yang diuji pada perngujian ini adalah *backend (data center)*.

3. Test Identification

Pada pengujian ini, dirancang 25 skenario pengujian. Tabel 3.1 berikut adalah daftar *identifier* dan deskripsi dari setiap skenario uji dengan rancangan terkait.

Tabel 3.1 Deskripsi dan ID untuk skenario pengujian

No.	Test Scenario ID	Deskripsi
1.	SC001	Memastikan penghitungan jarak sampah dengan sensor mendekati/sesuai dengan jarak aslinya
2.	SC002	Menguji untuk fungsi mengirim data rata-rata jarak (s) ke SMS Center via SMS

No.	Test Scenario ID	Deskripsi
3.	SC003	Menguji untuk fungsi mengirim data rata-rata jarak (s) dari SMS Center ke API
4.	SC004	Menguji untuk fungsi mengukur tinggi sampah
5.	SC005	Menguji untuk fungsi menghitung volume sampah
6.	SC006	Memastikan data volume sampah per Hari dapat ditampilkan pada grafik sesuai TPS dan tanggal yang dipilih
7.	SC007	Memastikan data volume akumulasi sampah dapat ditampilkan pada grafik sesuai TPS dan tanggal yang dipilih
8.	SC008	Aplikasi memberikan notifikasi ketika terdapat TPS yang volume sampohnya hampir penuh
9.	SC009	Aplikasi menampilkan notification list
10.	SC010	Menguji fungsi untuk menginput data TPS
11.	SC011	Menguji fungsi menyunting/mengubah data TPS
12.	SC012	Menguji fungsi Lihat Detail pada Kelola Data TPS
13.	SC013	Menguji fungsi menghapus data TPS
14.	SC014	Menguji fungsi untuk menginput data Perangkat (Board-sensor)
15.	SC015	Menguji fungsi menyunting/mengubah data Perangkat (Board-sensor)
16.	SC016	Menguji fungsi Lihat detail data pada Kelola Data Perangkat (Board-sensor)
17.	SC017	Menguji fungsi menghapus data pada Kelola Data Perangkat (Board-sensor)
18.	SC018	Menguji fungsi untuk menginput pada Kelola Data Pengguna
19.	SC019	Menguji fungsi untuk menyunting/mengubah pada Kelola Data Pengguna

No.	Test Scenario ID	Deskripsi
20.	SC020	Menguji fungsi untuk melihat detail data pada Kelola Data Pengguna
21.	SC021	Menghapus data Pengguna
22.	SC022	Menguji performa kecepatan dalam akses data
23.	SC023	Menguji volume data
24.	SC024	Memastikan spesifikasi perangkat
25.	SC025	Memastikan letak pemasangan sensor (sejauh 2 meter diatas kontainer)

4. Feature pass/fail criteria

Aplikasi dinyatakan lulus apabila *output* yang diharapkan dan sesuai dengan *requirement*. Berikut adalah kriteria yang harus dicapai:

1. menghitung volume sampah;

Aplikasi dapat menghitung volume sampah yang ada pada suatu kontainer. Volume sampah dihitung berdasarkan ukuran kontainer yang digunakan dan jarak sampah dengan sensor. Pengujian pada fitur ini akan dinyatakan lulus jika perhitungan volume sampah yang dihasilkan apakah sesuai dengan perhitungan volume berdasarkan manual.

2. notifikasi volume sampah;

Aplikasi dapat memberikan notifikasi volume sampah sesuai dengan yang dijelaskan pada dokumen SRS (Lampiran C). Pengujian pada fitur ini akan dinyatakan lulus jika notifikasi yang muncul sesuai dengan klasifikasi volume sampahnya.

3. mengelola data TPS;

Aplikasi memiliki fasilitas untuk pengguna mengelola data TPS. Data TPS yang dimaksud telah dijelaskan pada dokumen SRS (Lampiran C). Pengujian pada

fitur ini akan dinyatakan lulus jika pengguna dapat menambah, melihat, menyunting, menghapus data TPS tersebut pada aplikasi.

4. mengelola data perangkat (*board-sensor*);

Aplikasi memiliki fasilitas untuk pengguna mengelola data perangkat (*board-sensor*). Data perangkat (*board-sensor*) yang dimaksud telah dijelaskan pada dokumen SRS (Lampiran C). Pengujian pada fitur ini akan dinyatakan lulus jika pengguna dapat menambah, melihat, menyunting, menghapus data perangkat (*board-sensor*) tersebut pada aplikasi.

5. mengelola data pengguna;

Aplikasi memiliki fasilitas untuk pengguna mengelola data pengguna. Data pengguna yang dimaksud telah dijelaskan pada dokumen SRS (Lampiran C). Pengujian pada fitur ini akan dinyatakan lulus jika pengguna dapat menambah, melihat, menyunting, menghapus data pengguna tersebut pada aplikasi.