

RANCANG BANGUN SISTEM BANK SAMPAH DIGITAL BERBASIS INTERNET OF THINGS

Zulfa Aliyah¹, Tekad Matulatan², Ferdi Chahyadi³
zulfaliyah22@gmail.com

Program studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji

Abstract

Garbage can have negative impacts on both public health and the earth. With the increase in waste production, it requires the role of the community in managing it. The 3R principle is used, namely Reduce, Reuse, and Recycle which has been adapted by the waste bank. A waste bank is a place for managing waste by recycling it into goods of economic value. With a waste bank, people are taught to foster a caring attitude towards the environment by sorting themselves out before submitting them to the waste bank. From this process the community can receive savings in the form of cash or basic necessities that can be withdrawn at any time. However, in practice, the waste bank still uses the conventional method by calculating the smallest amount of waste manually and writing transactions in a savings book. Community participation is also still low because people prefer to throw garbage outright rather than collect it first. The system development implements the Spiral research method which consists of determining objectives and constraints, evaluating risks, developing and verifying products and planning the next phase. These four activities are repeated until the desired criteria are obtained. The result of this research is a digital waste bank system based on the Internet of things using iOS that can calculate waste and its price, and can display customer data and transactions that have occurred. Based on the black box testing that has been done, all system features can run as expected.

Keywords: Waste Bank, iOS, Internet of Things.

I. Pendahuluan

Sampah dapat menimbulkan dampak negatif baik terhadap kesehatan masyarakat maupun bumi, misalnya perubahan iklim. Sampah organik dapat mengalami proses dekomposisi yang dapat menghasilkan gas metan. Gas tersebut berperan dalam terjadinya pemanasan global. Hal ini dapat memicu terjadinya perubahan pola iklim dan mengakibatkan banyak masalah lainnya, seperti banjir, kekeringan, longsor, gelombang tinggi dan peningkatan muka air laut. Bencana-bencana tersebut dapat menimbulkan korban jiwa, kerugian ekonomi dan ekologi (Badan Pusat Statistik, 2019).

Pada tahun 2018, produksi sampah kota Tanjungpinang mencapai 687,1 m³ (2426,5 ton) per harinya. Sedangkan pada tahun 2019, produksi sampah mencapai 704,29 m³ (2486,9 ton) (Badan Pusat Statistik, 2020). Dengan adanya peningkatan produksi sampah sebanyak itu, diperlukan peran masyarakat dalam mengelola sampah tanpa bergantung kepada petugas kebersihan.

Dalam mengelola sampah, digunakan sebuah prinsip yang disebut 3R, yaitu Reduce, Reuse, dan Recycle. Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2012, kegiatan 3R adalah segala aktivitas yang mampu mengurangi segala sesuatu yang dapat menimbulkan sampah, kegiatan penggunaan kembali sampah yang layak pakai untuk fungsi yang sama atau fungsi yang lain, dan kegiatan mengolah sampah untuk dijadikan produk baru. Prinsip inilah yang digunakan dalam bank sampah.

Bank sampah adalah tempat pengelolaan sampah dengan mendaur ulang sampah yang memiliki nilai ekonomi. Dengan bank sampah, masyarakat diajar untuk menumbuhkan sikap peduli terhadap lingkungan dengan memilah sendiri dan mengumpulkan sampah rumah tangga serta menyerahkannya kepada bank sampah. Hasil dari proses ini dapat berupa tabungan dalam bentuk uang tunai maupun kebutuhan pokok lainnya sesuai dengan ketentuan dari masing-masing bank sampah.

Dalam pelaksanaannya, bank sampah masih menggunakan metode konvensional. Pihak bank sampah harus menghitung sampah sekecil-kecilnya berdasarkan harga per kilogram yang telah ditetapkan dan menuliskan hasil transaksi di dalam buku tabungan. Hal ini dapat memakan waktu lama dan menyebabkan kelalaian dalam pengarsipan. Partisipasi masyarakat juga masih rendah karena masyarakat lebih suka langsung membuang sampah dibandingkan harus mengumpulkannya terlebih dahulu baru menyetorkannya ke bank sampah.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka pada penelitian ini akan dibuat sebuah sistem bank sampah digital berbasis Internet of Things dan menguji fungsionalitas purwarupa tersebut.

II. Metode Penelitian

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan model penelitian Spiral. Model ini menggabungkan arsitektur dan pembuatan rupa awal produk di setiap tahapannya. Model ini merupakan kombinasi dari model Iterative dan Waterfall dengan menekankan pada analisa resiko. Peneliti dapat melanjutkan ke tahapan selanjutnya sesuai dengan rencana yang telah dibuat, meskipun pekerjaan pada tahapan selanjutnya belum selesai (Boehm, 2000).

2.2 Bahan atau Materi Penelitian

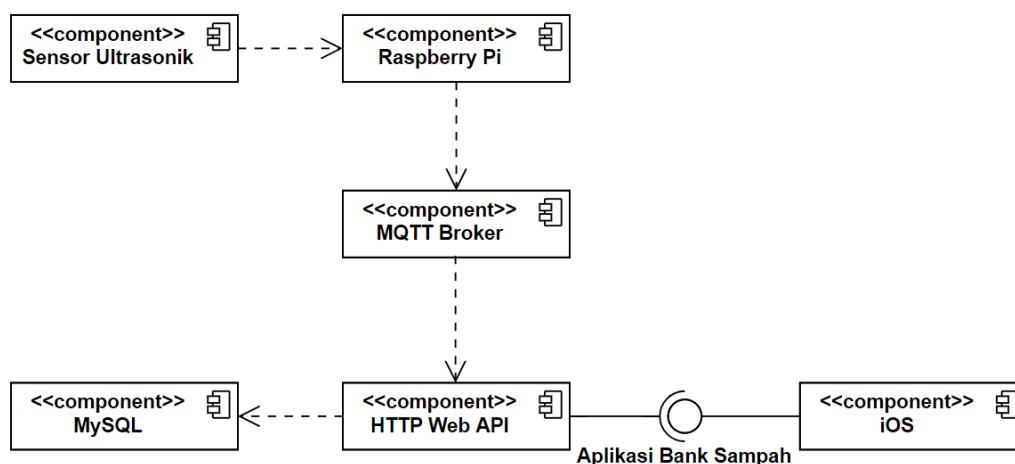
Materi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah mekanisme kerja dan proses manajemen bank sampah secara umum dan pihak yang berperan, serta daftar harga untuk tiap jenis plastik.

2.3 Pengumpulan Data

Adapun Teknik untuk mengumpulkan data yang berhubungan dengan penelitian adalah dengan melakukan observasi terhadap kinerja bank sampah, wawancara dengan Ketua Bank Sampah KSM Cermi Sei Jang, Ibu Novita Yuslinda dan melakukan studi pustaka dengan membaca Peraturan Menteri Lingkungan Hidup, panduan bank sampah, dan data spesifikasi alat.

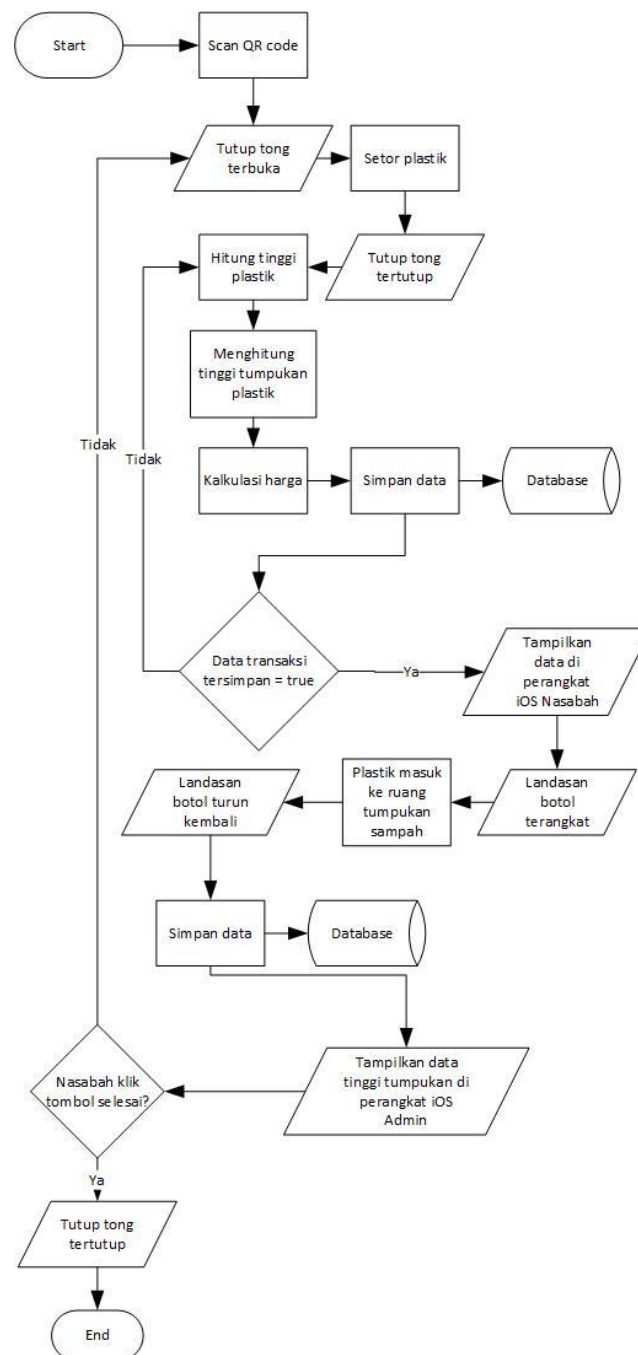
2.4 Perancangan Sistem

Dalam penelitian ini, penulis membuat rancangan sistem dalam bentuk Component Diagram. Diagram ini secara singkat menunjukkan hubungan antar komponen yang berbeda, yang digunakan di dalam sistem.

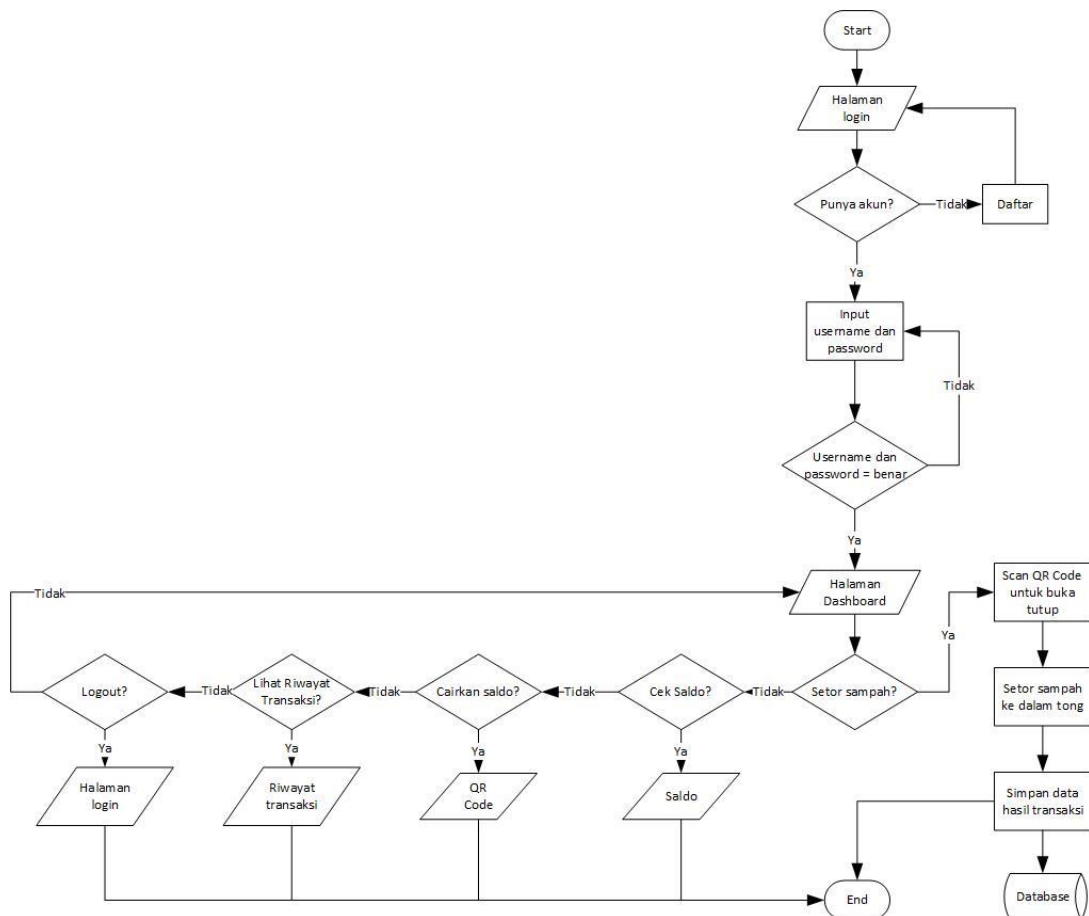


Gambar 1. Component Diagram

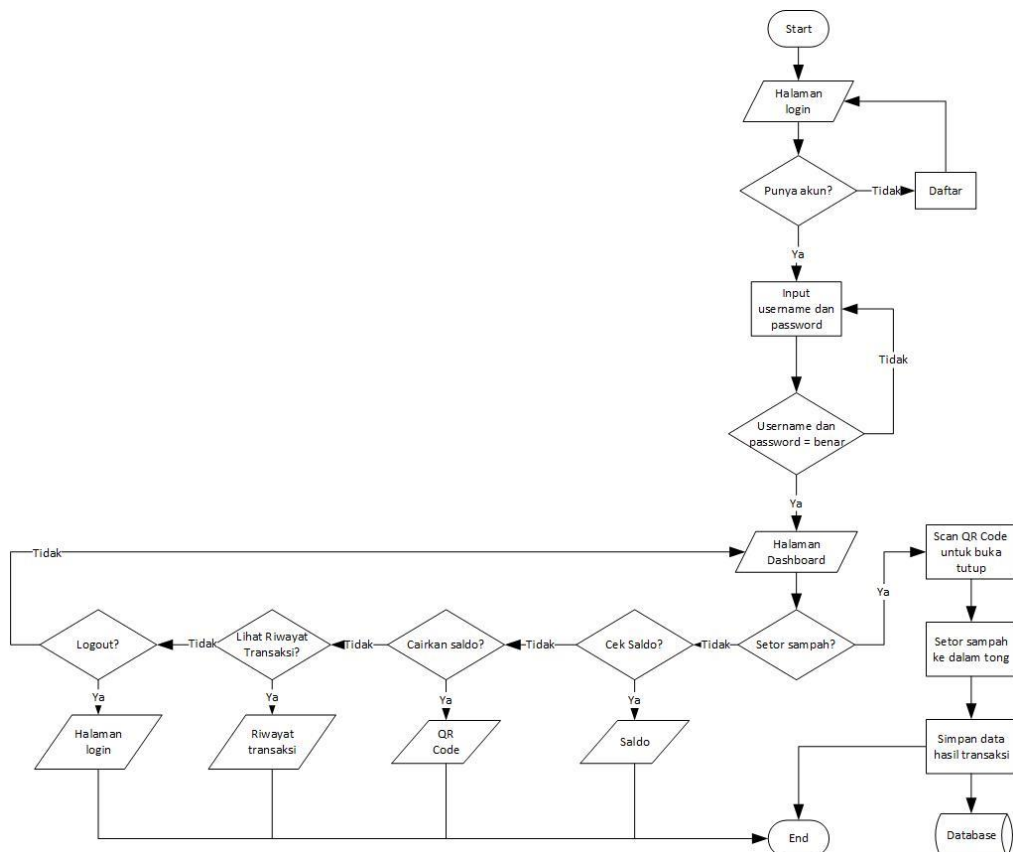
Pada Gambar 1, terdapat 6 komponen yang ada dalam sistem bank sampah digital berbasis internet of things. Aplikasi bank sampah berbasis iOS menyediakan antarmuka yang akan membuat permintaan kepada HTTP Web API berdasarkan endpoint yang dipanggil. API akan mengirimkan pesan kepada Raspberry Pi melalui MQTT untuk memulai proses penyetoran, di mana Raspberry Pi akan menghitung tinggi plastik yang disetor sekaligus menghitung kapasitas tong sampah yang masih tersedia. Setelah data dari sensor didapatkan, data tersebut akan dikirim melalui API ke HTTP Web Server. Hasil pembacaan tinggi plastik akan dikonversi menjadi nilai uang sebagai saldo nasabah dan hasil perhitungan kapasitas tong sampah akan disimpan ke dalam database untuk ditampilkan kepada admin. Di dalam sistem bank sampah digital ini juga terdapat MQTT broker sebagai server komunikasi realtime antara perangkat iOS dan Raspberry Pi. Selanjutnya adalah *flowchart* sistem bank sampah digital yang dijabarkan sebagai berikut:



Gambar 2. *Flowchart* Perangkat IoT Bank Sampah Digital

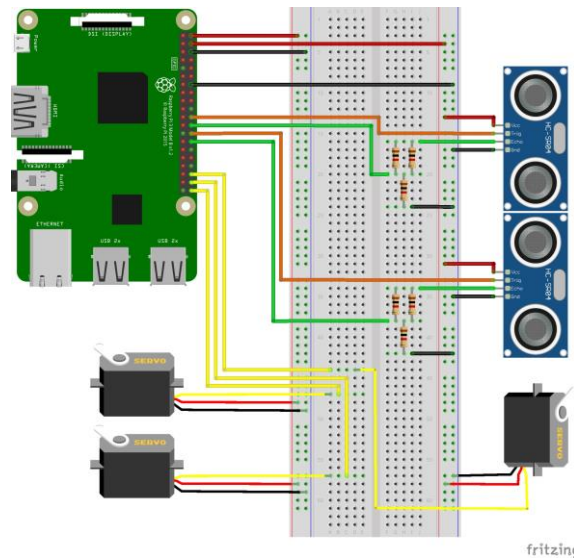


Gambar 3. *Flowchart* Untuk Nasabah Pada Aplikasi Mobile Bank Sampah



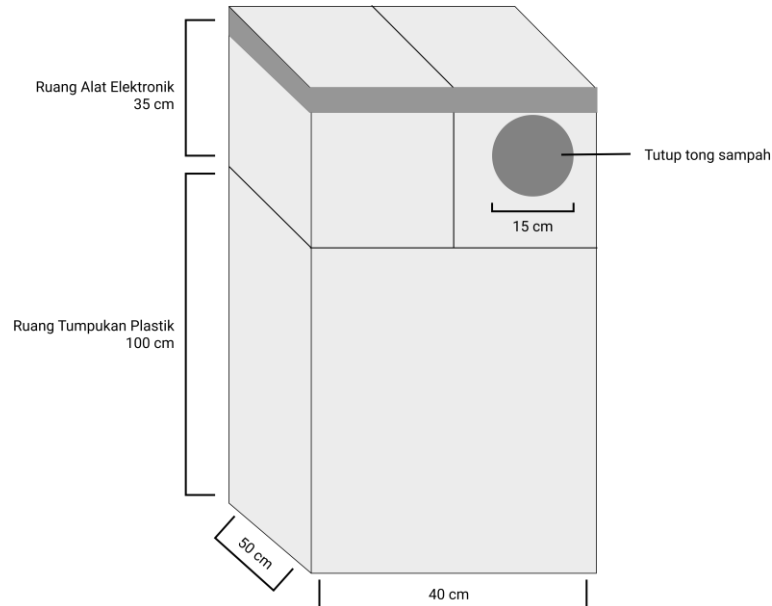
Gambar 4. *Flowchart* Untuk Admin Pada Aplikasi Mobile Bank Sampah

Perancangan perangkat keras purwarupa sistem bank sampah digital berbasis internet of things adalah sebagai berikut.



Gambar 5. Rancangan Elektronika Sistem Bank Sampah Digital

Pada purwarupa yang dibangun, akan digunakan dua buah sensor ultrasonik. Satu sensor digunakan untuk mengukur tinggi plastik, dan satu sensor untuk menghitung kapasitas tong sampah dengan mengukur jarak tumpukan plastik terhadap sensor. Tiga servo digunakan pada purwarupa ini, 2 servo untuk mendorong plastik yang baru disetor ke dalam ruang tumpukan plastik. Satu sensor digunakan untuk membuka pintu tong sampah.



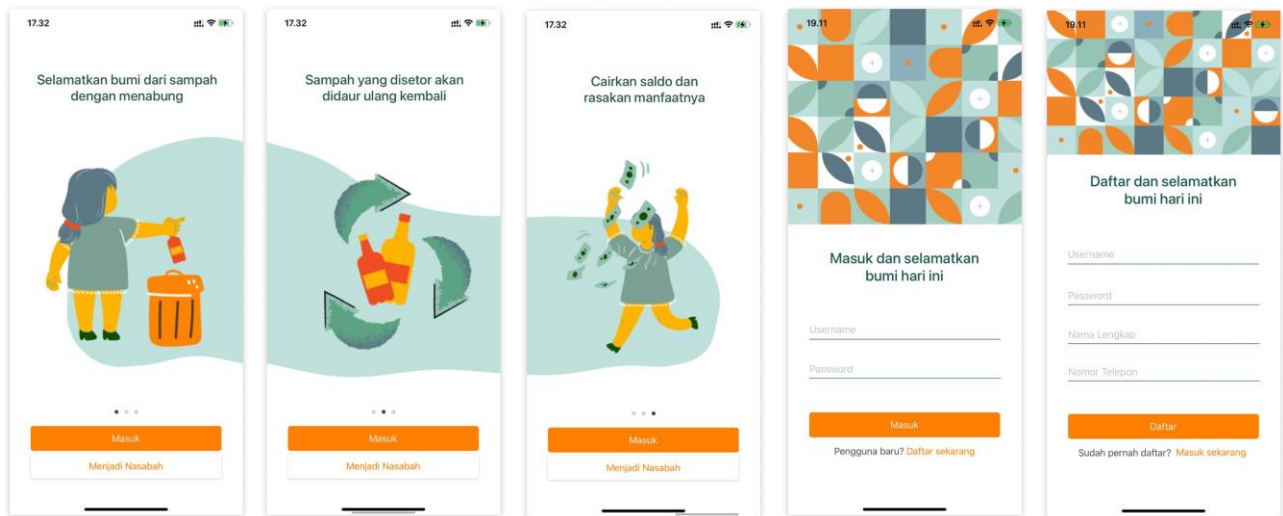
Gambar 6. Rancangan Tong Sampah

Ruang alat elektronik terdiri dari ruang untuk meletakkan alat-alat setinggi 6 cm di bagian atas dan ruang di bawahnya dengan tinggi 29 cm yang berisi landasan botol dan ruang tumpukan plastik tambahan dengan lebar 50 cm, panjang 40 cm, dan kapasitas 29 M³. Ruang tambahan tumpukan plastik ini dapat diisi ± 12 botol 600ml. Di bawah ruang elektronik terdapat ruang tumpukan sampah utama dengan tinggi 100 cm, lebar 50cm dan panjan 40cm. ruang ini memiliki kapasitas 200 M³ dan dapat diisi ± 82 botol 600ml.

III. Hasil dan Pembahasan

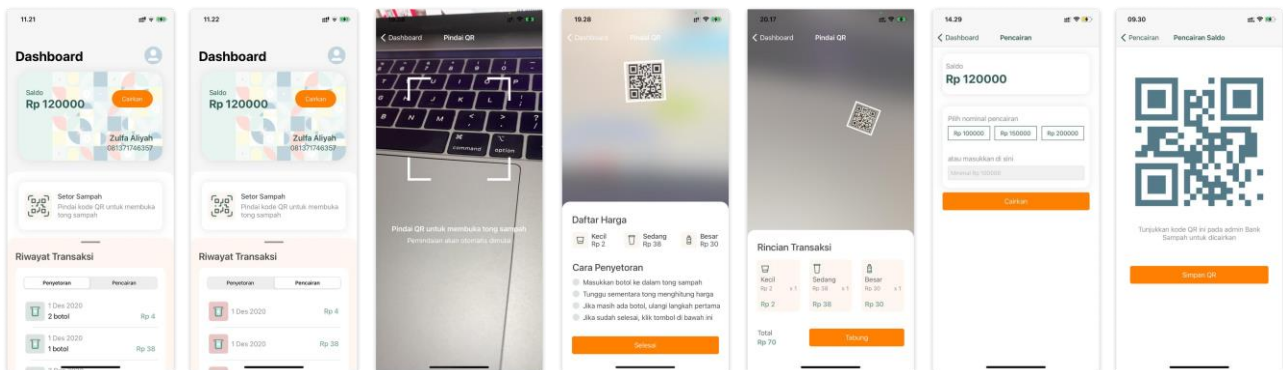
3.1 Implementasi Sistem

Setelah dilakukan perancangan sistem maka dilanjutkan dengan proses implementasi rancangan menjadi aplikasi secara utuh. Adapun hasil implementasi rancangan adalah sebagai berikut:



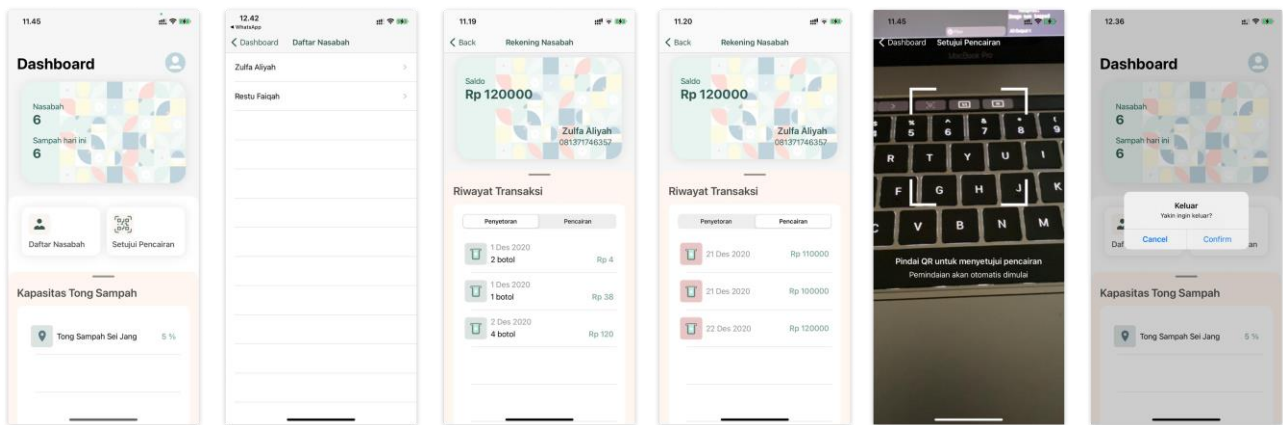
Gambar 7. Implementasi *onboarding*, login dan pendaftaran

Gambar 7 merupakan halaman *onboarding*, login dan pendaftaran dapat diakses oleh siapapun. *Onboarding* bertujuan menjelaskan fungsi aplikasi dan keuntungan yang akan didapat pengguna. Halaman login digunakan untuk memasuki aplikasi, agar dapat menggunakan fitur. Untuk admin tidak perlu lagi melakukan pendaftaran karena sudah memiliki akun.



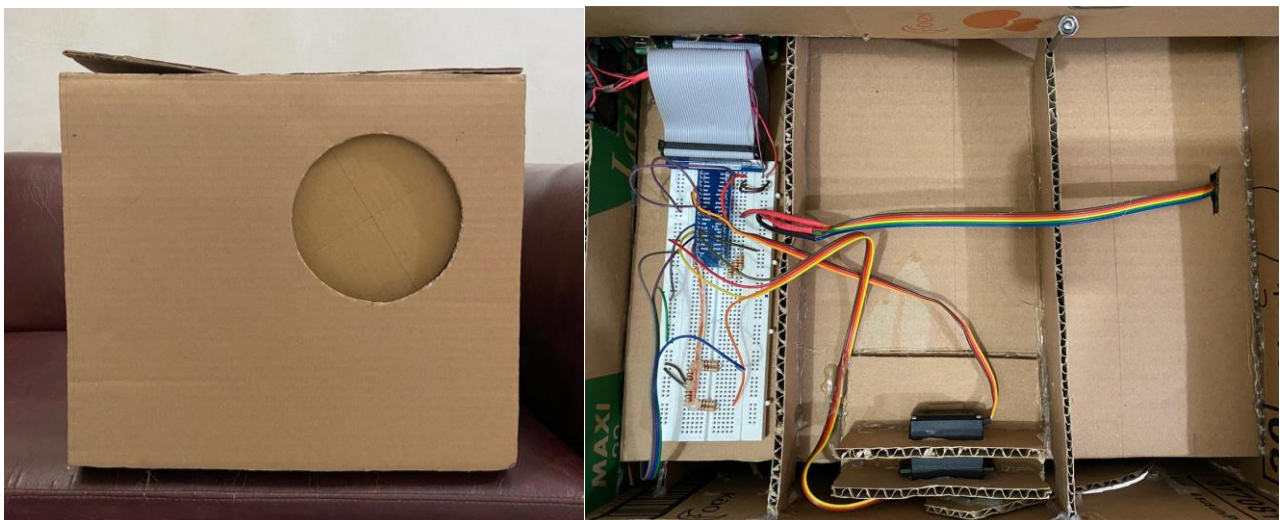
Gambar 8. Implementasi Fitur Nasabah

Halaman-halaman ini hanya dapat digunakan oleh nasabah. Terdapat beberapa fitur yaitu setor sampah, cek saldo, lihat Riwayat transaksi dan melihat rincian transaksi setelah penyetoran.



Gambar 9. Implementasi Fitur Admin

Halaman-halaman ini hanya dapat digunakan oleh admin, kecuali logout yang bisa diakses oleh nasabah juga. Fitur yang dapat admin rasakan adalah fitur melihat daftar dan rekening nasabah, pindai QR untuk menyetujui pencairan, serta melihat kapasitas tong sampah. Berikut adalah implementasi rancangan perangkat keras sistem bank sampah digital.



Gambar 10. Tampak Depan dan Atas Ruang Alat



Gambar 11. Tampak Bawah dan Belakang Ruang Alat

Dari depan tong sampah akan terlihat tutup tong sampah. Pada penelitian ini hanya akan berfokus pada ruang alat karena semua proses dari pengukuran plastik hingga pengukuran kapasitas ruang terjadi di sini. Bagian atas ruang alat terdiri dari servo, breadboard dan GPIO extension sebagai penghubung antara komponen elektronik dan Raspberry Pi. Di dalam ruang alat terdiri dari dua servo di bawah landasan untuk mengangkat plastik yang baru disetor masuk ke ruang tumpukan plastik, satu sensor ultrasonik di belakang tutup tong sampah untuk mengukur tinggi plastik, dan satu sensor ultrasonik di langit-langit tong sampah untuk menghitung kapasitas tong sampah.

3.2 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan pada sistem bank sampah berbasis *internet of things* menggunakan pengujian *black box* dengan hasil sebagai berikut:

a. Tahap pengujian pada halaman *onboarding*

Tabel 1. Pengujian Pada Halaman Onboarding

No	Pengujian	Keluaran yang diharapkan	Hasil Uji
1.	Tampilan halaman <i>onboarding</i>	Menampilkan halaman <i>onboarding</i> dengan tombol untuk <i>login</i> dan daftar	Sesuai harapan
2.	Klik tombol <i>login</i>	Menampilkan halaman <i>login</i>	Sesuai harapan
3.	Klik tombol daftar	Menampilkan halaman pendaftaran	Sesuai harapan

b. Tahap pengujian pada halaman *login*

Tabel 2. Pengujian Pada Halaman Login

No	Pengujian	Keluaran yang diharapkan	Hasil Uji
1.	Nasabah <i>Login</i> dengan <i>username</i> dan <i>password</i> yang benar	Menampilkan halaman <i>dashboard</i> nasabah	Sesuai harapan
2.	Nasabah <i>Login</i> dengan <i>username</i> dan <i>password</i> yang benar	Menampilkan halaman <i>dashboard</i> admin	Sesuai harapan
3.	Nasabah/admin <i>Login</i> dengan <i>username</i> atau <i>password</i> yang salah	Menampilkan <i>alert</i> bahwa <i>username</i> atau <i>password</i> salah	Sesuai harapan
4.	Nasabah/admin menekan tombol daftar sekarang	Menampilkan halaman pendaftaran	Sesuai Harapan

c. Tahap pengujian pada halaman pendaftaran

Tabel 3. Pengujian Pada Halaman Pendaftaran

No	Pengujian	Keluaran yang diharapkan	Hasil Uji
1.	Nasabah mendaftar dengan memasukkan informasi pada kolom isian, kemudian menekan tombol daftar	Menampilkan halaman <i>login</i>	Sesuai harapan
2.	Nasabah menekan tombol masuk sekarang	Menampilkan halaman <i>login</i>	Sesuai harapan

d. Tahap pengujian pada halaman *dashboard* nasabah

Tabel 4. Pengujian Pada Halaman Dashboard nasabah

No	Pengujian	Keluaran yang diharapkan	Hasil Uji
1.	Nasabah melihat profil dan saldo nasabah	Ditampilkan profil dan saldo nasabah	Sesuai harapan
2.	Nasabah menekan tombol cairkan	Menampilkan halaman nominal pencairan	Sesuai harapan
3.	Nasabah menekan tombol setor sampah	Menampilkan halaman pemindai QR	Sesuai harapan
4.	Nasabah melihat Riwayat transaksi	Menampilkan Riwayat transaksi yang berisi tanggal, jumlah botol dan nominal uang untuk proses penyetoran dan pencairan	Sesuai harapan
5.	Nasabah menekan tombol <i>logout</i>	Menampilkan <i>alert</i> , jika disetujui untuk keluar maka akan ditampilkan halaman <i>login</i>	Sesuai Harapan

e. Tahap pengujian pada halaman pemindai QR setor sampah

Tabel 5. Pengujian Pada Halaman pemindai QR

No	Pengujian	Keluaran yang diharapkan	Hasil Uji
1.	Nasabah memindai kode QR pada tong sampah	- Pintu tong terbuka - Ditampilkan halaman cara penyetoran	Sesuai harapan

f. Tahap pengujian pada halaman cara penyetoran

Tabel 6. Pengujian Pada Halaman Cara Penyetoran

No	Pengujian	Keluaran yang diharapkan	Hasil Uji
1.	Nasabah menekan tombol selesai	- Tong sampah berhenti bekerja - Menampilkan halaman rincian transaksi di perangkat iOS	Sesuai harapan

g. Tahap pengujian pada halaman rincian transaksi

Tabel 7. Pengujian Pada Halaman Rincian Transaksi

No	Pengujian	Keluaran yang diharapkan	Hasil Uji
1.	Nasabah melihat rincian dari transaksi yang baru saja dilakukan	Ditampilkan rincian yang sesuai dengan yang baru saja disetorkan	Sesuai harapan
2.	Nasabah menekan tombol tabung	Menampilkan halaman <i>dashboard</i> nasabah	Sesuai harapan

h. Tahap pengujian pada halaman nominal pencairan

Tabel 8. Pengujian Pada Halaman nominal pencairan

No	Pengujian	Keluaran yang diharapkan	Hasil Uji
1.	Nasabah memilih atau memasukkan nominal yang ingin dicairkan, lalu menekan tombol cairkan.	Ditampilkan kode QR untuk diperlihatkan pada admin	Sesuai harapan

- i. Tahap pengujian pada halaman QR Pencairan

Tabel 9. Pengujian Pada QR Pencairan

No	Pengujian	Keluaran yang diharapkan	Hasil Uji
1.	Nasabah menyimpan kode QR	Kode QR tersimpan	Sesuai harapan

- j. Tahap pengujian pada halaman *dashboard* admin

Tabel 10. Pengujian Pada Halaman Dashboard admin

No	Pengujian	Keluaran yang diharapkan	Hasil Uji
1.	Admin melihat kapasitas tong sampah	Menampilkan kapasitas tong sampah dalam persentase	Sesuai harapan
2.	Admin menekan tombol daftar nasabah	Menampilkan halaman daftar nasabah	Sesuai harapan
3.	Admin menekan tombol setuju pencairan	Menampilkan halaman pindai QR	Sesuai harapan
4.	Admin menekan tombol <i>logout</i>	Menampilkan <i>alert</i> , jika disetujui untuk keluar maka akan ditampilkan halaman <i>login</i>	Sesuai harapan

- k. Tahap pengujian pada halaman *dashboard* admin

Tabel 11. Pengujian Pada Halaman Daftar Nasabah

No	Pengujian	Keluaran yang diharapkan	Hasil Uji
1.	Admin melihat daftar nasabah	Menampilkan nama-nama nasabah	Sesuai harapan
2.	Admin menekan nama salah satu nasabah	Menampilkan halaman rekening nasabah	Sesuai harapan

- l. Tahap pengujian pada halaman rekening nasabah

Tabel 12. Pengujian Pada Halaman Rekening Nasabah

No	Pengujian	Keluaran yang diharapkan	Hasil Uji
1.	Admin melihat halaman rekening nasabah	Menampilkan profil, saldo, serta Riwayat transaksi nasabah	Sesuai harapan

- m. Tahap pengujian pada halaman setuju pencairan

Tabel 13. Pengujian Pada Halaman

No	Pengujian	Keluaran yang diharapkan	Hasil Uji
1.	Admin memindai kode QR dari nasabah	Menampilkan <i>alert</i> bahwa pencairan berhasil disetujui	Sesuai harapan

IV. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini menghasilkan sistem bank sampah digital yang menggunakan perangkat iOS dan tong sampah berbasis internet of things. Sistem ini dapat membuka pintu tong sampah dengan memindai QR dan menghitung plastik yang disetorkan kepada tong sampah dan mengubahnya menjadi nilai mata uang dan disimpan sebagai saldo nasabah. Nasabah dapat mencairkan saldonya dan melihat Riwayat transaksinya. Sedangkan admin dapat melihat daftar nasabah beserta Riwayat transaksinya, menyetujui permintaan pencairan saldo, dan melihat kapasitas tong sampah menggunakan perangkat iOSnya.

2. Berdasarkan pengujian dengan metode black box yang dilakukan pada setiap fitur dalam aplikasi iOS, menunjukkan bahwa sistem ini dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan keluaran yang sesuai dengan fitur yang dikembangkan.

V. Daftar Pustaka

- Aleem, F. (2019). Layered Architecture used by iOS and its Performance & Portability, (July), 0–19. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22845.20968>
- Aprilia, A. R., Hidayat, R., & Wibisono, A. (2016). Prototipe Mesin Bank Botol Plastik Menggunakan RFID (Radio Frequency Identification). *Autocracy*, 3, 83–94. <https://doi.org/10.21009/autocracy.03.2.2>
- Badan Pusat Statistik. (2019). Statistik Lingkungan hidup indonesia 2019. (Subdirektorat Statistik Lingkungan Hidup, Ed.). Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2020). Statistik Lingkungan Hidup Indonesia: Air dan Lingkungan 2020. (Subdirektorat Statistik Lingkungan Hidup, Ed.). Badan Pusat Statistik.
- Boehm, B. (2000). Spiral Development : Experience , Principles , and Refinements. Spiral Development Workshop February 9, 2000, (July), 49. <https://doi.org/CMU/SEI-2000-SR-008>
- Budiarti, R. P. N., Maulana, J., & Sukaridhoto, S. (2018). Aplikasi DIY Smart Trash berbasis IoT Open Platform. *Applied Technology and Computing Science Journal*, 1(18), 93–104.
- Cytron Technologies. (2013). Product User's Manual - HC-SR04 Ultrasonic Sensor (V1.0). Johor: Cytron Technologies Sdn. Bhd. Retrieved from <http://raspoid.com/download/datasheet/HCSR04%0A2019-05-24>
- Darujati, C., & Inayati, I. (2017). Rancang Bangun Sistem Informasi Bank Sampah Unit Pengelola Lingkungan Hidup. Kumpulan Karya Ilmiah Universitas Narotama.
- Elec Freaks. (2011). HC-SR04 User Guide. Elec Freaks. https://doi.org/10.1007/978-81-322-2485-3_57
- Handoko, P., Hermawan, H., & Jaya, S. (2018). Reverse Vending Machine Penukaran Limbah Botol Kemasan Plastik Dengan Tiket Sebagai Alat Tukar Mata Uang. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2018, 1–12.
- Handson Technology Enterprise. (n.d.). Handson Technology SG90 TowerPro Micro Servo Motor. Johor: Handson Technology Enterprise. Retrieved from <http://www.handsontec.com/dataspecs/SG90-Servo.pdf>
- OMRON Corporation. (2016). Technical Explanation for Servo Motors and Servo Drives. Kyoto: OMRON Corporation.
- Raspberry Pi Foundation. (2016). Raspberry Pi 3 Model B+ Datasheet. Datasheet, 5. Retrieved from <https://static.raspberrypi.org/files/product-briefs/Raspberry-Pi-Model-Bplus-Product-Brief.pdf>
- TowerPro. (2018). Motor Servo MG995 Datasheet, (6 V), 2. Retrieved from https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MG995_Tower-Pro.pdf
- Utami, E. (2013). Buku Panduan Sistem Bank Sampah & 10 Kisah Sukses. (S. Tirawaty, W. N. Utami, & R. Findriastuti, Eds.). Jakarta: Yayasan Unilever Indonesia.
- Wardhana, W. S., Tolle, H., & Kharisma, A. P. (2019). Pengembangan Aplikasi Mobile Transaksi Bank Sampah Online Berbasis Android (Studi Kasus : Bank Sampah Malang). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(7), 6548–6555.
- Yunus, M. (2018). Rancang Bangun Prototipe Tempat Sampah Pintar Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Arduino. *Proceeding STIMA*, 1(1), 340–343.

VI. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang mulia kepada :

1. Kedua Orangtua dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan dan doa demi kelancaran pengerjaan skripsi ini.
2. Bapak Tekad Matulatan, S.Sos., S.Kom., M.Inf.Tech., selaku pembimbing I dan Pembimbing Akademik yang telah menyediakan waktu dan saran serta membimbing dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Ferdi Cahyadi, S.Kom., M.Cs., selaku pembimbing II yang telah membimbing penulis dan memberikan masukan serta mengarahkan dalam penyelesaian skripsi.
4. Bapak Ibnu Kahfi Bachtiar, ST., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Maritim Raja Ali Haji
5. Ibu Nurul Hayaty, S.T., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika
6. Para Dosen Fakultas Teknik yang telah memberi selama masa perkuliahan, serta staff yang selalu melayani dalam administrasi perkuliahan
7. Ibu Novita Yuslinda selaku Ketua Bank Sampah KSM Cermi Sei Jang yang telah membantu dan memberikan pengetahuan mengenai kinerja bank sampah.
8. Teman-teman Teknik Informatika Angkatan 2016 yang saling berbagi informasi, membantu, menjadi tempat bertanya dan bercanda.