

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah sampah di Jakarta telah mencapai situasi yang sangat memprihatinkan. Menurut data Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta yang dipublikasikan oleh BPS Provinsi DKI Jakarta (2023), volumenya mencapai 7.500 ton setiap hari pada tahun 2023, dengan kenaikan sekitar 2-3% setiap tahun. Dari jumlah tersebut, hanya sekitar 60-65% yang dikelola dengan benar, sementara sisanya terbuang di tempat pembuangan yang tidak resmi, sungai, atau ditinggalkan di lingkungan tempat tinggal. Situasi ini menjadi lebih buruk karena kapasitas Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bantar Gebang diperkirakan hanya akan dapat berfungsi sampai tahun 2026. Hal ini disampaikan oleh Wali Kota Bekasi, Tri Adhianto, dalam pemberitaan jakarta.suara.com (2025).

Dalam konteks global, pengelolaan sampah yang berkelanjutan menjadi bagian penting dari Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*). Salah satu tujuan penting adalah SDGs 11, yang menekankan pentingnya kota dan permukiman yang inklusif, aman, tangguh, dan berkelanjutan. Selain itu, pengelolaan limbah juga berkaitan erat dengan SDGs 12 tentang konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab, serta SDGs 13 yang berfokus pada aksi penanganan perubahan iklim. Ketiga tujuan ini saling terhubung dalam mendorong tata kelola lingkungan kota yang lebih baik, khususnya dalam konteks kota megapolitan seperti Jakarta.

Dalam era digital dan *Society 5.0* saat ini, pengelolaan sampah seharusnya memanfaatkan teknologi terbaru untuk meningkatkan efisiensi, transparansi, dan akuntabilitas. Blockchain, sebagai teknologi inovatif, memberikan solusi yang menjanjikan. Penelitian oleh (Farhin Faiz et al., 2024) Faiz et al. (2024) Menunjukkan bahwa teknologi blockchain memiliki potensi besar dalam meningkatkan keberlanjutan pengelolaan limbah, terutama dengan cara meningkatkan transparansi, akuntabilitas, dan efisiensi dalam operasional. Dengan mencatat setiap langkah dalam proses pengelolaan limbah secara langsung dan tidak dapat diubah, teknologi blockchain berperan penting dalam mencegah pengubahan data serta pembuangan limbah secara ilegal.

Dalam rangka mendukung visi *Smart City* Indonesia, Jakarta memiliki kemampuan yang signifikan untuk menjadi contoh dalam pengembangan sistem pengelolaan limbah digital yang menggunakan teknologi blockchain. Pendekatan ini akan meningkatkan efisiensi pengelolaan limbah, serta memperkuat hubungan antara inovasi digital dan pembangunan yang berkelanjutan. Digitalisasi pengelolaan limbah menggunakan teknologi blockchain merupakan langkah signifikan menuju pengelolaan lingkungan kota yang lebih modern, transparan, dan berfokus pada pencapaian tujuan SDGs secara nyata.

1.2 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam gagasan ini adalah:

1. Membangun sistem digital untuk pengelolaan limbah yang menggunakan teknologi blockchain di Jakarta.
2. Meningkatkan keterbukaan, efektivitas, dan tanggung jawab dalam pengelolaan limbah.
3. Mendukung terciptanya pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

1.3 Manfaat

Manfaat yang ingin didapatkan dalam gagasan berikut adalah:

1. Dibentuknya sistem manajemen sampah yang jelas dan terkoordinasi.
2. Meningkatkan keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan limbah digital.
3. Menjadi contoh solusi lingkungan yang menggunakan teknologi untuk kota-kota lainnya.

BAB II GAGASAN

2.1 Pemicu Gagasan

Jakarta sebagai ibukota negara Indonesia menghadapi permasalahan kompleks terkait pengelolaan sampah yang semakin mengkhawatirkan. Setiap harinya, Jakarta memproduksi sekitar 7.500 ton sampah, dengan proyeksi peningkatan volume hingga 3% setiap tahunnya seiring dengan pertumbuhan populasi dan aktivitas ekonomi. Fenomena ini menjadi tantangan serius bagi pemerintah daerah, dimana infrastruktur pengelolaan sampah yang ada tidak mampu mengimbangi laju produksi sampah. Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bantar Gebang yang menjadi tumpuan utama pengelolaan sampah Jakarta diproyeksikan akan mencapai kapasitas maksimum dalam beberapa tahun ke depan, menciptakan urgensi untuk solusi alternatif yang efektif dan berkelanjutan.

Permasalahan tidak hanya terbatas pada volume sampah, tetapi juga pada aspek tata kelola yang belum optimal. Sistem pengelolaan sampah di Jakarta masih bersifat konvensional dengan keterbatasan transparansi, akuntabilitas, dan efisiensi. Data dari Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta menunjukkan bahwa tingkat daur ulang sampah masih berada di angka 20% dari total produksi sampah, jauh di bawah target nasional sebesar 30%. Sementara itu, kesadaran masyarakat tentang pemilahan sampah masih rendah, dengan hanya sekitar 15% rumah tangga yang melakukan pemilahan sampah secara konsisten. Kondisi ini diperburuk dengan lemahnya sistem pengawasan dan pelaporan pengelolaan sampah yang mengakibatkan praktik-praktik illegal seperti pembuangan sampah sembarangan dan pengangkutan sampah ke tempat yang tidak resmi.

Seperti masalah penumpukan sampah yang ada di Bantar Gebang, masalah penumpukan sampah di Bantar Gebang tidak hanya menjadi ancaman bagi lingkungan sekitar dan kesehatan masyarakat, tetapi juga merupakan indikator dari kurangnya kesadaran dan tanggung jawab dalam pengelolaan sampah di Indonesia. Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Bantar Gebang yang terletak di Bekasi ini dinilai mengkhawatirkan lantaran nyaris kelebihan kapasitas. Pasalnya, kondisi TPST Bantar Gebang saat ini sudah terisi sekitar 39 juta ton atau 80% dari kapasitasnya pada pertengahan tahun 2022.

Menurut data yang diambil dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Indonesia menghasilkan sampah sebanyak 18,2 juta ton sampah per tahun pada 2021. Namun, sampah yang terkelola dengan baik hanya sebanyak 13,2 juta ton per tahun atau hanya 72,95%. Hal tersebut disebabkan karena terbatasnya daya tampung tempat pembuangan sampah baik TPA maupun TPS. Di Bantar Gebang sendiri, Pemprov DKI mengaku membutuhkan Fasilitas Pembuangan Sampah Antara (FPSA) untuk meringankan beban TPST Bantar Gebang lantaran membludaknya tumpukan sampah setiap tahunnya.

Penyebab lain dari masalah penumpukan sampah di Bantar Gebang adalah kurangnya edukasi dan kampanye tentang pengelolaan sampah juga menjadi faktor yang memperburuk masalah. Banyak masyarakat yang masih kurang peduli dan tidak memahami dampak buruk dari pembuangan sampah sembarangan. Selain itu, masih banyak yang belum memilah sampah sesuai kategorinya, sehingga sampah yang dapat didaur ulang juga ikut tercampur dengan sampah organik dan tidak dapat dimanfaatkan.

Di sisi lain, fenomena revolusi industri 4.0 telah menghadirkan berbagai inovasi teknologi yang berpotensi menjadi solusi bagi permasalahan pengelolaan sampah. Teknologi blockchain, sebagai sistem pencatatan transaksi digital yang terdesentralisasi, menawarkan transparansi, keamanan, dan efisiensi dalam manajemen data dan transaksi. Penerapan teknologi blockchain dalam pengelolaan sampah telah mulai diadopsi di berbagai negara maju seperti Singapura, Jepang, dan beberapa negara Uni Eropa dengan hasil yang menjanjikan. Adopsi teknologi ini tidak hanya mampu meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga mendorong partisipasi aktif dari berbagai pemangku kepentingan dalam ekosistem pengelolaan sampah melalui sistem insentif dan transparansi.

Melihat urgensi permasalahan dan peluang yang ada, gagasan “Digitalisasi Pengelolaan Sampah Berbasis Blockchain” muncul sebagai solusi inovatif untuk mengatasi tantangan pengelolaan sampah di Jakarta. Gagasan ini sejalan dengan visi Jakarta *Smart City* dan komitmen pemerintah dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan. Dengan memanfaatkan teknologi blockchain, diharapkan dapat terjadi transformasi dalam tata kelola sampah yang lebih transparan, efisien, dan melibatkan partisipasi aktif dari seluruh lapisan masyarakat untuk menciptakan ekosistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan.

2.2 Tawaran Solusi

Digitalisasi pengelolaan sampah berbasis blockchain merupakan suatu pendekatan inovatif yang mengintegrasikan teknologi blockchain sebagai fondasi utama dalam transformasi sistem pengelolaan sampah di Jakarta. Solusi ini menawarkan sebuah platform digital terdesentralisasi yang mampu mencatat, memverifikasi, dan melacak pergerakan sampah dari sumber hingga pemrosesan akhir, sambil memastikan transparansi dan akuntabilitas dari setiap aktor yang terlibat dalam rantai pasok pengelolaan sampah.

Sebagai komponen utama, akan dikembangkan aplikasi mobile "*Jakarta Waste Tracker*" yang terintegrasi dengan sistem blockchain, memungkinkan masyarakat untuk melaporkan dan memantau pengelolaan sampah mereka. Melalui aplikasi ini, pengguna dapat mendaftarkan sampah yang akan dibuang, melakukan pemilahan sesuai kategori, dan menerima insentif dalam bentuk token digital sebagai

penghargaan atas partisipasi aktif dalam proses daur ulang dan pengelolaan sampah yang bertanggung jawab. Token ini dapat ditukarkan dengan berbagai manfaat seperti diskon untuk layanan pemerintah, transportasi umum, atau bahkan dikonversi menjadi nilai finansial melalui platform pertukaran yang terintegrasi.

Sistem blockchain yang terlibat akan mendukung implementasi "*smart contracts*" yang mengotomatisasi verifikasi dan validasi transaksi pengelolaan sampah. Sebagai contoh, ketika sampah tertentu telah berhasil didaur ulang dan diverifikasi oleh pihak pengelola, *smart contract* akan secara otomatis mendistribusikan token insentif kepada pihak-pihak yang berkontribusi dalam proses tersebut. Hal ini tidak hanya mendorong partisipasi aktif, tetapi juga menciptakan transparansi dalam alokasi insentif dan mengurangi potensi kecurangan.

Pada level infrastruktur, akan diimplementasikan sistem *Internet of Things (IoT)* yang terintegrasi dengan blockchain untuk memantau pengelolaan sampah secara *real-time*. Sensor-sensor IoT akan dipasang pada tempat pembuangan sampah, kendaraan pengangkut, dan fasilitas pengolahan untuk melacak volume sampah, rute pengangkutan, dan efisiensi pemrosesan. Data ini akan direkam dalam jaringan blockchain, menjamin integritas data dan memungkinkan analisis yang lebih akurat untuk pengambilan keputusan berbasis data.

Guna mendukung ekosistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan, platform digital ini juga akan menghubungkan berbagai pemangku kepentingan seperti industri daur ulang, produsen barang konsumsi, dan startup inovatif yang fokus pada ekonomi sirkular. Produsen dapat melacak penggunaan material daur ulang dalam rantai pasokan mereka, sementara startup dapat memanfaatkan data yang tersedia untuk mengembangkan solusi inovatif dalam pengolahan sampah. Dengan demikian, tercipta sebuah ekosistem ekonomi sirkular yang mendorong pemanfaatan kembali material dan mengurangi sampah yang berakhir di tempat pembuangan akhir.

Sinergi antara teknologi blockchain, aplikasi *mobile*, sistem IoT, dan keterlibatan berbagai pemangku kepentingan dalam ekosistem ini akan menciptakan transformasi fundamental dalam pengelolaan sampah Jakarta. Dengan pendekatan ini, tidak hanya masalah efisiensi operasional dan transparansi yang dapat diatasi, tetapi juga mendorong perubahan perilaku masyarakat melalui sistem insentif yang terukur dan berkelanjutan.

2.3 Pihak-Pihak yang Mengimplementasikan Gagasan

Implementasi digitalisasi pengelolaan sampah berbasis blockchain di Jakarta memerlukan kolaborasi dan sinergi dari berbagai pihak untuk memastikan keberhasilan dan keberlanjutan program. Identifikasi dan pelibatan *stakeholder*

kunci dengan peran yang jelas dan terukur menjadi faktor penentu dalam realisasi gagasan ini.

1. Pemerintah

Pemerintah DKI Jakarta melalui Dinas Lingkungan Hidup berperan sebagai regulator utama dan fasilitator implementasi. Sebagai otoritas yang berwenang dalam pengelolaan sampah, Dinas Lingkungan Hidup akan menyediakan kerangka regulasi yang mendukung, termasuk penerbitan peraturan daerah yang mendorong adopsi teknologi dalam pengelolaan sampah dan sistem insentif untuk partisipasi aktif masyarakat. Selain itu, Dinas Lingkungan Hidup juga akan menyediakan akses terhadap infrastruktur pengelolaan sampah yang ada seperti tempat pembuangan sementara, pusat daur ulang, dan akses ke TPA Bantar Gebang untuk integrasi dengan sistem blockchain.

2. Dinas Komunikasi, Informatika, dan Statistik DK Jakarta

Dinas Komunikasi, Informatika, dan Statistik DK Jakarta sebagai pengelola Jakarta *Smart City* akan berperan dalam pengembangan dan pengelolaan infrastruktur teknologi informasi. Mereka akan memastikan interoperabilitas antara sistem blockchain dengan aplikasi Jakarta *Smart City* yang sudah ada, mengelola database yang diperlukan, dan menyediakan dukungan teknis untuk integrasi dan pemeliharaan sistem. Keterlibatan mereka sangat penting untuk memastikan standarisasi data dan keamanan informasi dalam ekosistem digital yang akan dibangun.

3. Perusahaan Swasta

Sektor swasta, khususnya perusahaan teknologi blockchain dan pengembang aplikasi, akan menjadi mitra teknologi utama. Perusahaan-perusahaan seperti startup blockchain lokal atau perusahaan teknologi multinasional dengan keahlian di bidang blockchain dapat mengembangkan platform blockchain khusus untuk pengelolaan sampah, termasuk smart contracts dan sistem token digital. Mereka juga dapat memberikan pelatihan teknis kepada personel pemerintah dan komunitas untuk memastikan transfer pengetahuan yang efektif.

4. Perusahaan Pengelolaan Sampah

Perusahaan pengelola sampah dan industri daur ulang merupakan operator inti dalam ekosistem ini. Perusahaan pengelola sampah seperti *Waste4Change* atau perusahaan sejenis akan mengintegrasikan operasi mereka dengan sistem blockchain, melaporkan pengumpulan dan pengangkutan sampah secara *real-time*, serta memverifikasi pemilahan dan daur ulang yang dilakukan. Industri daur ulang akan memanfaatkan data dari sistem blockchain untuk mengoptimalkan input material daur ulang, serta berpartisipasi dalam sistem insentif dengan memberikan nilai tambah untuk material daur ulang yang berkualitas.

5. Akademisi

Akademisi dan lembaga penelitian berperan dalam riset, pengembangan, dan evaluasi berkelanjutan. Universitas dan lembaga penelitian dapat melakukan riset tentang efektivitas sistem, mengembangkan algoritma yang lebih efisien untuk pengelolaan sampah berbasis data, serta mengevaluasi dampak sosial dan lingkungan dari implementasi teknologi ini. Hasil riset dan evaluasi akan menjadi masukan berharga untuk penyempurnaan sistem secara berkelanjutan.

6. Masyarakat

Organisasi masyarakat sipil dan komunitas lingkungan berperan sebagai katalisator perubahan perilaku dan advokasi. Organisasi seperti Indonesia *Waste Platform*, *Greenpeace* Indonesia, atau komunitas lingkungan lokal akan melakukan edukasi kepada masyarakat tentang penggunaan aplikasi dan sistem baru, mengorganisir kampanye pemilahan sampah di tingkat masyarakat, serta memastikan suara masyarakat didengar dalam pengembangan dan implementasi sistem.

Beserta masyarakat Jakarta sebagai pengguna akhir dan produsen sampah utama memiliki peran krusial dalam keberhasilan program. Mereka akan menggunakan aplikasi untuk melaporkan dan memilah sampah, berpartisipasi dalam sistem insentif, serta memberikan umpan balik untuk perbaikan sistem. Partisipasi aktif masyarakat akan menjadi kunci dalam menciptakan dampak sistemik yang diharapkan dari inisiatif ini.

Dengan adanya kolaborasi dan kontribusi yang terukur dari setiap pihak yang terlibat, digitalisasi pengelolaan sampah berbasis blockchain dapat diimplementasikan secara efektif dan berkelanjutan, menciptakan ekosistem pengelolaan sampah yang transparan, efisien, dan berdampak positif bagi lingkungan dan masyarakat Jakarta.

2.4 Langkah-Langkah Strategis

Implementasi digitalisasi pengelolaan sampah berbasis blockchain di Jakarta memerlukan pendekatan bertahap dan terencana dengan linimasa yang jelas untuk memastikan keberhasilan dan dampak sistemik yang berkelanjutan. Berikut adalah langkah-langkah strategis yang diusulkan dalam jangka waktu implementasi tiga tahun.

Tahap pertama adalah penyusunan kerangka konseptual dan kajian pendahuluan yang akan dilaksanakan dalam enam bulan pertama. Pada tahap ini, akan dilakukan pembentukan tim kerja multidisiplin yang terdiri dari perwakilan seluruh *stakeholder* kunci, termasuk pemerintah DKI Jakarta, perusahaan teknologi, akademisi, dan komunitas lingkungan. Tim ini akan melakukan kajian

mendalam tentang kondisi eksisting pengelolaan sampah di Jakarta, melakukan studi banding terhadap implementasi teknologi blockchain dalam pengelolaan sampah di negara lain, serta mengidentifikasi kebutuhan teknis dan non-teknis untuk implementasi. Hasil dari kajian ini akan digunakan untuk menyusun blueprint teknologi dan rancangan sistem yang komprehensif, termasuk arsitektur blockchain, desain aplikasi *mobile*, rancangan sistem IoT, dan mekanisme insentif yang akan diterapkan.

Tahap kedua, pengembangan teknologi dan uji coba terbatas yang berlangsung selama satu tahun setelah tahap pertama selesai. Pada tahap ini, akan dilakukan pengembangan platform blockchain yang terintegrasi dengan sistem smart contract, pembangunan aplikasi mobile "*Jakarta Waste Tracker*" yang *user-friendly*, serta instalasi perangkat IoT di lokasi-lokasi strategis. Selain pengembangan teknologi, akan dilakukan penyusunan regulasi pendukung seperti Peraturan Gubernur tentang insentif pengelolaan sampah berbasis teknologi dan standar operasional prosedur penggunaan sistem blockchain dalam pengelolaan sampah. Uji coba terbatas akan dilaksanakan di dua kecamatan yang mewakili karakteristik wilayah Jakarta yang berbeda, misalnya satu kecamatan di Jakarta Pusat dan satu kecamatan di Jakarta Utara. Evaluasi dari uji coba ini akan digunakan untuk penyempurnaan sistem sebelum implementasi skala penuh.

Tahap ketiga, implementasi skala penuh dan sosialisasi masif yang dilaksanakan dalam tahun kedua implementasi. Perluasan implementasi akan dilakukan secara bertahap ke seluruh wilayah DKI Jakarta dengan prioritas pada wilayah dengan produksi sampah tertinggi. Kampanye edukasi dan sosialisasi masif akan dilakukan melalui berbagai kanal komunikasi, termasuk media sosial, televisi lokal, radio, dan sosialisasi langsung di tingkat RW dan kelurahan. Program pelatihan akan diberikan kepada petugas kebersihan, kader lingkungan, dan relawan komunitas untuk memastikan pemahaman yang baik tentang sistem baru. Monitoring dan evaluasi berkala dilakukan setiap tiga bulan untuk mengidentifikasi tantangan dan solusi yang diperlukan dalam implementasi.

Tahap keempat, pengembangan ekosistem ekonomi sirkular berbasis blockchain yang dimulai pada pertengahan tahun kedua hingga akhir tahun ketiga. Pada tahap ini, akan dilakukan pengembangan pasar digital untuk material daur ulang yang terintegrasi dengan sistem blockchain, menghubungkan produsen sampah dengan industri daur ulang dan manufaktur yang membutuhkan material daur ulang. Program inkubasi startup berbasis ekonomi sirkular juga akan diluncurkan untuk mendorong inovasi dalam pemanfaatan sampah dan pengembangan produk berbasis material daur ulang. Kemitraan strategis akan dibangun dengan produsen barang konsumsi untuk menerapkan prinsip *extended producer responsibility* melalui sistem blockchain, sehingga produsen dapat

melacak dan bertanggung jawab terhadap kemasan produk mereka hingga akhir siklus hidup.

Tahap kelima dan terakhir adalah evaluasi komprehensif dan replikasi model yang dilaksanakan pada semester terakhir tahun ketiga. Evaluasi komprehensif akan dilakukan untuk mengukur dampak implementasi terhadap berbagai aspek, termasuk pengurangan volume sampah ke TPA, peningkatan tingkat daur ulang, partisipasi masyarakat, dan implikasi ekonomi dari sistem insentif berbasis blockchain. Dokumentasi pembelajaran dan praktik terbaik akan disusun sebagai referensi untuk replikasi di daerah lain. Workshop sharing knowledge akan diselenggarakan dengan mengundang perwakilan pemerintah daerah lain untuk mempercepat adopsi model di luar Jakarta. Penyempurnaan berkelanjutan akan dilakukan berdasarkan umpan balik dan perkembangan teknologi terbaru.

BAB III

KESIMPULAN

3.1 Gagasan Yang Diajukan

Masalah pengelolaan sampah di Jakarta telah mencapai tingkat yang sangat mengkhawatirkan, dengan volume harian mencapai 7.500 ton dan hanya sebagian yang dikelola secara layak. Sistem yang masih konvensional, minimnya transparansi, serta keterbatasan kapasitas TPA Bantar Gebang mendorong kebutuhan mendesak akan solusi inovatif yang berkelanjutan dan adaptif terhadap perkembangan zaman.

Gagasan yang diajukan dalam proposal ini adalah “Digitalisasi Pengelolaan Sampah Berbasis Blockchain di Jakarta”, yaitu membangun sebuah sistem pengelolaan limbah digital terintegrasi yang memanfaatkan teknologi blockchain, didukung oleh aplikasi *mobile* “Jakarta Waste Tracker”, sistem *Internet of Things* (IoT), dan partisipasi aktif masyarakat serta berbagai pemangku kepentingan. Tujuan utamanya adalah menciptakan sistem yang transparan, efisien, akuntabel, dan berorientasi pada prinsip ekonomi sirkular yang berkelanjutan.

Dengan memanfaatkan teknologi blockchain, setiap proses dalam rantai pengelolaan sampah dapat tercatat secara permanen dan tidak dapat dimanipulasi, sehingga dapat mengatasi praktik pembuangan ilegal serta meningkatkan kepercayaan publik terhadap sistem pengelolaan limbah. Pengguna akan diberi insentif dalam bentuk token digital sebagai bentuk penghargaan atas partisipasi aktif dalam kegiatan pemilahan dan daur ulang sampah.

Implementasi gagasan ini dirancang melalui lima tahap strategis dalam rentang waktu tiga tahun, mulai dari penyusunan kerangka konseptual, pengembangan teknologi dan uji coba terbatas, implementasi skala penuh, pengembangan ekosistem ekonomi sirkular, hingga evaluasi menyeluruh dan replikasi model. Keberhasilan program ini bergantung pada kolaborasi lintas sektor, mencakup pemerintah daerah, perusahaan teknologi, pengelola sampah, akademisi, industri daur ulang, dan masyarakat luas.

Gagasan ini tidak hanya sejalan dengan visi Jakarta *Smart City* dan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), tetapi juga menjadi model solusi lingkungan yang dapat direplikasi di kota-kota besar lainnya. Dengan demikian, digitalisasi pengelolaan sampah berbasis blockchain berpotensi membawa transformasi besar dalam sistem tata kelola lingkungan kota menuju masa depan yang lebih bersih, sehat, dan berkelanjutan.

3.2 Cara Merealisasikan dan Waktu yang Diperlukan

Digitalisasi pengelolaan sampah berbasis blockchain di Jakarta dapat direalisasikan melalui tahapan sistematis berikut, dengan estimasi waktu yang diperlukan :

1. Analisis Kebutuhan dan Perancangan Sistem (6 – 8 Bulann) yang dimana dibagi menjadi tiga progress yaitu :
 - a. Pemetaan Stakeholder yang melibatkan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta, Bank sampah, Komunitas dan Penyedia Teknologi Blockchain.
 - b. Studi Kelayakan meliputi analisis infrastktur IoT untuk pelacakan sampah (sensor berat, QR code) dan integritasi blockchain.
 - c. Perancangan *Smart Contract* yaitu membuat kontrak otomatis untuk insentif Masyarakat berupa poin/token yang bisa ditukarkan atau didapatkan saat menyerahkan sampah ke bank sampah.
2. Pengembangan Prototipe (4 – 6 Bulan)
 - a. Pilot Proyek yang dimana melakukan uji coba di 2-3 Kecamatan yang ada di Jakarta seperti Tebet dan Pesanggarahan dengan 1.000-2.000 rumah tangga.
 - b. Integrasi Teknologi yang digunakan oleh blockchain yaitu menggunakan *Hyperledger fabric* atau *ethereum enterprise* untuk transaksi *auditable*. Dan menggunakan aplikasi *mobile* untuk menampilkan saldo insentif dan jejak sampah.
3. Implementasi Penuh (12-18 Bulan)
 - a. Pelatihan Operatur dengan melakukan pelatihan operator yang diperkirakan 500 pellatih untuk 5.000 bank sampah di Jakarta.
 - b. Rollout Infrastruktur yang dimana memasang 50.000 sensor IoT di Tempat Pembuangan Sampah atau di Tempat Sampah Terpadu yang ada di Jakarta. Dan deploy 200 node blockchain di kelurahan.
 - c. Monitoring real-time untuk memasang dashboard pemantauan volume sampah di 44 kecamatan yang beradi di Jakarta.
4. Evaluasi dan Optimalisasi (6 Bulan Berkelanjutan)
 - a. Audit Bulanan yang dimana melakukan verifikasi data blockchain vs fisik sampah yang ada di TPST Bantar Gebang.
 - b. Penyesuaian Algoritma untuk melakukan optimasi rute pengangkutan berbasis data historis.

Dari penjelasan realisasikan blockchain serta waktu yang dirincikan dapat disimpulkan atau di total waktu yang dibutuhkan 38 Bulan atau setara dengan 3 Tahun 2 Bulan. (2025-2028).

3.2 Prediksi Dampak Bagi Masyarakat

Implementasi system blockchain dalam pengelolaan sampah di Jakarta diprediksi membawa dampak positif maupun negative bagi masyarakat berikut penjelasannya :

Dampak Positif :

Transparansi dan Akuntabilitas Publik

- a. Yang pertama Masyarakat bisa melakukan pelacakan real time, yang dimaksud dari pelacakan real time disini adalah sumber sampah melalui sensor IoT dan QR code memungkinkan masyarakat memverifikasi perjalanan sampah dari rumah hingga TPST Bantar Gebang.
- b. Kedua dengan adanya audit public terhadap laporan pengelolaan sampah melalui ledger blockchain mengurangi praktik korupsi dalam pengangkutan dan pembuangan sampah illegal.
- c. Ketiga system rating partisipasi yang dilakukan warga yang tercatat di blockchain bisa menjadi dasar penilaian kinerja lingkungan RT/RW.

Dampak Negatif :

1. Dampak Lingkungan Tidak Langsung
 - a. Penurunan 15-25% emisi metan dari TPA akibat optimalisasi pengangkutan berbasis data blockchain.
 - b. Peningkatan beban Listrik 5-7% di Tingkat kecamatan untuk operasional code blockchain dan server IoT.
 - c. Potensi konflik sosial akibat kompetisi antar bank sampah dalam memperebutkan insentif token.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta. 2023. *Volume Sampah yang Terangkut per Hari Menurut Jenis Sampah di Provinsi DKI Jakarta – Tabel Statistik*. <https://jakarta.bps.go.id/id/statistics-table/2/OTE2IzI=/volume-sampah-yang-terangkut-per-hari-menurut-jenis-sampah-di-provinsi-dki-jakarta.html>. Diakses pada tanggal 13 Mei 2025.
- Christoforus, C.V.S. 2023. *Bantar Gebang Darurat Tumpukan Sampah!* https://www.kompasiana.com/carlosaputro0017/6423b5a44addee38d04849c2/Bantar_Gebang-darurat-tumpukan-sampah. Diakses pada tanggal 16 Mei 2025.
- Faiz, N.F., Ninduwezuor-Ehiobu, N.N., Adanma, N.U.M. & Solomon, N.N.O. 2024. Blockchain for sustainable waste management: Enhancing transparency and accountability in waste disposal. *Comprehensive Research and Reviews in Science and Technology*. 2(1): 045–069. <https://doi.org/10.57219/crrst.2024.2.1.0032>
- Firmansyah, A., Kusumawati, N. & Putra, R. 2023. *Teknologi Blockchain untuk Masalah Pengelolaan Sampah di Indonesia: Peran Digitalisasi pada Proses Kimia Rantai Pasok*. <https://www.scribd.com/document/689151209/TEKNOLOGI-BLOCKCHAIN-UNTUK-MASALAH-PENGELOLAAN-SAMPAH-DI-INDONESIA-PERAN-DIGITALISASI-PADA-PROSES-KIMIA-RANTAI-PASOK>. Diakses pada tanggal 16 Mei 2025.
- Inayatullah. 2024. Pengembangan Model Teknologi Blockchain untuk Meningkatkan Transparansi Pengelolaan Sampah. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*. 6(3). <https://doi.org/10.47233/jteksis.v6i3.1396>
- Iswinarno, C. & Muflih, F.F. 2025. *Kerja Sama TPST Bantar Gebang Berakhir 2026, Walkot Bekasi Minta Pramono Bangun Flyover Hingga Rusun*. https://jakarta.suara.com/read/2025/03/19/221126/kerja-sama-tpst-Bantar_Gebang-berakhir-2026-walkot-bekasi-minta-pramono-bangun-flyover-hingga-rusun. Diakses pada tanggal 13 Mei 2025.
- Komarudin, M., Agustin, I.W. & Praptiwi, N. 2024. *Pengembangan Model Teknologi Blockchain untuk Meningkatkan Transparansi Pengelolaan Sampah*. https://www.researchgate.net/publication/382221967_Pengembangan_Model_Teknologi_Blockchain_untuk_Meningkatkan_Transparansi_Pengelolaan_Sampah. Diakses pada tanggal 16 Mei 2025.
- Pradipta, A. 2023. *Teknologi Sebagai Kunci dalam Revolusi Pengelolaan Sampah Masyarakat*. <https://timesindonesia.co.id/kopi->

- times/507614/teknologi-sebagai-kunci-dalam-revolusi-pengelolaan-sampah-masyarakat. Diakses pada tanggal 16 Mei 2025.
- Suganda, R., Irawan, H. & Indrajaya, D. 2023. Konsep Blockchain sebagai Solusi Permasalahan dalam Pengelolaan Sampah. *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*. 19(2): 140–151.
<https://ejournal.ikado.ac.id/index.php/teknika/article/view/425>
- Suretno, M. & Ranggadara, I. 2022. Pengembangan Aplikasi Waste Bank Berbasis Blockchain. *Jurnal Ilmiah Mercuri Buana*. 7(2).
<https://doi.org/10.36805/metik.v7i2.146>
- Wiguna, D.K.S. 2022. *DKI kelola sampah dengan memanfaatkan teknologi digital*.
<https://www.antaranews.com/berita/2837161/dki-kelola-sampah-dengan-manfaatkan-teknologi-digital>. Diakses pada tanggal 16 Mei 2025.