

Sistem Pengelolaan Tanaman Bonsai Melalui Integrasi *Blockchain* dan Internet of Things (IoT)

1st Muhammad Nur Faizal
Fakultas Teknik Elektro

Univeristas Telkom
Bandung, Indonesia
mnurfaizal@student.telkomuniversity.a
c.id

2nd Arif Indra Irawan
Fakultas Teknik Elektro

Univeristas Telkom
Bandung, Indonesia
arifirawan@telkomuniversity.ac.id

3rd Nyoman Bogi Aditya Karna
Fakultas Teknik Elektro

Univeristas Telkom
Bandung, Indonesia
aditya@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Tanaman bonsai merupakan salah satu tanaman hias yang diminati. Namun, perawatan bonsai memerlukan perhatian khusus terhadap faktor lingkungan seperti suhu dan kelembapan. Selain itu, terdapat masalah pada perdagangan tanaman hias seperti penipuan dan pemalsuan produk yang kerap terjadi sehingga at mengurangi kepercayaan konsumen. Penelitian ini menawarkan solusi melalui integrasi teknologi Internet of Things (IoT) dan blockchain dalam platform e-commerce. Sistem ini memungkinkan pemantauan kondisi bonsai secara real-time dengan sensor dan kamera, serta penyimpanan data yang aman dan transparan di blockchain. Teknologi ini memastikan data yang ditampilkan akurat, real-time, dan tidak dapat diubah sehingga dapat meningkatkan kepercayaan dalam transaksi jual beli. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem IoT yang dibangun mampu memonitor kondisi lingkungan bonsai dengan akurasi yang baik, serta mengirim data secara stabil dengan throughput antara 382,4 bit/s hingga 386,61 bit/s. Teknologi blockchain mampu diterapkan dalam pengelolaan transaksi dan pengamanan data, diperoleh 3.001.721 unit gas sebagai rata-rata penggunaan menunjukkan bahwa transaksi di jaringan blockchain tersebut adalah transaksi yang cukup terkendali, meskipun memerlukan optimasi lebih lanjut terkait penggunaan gas untuk tipe data tertentu.

Kata kunci — *Blockchain, Internet of Things, Platform E-commerce, Tanaman Bonsai*

I. PENDAHULUAN

Tanaman Bonsai merupakan tanaman yang dikediratkan yang biasanya ditanam dalam sebuah pot sebagai penghias pekarangan atau halaman rumah [1]. Bonsai memerlukan perawatan yang cermat, termasuk pemantauan kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan kualitas tanah. Kesalahan dalam perawatan bonsai dapat menyebabkan tanaman tidak tumbuh dengan optimal atau bahkan mati [2]. Selain itu, masalah lain terdapat pada perdagangan atau jual beli tanaman hias yang perlu memastikan bahwa tanaman yang dijual adalah asli dan sesuai dengan deskripsi. Dimana, dengan banyaknya kasus pemalsuan dan penipuan dalam penjualan bonsai dapat mengakibatkan kerugian konsumen dan mengurangi kepercayaan pada konsumen [3].

Untuk mengatasi hal tersebut, dibutuhkan sebuah platform e-commerce untuk sistem yang transparan dan dapat dipercaya oleh pembeli. Selain itu, dibutuhkan juga teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memantau kondisi

tanaman secara *real-time* menggunakan berbagai sensor dan kamera. Integrasi antara IoT dan website e-commerce memungkinkan pengambilan gambar secara *real-time* dan penyajian data maupun informasi mengenai kondisi tanaman yang akurat dan mencerminkan kondisi sebenarnya kepada calon pembeli. Adapun untuk meningkatkan keamanan data dari tanaman dibutuhkan sebuah platform blockchain untuk meningkatkan kepercayaan pengguna melalui suatu sistem data yang terdistribusi [4]. Dengan mengintegrasikan blockchain dalam sistem pengelolaan bonsai, informasi terkait data setiap tanaman, seperti kondisi tanaman dan kondisi lingkungan disekitar tanaman dapat dicatat dan diakses dengan aman dan transparan.

II. KAJIAN TEORI

Bagian dasar teori memuat penjelasan mengenai teori-teori yang berhubungan dengan variabel-variabel penelitian. Teori-teori yang dibahas mencakup beberapa topik, diantaranya mengenai Raspberry Pi 3B+, *Blockchain*, dan *E-commerce*.

A. Raspberry Pi 3B+

Raspberry Pi 3B+ merupakan komputer kecil dengan ukuran sebesar kartu kredit yang mampu menjalankan berbagai fungsi komputasi. Untuk penyimpanan data, Raspberry Pi memanfaatkan kartu SD sebagai media penyimpanannya yang juga berfungsi sebagai tempat sistem operasi dijalankan [5]. Raspberry Pi dilengkapi dengan antena Wi-Fi yang memungkinkan perangkat dapat terhubung ke jaringan internet untuk mengontrol berbagai perangkat lain, sehingga Raspberry Pi dapat digunakan sebagai pusat kendali utama dalam sistem IoT. Selain itu, Raspberry Pi mendukung perangkat lunak dan perangkat keras lain seperti sensor dan kamera. Seperti halnya pada sistem pengawasan keamanan, Raspberry Pi dapat berfungsi sebagai server untuk memproses data dari kamera dan melakukan analisis datanya secara *real-time*. Dalam sistem pertanian cerdas, Raspberry Pi dapat menghubungkan berbagai sensor lingkungan untuk memantau kondisi tanah, cuaca, dan pertumbuhan tanaman [6].

B. Blockchain

Blockchain adalah teknologi yang memungkinkan transaksi antara dua pihak yang tidak saling percaya tanpa

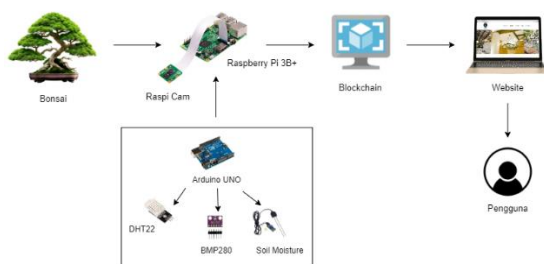
melibatkan pihak ketiga. Teknologi ini beroperasi secara desentralisasi, sehingga data yang disimpan dalam *blockchain* tersebar di seluruh jaringan dan tidak bisa diubah oleh satu pihak tanpa persetujuan dari seluruh jaringan [7]. *Blockchain* bekerja dengan cara menerima data baru ke dalam sebuah blok. Struktur *blockchain* terdiri dari serangkaian transaksi yang disimpan dalam blok, di mana setiap blok memiliki *hash* kriptografi yang unik dan *hash* dari blok sebelumnya membentuk sebuah rantai blok.

C. E-commerce

E-commerce adalah *platform digital* yang memungkinkan transaksi jual beli produk secara *online*, di mana penjual dapat menampilkan deskripsi, gambar, dan informasi penting tentang produk. Melalui jaringan telekomunikasi, terutama internet, *e-commerce* memungkinkan proses pembelian, penjualan, dan pertukaran produk atau layanan dengan efisien, bahkan antara individu atau organisasi yang berjauhan. Internet mempermudah komunikasi dengan biaya rendah, sehingga mendukung transaksi perdagangan secara lebih mudah dan cepat [8].

III. PERANCANGAN SISTEM

A. Diagram Blok Sistem Pengelolaan Tanaman Bonsai

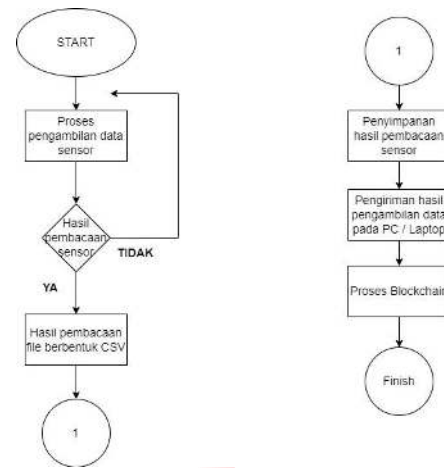


GAMBAR 1
Diagram Blok Sistem

Pada diagram blok sistem, dijelaskan bahwa sistem ini bekerja dimulai dari pemantauan tanaman bonsai menggunakan Raspi Cam dan berbagai sensor yang terhubung dengan Arduino UNO. Raspi Cam akan menangkap gambar pada kurun waktu yang telah ditentukan. Kemudian, data yang dikumpulkan oleh sensor seperti suhu, kelembaban udara, dan kelembaban tanah, serta data gambar yang diambil oleh Raspi Cam akan dikirimkan ke Raspberry Pi yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data. Raspberry Pi mengolah data tersebut dan mengirimkannya ke *blockchain* untuk penyimpanan yang aman dan transparan. Selanjutnya, data yang tersimpan di *blockchain* dapat diakses melalui *website e-commerce*, di mana pengguna dapat melihat kondisi tanaman bonsai secara *real-time*, serta membeli produk tanaman yang diinginkan.

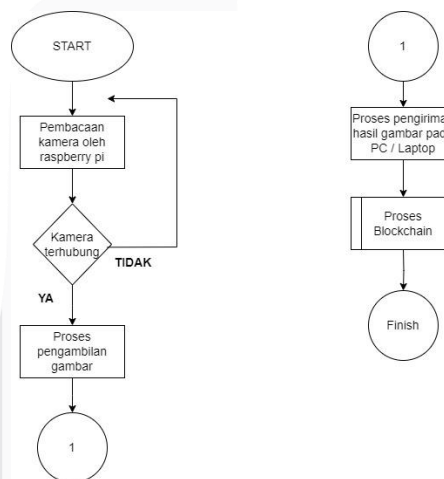
B. Flowchart Perancangan Sistem IoT

Pada *flowchart* sistem perancangan IoT, akan dijelaskan mengenai alur kerja dari perancangan awal yaitu pembacaan sensor untuk mengetahui kondisi disekitar tanaman bonsai hingga perancangan kamera untuk memonitoring pertumbuhan tanaman bonsai. Adapun *flowchart* perancangan sistem IoT ini dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



GAMBAR 2
Flowchart Pembacaan Sensor

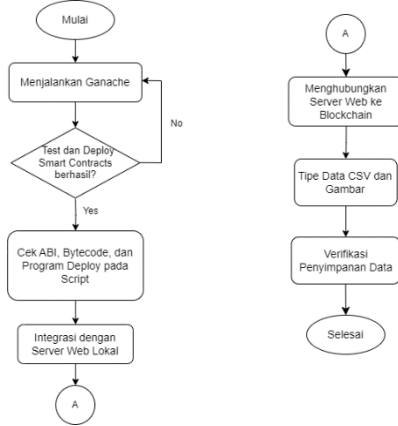
Untuk sistem perancangan IoT prosesnya dimulai dengan pengambilan data oleh sensor, data sensor tersebut kemudian diterima dan dibaca oleh Raspberry Pi. Selanjutnya Raspberry Pi mengolah data dari sensor tersebut agar dapat dimengerti dan dapat ditransmisikan dengan lebih baik. Pada titik ini, sistem melakukan evaluasi terhadap data sensor yang telah dibaca. Jika data memenuhi kriteria tertentu, data tersebut kemudian diproses melalui *blockchain*, yang berfungsi untuk menyimpan data secara aman dan tidak dapat diubah, serta untuk memastikan integritas data.



GAMBAR 3
Flowchart Kamera

Proses selanjutnya yaitu pembacaan data dari kamera oleh Raspberry Pi. Setelah pembacaan, sistem melakukan pengecekan konektivitas untuk memastikan bahwa kamera terhubung dengan benar. Jika kamera terhubung, proses pengambilan gambar akan dilanjutkan, di mana gambar yang diambil kemudian diproses. Selanjutnya, hasil gambar dikirimkan dari Raspberry Pi ke PC atau laptop untuk penyimpanan dan untuk analisis lebih lanjut. Setelah pengiriman gambar, data tersebut diproses melalui teknologi *blockchain* untuk memastikan keamanan dan integritas data. *Blockchain* digunakan untuk menyimpan data secara aman dan mencegah manipulasi. Setelah semua proses selesai, siklus ini diakhiri yang menandakan bahwa seluruh prosedur telah selesai dijalankan.

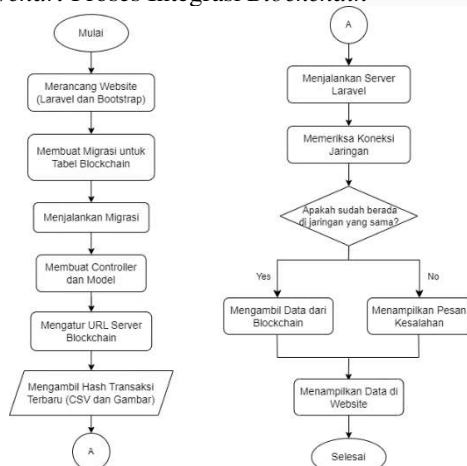
C. Flowchart Blockchain



GAMBAR 4
Flowchart Blockchain

Perancangan sistem pada *blockchain* bertujuan untuk memberikan kontrak pada sistem *blockchain* yang akan digunakan sebagai basis data. Inisiasi proses oleh pengguna memulai dengan interaksi *blockchain* lokal menggunakan *brownie* dan *ganache*. *Ganache* dijalankan untuk membuat *blockchain* lokal. Setelah merancang dan menyusun program, selanjutnya yaitu melakukan pengujian dan *deploy smart contract* yang telah dibuat menggunakan bahasa *Solidity* melalui platform *remix.ethereum.org*. Setelah pengujian berhasil akan memperoleh ABI (*Application Binary Interface*) dan *bytecode* dari *smart contract* tersebut. Kemudian, salin semua informasi yang ada di folder node, lalu jalankan node tersebut untuk memulai proses *mining*. Tahap selanjutnya yaitu mengintegrasikan *smart contract* dengan server web lokal menggunakan *flask* untuk mengelola data tanaman dan data gambar. Data tanaman dan data gambar yang disimpan di *blockchain* pada setiap transaksi yang dikirim ke *blockchain* akan menghasilkan transaksi *hash*, *gas used*, dan *gas limit*. Kemudian tahap yang terakhir yaitu melakukan analisis dan kesimpulan dari percobaan menggunakan *blockchain*.

D. Flowchart Proses Integrasi Blockchain



GAMBAR 5
Flowchart Proses Integrasi Blockchain

Proses dimulai dengan perancangan dan pengembangan *website* menggunakan *framework* *Laravel* dan *Bootstrap*. Langkah berikutnya adalah membuat migrasi untuk tabel

blockchain yang akan digunakan untuk menyimpan informasi terkait transaksi *blockchain* yang relevan dengan tanaman bonsai. Setelah migrasi dibuat, langkah selanjutnya adalah menulis kode untuk struktur tabel dan menjalankan perintah migrasi untuk membuat tabel tersebut di dalam *database*. Selanjutnya, *controller* dan *model* dibuat untuk menangani operasi *CRUD* terkait data *blockchain*. Selanjutnya, server *blockchain* diinisialisasi dengan mendefinisikan URL server *blockchain*. URL ini digunakan untuk menghubungkan *website* dengan node *blockchain*. Setelah itu, sistem akan mengambil *hash* transaksi terbaru dari data *csv* dan *image* yang disimpan dalam tabel *blockchain*. *Hash* ini diperlukan untuk memverifikasi dan menarik data terkait dari *blockchain*. Dengan menggunakan perintah *php artisan serve*, server *Laravel* dijalankan untuk mengaktifkan *website*. Setelah server aktif, koneksi jaringan antara *website* dan node *blockchain* diperiksa. Jika kedua entitas berada di dalam jaringan yang sama, *website* akan melanjutkan untuk mengambil data dari *blockchain* menggunakan *hash* transaksi yang telah dikumpulkan sebelumnya. Jika tidak, *website* akan menampilkan pesan kesalahan koneksi. Langkah berikutnya adalah mengambil data dari *blockchain* menggunakan URL server dan *hash* transaksi yang telah disiapkan. Data yang diperoleh dari *blockchain* kemudian dapat ditampilkan di *website*.

IV. HASIL DAN ANALISIS

A. Pengujian Hardware

Pada proses pengujian *hardware* sebagai sistem IoT, terdapat beberapa proses pengujian. Adapun penjelasan untuk setiap proses pengujiannya dijelaskan sebagai berikut.

TABEL 1
Data Hasil Pemantauan Sensor

Date	Time	Temperature (C)	Humidity (%)	ADC	Pressure (Pa)	Approx Altitude (m)
2024-08-12	19:58:49	23.0	74	235	90710.17	923.8
2024-08-12	19:58:50	23.0	74	233	90664.54	927.96
2024-08-12	19:58:51	22.9	74	238	90667.38	927.7
2024-08-12	19:58:52	22.9	74	237	90669.5	927.5
2024-08-12	19:58:53	23.0	74	235	90671.17	927.35
2024-08-12	19:58:54	23.0	74	234	90672.3	927.25
2024-08-12	19:58:55	22.9	73	235	90672.86	927.2
2024-08-12	19:58:56	22.9	73	234	90673.32	927.16
2024-08-12	19:58:57	22.9	73	236	90673.36	927.15
2024-08-12	19:58:58	22.9	73	234	90673.24	927.16
2024-08-12	19:58:59	22.9	74	234	90673.47	927.14
2024-08-12	19:59:00	22.9	74	233	90672.2	927.26
2024-08-12	19:59:01	22.9	73	233	90671.38	927.33
2024-08-12	19:59:02	22.9	73	231	90670.74	927.39

Sensor *BMP280* dan sensor *Soil Moisture* menunjukkan kinerja yang stabil dan konsisten. Sensor *BMP280*, yang digunakan untuk mengukur tekanan dan suhu udara, menunjukkan tekanan atmosfer yang bervariasi antara 90664.54 Pa hingga 90710.17 Pa. Perubahan tekanan ini menghasilkan variasi ketinggian yang berkisar antara 923.8 meter hingga 927.39 meter, menunjukkan bahwa sensor ini bekerja dengan akurasi yang sesuai dengan spesifikasi. Di sisi lain, nilai *ADC* yang dihasilkan oleh sensor *Soil Moisture* berkisar antara 231 hingga 238, mencerminkan respons cepat terhadap perubahan kelembapan tanah di sekitar akar

tanaman. Stabilitas hasil pengukuran menunjukkan bahwa kedua sensor ini bekerja dengan baik dalam mendeteksi parameter yang diukur, yaitu suhu, kelembapan tanah, tekanan, dan ketinggian.

TABEL 2
Hasil Pengujian Pengambilan Gambar

Percobaan	Waktu yang Ditentukan	Waktu Penerimaan Gambar	Delay (s)	Hasil Pengambilan Gambar
1	19:19:00	19:19:03	3	
2	19:27:00	19:27:02	2	
3	19:35:00	19:35:03	3	
4	19:38:00	19:38:02	2	
5	19:46:00	19:46:02	2	
6	19:49:00	19:49:02	2	
7	19:54:00	19:54:03	3	

Dalam pengujian tersebut, sistem diatur untuk dapat mengambil gambar sesuai dengan waktu yang telah dilakukan. Tabel diatas mencatat waktu yang ditentukan untuk pengambilan gambar, waktu penerimaan gambar yang tercatat, dan selisih waktu atau *delay* dalam detik. Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem secara konsisten menghasilkan gambar dengan *delay* yang relatif singkat dan stabil. *Delay* pengambilan gambar yaitu berkisar antara 2 hingga 3 detik dari waktu yang telah ditentukan, dengan sebagian besar percobaan menunjukkan delay 2 detik. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengambilan gambar berfungsi dengan baik dan cukup konsisten dalam hal kecepatan penerimaan gambar sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan.

TABEL 3
Hasil Pengujian *Throughput*

Percobaan	Jumlah Data Dikirim (bytes)	Waktu Pengiriman (s)	<i>Throughput</i> (bit/s)
1	23384	61	383,34
2	17784	46	386,61
3	23360	61	382,95
4	23792	62	383,74
5	24716	63	383,74
6	23424	61	384
7	24856	65	382,4

Berdasarkan data pengujian *throughput*, dapat disimpulkan bahwa sistem menunjukkan performa yang konsisten. Hasil pengujian *throughput* berkisar antara 382,4 bit/s hingga 386,61 bit/s, dengan sebagian besar hasil berada di sekitar 383 bit/s. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki kemampuan *throughput* yang stabil dengan variasi yang relatif kecil di antara percobaan-percobaan tersebut. Dengan *throughput* yang konsisten dan mendekati nilai rata-rata, sistem ini menunjukkan efisiensi yang baik dalam mentransfer data dalam jaringan.

B. Pengujian *Blockchain*

TABEL 4
Hasil Pengujian Kecepatan *Load Data*

Tipe Data	Product ID	Nama Tanaman	Gas Used	Gas Limit	Kecepatan Load Data (s)
CSV	1	Saeng Simbur Vietnam	5624470	5624470	5
Gambar	1	Saeng Simbur Vietnam	868479	4423479	6
CSV	2	Lohansung Blue Taiwan	3894715	3894715	3
Gambar	2	Lohansung Blue Taiwan	665614	3155614	4
CSV	3	Cendrawasih	5549397	5549397	8
Gambar	3	Cendrawasih	867163	4467163	9
CSV	4	Ulmus Mikro	5629882	5629882	5
Gambar	4	Ulmus Mikro	884048	4514048	6

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa *gas used* pada data CSV yang paling terbesar yaitu terdapat transaksi yang melibatkan tipe data CSV untuk tanaman dengan id 4 (Ulmus Mikro) adalah transaksi yang sangat kompleks dan memakan banyak *gas* yaitu 5,629,882 unit *gas*. Selain itu, pada data gambar transaksi yang melibatkan gambar tanaman dengan id 4 (Ulmus Mikro) adalah yang paling mahal dalam hal penggunaan *gas* yaitu hingga mencapai 884,048 unit *gas*. Lalu pada data CSV tanaman dengan id 4 (Ulmus Mikro), transaksi ini menggunakan seluruh *Gas Limit* yang dialokasikan (5,624,470 unit *gas*), tetapi masih ada sisa *Gas Limit* yang tidak terpakai di *Ganache* (6,721,975 unit *gas*). Sedangkan pada data gambar *gas limit* yang diberikan *ganache* pada gambar tanaman dengan id 4 (Ulmus Mikro) sebesar 4,514,048 unit *gas* dan tidak melawati batas dari total *gas limit* yang tersedia yaitu 6,721,975 unit *gas*. Adapun untuk kecepatan load data yang paling tercepat yaitu ada pada data CSV dengan id tanaman 2 (Lohansung Blue Taiwan).

C. Pengujian *Website E-commerce*

Proses ini melibatkan pengukuran waktu yang dibutuhkan untuk data yang diproses dan disimpan dalam *blockchain* agar dapat diambil dan disimpan di dalam *database website*.

TABEL 5
Hasil Delay Waktu Penerimaan Data

ID	Waktu Pengiriman	Waktu Penerimaan	Delay
3	19:17:53	19:17:58	5 detik
3	19:19:27	19:19:32	5 detik
2	19:21:22	19:21:27	5 detik
2	19:22:42	19:22:46	4 detik
1	19:24:19	19:24:22	3 detik
1	19:25:36	19:25:40	4 detik
4	19:27:09	19:27:13	4 detik
4	19:27:53	19:27:56	3 detik

Berdasarkan data yang diperoleh, delay waktu pengiriman data bervariasi antara 3 hingga 5 detik dan muncul berulang pada ID tertentu. Meskipun terdapat variasi, latensi ini masih dianggap wajar dan efisien dalam sistem berbasis *blockchain*. Di mana proses validasi, enkripsi, dan distribusi data sering menambah waktu pengiriman. Jika dibandingkan dengan standar *delay* pada jaringan *non-real-time*, yang idealnya berkisar antara 1 hingga 2 detik, nilai 3 hingga 5 detik ini tetap dapat diterima untuk aplikasi *blockchain*. Secara keseluruhan, sistem menunjukkan performa yang konsisten dan stabil dengan rata-rata *delay* sekitar 4 detik, yang masih berada dalam batas toleransi untuk aplikasi *non-real-time*.

Pengujian selanjutnya adalah memverifikasi kesesuaian *hash* dari *blockchain* yang diterima oleh *database website*. Proses ini melibatkan pengecekan apakah *hash* yang diterima oleh *website* sama dengan *hash* yang tercatat di *blockchain* untuk setiap transaksi atau data yang terkait.

TABEL 6
Hasil Verifikasi Kesesuaian Hash

Product ID	Tipe Data	ID Hash Terkirim	ID Hash Diterima	Keterangan
3	CSV	HASH001	HASH001	Sesuai
3	Gambar	HASH002	HASH002	Sesuai
2	CSV	HASH003	HASH003	Sesuai
2	Gambar	HASH004	HASH004	Sesuai
1	CSV	HASH005	HASH005	Sesuai
1	Gambar	HASH006	HASH006	Sesuai
4	CSV	HASH007	HASH007	Sesuai
4	Gambar	HASH008	HASH008	Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian verifikasi kesesuaian *hash*, dapat disimpulkan bahwa sistem pengelolaan data antara *blockchain* dan *database website* dapat berjalan dengan baik. Semua *hash* yang diterima oleh *database website* dari *blockchain* sesuai dengan *hash* yang dikirim. Hal ini menunjukkan bahwa proses transmisi data melalui jaringan yang digunakan tidak mengalami perubahan atau kehilangan data, sehingga integritas dan keamanan data dapat tetap terjaga.

V. KESIMPULAN

Pengujian yang dilakukan pada sistem pengelolaan tanaman bonsai ini yaitu pengujian terhadap sistem IoT, *blockchain*, dan pengujian terhadap *website*. Pada masing-masing sub-sistem telah dilakukan pengujian, sehingga diperoleh hasil yang cukup baik. Pengujian terhadap sistem IoT menunjukkan bahwa sensor-sensor dapat beroperasi

dengan akurasi dan responsivitas yang baik. Sistem pengambilan gambar menggunakan Raspi Cam juga terbukti efektif dengan delay yang minimal antara 2 hingga 3 detik, yang mengindikasikan efisiensi dalam pemantauan visual tanpa menimbulkan beban yang berlebihan pada jaringan. Selain itu, *throughput* sistem yang berada pada kisaran 382,4 bit/s hingga 386,61 bit/s menunjukkan bahwa sistem ini mampu mentransfer data dengan konsistensi yang baik dalam jaringan.

Dari sisi *blockchain*, hasil pengujian menunjukkan bahwa meskipun ada transaksi dengan penggunaan *gas* yang tinggi, terutama untuk tipe data CSV dan gambar, alokasi *gas* yang tersedia masih mencukupi. Namun, mengingat kompleksitas transaksi yang dapat mendekati batas maksimum *Gas Limit*, perlu dipertimbangkan langkah optimasi untuk memastikan efisiensi biaya dan menghindari risiko kehabisan *gas*. Jika transaksi mendekati atau melebihi *Gas Limit*, ada risiko bahwa transaksi tidak akan berhasil diproses dan pengguna akan kehilangan biaya *gas* yang sudah dikeluarkan. Di sisi lain, *Gas Fee* yang merupakan biaya yang harus dibayar untuk setiap unit *gas* yang digunakan, akan meningkat seiring dengan tingginya penggunaan *gas*. Oleh karena itu, semakin tinggi jumlah *gas* yang dibutuhkan oleh suatu transaksi, semakin besar biaya yang harus dikeluarkan, yang dapat mengurangi efisiensi biaya dari keseluruhan sistem.

Pengujian terhadap *website* menunjukkan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan harapan, dengan semua skenario pengujian antarmuka telah berhasil dilakukan. Pengujian waktu pengiriman data dari *blockchain* ke *database website* menunjukkan kinerja yang tetap stabil. Verifikasi kesesuaian *hash* juga menunjukkan bahwa data yang dikirimkan memiliki integritas yang terjaga, dengan tidak ada perubahan atau kehilangan data, sehingga meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap keaslian dan keamanan produk yang ditawarkan.

REFERENSI

- [1] S. M, "Mengenal Bentuk, Kriteria, dan Jenis Tanaman Bonsai," Gramedia Blog. Accessed: Feb. 08, 2024. [Online]. Available: <https://www.gramedia.com/best-seller/jenis-tanaman-bonsai/>
- [2] I. Nurhayati, S. Lestanti, and S. N. Budiman, "Sistem Pakar Diagnosis Hama Dan Penyakit Tanaman Bonsai Menggunakan Metode Forward Chaining," *J. Algorit.*, vol. 3, no. 1, pp. 71–81, 2022.
- [3] Hukrim, "Tim Siber Bareskrim Kejar Pelaku Penipuan Jual Beli Online," PMJ News. Accessed: Feb. 08, 2024. [Online]. Available: <https://www.pmjnews.com/article/detail/3749/>
- [4] F. D. Wihartiko, S. Nurdianti, A. Buono, and E. Santosa, "BLOCKCHAIN DAN KECERDASAN BUATAN DALAM PERTANIAN: STUDI LITERATUR," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 177–188, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202184059.
- [5] M. R. Mughdhor, A. Murtono, and E. S. Budi, "Rancang Bangun Sistem Kendali dan Monitoring Smart Greenhouse pada Budidaya Anggrek

- Dendrobium Berbasis IoT,” *Metrotech (Journal Mech. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 32–39, 2024, doi: 10.33379/metrotech.v3i1.3566.
- [6] A. Pertiwi, V. E. Kristianti, I. Jatnita, and A. Daryanto, “Sistem Otomatisasi Drip Irigasi Dan Monitoring Pertumbuhan Tanaman Cabai Berbasis Internet of Things,” *Sebatik*, vol. 25, no. 2, pp. 739–747, 2021, doi: 10.46984/sebatik.v25i2.1623.
- [7] T. W. E. Suryawijaya, “Memperkuat Keamanan Data melalui Teknologi Blockchain: Mengeksplorasi Implementasi Sukses dalam Transformasi Digital di Indonesia,” *J. Stud. Kebijak. Publik*, vol. 2, no. 1, pp. 55–67, 2023, doi: 10.21787/jskp.2.2023.55-68.
- [8] Santoso, G. Melisa, and I. A. Sitanggang, “Perancangan Website E-Commerce INEED.ID,” *J. Tek. Inform.*, vol. 14, no. 1, p. 21, 2022.

