



Pemanfaatan *Smart Contract* dalam Transformasi *Supply Chain* melalui Teknologi *Blockchain*

Aditiya Hermawan^{#1}, Devastati Putri Sugiarta Karlim^{#2}, Junaedi^{*3}, Benny Daniawan^{*4}[#]*Jurusan Teknik Informatika, Universitas Buddhi Dharma
Jl. Imam Bonjol No.41 Karawaci – Tangerang*¹aditiya.hermawan@ubd.ac.id²devastati@ubd.ac.id^{*}*Jurusan Sistem Informasi, Universitas Buddhi Dharma
Jl. Imam Bonjol No.41 Karawaci - Tangerang*³junaedi@ubd.ac.id⁴benny.daniawan@ubd.ac.id

Abstrak— Saat ini, keterbatasan informasi mengenai keaslian produk masih mengemuka, memicu penyebaran produk palsu secara tidak terkontrol di masyarakat. Supply chain, sebagai elemen integral, memiliki peran sentral dalam memberikan pemahaman signifikan kepada konsumen terkait produk yang mereka konsumsi. Teknologi blockchain dalam manajemen rantai pasok menawarkan transparansi, yang dapat secara substansial meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap produk yang dipilih. Namun, penerapan teknologi blockchain dalam rantai pasok saat ini masih terbatas, dan minimnya pemahaman tentang blockchain menjadi hambatan utama. Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan informasi komprehensif mengenai produk dalam rantai pasok serta memanfaatkan teknologi blockchain melalui smart contract. Melalui penerapan sistem berbasis teknologi blockchain dalam rantai pasok, pengguna akan memperoleh informasi yang substansial dan komprehensif mengenai produk yang mereka akuisisi dan gunakan. Hasil evaluasi yang menunjukkan kepuasan konsumen secara keseluruhan sebesar 89,64%. Sistem ini sangat membantu bagi konsumen pada saat memutuskan untuk membeli sebuah produk dengan mengetahui informasi yang lengkap dan transparan terkait produk. Dalam hal ini, penerapan teknologi blockchain dengan smart contract meningkatkan keyakinan konsumen bahwa produk yang mereka beli autentik dan aman. Teknologi blockchain dengan smart contract menjadi solusi efektif dalam menanggulangi masalah produk palsu dan meningkatkan transparansi rantai pasok. Teknologi blockchain memungkinkan penyediaan informasi yang aman dan tidak dapat diubah, sedangkan smart contract memfasilitasi transaksi otomatis dan transparan tanpa perantara.

Kata kunci— Teknologi *Blockchain*, *Smart Contract*, *Supply Chain*.

I. PENDAHULUAN

Produk palsu telah menjadi perhatian utama masyarakat, dengan OECD [1] melaporkan bahwa industri barang palsu telah mengumpulkan nilai yang mengejutkan sebesar USD 461 miliar di seluruh dunia. Barang yang paling sering dipalsukan termasuk alas kaki, serta makanan, obat-obatan, dan alat kesehatan. MIAP atau Masyarakat Anti Pemalsuan Indonesia melakukan survei terhadap 501 konsumen di wilayah Jabodetabek dan Surabaya. Hasil survei mengungkapkan bahwa produk seperti pakaian sebesar 38,90%, produk dari kulit sebesar 37,20%, program perangkat lunak sebesar 33,50%, produk kecantikan sebesar 12,60%, produk makanan dan minuman sebesar 8,50%, dan obat-obatan sebesar 3,80% adalah produk yang paling sering beredar jenis barang palsu [2].

Manusia dalam menjalani kehidupannya sehari-hari harus membeli berbagai produk seperti makanan, minuman, pakaian, dan kebutuhan lainnya untuk memenuhi kelangsungan hidup dan keinginannya. Misalnya, ketika seorang konsumen berniat membeli sepatu dari pengecer online, mereka harus memastikan bahwa produk tersebut asli, meskipun tidak dibeli langsung dari toko resmi. Selain itu, produk yang dikonsumsi konsumen seringkali mengandung zat berbahaya yang dapat berdampak negatif bagi kesehatan [3], terutama jika dikonsumsi dalam jangka waktu lama. Akibatnya, sangat penting bagi konsumen untuk memiliki informasi yang komprehensif tentang produk yang mereka beli, termasuk bahan yang digunakan, proses pembuatan, penyimpanan, dan tahapan distribusi dalam rantai pasok, dari produksi hingga konsumen akhir [4].

Untuk mendapatkan informasi mengenai suatu produk yang dibeli, diperlukan suatu teknologi yang dapat memberikan informasi yang lengkap kepada konsumen. Teknologi yang digunakan harus dapat memberikan

transparansi untuk mencegah perubahan atau korupsi data terkait informasi produk [5]. Salah satu teknologi potensial yang dapat dimanfaatkan adalah teknologi blockchain, yaitu database terdesentralisasi yang mengandalkan node mandiri untuk penyimpanan dan pengambilan data [6], [7]. Teknologi ini awalnya digunakan pada Bitcoin, yang menjadi *cryptocurrency* yang tidak memerlukan layanan perbankan [8].

Saat ini, penggunaan teknologi blockchain di Indonesia masih belum luas dan pemahaman mengenai penerapannya masih kurang [9]. Namun, industri pertanian telah mulai menerapkan teknologi ini ke dalam sistem rantai pasok mereka. Alasan di balik ini adalah setelah data dimasukkan ke dalam sistem, data tersebut tidak dapat diubah atau dihapus, hanya dapat ditambahkan. Metode teknologi ini mengharuskan setiap node yang relevan atau terhubung untuk melakukan verifikasi ke semua data yang masuk untuk menjamin akurasi dan keasliannya [10].

Untuk menjamin akurasi dan keaslian produk dalam rangka memerangi penyebaran produk palsu, teknologi blockchain dapat berfungsi sebagai solusi yang lebih baik jika dibandingkan dengan teknologi Barcode atau QRCode yang umum digunakan untuk melacak keaslian suatu produk karena menyimpan data pada database terpusat yang mudah dimanipulasi. Barcode dan QRCode hanya sebagai tampilan untuk memudahkan dalam pencarian sebuah sumber data dan tidak mempunyai mekanisme penyimpanan seperti yang di tawarkan *Blockchain* dalam memberikan verifikasi suatu data. Hal ini karena kemampuannya untuk menyediakan data yang komprehensif mengenai perjalanan setiap materi, karena informasi dalam setiap transaksi tidak dapat diubah dan aman [11]. Dengan memanfaatkan *smart contract* yang menghubungkan interface konsumen dengan *blockchain* sehingga semua data dan transaksi dapat divalidasi secara otomatis, karena *smart contract* adalah perjanjian digital [12] diantara dua node yang terbentuk oleh kode pada jaringan *blockchain*. Kontrak ini disimpan dalam *blockchain* yang tersebar ke semua node, dan tidak dapat diubah seperti halnya data pada *blockchain*. Ketika kondisi yang telah ditentukan terpenuhi, *Smart contract* ini diproses secara otomatis, tanpa perlu keterlibatan pihak ketiga, menghasilkan transaksi yang lebih cepat dan lebih transparan [13].

Sejalan dengan hal tersebut, penelitian yang dilakukan oleh [14] telah mengembangkan arsitektur *blockchain* yang dirancang untuk meningkatkan kepercayaan konsumen serta memastikan keamanan dan kualitas produk dalam rantai pasokan produk perikanan di Indonesia. Sistem ini, yang melibatkan enam rantai utama dari nelayan hingga konsumen dan tiga lapisan informasi, menunjukkan bagaimana *blockchain* dapat memfasilitasi pelacakan produk secara efektif. Demikian pula, penelitian oleh [10] mengeksplorasi penerapan *blockchain* dalam rantai pasokan makanan selama pandemi COVID-19, menyoroti bagaimana teknologi ini dapat meningkatkan keterlacakan dan efisiensi dalam situasi darurat kesehatan masyarakat, sehingga membuktikan potensi signifikan *blockchain* dalam berbagai sektor.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh [15] mengungkapkan dampak luas dari *blockchain* dalam sektor pertanian dan rantai pasokan makanan, menyoroti bagaimana teknologi ini dapat meningkatkan ketahanan pangan, keamanan, dan integritas, serta mendukung petani kecil. Meskipun penelitian ini mengidentifikasi manfaat seperti peningkatan transparansi transaksi dan kualitas produk, ia juga menyoroti tantangan dalam adopsi teknologi, termasuk kesulitan dalam mengintegrasikan sistem yang sudah ada dengan infrastruktur *blockchain*. Integrasi ini sering kali kompleks dan memerlukan perubahan substansial pada arsitektur sistem yang ada, yang tidak hanya melibatkan perubahan teknis, tetapi juga perubahan dalam proses bisnis dan operasional. Oleh karena itu, pengembangan solusi yang dapat menyederhanakan proses integrasi dan mengurangi hambatan teknis menjadi kunci untuk adopsi yang lebih luas dan efektif dari *blockchain* dalam rantai pasokan. Dengan demikian, meskipun tantangan signifikan muncul dalam mengadopsi teknologi *blockchain*, terutama dalam hal integrasi sistem, penelitian [14], [15] menunjukkan bahwa dengan solusi yang tepat, hambatan ini dapat diatasi, membuka jalan bagi revolusi *blockchain* dalam rantai pasokan di berbagai sektor.

II. METODE PENELITIAN

A. Blockchain

Blockchain Technology merupakan salah satu jenis teknologi di mana dasar dari setiap transaksi yang ada tersebar di antara berbagai *node* yang dihubungkan oleh jaringan *peer-to-peer* [16].

Penggunaan teknologi *blockchain* telah berkembang cukup pesat tidak hanya digunakan untuk mata uang *crypto* namun juga penerapannya telah digunakan pada agro industri, kopi, makanan, rumah sakit, marketing, dan juga financial [17], [18]. *Blockchain* dapat meningkatkan efisiensi investasi perusahaan dengan menahan investasi yang tidak seharusnya, mengurangi pembiayaan yang tidak perlu, serta mengurangi konflik antar agensi dikarenakan informasi yang tidak jelas [18].

B. Smart Contract

Kontrak yang ada dalam bentuk kode komputer dan fungsinya di dalam *blockchain* atau ledger terdistribusi dikenal sebagai *smart contract*. Ketentuan yang diuraikan dalam format kode secara otomatis diverifikasi dan dijalankan oleh *smart contract* [19]. *Smart contract* dapat dikonfigurasi agar dapat secara otomatis tereksekusi setelah serangkaian kondisi yang telah ditentukan sebelumnya terpenuhi. Sementara bahasa pemrograman Solidity adalah bahasa utama yang digunakan untuk membuat kontrak pintar, bahasa pemrograman lain juga dapat digunakan [20].

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam merancang *smart contract*:

1) *Keamanan*: *Smart contract* merupakan program yang dieksekusi secara otomatis di *blockchain*, sehingga keamanan sangat penting dalam menjaga integritas dan kepercayaan dalam *supply chain*. Masalah keamanan dapat

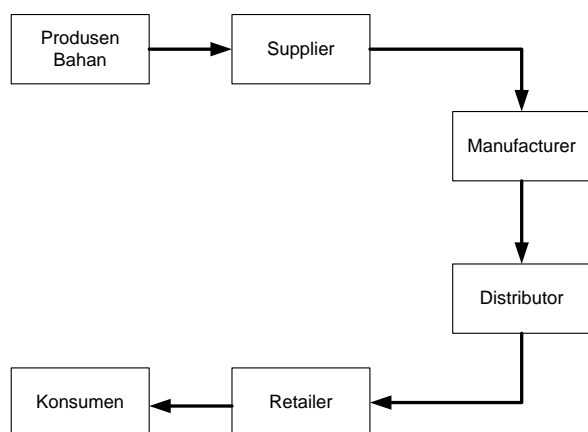
terjadi jika *Smart contract* tidak dirancang dengan benar atau tidak diuji dengan baik, sehingga dapat menyebabkan kerugian yang signifikan.

2) *Keterbatasan*: *Smart contract* pada dasarnya merupakan kode program yang diprogram oleh manusia, sehingga memiliki keterbatasan dalam mengakses dan memproses informasi. Ini dapat menjadi masalah dalam *supply chain* karena informasi yang diperlukan mungkin terdistribusi di banyak tempat atau dimiliki oleh banyak pihak.

3) *Ketergantungan*: Penggunaan *Smart contract* di dalam *supply chain* tergantung pada kepercayaan dan kerja sama antara semua pihak yang terlibat. Jika ada pihak yang tidak kooperatif atau tidak mengikuti peraturan yang ditetapkan, maka *Smart contract* mungkin tidak berfungsi dengan baik.

C. Supply Chain

Supply chain atau dikenal dengan rantai pasok adalah serangkaian aktivitas yang saling terlibat dalam memproduksi dan mendistribusikan produk atau jasa dari pemasok ke pelanggan [21]. Rantai pasok mencakup berbagai tahap seperti pengadaan bahan baku, manufaktur, penyimpanan, pengiriman, dan penjualan. Rantai pasok melibatkan banyak mitra bisnis seperti pemasok, produsen, distributor, dan pengecer, serta berbagai aktivitas seperti perencanaan produksi, pengelolaan inventaris, logistik, dan pengiriman. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa produk atau jasa yang dihasilkan berkualitas tinggi, dapat diakses dengan mudah, dan terjangkau bagi konsumen. Strategi rantai pasok dapat meningkatkan keunggulan kompetitif dan meningkatkan kinerja organisasi, dengan berbagi informasi yang berkualitas menggunakan teknologi informasi untuk meningkatkan hubungan tidak hanya pemasok-pembeli, melainkan juga dapat meningkatkan koordinasi proses lintas mitra dagang, dan menurunkan biaya transaksi [22], [23]. Pada Gambar 1 dibawah ini menunjukan tahapan pada rantai pasok:



Gambar 1 Tahapan rantai pasok [21]

Jaringan rantai pasokan adalah proses kompleks yang dimulai dari pemasok dan berakhir di konsumen. Banyak pihak yang terlibat dalam jaringan ini. Di bawah ini adalah pemain utama dalam rantai pasokan:

1) *Supplier (rantai 1)*: Tahap pertama rantai pasokan dimulai di ujung pemasok, yang bertanggung jawab untuk menyediakan bahan mentah. Pada titik inilah distribusi bahan baku dimulai.

2) *Supplier→Manufacturer (rantai 1-2)*: *Manufacturer* adalah mata rantai kedua dalam rantai, yang bertanggung jawab dalam memproses dan menyempurnakan produk hingga mencapai tahap akhir.

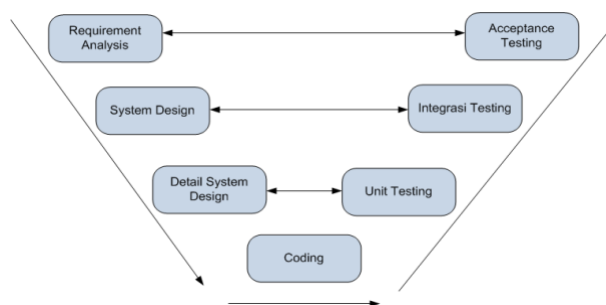
3) *Supplier→Manufacturer→Distributor (rantai 1-2-3)*: Setelah menyelesaikan tahap awal produksi (rantai 1 dan 2), produk akhir kemudian disebarluaskan ke pengguna akhir. Proses ini biasanya melibatkan penggunaan entitas perantara seperti grosir atau distributor yang memfasilitasi pertukaran barang dalam jumlah besar.

4) *Supplier→Manufacturer→Distributor→Retailer (rantai 1-2-3-4)*: Produk didistribusikan ke gerai ritel setelah ditangani oleh distributor dan grosir. Beberapa perusahaan memilih untuk tidak menjual produk mereka melalui saluran ini, dan sebaliknya, memilih untuk menjual langsung ke pelanggan atau pengecer dari pabrik.

5) *Supplier→Manufacturer→Distribution→Retailer→Consumer*: Pengguna akhir, juga dikenal sebagai konsumen, mewakili mata rantai terakhir dalam rantai pasokan yang terdiri dari rantai 1, rantai 2, rantai 3, dan rantai 4.

D. V-Model

V-Model sebagai metode pengembangan perangkat lunak merupakan model SDLC dimana eksekusi proses terjadi secara berurutan dalam bentuk V [24]. Pengembangan menggunakan *V-Model* yang terdiri atas beberapa tahap yang dituangkan pada Gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2 Metodologi pengembangan sistem V Model

Tahapan perancangan sistem adalah sebagai berikut:

1. *Requirement analysis* (Analisis Kebutuhan)
Pada tahapan ini, menentukan kebutuhan fungsional dan non-fungsional dari sistem *Smart contract* dengan *blockchain* di bidang *Supply chain* yang akan dibuat.
2. *System Design* (Perancangan Sistem)
Pada tahapan ini, perancang sistem akan membuat *blueprint* dari sistem yang akan dirancang, sehingga dapat memberikan gambaran kepada pengguna.
3. *Detail System Design* (Perancangan Detail Sistem)
Di tahap ini perancangan *prototype* arsitektur *smart contract* terdesentralisasi dengan memanfaatkan teknologi *blockchain* mulai dibuat, dan juga desain sistem yang disepakati dalam tahapan analisis

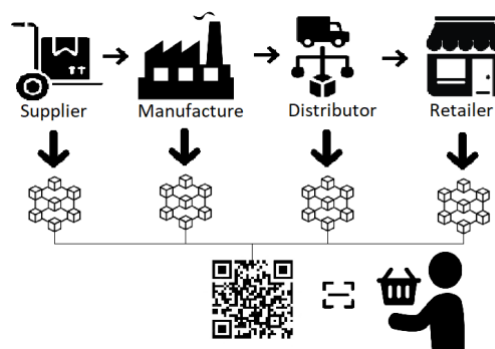
kebutuhan. Sistem terdesentralisasi pada *blockchain* memungkinkan pengguna untuk melihat transaksi secara *real-time*. Setiap transaksi dijadikan publik pada *blockchain*, sehingga transparansi yang tinggi dapat dicapai.

4. *Coding* (Membuat Program)
Pada tahap ini perancang sistem mulai membuat *website solidity* dan *Ether.js*
5. *Unit Testing* (Pengujian Unit)
Pada tahapan ini, unit sistem akan dites dan diuji dengan untuk memastikan bahwa unit sistem yang telah dirancang tidak ada kesalahan.
6. *Integration Testing* (Pengujian Integrasi)
Pada tahapan ini, seluruh unit yang telah diuji akan digabungkan dan diuji secara bersama-sama. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa semua unit saling berfungsi dengan baik.
7. *Acceptance Testing* (Pengujian Penerimaan)
Pada tahapan ini, pengguna akhir menguji sistem dan memberikan umpan balik terhadap kinerja sistem dan apakah sistem memenuhi kebutuhan pengguna.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dihasilkan dari eksplorasi pemanfaatan *smart contract* dalam konteks rantai pasok berbentuk sebuah prototipe, yang diperwujudkan dalam bentuk sebuah website. Melalui prototipe ini, transaksi yang melibatkan suatu produk dapat direkam saat mengalami perpindahan dari satu tahap proses ke tahap lain dalam rantai pasok, dan seluruh jejaknya disimpan dalam *blockchain*. Dengan kata lain, semua langkah yang terjadi dalam proses rantai pasok terdokumentasikan secara komprehensif dalam struktur *blockchain*, yang mampu diselusuri hingga detail terkecilnya oleh konsumen. Transparansi ini menjadi penting untuk memastikan bahwa setiap tahapan yang ditempuh oleh produk tertentu dapat diuji dan divalidasi oleh konsumen yang ingin memahami jejak produk tersebut.

Keberadaan prototipe ini memberikan peluang bagi konsumen untuk memahami setiap tahap dalam rantai pasok, serta memastikan integritas dan otentikasi produk yang mereka beli. Gambar 3, yang merupakan ilustrasi visual, memperlihatkan bagaimana teknologi *blockchain* menjadi bagian integral dalam proses rantai pasok. Penggunaan *blockchain* tidak hanya mengamankan transaksi tetapi juga memungkinkan konsumen mengikuti perjalanan produk dengan cermat, menciptakan keyakinan dalam keaslian dan kualitas barang yang mereka peroleh.

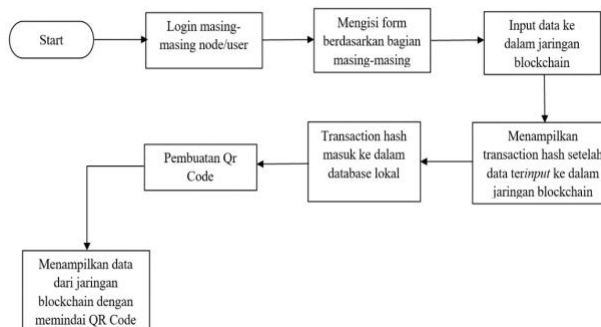


Gambar 3. Proses *supply chain* dengan *blockchain*

A. Implementasi

1. Algoritma Sistem

Berikut pada Gambar 4 merupakan alur proses pada sistem *supply chain* menggunakan *blockchain*, dimulai dari *user* masing-masing *node* yang memasukkan seluruh data ke dalam jaringan *blockchain*, kemudian menampilkan *transaction hash* dari jaringan *blockchain*, dan terakhir konsumen dapat menampilkan data dari jaringan *blockchain* dengan memindai *QR Code*

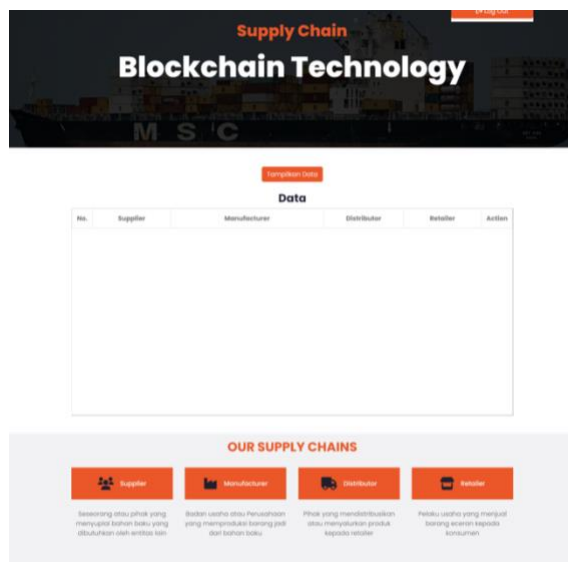


Gambar. 4 Alur sistem

2. Tampilan Interface

Website dirancang dengan menggunakan bahasa pemrograman Solidity untuk *back-end functionality* yang bertugas mengelola setiap aspek *Smart contract* serta melakukan penyimpanan data secara transparan dalam *blockchain*. Pendekatan ini memberikan kepastian integritas dan konsistensi data. Sedangkan elemen pendukung yang juga cukup penting yaitu *Ether.js* untuk antarmuka pengguna dalam menampilkan data yang disimpan dalam *blockchain* dapat diakses dan ditampilkan dengan cara yang lebih terstruktur dan responsif. Hal ini memastikan bahwa pengguna dapat dengan mudah menavigasi dan memahami informasi yang tersedia.

Pada Gambar. 5 terdapat menu untuk ke halaman *user*, melihat data, peta lokasi *manufacturer*, dan dapat melihat *admin profile* untuk mengubah data.

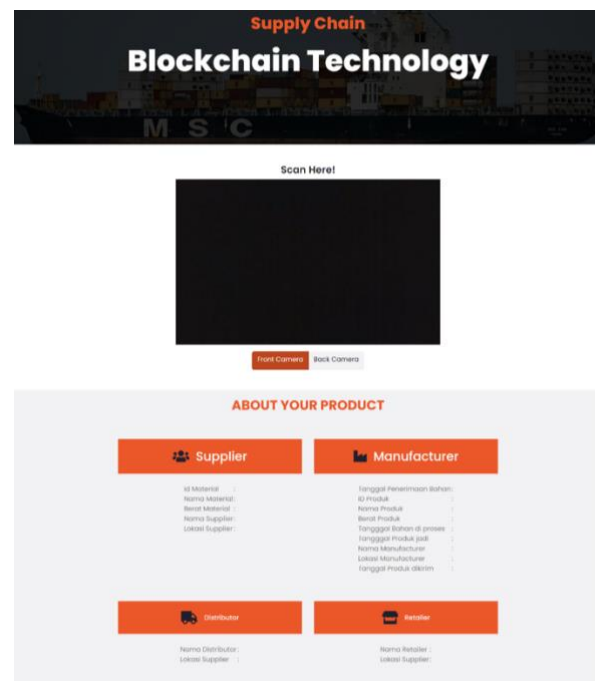
Gambar. 5 Halaman *home*

Ketika user admin sudah klik *button* “Tampilkan Data” maka tabel data tersebut akan menampilkan data-data yang telah dimasukkan seperti pada Gambar 6.

No.	Supplier	Manufacturer	Distributor
1	Id Material : PJM310 Nama Material : Ultramarine Berat Material : 200 m Nama Supplier : PT. Reflection Lokasi Supplier : Bandung	Tanggal Penerimaan Barang : 13-06-2022 Id Produk : MB995 Nama Produk : Marine Bag Berat Produk : 450 gr Tanggal Bahan diproses : 13-06-2022 Tanggal produk jadi : 15-06-2022 Nama Manufacturer : PT. Magic Shop Lokasi Manufacturer : Jakarta Tanggal Produk dikirim : 16-06-2022	Nama Distributor : Yoongi Lokasi Distributor : Tangerang
2	Id Material : JHS1802 Nama Material : Pistachio Berat Material : 250 m Nama Supplier : PT. Hybe Lokasi Supplier : Semarang	Tanggal Penerimaan Barang : 14-06-2022 Id Produk : CB993 Nama Produk : Chio Bag Berat Produk : 450 gr Tanggal Bahan diproses : 15-06-2022 Tanggal produk jadi : 17-06-2022 Nama Manufacturer : PT. Magic Shop Lokasi Manufacturer : Jakarta	Nama Distributor : Taehyung Lokasi Distributor : Jakarta

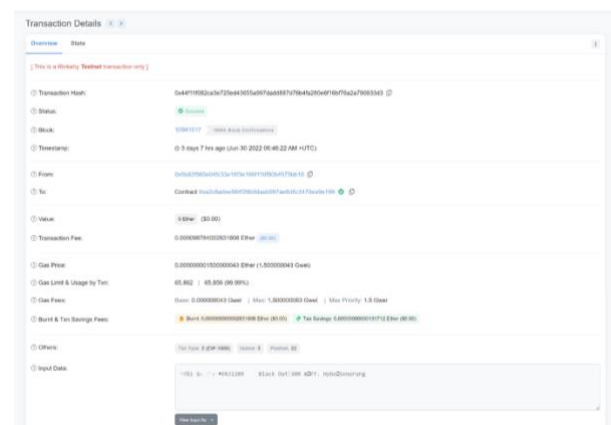
Gambar. 6 Tampilan data pada admin

Gambar 7 merangkum antarmuka yang disajikan kepada konsumen saat mereka memilih untuk memindai *QR Code* yang terkait dengan produk tertentu. Detail informasi mulai dari langkah-langkah yang ditempuh oleh supplier, manufaktur, distributor, hingga retailer dipresentasikan secara komprehensif. Dalam konteks ini, tujuan utamanya adalah memberikan kepastian bahwa produk yang akan dibeli memiliki jejak yang sah dan mengikuti proses produksi yang terpercaya.

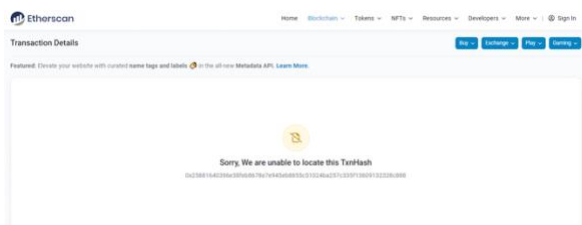


Gambar. 7 Tampilan halaman konsumen

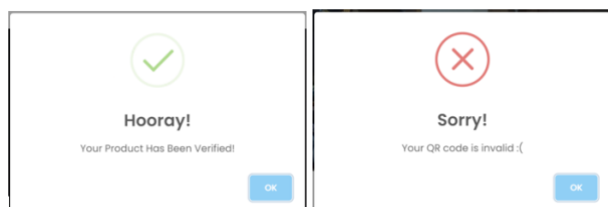
Aspek tersebut tidak hanya berhenti pada penggunaan *QR Code*. Gambaran yang lebih dalam dihadirkan dalam Gambar 8, di mana data yang telah diinput dalam *blockchain* juga dapat diakses secara *real-time* melalui scanner. Inovasi ini memberikan konsumen kemampuan untuk langsung memverifikasi keterhubungan data dengan *blockchain*. Gambar 8 memperlihatkan visualisasi dengan menunjukkan bagaimana proses penginputan data dari website kemudian dapat ditemukan dan diakses dalam struktur *blockchain*.

Gambar 8. Tampilan data pada *blockchain*

QR Code yang digunakan untuk melakukan verifikasi pada *blockchain* berisi sebuah transaction hash (No Transaksi) yang ada pada *blockchain*, jika pada saat melakukan Scan *QR Code* tidak dapat menampilkan data pada *blockchain* seperti pada Gambar 9, dapat dipastikan produk tersebut tidak terdaftar pada proses Supply Chain.

Gambar 9. Data tidak ditemukan pada *blockchain*

Pada aplikasi antar muka juga terdapat tampilan pesan seperti pada gambar 10 ketika produk yang di cek ada pada *blockchain* atau tidak ada untuk memastikan suatu produk asli atau tidak.



Gambar 10. Data ditemukan (kiri), data tidak ditemukan (kanan)

B. Pembahasan

Proses yang melibatkan penyimpanan data dalam jaringan *blockchain* adalah proses yang melibatkan sejumlah tahap yang ketat, dimulai dari supplier hingga retailer. Namun, keberhasilan proses ini turut dibebankan oleh biaya transaksi yang dikenal sebagai *Gas Fee*. Secara mendasar, *Gas Fee* ini merujuk pada biaya yang harus dikeluarkan untuk memfasilitasi pencatatan setiap transaksi di dalam rantai tersebut ke dalam *blockchain*. Dalam praktiknya, *Gas Fee* ini bertindak sebagai bentuk biaya pengolah yang diberikan kepada para validator.

Penyimpanan data dalam lingkup jaringan *blockchain* melibatkan proses yang terstruktur, melibatkan berbagai pihak seperti supplier, manufaktur, distributor, hingga retailer. Namun, keberlangsungan proses ini turut dibebankan oleh biaya transaksi yang dikenal sebagai *Gas Fee*. Dalam konteks ini, *Gas Fee* menjadi sebuah komponen esensial yang menandai biaya yang harus dikeluarkan untuk setiap pencatatan transaksi di dalam struktur *blockchain*. Konseptualnya, *Gas Fee* berperan sebagai kompensasi kepada para validator yang menjalankan tugas penting dalam memvalidasi dan memverifikasi setiap transaksi yang masuk.

Dalam upaya menyimpan data yang mengalir melalui jaringan *blockchain*, proses tersebut melalui serangkaian tahapan yang melibatkan berbagai entitas, mulai dari supplier hingga retailer. Namun, untuk keberlanjutan operasional ini, tidak terlepas dari keberadaan *Gas Fee* sebagai imbalan atas proses pencatatan transaksi pada *blockchain* seperti terlihat pada Gambar 11. Dalam substansinya, *Gas Fee* berfungsi sebagai biaya operasional yang diberikan kepada validator yang memastikan keotentikan dan keterpercayaan dari setiap transaksi yang tercatat dalam *blockchain*. Proses penyimpanan data dalam ekosistem *blockchain* ini memanfaatkan infrastruktur yang sudah ada, seperti jaringan *blockchain* publik Ethereum.

Ethereum mempunyai kemampuannya yang luas dalam mendukung *smart contracts* dan *DApps* (*Decentralized Applications*), yang memungkinkan pencatatan transaksi

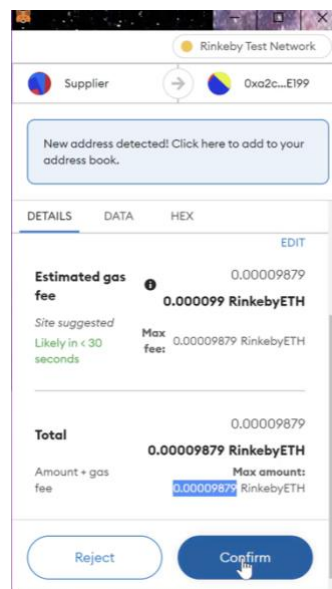
yang lebih kompleks dan interaksi yang lebih dinamis antara berbagai entitas dalam rantai pasokan. Dalam aplikasi ini, Ethereum digunakan untuk mengimplementasikan dan menjalankan smart contracts yang mengatur interaksi antara supplier, manufacture, distributor, dan retailer. *Gas Fee* memainkan peran penting sebagai pemberian kepada validator yang bertugas untuk menjaga keandalan serta integritas data dalam *blockchain* yang dipraktikkan pada aplikasi ini. Dengan menggunakan Ethereum, aplikasi ini dapat memanfaatkan infrastruktur yang sudah teruji dan aman, sambil memastikan bahwa setiap transaksi yang terjadi dalam rantai pasokan dicatat dengan transparansi dan keamanan yang tinggi.

Berikut hasil percobaan biaya yang harus dibayarkan ketika dilakukan penyimpanan data untuk satu produk pada *blockchain* secara lengkap pada proses *supply chain*.

TABEL I
GAS FEE TRANSAKSI

No	Jenis Transaksi	<i>Gas Fee</i>
1	Input Data Supplier	0,00009879 ETH
2	Input Data Manufacture	0,00012722 ETH
3	Input Data Distributor	0,00006676 ETH
4	Input Data Retailer	0,00006291 ETH
Total		0,00035568 ETH

Hasil eksperimen ini pada Tabel I mengungkapkan perbandingan biaya yang diperlukan saat melakukan penyimpanan data untuk satu produk dalam rantai pasok melalui *blockchain*. Data di atas menyajikan nilai *Gas Fee* yang dibutuhkan untuk setiap tahap transaksi dalam proses tersebut.

Gambar 11 Proses konfirmasi transaksi ke dalam *blockchain*

Dari data yang dihadirkan dalam Tabel I, terlihat bahwa biaya transaksi (*Gas Fee*) bervariasi antara jenis transaksi yang berbeda. Proses penyimpanan data dimulai dari fase Input Data Supplier hingga Retailer, menunjukkan adanya variasi besaran *Gas Fee*. Kuantitas transaksi dikaitkan dengan jumlah data yang disimpan dan tingkat kepadatan jaringan saat data dimasukkan ke dalam *blockchain*.

Dalam konteks praktis, pengetahuan akan perbedaan *Gas Fee* di setiap transaksi mungkin sangat berarti. Ini memberikan pemahaman tentang biaya operasional yang mungkin diperlukan dalam penyimpanan data yang melibatkan semua elemen dalam rantai pasok. Adanya perbedaan ini juga menggarisbawahi pentingnya pemantauan kepadatan jaringan pada saat tertentu, yang dapat mempengaruhi besarnya biaya transaksi.

Secara keseluruhan, hasil eksperimen ini menyuguhkan pandangan yang lebih jelas tentang aspek biaya yang terlibat dalam penggunaan *blockchain* dalam konteks rantai pasok. Ini juga memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang faktor apa saja yang mempengaruhi biaya transaksi dan bagaimana besarnya biaya ini bervariasi antara tahapan transaksi yang berbeda.

Eliminasi biaya transaksi dalam pencatatan transaksi menjadi mungkin ketika pendekatan menggunakan *blockchain* private yang dikelola secara internal dalam rantai pasok. Namun, dalam rangka memperoleh manfaat ini, perlu diakui bahwa ada biaya yang tetap harus dikeluarkan sebagai investasi awal dalam membangun infrastruktur yang sesuai. Selain itu, terdapat pula biaya operasional yang harus ditanggung untuk menjaga operasionalitas dan performa *blockchain* pada setiap node dalam berbagai tahapan pencatatan.

Dalam konteks pilihan antara *public* dan *private blockchain*, pertimbangan mendasar dapat bergantung pada jumlah dan skala data yang diperlukan untuk mencatat seluruh proses rantai pasok. Dalam situasi di mana jumlah produk yang dicatatkan besar dan frekuensi pencatatan tinggi, penggunaan *private blockchain* menjadi pilihan yang lebih masuk akal. Hal ini karena *private blockchain* yang dikelola secara internal, dapat memberikan kontrol lebih besar atas keamanan, privasi, dan performa jaringan.

Di lain hal juga penting untuk menyadari bahwa penggunaan *private blockchain* menghadirkan tantangan terkait dengan biaya pengembangan dan operasional, serta tanggung jawab untuk mengatur dan menjalankan infrastruktur sendiri. Sementara dalam penggunaan *public blockchain*, biaya transaksi menjadi faktor penting namun juga diimbangi dengan kemampuan untuk mengakses jaringan yang lebih luas dan tercermin dalam transparansi serta keandalan data.

Oleh karena itu, dalam memilih antara *public* dan *private blockchain* untuk keperluan rantai pasok, pertimbangan yang teliti harus diberikan pada skala operasi, frekuensi transaksi, dan infrastruktur yang tersedia. Penggunaan *blockchain* dalam industri pasokan tidak hanya menjadi tantangan teknis, tetapi juga strategi bisnis yang perlu diatur dengan bijak.

Selain itu dari sisi aplikasi juga dilakukan pengujian dengan dan evaluasi menggunakan survei dan wawancara yang dilakukan untuk memberikan wawasan penting mengenai penerimaan dan efektivitas teknologi *blockchain* dalam bidang supply chain. Dari survei yang melibatkan 28 responden dengan beragam latar belakang usia dan pekerjaan, mayoritas menunjukkan tingkat persetujuan yang tinggi terhadap manfaat *blockchain*, dengan 89,64% menyatakan Sangat Setuju terhadap pertanyaan-pertanyaan yang diajukan. Hal ini menunjukkan bahwa konsumen

dapat mengandalkan *blockchain* dalam menyediakan informasi yang akurat dan dapat dipercaya tentang produk, serta potensinya dalam mengurangi peredaran produk palsu. Selanjutnya, wawancara dengan perwakilan dari empat perusahaan menegaskan bahwa penerapan *blockchain*, khususnya melalui *smart contract* pada jaringan Ethereum, telah memenuhi tujuan yang diharapkan dalam meningkatkan kepercayaan dan efisiensi dalam supply chain. Perusahaan-perusahaan ini mengakui bahwa *blockchain* tidak hanya meningkatkan transparansi dan kepercayaan konsumen, tetapi juga membantu dalam meminimalisir kesalahan dan mempermudah akses informasi alur produksi.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian tentang penggunaan smart contract dalam jaringan *blockchain* untuk manajemen rantai pasokan menunjukkan bahwa implementasi teknologi *blockchain* dalam supply chain memberikan konsumen akses ke informasi yang luas dan mendetail tentang produk yang mereka beli dan gunakan, sekaligus meningkatkan transparansi terkait asal-usul dan proses produksi produk. Penggunaan teknologi *blockchain*, terutama konsep smart contract, berpotensi meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap keaslian dan keamanan produk yang dibeli. Hal ini dikarenakan *blockchain* menyediakan platform yang aman dan tidak dapat diubah, yang secara efektif meminimalisir risiko pemalsuan produk. Teknologi *blockchain* bersama dengan smart contract menawarkan solusi efisien dalam memerangi peredaran produk palsu dan meningkatkan transparansi dalam rantai pasok. Informasi yang disediakan oleh *blockchain* terjamin keamanannya dan tidak dapat diubah, sementara smart contract memfasilitasi transaksi yang otomatis dan transparan, tanpa perlu melibatkan pihak ketiga. Hasil pengujian menunjukkan efektivitas teknologi ini dapat meningkatkan kepuasan konsumen secara keseluruhan, hal tersebut mengindikasikan potensi besar dalam meningkatkan kepercayaan konsumen. Untuk penelitian di masa depan, diperlukan integrasi teknologi *blockchain* dengan sistem kecerdasan buatan dan analisis data, yang akan membantu dalam membuat prediksi pasar yang lebih akurat, mengoptimalkan manajemen inventaris, dan menyediakan wawasan yang lebih mendalam tentang perilaku konsumen.

REFERENSI

- [1] OECD & EUIPO, "Global trade in fake goods worth nearly half a trillion dollars a year - OECD & EUIPO," 2016.
- [2] E. Mardanugraha, S. Wardhani, B. Ismayadi, D. Bergkmap, and B. Yappy, "Dampak Ekonomi Pemalsuan Di Indonesia," 2014.
- [3] D. E. Prabowo and D. Kurniawan, "Pengaturan Pengawasan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) dalam Perlindungan Konsumen," *J. Projudice*, vol. 2, no. 2, pp. 1–25, 2021.
- [4] S. E. M. Harsasi, "Pengantar Manajemen Rantai Pasokan (Supply Chain Management)," pp. 1–41, 2016.
- [5] BPKP, "Upaya Pencegahan dan Penanggulangan Korupsi pada Pengelolaan APBN/APBD," *Badan Pengawas Keuang. dan Penguasaan*, p. 94, 2002.
- [6] T. P. Utomo, "Implementasi Teknologi Blockchain Di Perindustrian: Peluang, Tantangan Dan Hambatan," *Bul. Perpustakaan*, vol. 4, no. 2, pp. 173–200, 2022.
- [7] C. LaFountain, "Blockchain, Cryptocurrencies, and Non-

- Fungible Tokens: What Libraries Need to Know,” *Comput. Libr.*, vol. 41, no. 4, pp. 4–8, 2021.
- [8] T. Z. Ahram, A. Sargolzaei, S. Sargolzaei, J. Daniels, and B. A. Amaba, “Blockchain technology innovations,” *2017 IEEE Technol. & Eng. Manag. Conf.*, pp. 137–141, 2017.
- [9] Q. Aini, U. Rahardja, N. P. L. Santoso, E. P. P. Harahap, and S. Amelia, “Strategi Konsep Gamifikasi dalam Aplikasi Teknologi Blockchain,” *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 7, no. 2, p. 219, 2021, doi: 10.26418/jp.v7i2.45984.
- [10] N. Lutfiani, F. P. Oganda, F. Agustin, Q. Aini, and U. Rahardja, “Desain dan Metodologi Teknologi Blockchain Untuk Monitoring Manajemen Rantai Pasokan Makanan yang Terdesentralisasi | Lutfiani | InfoTekJar: Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan,” *InfoTekJar J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar.*, vol. 5, no. 1, pp. 18–25, 2020.
- [11] T. S. Hidayat, L. Abdurrahman, and F. Rekayasa Industri, “Keamanan Dan Privasi Teknologi Pembayaran Digital Pada Ukm Dengan Menggunakan Platform Blockchain Hyperledger Fabric,” *J. Ilm. Teknol. Inf. Terap.*, vol. 9, no. 2, pp. 214–221, 2023.
- [12] S. Oktaviani, “Implementasi Smart Contract Pada Teknologi Blockchain Dalam Kaitannya Dengan Notaris Sebagai Pejabat Umum,” *J. Kertha Semaya*, vol. 9, no. 11, pp. 2205–2221, 2021, [Online]. Available: <https://doi.org/10.24843/KS.2021.v09.i11.p18>
- [13] F. Aprialim, Adnan, and A. W. Paundu, “Penerapan Blockchain dengan Integrasi Smart Contract pada Sistem Crowdfunding,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 1, pp. 148–154, 2021, doi: 10.29207/resti.v5i1.2613.
- [14] I. Afrianto, T. Djatna, Y. Arkeman, I. Hermadi, and I. S. Sitanggang, “Block chain technology architecture for supply chain traceability of fisheries products in Indonesia: Future challenge,” *J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 15, pp. 41–49, 2020.
- [15] A. Kamilaris, A. Fonts, and F. X. Prenafeta-Boldú, “The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains,” *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 91, no. July, pp. 640–652, 2019, doi: 10.1016/j.tifs.2019.07.034.
- [16] H. S. Kartiko, T. Rismawan, and I. Ruslianto, “Implementasi IPFS untuk Mengurangi Gas Fee Smart Contract Ethereum pada Aplikasi Penggalang Dana,” vol. 9, no. 2, pp. 195–203, 2023.
- [17] D. Jain, M. K. Dash, A. Kumar, and S. Luthra, “How is Blockchain used in marketing: A review and research agenda,” *Int. J. Inf. Manag. Data Insights*, vol. 1, no. 2, p. 100044, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jjime.2021.100044>.
- [18] J. Du, Y. Shi, W. Li, and Y. Chen, “Can blockchain technology be effectively integrated into the real economy? Evidence from corporate investment efficiency,” *China J. Account. Res.*, vol. 16, no. 2, p. 100292, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cjar.2023.100292>.
- [19] M. Gates, *Blockchain: Ultimate guide to understanding blockchain, bitcoin, cryptocurrencies, smart contracts and the future of money*. 2017.
- [20] G. Zheng, L. Gao, L. Huang, and J. Guan, *Ethereum Smart Contract Development in Solidity*. Springer Singapore, 2021. doi: 10.1007/978-981-15-6218-1.
- [21] M. Arif, *Supply Chain Management*. Deepublish, 2018.
- [22] M. Du, Q. Chen, J. Xiao, H. Yang, and X. Ma, “Supply Chain Finance Innovation Using Blockchain,” *IEEE Trans. Eng. Manag.*, vol. 67, pp. 1045–1058, 2020.
- [23] G. Kankam, E. Kyeremeh, G. N. K. Som, and I. T. Charnor, “Information quality and supply chain performance: The mediating role of information sharing,” *Supply Chain Anal.*, vol. 2, p. 100005, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.sca.2023.100005>.
- [24] Y. I. Chandra, K. Kosdiana, and M. Riastuti, “Penerapan Model V dalam Merancang Aplikasi Reservasi dan Rekam Medis Hewan di Pusat Kesehatan Hewan Berbasis Web,” *J. IKRAITH-INFORMATIKA (Jurnal Komput. dan Inform.)*, vol. 6, no. 1, pp. 100–108, 2022.