



## Implementasi Teknologi *Blockchain Proof of Work* Pada Penelusuran *Supply Chain* Produk Komputer

Annisya<sup>1</sup>, Emy Haryatmi<sup>2</sup><sup>1,2</sup> Magister Teknik Elektro, Pascasarjana Magister Teknologi dan Rekayasa, Universitas Gunadarma<sup>1</sup>annisya.nn@gmail.com, <sup>2</sup>emy\_h@staff.gunadarma.ac.id\*

### Abstract

In recent times, the supply chain has developed into a large ecosystem. Various products moving from party to party require cooperation between stakeholders in managing the data generated. The problem is that every company has its own transaction records that can be inconsistent and their storage is centralized and not integrated between companies. This makes transaction records easy to falsify. Efficient data management is needed from the producer to the store so that consumers can trust the product. Therefore, the authors designed a product tracking system using blockchain by implementing proof of work (PoW) as the consensus algorithm, SHA-3 256 as data security, Mongo database as cloud-based data storage and QR Code as the output. As a result, transaction data from producers, distributors to retail stores are stored completely in MongoDB which is a cloud-based database, then the resulting QR Code can be used to view details of producers, distributors to retail stores that sell them. The simulation and trial results show the product tracing system design is successful as expected.

Keywords: blockchain, product, supply chain, proof of work, computer

### Abstrak

Belakangan ini, rantai pasokan berkembang menjadi ekosistem yang besar. Berbagai produk bergerak dari pihak ke pihak membutuhkan kerja sama antar pemangku kepentingan dalam mengelola data yang dihasilkan. Masalahnya setiap perusahaan memiliki catatan transaksi masing-masing yang bisa saja tidak konsisten dan penyimpanannya dilakukan secara terpusat dan tidak terintegrasi antar perusahaan. Hal itu menyebabkan catatan transaksi mudah dipalsukan. Manajemen data yang efisien diperlukan mulai dari produsen sampai ke toko supaya konsumen dapat percaya dengan produknya. Oleh karena itu, penulis merancang sistem penelusuran produk menggunakan blockchain dengan menerapkan proof of work (PoW) sebagai algoritma konsensusnya, SHA-3 256 sebagai pengaman datanya, mongo database sebagai penyimpanan datanya berbasis cloud dan QR Code sebagai hasil outputnya. Hasilnya data transaksi mulai dari produsen, distributor sampai toko retail tersimpan lengkap di MongoDB yang merupakan database berbasis cloud, lalu QR Code yang dihasilkan dapat digunakan untuk melihat detail produsen, distributor sampai toko retail yang menjualnya. Hasil simulasi dan uji coba menunjukkan rancangan sistem penelusuran produk berhasil sesuai dengan yang diharapkan.

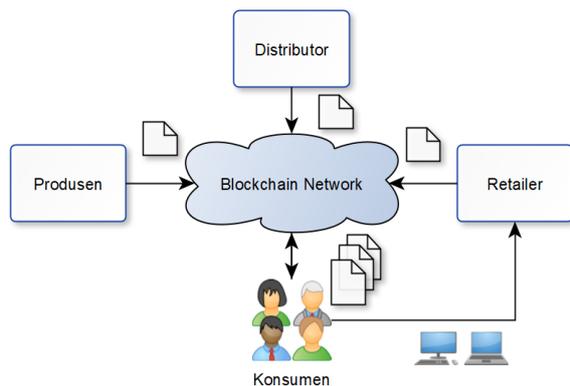
Kata kunci: blockchain, produk, supply chain, proof of work, komputer

### 1. Pendahuluan

Rantai pasokan saat ini berkembang menjadi ekosistem yang besar[1]. Berbagai produk yang bergerak dari satu pihak ke pihak lain yang membutuhkan kerja sama antar pemangku kepentingan dalam mengelola data yang dihasilkan. Manajemen data yang handal dan efisien diperlukan dari produsen hingga ke toko agar konsumen dapat percaya dengan produknya[2]. Menggunakan cara tradisional yang masih diterapkan sampai saat ini, kualitas produk masih sulit dipercaya.

Setiap perusahaan memiliki catatan masing-masing yang bisa saja tidak konsisten, rawan pemalsuan, dan tidak terintegrasi satu sama lain[1]. Permasalahan tersebut tidak dapat ditangani dengan cara tradisional. Data transaksi dalam bentuk dokumen, sertifikasi, kontrak dan data penting lainnya seharusnya disimpan dan terintegrasi dari titik asal hingga titik konsumen[3]. Hal ini dikarenakan perilaku konsumen saat ini sedikit bergeser. Konsumen lebih memperhatikan kualitas dan keamanan produk yang mereka beli, selain itu konsumen juga memperhatikan tempat produksi suatu

produk hingga informasi penjual[4]. Salah satu bidang yang menantang untuk memastikan keamanan dan kualitas produknya adalah rantai pasokan komputer. Sejumlah perangkat komputer palsu banyak beredar di pasaran. Kebanyakan perangkat komputer ini terbentuk dari limbah elektronik bekas yang dirakit menyerupai perangkat komputer baru. Konsumen tidak dapat menelusuri asal produk, hal ini merugikan konsumen yang mendapatkan perangkat komputer yang sudah usang dengan harga sama dengan produk baru. Berangkat dari tujuan menanggapi dan mengatasi masalah keamanan rantai pasokan perangkat komputer, penerapan teknologi *blockchain* dalam rantai pasokan perangkat komputer sebagai tempat penyimpanan terdesentralisasi dari semua catatan transaksi dari produsen hingga sampai ke konsumen dapat dilihat pada Gambar 1. Selain itu, digunakannya SHA-3 256 sebagai keamanan data karena dianggap mampu mengamankan data yang dimasukkan sampai dengan panjang tak hingga, sehingga lebih tahan terhadap *brute force*. Selain itu juga, diimplementasikan *proof of work* untuk memverifikasi keabsahan suatu transaksi juga digunakan, yang mana setelah transaksi terverifikasi maka catatan transaksi akan disimpan di dalam blok. Diharapkan dengan adanya sistem penelusuran produk ini konsumen tidak perlu merasa khawatir lagi terkait keamanan dan kualitas produk yang dibeli.



Gambar 1. Gambaran Umum Sistem

Implementasi teknologi *blockchain* pada rantai pasokan (*supply chain*) telah banyak dilakukan. Beberapa penelitian yang mengimplementasikan teknologi *blockchain* salah satunya implementasi *Blockchain smart contract* untuk penelusuran dan pelacakan kepemilikan *detail* komponen dari produsen peralatan asli hingga pemasok dan pengguna akhir. Penelitian ini mengeksplorasi fitur *blockchain* untuk membangun sistem yang aman dan terpercaya pada inventaris komponen yang *tamper-proof*, tertelusur, terlacak, dapat diakses tidak dapat diubah, elastis dan handal. Sistem ini mengintegrasikan penyimpanan desentralisasi dari sistem *file interplanetary* (IPFS) untuk menyimpan dan membagikan data komponen. Penelitian ini menampilkan algoritma juga *detail*

implementasinya. Pengujian dan validasi dari sistem ini juga dilakukan. Selain itu, sistem ini juga menyediakan keamanan dan analisis biaya serta menjelaskan bagaimana sistem ini menjamin penelusuran dan pelacakan yang handal dari pemilik komponen[5]. Penelitian lainnya mengenai implementasi teknologi *blockchain* pada rantai pasokan adalah dengan membangun sistem berbasis *blockchain* pada produk baja yang dapat dilacak dan mengadopsi gabungan mode rantai serta *platform Hyperledger blockchain*. Hasil pengujian membuktikan bahwa perusahaan produksi, logistik dan konsumen berpartisipasi dalam sertifikasi informasi dari produk baja melalui sistem. Konsumen dapat memahami proses pembuatan produk asli, yang secara efektif menghindari adanya informasi yang kurang lengkap dan transparansi rendah pada proses pelacakan informasi tradisional dan secara efektif melacak kualitas dari produk baja. Sistem menyediakan skema yang efektif dalam mempromosikan transformasi dan meningkatkan industri baja[6].

Penelitian lainnya mengenai implementasi teknologi *blockchain* adalah menggunakan teknologi *blockchain* dalam sistem penelusuran produk dimana semua produk dicatatkan dalam *distributed ledger* dengan menggunakan *smart contract*. Sistem penelusuran produk berbasis teknologi *blockchain* telah diperkenalkan dimana semua sejarah pengiriman produk direkam sepenuhnya dalam suatu *ledger* yang tidak dapat diubah dengan menggunakan *smart contract* dan proses dari registrasi produk, pengiriman dan pelacakan dilakukan sepenuhnya melalui kolaborasi dari *smart contract*. Konsumen juga dapat bergabung dalam jaringan sebagai *full node* atau *lightweight node* sehingga semua node dalam rantai pasokan keseluruhan dapat berpartisipasi pada proses penanganan pergerakan informasi. Sistem yang dibuat terdesentralisasi dimana secara signifikan mengurangi kemungkinan gangguan pribadi terhadap data dalam perusahaan. Penelitian ini juga mendesain suatu mekanisme *event response* untuk memverifikasi identitas dari dua belah pihak dari transaksi, dan dengan memverifikasi *signature* yang dimasukkan dalam *event* untuk menentukan apakah *event* tersebut *valid* atau tidak. Semua *event* dapat menyimpan dan secara permanen disimpan pada *blockchain* dalam bentuk *log*. Penelitian ini juga membangun aplikasi desentralisasi (DApp) berbasis *truffle framework*, menyebarkan *smart contract* dan menguji kode *contract* melalui pengujian jaringan *TestRpc* yang berjalan pada memori lokal dan mengimplementasikan desentralisasi interaksi *web page* berbasis *interface* pada purwarupa. Hasil dari analisis keamanan dari sistem ini bahwa sistem ini dikarakterisasikan oleh pengaksesan data, pembuktian perusahaan dan tahan terhadap penyerangan *man-in-the-middle*[7]. Penelitian lainnya mengenai aplikasi *blockchain* dengan

mengimplementasikan teknologi *smart contract* yang digunakan pada rantai pasokan (*supply chain*) dan logistik untuk pelacakan dan penelusuran produk melalui penyimpanan barang berharga dalam sistem yang terpercaya dan terdesentralisasi. Secara teknis, solusi yang dihasilkan dengan mengimplementasikan metode pelacakan otomatis, sertifikasi dan autentikasi, dan integritas komunikasi dari *blockchain* dengan perangkat IoT, yang memainkan peran dalam pemantauan produk dan otomatisasi pelacakan dan proses perizinan. Hasil pengujian divalidasi dengan mengembangkan aplikasi yang mampu menyoroti keuntungan dari teknologi yang diterapkan pada logistik, yang akhirnya memberikan wawasan terhadap kemampuan, kualitas dan juga kekurangan yang dihasilkan dari sistem ini [3].

Penelitian lainnya dilakukan untuk membahas mengenai tantangan berdasarkan studi kasus mengenai penggunaan *blockchain* dalam manajemen data di *supply chain*. Berdasarkan studi kasus yang ditemukan memperlihatkan penggunaan teknologi *blockchain* memberikan potensi yang sangat baik dalam menghadapi permasalahan yang terjadi dalam mekanisme *supply chain* seperti kurangnya informasi yang disebarluaskan mengenai suatu produk, adanya keterlambatan dalam pengambilan data, dan ketidaksiapan dalam penelusuran produk [2][8]. Teknologi *blockchain* memberikan potensi yang sangat baik dalam mengatasi isu tersebut karena adanya fitur seperti kekebalan, transparansi dan desentralisasi. Walaupun ada beberapa studi *proof-of-concept* dan *survey* pada *blockchain* berdasarkan SCM dari sisi logistik, tantangan teknis yang mendasari tidak teridentifikasi secara jelas. Penelitian ini merangkum dan mendiskusikan empat tantangan teknis yang penting dalam hal skalabilitas, *throughput*, *access control*, pengambilan data dan melakukan ulasan mengenai solusi yang menjanjikan. Suatu studi kasus disain *blockchain* berdasarkan sistem penelusuran makanan dibuat untuk memberikan pemahaman lebih dalam hal penyelesaian tantangan teknis secara praktek. Penelitian berikutnya merangkum studi kasus mengenai keuntungan dari implementasi *blockchain* pada IoT yang berdasarkan manajemen *supply chain* dari berbagai sektor. Fokus utama dari penelitian ini menyoroti perbedaan antara konvensional *supply chain* dengan *supply chain* berbasis *blockchain* dan keuntungan dari implementasi *blockchain* pada sektor yang berbeda seperti otomotif, farmasi, industri makanan dan *retail*. Penelitian ini menyoroti permasalahan yang saat ini sedang dihadapi terhadap industri tersebut dengan menggunakan konvensional *supply chain* serta solusi terhadap permasalahan tersebut dengan memberikan sistem berbasis *blockchain* terhadap industri tersebut. Penelitian ini membantu manusia dari berbagai sektor untuk memahami keuntungan dari sistem berbasis *blockchain*

berdasarkan bidang mereka serta mengimplementasikannya untuk meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan [8].

Penelitian berikutnya dilakukan dengan membangun platform arsitektur *blockchain* terhadap IoT untuk menggantikan pihak ketiga yang hadir pada rantai pasokan makanan yang dapat memberikan otorisasi terhadap data produk. Platform ini memastikan bahwa data produk dikumpulkan melalui sensor dari setiap tahapan rantai pasokan secara sah dan mengikuti perjanjian yang disetujui oleh semua pihak yang terlibat dalam sistem. Studi kasus diberikan untuk mendukung ide dari pengaksesan teknologi IoT yang digunakan untuk membuat jaringan data. Studi kasus tersebut berisikan *detail* mengenai teknologi yang berbeda yang dapat digunakan dalam platform IoT dan bagaimana mendukung arsitektur yang ditawarkan. Penelitian ini memperlihatkan bagaimana *blockchain* dapat digunakan berdampingan dengan teknologi IoT untuk memodernisasikan dan mengoptimasi standar rantai pasokan makanan [9]. Penelitian dengan memperkenalkan BRUSCHETTA yaitu aplikasi *blockchain* untuk pelacakan dan sertifikasi dari rantai pasokan *Extra Virgin Olive Oil* (EVOO). EVOO merupakan lambang produk makanan bagi Italia, namun juga salah satu produk yang dapat dipalsukan. BRUSCHETTA menyediakan sistem berbasis *blockchain* untuk melaksanakan sertifikasi dari produk ini dengan penelusuran keseluruhan rantai pasokan dari perkebunan hingga toko. Tujuannya adalah supaya konsumen akhir dapat mengakses *tamper-proof of history* dari produk ini, termasuk proses penanaman, panen, produksi, pengemasan, konservasi, dan transportasi. BRUSCHETTA mempengaruhi teknologi IoT dalam hal keterhubungan dengan sensor yang ditanamkan pada kontrol kualitas EVOO, dan membiarkannya bekerja dalam *blockchain*. Penelitian ini juga menyediakan dukungan terhadap pembuatan sistem *blockchain* dalam BRUSCHETTA, dan menawarkan mekanisme dinamis terhadap optimasi *auto-tuning* jika terjadi kepadatan [10]. Implementasi *blockchain* pada sistem rantai pasokan *microelectronic* dan komponen *commercial off-the-shelf* (COTS) [11]. Hal ini bertujuan untuk dapat menelusuri komponen elektronik dalam rantai pasokan. Selain itu membantu melakukan pelacakan dan penelusuran setiap *chip* ketika berada pada rantai pasokan. *Hyperledger* digunakan untuk mengimplementasikan *framework* ini.

Penelitian berikutnya terfokus pada aplikasi *blockchain* pada *supply* keamanan informasi makanan yang telah menjadi masalah serius di China, baik secara langsung atau tidak langsung dapat membahayakan kesehatan seseorang, kualitas kehidupan dan keamanan kehidupan. Penelitian ini memperkenalkan konsep teknologi *blockchain*, dengan memasukkan aplikasi teknologi *blockchain* pada keamanan informasi dari

rantai pasokan makanan dan membandingkannya dengan sistem rantai pasokan tradisional [4]. Penelitian [12] menerapkan teknologi *blockchain* terhadap sistem penelusuran produk pertanian. Implementasi teknis tidak hanya mengubah sistem penelusuran tradisional ke dalam server pusat berbasis protokol *blockchain*, tapi juga menyediakan jaringan data yang interaktif dan informasi dengan kelemahan sentralisasi dari pihak lain. Pada jaringan ini, *retailer*, *wholesaler*, lembaga pengujian mutu produk hasil pertanian, pedagang bibit, petani dan organisasi finansial yang menyediakan pembiayaan kredit dapat membagikan data pada rantai secara *real time*. Dengan enkripsi yang ketat dari karakteristik *blockchain* dan rantai *ledger*, *node* ini menjadi sandaran obligasi untuk bersama-sama menjaga kehandalan data. Karena karakteristik dari data yang tidak dapat dirusak dan data dapat disinkronisasikan secara *real time*, teknologi *blockchain* cocok untuk berbagai kelas penelusuran, seperti penelusuran komponen kendaraan, penelusuran obat dan sebagainya. Penelitian mengenai sistem penelusuran berdasarkan teknik *blockchain*, dimana *fiturnya* adalah desentralisasi, pemeliharaan kolektif, kepercayaan *consensus* dan data handal, dalam memberikan solusi terhadap krisis kepercayaan dalam produk rantai pasokan. Informasi yang disimpan meliputi operasi manajemen (pemupukan, irigasi, dan sebagainya) dengan struktur data tertentu. Pengimplementasian teknik *blockchain* untuk penelusuran produk pertanian tidak hanya melebar pada aplikasi *blockchain* tapi juga mendukung pembuatan komunitas yang handal dari berbagai *stakeholder* pada produksi pertanian [13].

Penelitian mengenai bukti penggunaan *blockchain* dalam aktivitas rantai pasokan untuk meningkatkan transparansi dan akuntabilitas. Studi kasus dari proyek *blockchain* pada berbagai fase dari pengembangan untuk kepentingan yang berbeda didiskusikan pula. Studi menjelaskan berbagai mekanisme dimana *blockchain* mencapai tujuan rantai pasokan di atas. Berbagai pendekatan dimasukkan dalam aturan dalam penggabungan dari IoT berbasis *blockchain* untuk mendapatkan solusi dan tingkat penyebaran dari *blockchain* untuk memvalidasi identitas individu dan aset [1].

Penerapan teknologi *blockchain* dalam rantai pasokan farmasi dengan menggunakan *modum.io*, *start-up* yang menggunakan perangkat sensor IoT (*Internet of Things*) memanfaatkan teknologi *blockchain* untuk menegaskan kekebalan data dan pengaksesan rekaman suhu secara publik, serta mengurangi biaya operasional pada rantai pasokan farmasi. Industri medis memiliki banyak proses kontrol yang kompleks dan lingkungan yang ketat (sebagai contoh suhu dan kelembaban) untuk memastikan pengendalian kualitas dan pemenuhan regulasi melalui pengiriman produk medis. Peralatan

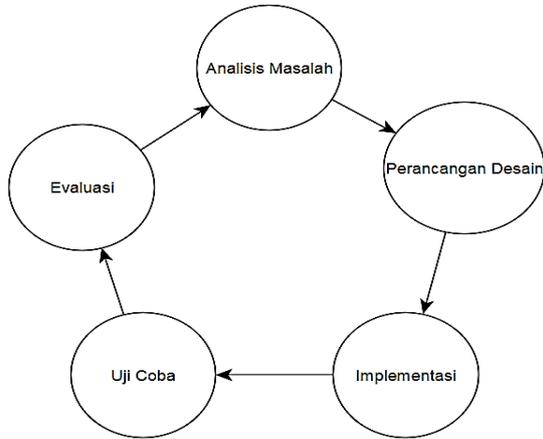
sensor memantau suhu dari setiap barang selama pengiriman untuk memastikan regulasi GDP. Semua data dikirimkan ke *blockchain* dimana *smart contract* menilai terhadap atribut produk. *Modum.io* tidak hanya merupakan *non-financial start-up* yang bekerja dengan *blockchain*, daftar dari area dan *start-up* lainnya juga disediakan yang bertujuan untuk mengurangi birokrasi, pendistribusian infrastruktur dan menghemat biaya dengan menggunakan *blockchain* [14]. Penelitian membangun rantai pasokan makanan dengan sistem penelusuran secara *real-time* berdasarkan HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*), *blockchain* dan *Internet of Things* dilakukan oleh [15]. Sistem tersebut dapat memberikan informasi seluruh anggota rantai pasokan secara terbuka, transparansi, netral, dapat diandalkan dan aman. Penelitian ini juga memperkenalkan konsep baru *BigchainDB* untuk mengisi kekosongan dalam sistem desentralisasi dalam skala besar. Sistem yang dibuat pada penelitian ini secara signifikan dapat meningkatkan efisiensi dan transparansi dari rantai pasokan makanan dimana akan meningkatkan keamanan makanan dan membangun kepercayaan konsumen dalam industri makanan. Penelitian mengenai penggunaan *blockchain* pada rantai pasokan *wine* dalam sistem penelusuran. Sistem ini diimplementasikan pada sistem yang telah ada yaitu penggunaan RFID dan *web* dalam penyimpanan informasi dimana tidak menjamin integritas. Informasi yang disimpan seperti bahan-bahan dan komposisi dari petani anggur hingga ke pedagang. Setiap transaksi disimpan dalam suatu blok pada rantai dan dapat dilihat oleh anggota yang relevan. Blok informasi ini kekal karena adanya perubahan terhadap informasi yang terekam akan menghancurkan rantai. Untuk menyediakan kualitas informasi manajemen *framework*, sistem penelusuran yang dibuat memungkinkan transparansi, akuntabilitas, dan keamanan dalam keseluruhan proses dari anggur hingga botol [16].

Penelitian-penelitian tersebut menjadi dasar bagi penelitian ini dalam membangun implementasi teknologi *blockchain* pada rantai pasokan penelusuran produk komputer dengan menggunakan konsensus *proof of work* dan *hashing* SHA-3 256 dimana data dari produsen, distributor dan *retail* disimpan dalam penyimpanan data berbasis *cloud* serta menghasilkan *QR code* yang menampilkan nilai *hash* dari produk.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian SDLC yang urutannya dapat dilihat pada Gambar 2. Tahap awal dari metode penelitian dimulai dari analisis yang berisi identifikasi masalah yang sering terjadi pada rantai pasokan produk komputer. Tahap berikutnya desain, pada bagian ini dilakukan proses perancangan terhadap sistem yang akan dibuat berdasarkan hasil

analisis yang dilakukan. Tahap berikutnya implementasi, pada bagian ini dijelaskan implementasi terhadap sistem yang sudah dirancang. Tahap selanjutnya adalah dijelaskan uji coba terhadap sistem yang dilakukan untuk dievaluasi. Untuk tahapan uji coba dan evaluasi dijelaskan pada Hasil & Pembahasan.



Gambar 2. Metode Penelitian

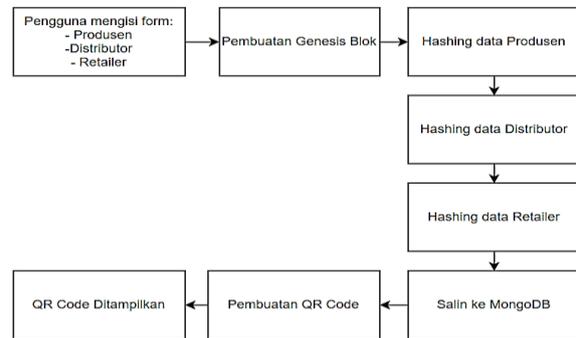
### 2.1. Analisis Masalah

Pada bagian ini dilakukan analisis terhadap masalah yang dihadapi pada perusahaan yang bergerak pada penjualan produk komputer memiliki catatan masing-masing transaksi yang tidak konsisten. Penyimpanan catatan transaksi masih terpusat dan tidak terintegrasi antara satu perusahaan dan perusahaan lain. Dimulai dari produsen yang bertugas menyiapkan produk barang yang kemudian di kirim ke distributor, membuat catatan transaksinya sendiri. Kemudian distributor yang bertugas mendistribusikan produk yang dihasilkan oleh produsen ke *retailer*, mencatat transaksi yang dilakukan tersendiri. Selanjutnya ketika produk sampai ke *retailer* yang bertugas menjual hasil produksi untuk di konsumsi oleh konsumen, melakukan catatan transaksinya sendiri. Hal ini menyebabkan catatan transaksi mudah dipalsukan. Berdasarkan permasalahan tersebut, dibuatlah suatu sistem yang dapat digunakan untuk menyimpan catatan transaksi terdesentralisasi dengan memasukan *detail* produk saat produk berada di produsen, distributor dan *retailer* dimana penggambarannya dapat dilihat pada Gambar 1.

### 2.2. Perancangan Desain

Pada bagian ini dilakukan pembuatan desain sistem penelusuran produk komputer. Alur proses yang dibuat untuk sistem penelusuran produk komputer dapat dilihat pada Gambar 3. Rancangan alur proses berdasarkan Gambar 3 diawali dengan pengguna mengisi form produsen, distributor, dan *retailer* selanjutnya dilakukan proses pembuatan *genesis* blok. Setelah *genesis* blok terbentuk dilakukan hashing terhadap data produsen, *hashing* terhadap data

distributor, *hashing* terhadap data *retailer*. Selanjutnya semua data hash tersebut di salin ke MongoDB. Lalu, dilakukan proses pembuatan *QR Code* dan terakhir *QR Code* yang telah berhasil dibuat ditampilkan.



Gambar 3. Rancangan Alur Proses

Sistem ini dibuat menggunakan bahasa pemrograman Python yang dijalankan pada *visual studio code* sebagai *back end*. Sisi *front end* menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript. Basis data *cloud* yang digunakan adalah MongoDB. Keseluruhan program dijalankan pada *browser* Google Chrome. Dari sisi pengguna menggunakan MongoCompass untuk dapat menelusuri *detail* produknya.

### 2.3. Implementasi

Pada bagian implementasi ini dijelaskan *detail* cara sistem bekerja dari desain yang telah dirancang sebelumnya. Pengguna mengisi form yang terdiri dari produsen, distributor dan *retailer*. Untuk mengisi *form* yang dapat diakses pada URL <http://127.0.0.1:8000>.

Product Tracing Using Blockchain

Produsen

Mandatory Details

Product ID :

Product Serial ID :

Product Name :

Origin Point :

Manufacturer Point :

Gambar 4. Tampilan Input Produsen

Pengisian *form* pada bagian produsen dapat dilihat pada Gambar 4. Pengguna diminta untuk memasukan ID produk yaitu PID-016, lalu memasukan ID serial dari produk yaitu fa40c1da-f33f. Selain itu, pengguna juga memasukkan nama produknya yaitu Razer Blade Pro dengan titik asal produk di GUNTUR SARI yang diisikan pada kolom *origin point* dan titik produsen

berada di TURANGGA, BANDUNG yang diisikan pada kolom *manufacturer point*.

Pengisian form pada bagian distributor dapat dilihat pada Gambar 5. Pengguna diminta untuk memasukan ID produk yaitu PIDT-L6 dan ID serial dari produk yaitu 603c63e0-859a. ID produk pada produsen, distributor, dan *retailer* bisa saja berbeda karena memiliki standar ID yang berbeda.

Gambar 5. Tampilan Input Distributor

Pengguna dapat memasukan nama produknya PC/Laptop dengan titik produsen berada di TURANGGA, BANDUNG dan diisikan pada kolom *manufacturer point*. Pengguna juga dapat memasukkan titik distributor berada di KU-CIPAMONGKOLAN yang diisikan pada kolom *distributor point*.

Gambar 6. Tampilan Input Retailer

Pengisian form pada bagian retailer dapat dilihat pada Gambar 6. Pengguna diminta untuk memasukan ID produk yaitu PIDR-L07, lalu memasukan ID serial dari produk yaitu 603c63e0-859a. Selanjutnya pengguna memasukan nama produknya PC/Laptop dengan titik distributor berada di KU-CIPAMONGKOLAN diisi pada kolom *distributor point* dan titik *retailer* berada di Purwokerto diisi pada kolom *retailer point*. Lalu setelah semua terisi maka pengguna perlu menekan tombol *submit* untuk melanjutkan proses selanjutnya.

### 2.3.1 Pembuatan Genesis Blok

*Genesis* blok adalah blok pertama dari rantai blok, tidak merujuk dari blok sebelumnya dapat dilihat pada

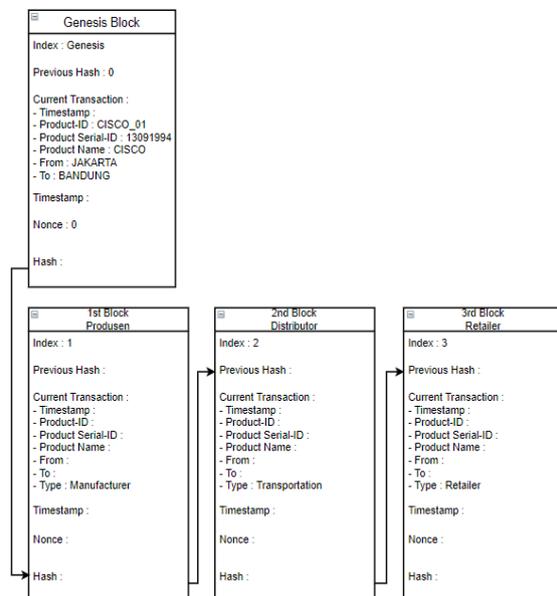
*listing* program *genesis* blok. Berikut *listing* program untuk pembuatan *genesis* blok:

#### Program Genesis Blok

```
def genesis_block(seff)
    genesis_block=Block(
        'Genesis',
        '0',
        ['CISCO_01',
        13091994,
        'CISCO',
        'JAKARTA',
        'BANDUNG'],
        datetime.now().strftime
        ("%d/%m/%y,%H:%M:%S"),0)
    genesis_block.hash=
    genesis_block.compute_hash()
    self.chain.append(genesis_block.hash)
    self.transactions.append(
    str(genesis_block.__dict__))
    print('Genesis Block is Ready')
```

*Index* pada *genesis* blok tidak berupa nilai namun berupa *string* 'Genesis' untuk pembeda dari blok lainnya. *Previous Hash* diberi nilai 0 karena *genesis* blok tidak memiliki hash sebelumnya. Lalu untuk transaksi yang terjadi saat pembentukan *genesis* sudah ditetapkan diawal yaitu *timestamp* berisi waktu saat masukan data pada *form*, ID produk nya adalah CISCO\_01 yang memiliki ID serial produk 13091994 dengan nama produk CISCO berasal dari JAKARTA menuju ke toko *retail* yang berada di BANDUNG. *Nonce* pada *genesis* blok sudah ditetapkan juga bernilai 0. Selanjutnya data tersebut di *hash* menggunakan SHA-3 256 dan ditambahkan ke rantai.

### 2.3.2 Hashing Produsen



Gambar 7. Proses Pembentukan Blockchain

Pembentukan *hashing* produsen dapat dilihat pada Gambar 7, *Hash* yang dihasilkan dari pembuatan *genesis* blok menjadi *previous hash* produsen, kemudian *previous hash* tersebut digabungkan dengan *timestamp* dan data produsen yaitu ID produk, ID serial

produk, nama produk, titik asal produk, dan titik produsen yang di *submit* diubah ke bentuk *string* selanjutnya oleh algoritma konsensus *proof of work* dilakukan pemeriksaan apakah nilai *nonce* bernilai 0, jika tidak maka dilakukan proses *hashing* menggunakan SHA-3 256.

### 2.3.4 Hashing Distributor

Pembentukan *hashing distributor* dapat dilihat pada Gambar 7. *Hash* produsen menjadi *previous hash* pada distributor, kemudian *previous hash* tersebut digabungkan dengan *timestamp* dan data distributor yaitu ID produk, ID serial produk, nama produk, titik produsen dan titik distributor. Data tersebut kemudian diproses seperti data produsen lalu dilakukan proses *hashing* menggunakan SHA-3 256.

### 2.3.5 Hashing Retailer

Pembentukan *hashing retailer* dapat dilihat pada Gambar 7. *Hash* distributor menjadi *previous hash* pada retailer, kemudian *previous hash* tersebut digabungkan dengan *timestamp* dan data retailer yaitu ID produk, ID serial produk, nama produk, titik distributor dan titik retailer. *Detail* yang sudah diproses seperti data produsen lalu dilakukan proses *hashing* menggunakan SHA-3 256.

### 2.3.6 Penyalinan Data ke MongoDB

Rangkaian *hash* yang berhasil terbentuk dari data produsen, distributor dan *retailer details* kemudian di salin ke MongoDB untuk disimpan. Berikut program penyalinan ke MongoDB:

#### Program MongoDB

```
class dbconfig:
    def __init__(self):
        print ("Initialize DB")
        CONNECTION_URL="
mongodb+srv://<username>:<password>@clus
ter0.u9n5v.mongodb.net/<dbname>?retrywri
tes=true&w=majority"
        client = pymongo.MongoClient(
            CONNECTION_URL)
        database = client[DB_NAME]
        COLLECTION_NAME = "Products"
        self.collection=
database[COLLECTION_NAME]
    def insertToDB(self, data):
        self.collection.insert_one(data)_NAME]

    def getblock(self,block_hash):
        resp_block=
self.collection.find_one(block_hash)
        return resp_block
```

Inisialisasi pada program ini berfungsi untuk memasukkan *username*, *password* dan nama *database*. Selanjutnya dilakukan proses *insert* data yang berhasil dihashing ke folder "Products".

### 2.3.7 Pembuatan QR Code

Tahap selanjutnya, setelah data yang dihashing tersimpan pada MongoDB maka dilakukan proses

pembuatan *QR Code*. Data dari *getTransactions* dihasilkan dengan menggunakan *pyqrcode* kemudian gambarnya disimpan di folder *static/qrcodes/' + hashcodeqr + '.png*.

### 2.3.8 QR Code Ditampilkan

Tahap terakhir adalah menampilkan *QR Code* yang sudah dibuat dan disimpan dengan melakukan *render* pada *template* output.html. Hasil tampilan *QR Code* dapat dilihat pada Gambar 8.



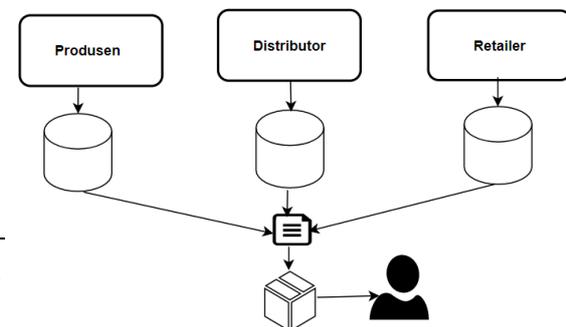
Gambar 8. Tampilan QR Code Pada Halaman Output.html

## 3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini kami akan membahas hasil dari sistem yang telah dibuat dan melakukan uji coba dari sistem yang dibuat.

### 3.1. Perbedaan Sentralisasi dan Desentralisasi

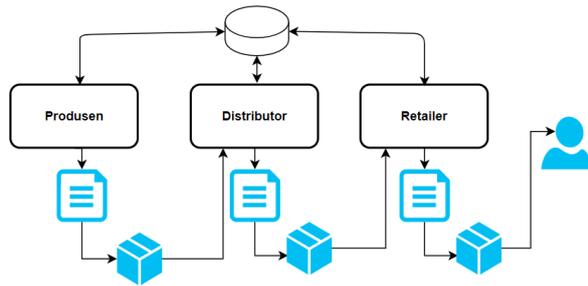
Pada tahap ini kami akan membandingkan model rantai pasokan sentralisasi dan desentralisasi. Pada Gambar 9, produsen, distributor dan retailer memiliki catatan pada *database* masing-masing tanpa saling terhubung. Ini membuat pihak manapun yang terlibat tidak bisa melihat catatan transaksi pihak lain.



Gambar 9. Sentralisasi Data

Pada model rantai pasokan desentralisasi yang dapat dilihat pada Gambar 10, produsen, distributor, dan *retailer* memiliki *database* yang sama. Ini membuat setiap produsen, distributor, retailer bahkan konsumen

yang terlibat dapat melihat *detail* transaksi yang tersimpan.



Gambar 10. Desentralisasi Data

### 3.2. Uji Coba Data yang Berbeda

Tahap ini melakukan pengujian dengan *input* data pada halaman *input* apakah SHA-3 256 berhasil melakukan hashing pada data berbeda yang dimasukan serta melakukan pemeriksaan apakah data sudah berhasil diinput dan ditampilkan pada konsol *visual studio* dan *tab collection* di MongoDB.

Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali dengan data yang berbeda-beda. Setelah menekan tombol *submit* terlihat pada Gambar 11 bahwa data yang *input* sudah berhasil di hash menggunakan SHA-3 256 dan masuk ke dalam konsol *visual studio code* lengkap dengan *hashed* dan dapat dilihat pada Gambar 12. Data berhasil di salin dan tersimpan dengan lengkap pada MongoDB.

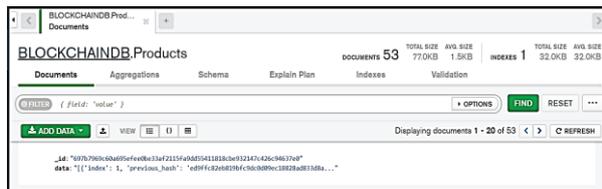
```

Produsen:
{"_id": 1, "previous_hash": "3c979856cf4e403980bacf26e5f48533a2b463a9f22a4a163812c7789f9", "current_transaction": {"transactions": [{"timestamp": "04/04/2021, 17:04:18", "product_id": "P20-021", "product_serial": "a18019f4-5258", "name": "Gigabyte Aero 15X", "from": "IUDR", "to": "ASTARAWAYAB_BANJALING", "type": "manufacture"}]}, "timestamp": "04/04/2021, 17:04:18", "nonce": 17, "hash": "4540aa5565895213574cce1967e0282cfd68688351cf95d6e4e5588"}

Distributor:
{"_id": 2, "previous_hash": "4540aa5565895213574cce1967e0282cfd68688351cf95d6e4e5588", "current_transaction": {"transactions": [{"timestamp": "04/04/2021, 17:04:18", "product_id": "P20-L19", "product_serial": "a18019f4-5258", "name": "PC LAPTOP", "from": "ASTARAWAYAB_BANJALING", "to": "KU - RILANG GEDE", "type": "transportation"}]}, "timestamp": "04/04/2021, 17:04:18", "nonce": 23, "hash": "c5959a6c674f2012f0c8080f3223236c366a1559802044878ac71d538"}

Retailer:
{"_id": 3, "previous_hash": "c5959a6c674f2012f0c8080f3223236c366a1559802044878ac71d538", "current_transaction": {"transactions": [{"timestamp": "04/04/2021, 17:04:18", "product_id": "P20R-L18", "product_serial": "a18019f4-5258", "name": "PC LAPTOP", "from": "GEDEBAGE, S ANDUNG", "to": "SARIZADEI", "type": "retailer"}]}, "timestamp": "04/04/2021, 17:04:18", "nonce": 55, "hash": "8714468667e6f851776540a83937492455a5d183f8d8fa2679854d4f4548"}
    
```

Gambar 11. Tampilan Konsol Visual Studio Code



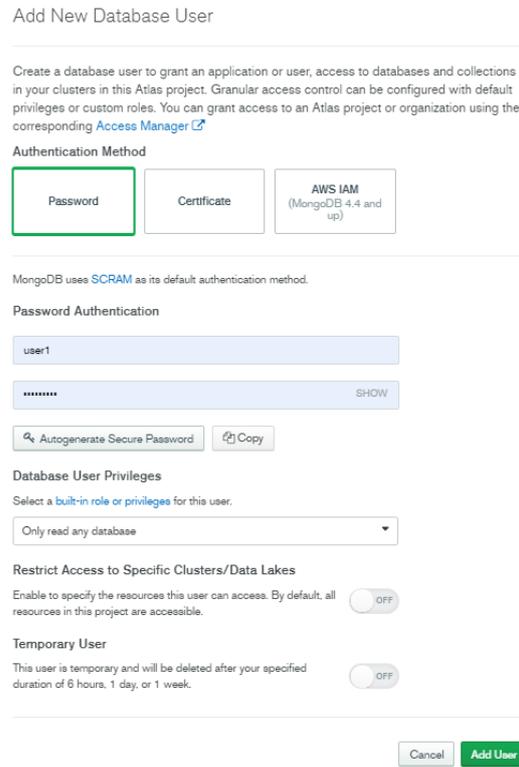
Gambar 12. Tampilan Tab Collection MongoDB

Pada Gambar 12 terlihat ada 20 data yang sudah di *hash* dan tersimpan di MongoDB. Terdapat dua baris, Baris pertama untuk menunjukkan ID, baris kedua menunjukkan data yang tersimpan. Pemberian ID berdasarkan *last hash* yang dihasilkan. Pada baris kedua terdapat data dari masing-masing data yang sudah di *submit*. *Index* pertama untuk produsen berisi *previous hash*, *current transaction* dari produsen, *timestamp*, *nonce*, dan hasil *hash*. *Index* kedua untuk distributor berisi *previous hash*, *current transaction*

dari distributor, *timestamp*, *nonce*, dan hasil *hash*. *Index* ketiga untuk *retailer* berisi *previous hash*, *current transaction* dari *retailer*, *timestamp*, *nonce*, dan hasil *hash*.

### 3.3. Modifikasi Data Pada MongoDB

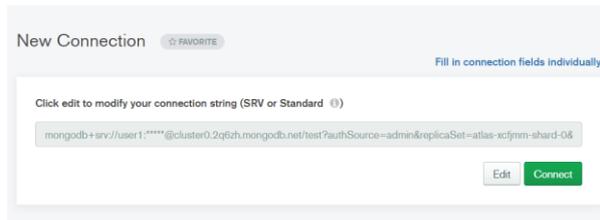
Tahap ini dilakukan pengujian dengan memodifikasi data yang sudah tersimpan di MongoDB, apakah modifikasi *database* pada MongoDB hanya bekerja sesuai otoritas peruntukannya. Tahap awalnya superuser harus memberikan otoritas pada *database* miliknya. Hal ini dilakukan dengan cara masuk ke *Database Access* seperti yang ditampilkan pada Gambar 13, kemudian memilih *ADD NEW DATABASE USER*. Selanjutnya memilih *Authentication Method* yang akan digunakan. Jika memilih *password*, maka memasukkan *username* dan *password*, namun jika memilih *certificate* harus menentukan lama masa berlakunya dengan memilih *database user privileges*. Jika sudah memilih otoritas yang digunakan selanjutnya menekan tombol *add user*.



Gambar 13. Tampilan Menambahkan Otoritas MongoDB

Setelah mendaftarkan *user1* dengan otoritas *read any database*. *User1* membutuhkan *connection string* untuk akses *database* tersebut pada MongoDB *Compass* yang sudah terinstall di laptop/PC nya. Selanjutnya memasukan *connection string* di kolom *Paste your connection string (SRV or Standard)* yang dapat dilihat pada Gambar 14. Kemudian mengganti *<username>* dan *<password>* dengan *username* dan *password* yang sesuai dengan yang didaftarkan lalu menekan tombol

connect. Selanjutnya memilih *database* yang akan membaca *database* tersebut tanpa bisa mengubah isi dimodifikasi.



Gambar 14. Tampilan Awal MongoCompass

Hal ini dilakukan dengan memilih *row* yang akan dimodifikasi dan menekan tombol edit untuk mengubah nama produk dari “PC/Laptop” pada distributor dan *retailer* menjadi “Mouse” seperti yang terlihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Modifikasi data pada MongoDB

Ketika menekan tombol *replace*, maka akan muncul tampilan seperti gambar 16.



Gambar 16. Tampilan Error

*User1* hanya diberikan akses untuk membaca semua *database* bukan diberi akses memodifikasi data pada *database*. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan otorisasi *user* yang berbeda-beda. Hasilnya, modifikasi hanya bisa dilakukan pada *user* yang sudah diberikan otorisasi pengguna *readWrite* pada MongoDB sedangkan jika hanya diberikan akses *Only Read Any Database* maka *user* tersebut hanya memiliki akses

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, simulasi dan uji coba yang dilakukan maka perancangan sistem penelusuran produk menggunakan *blockchain* berhasil dibuat dan sesuai dengan yang diharapkan. Terbukti saat dilakukan simulasi dan uji coba. Data transaksi mulai dari produsen, distributor sampai toko *retail* tersimpan lengkap di MongoDB yang merupakan *database* berbasis *cloud*. Dengan memindai QR Code dapat digunakan untuk mendapatkan nilai *last hash* yang perlu di salin ke mongoDB untuk melihat *detail* produsen, distributor sampai toko *retail* yang menjualnya.

Adapun saran untuk penelitian lebih lanjut dapat dikembangkannya fitur akses login supaya hanya pengguna yang terdaftar yang dapat *input* pada *website* penelusuran produk ini dan mengintegrasikan *blockchain* dengan sensor IoT hemat energi atau bahkan sistem kecerdasan buatan supaya saat ada barang-barang produksi bergerak dari pihak ke pihak pencatatan tidak perlu dilakukan secara manual guna mencegah kesalahan *input* saat melakukan proses input pada sistem penelusuran produk ini.

#### Daftar Rujukan

- [1] N. Kshetri, “Blockchain’s roles in meeting key supply chain management objectives,” in *International Journal of Information Management*, vol. 39, pp. 80–89, Dec. 2017.
- [2] H. Wu, J. Cao, Y. Yang, C. L. Tung, S. Jiang, and B. Tang, “Data Management in Supply Chain Using Blockchain: Challenges and A Case Study,” in *2019 28th International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN)*, pp. 1–8, Jul. 2019.
- [3] L. Augusto, R. Costa, J. Ferreira, and R. Jardim-Goncalves, “An application of ethereum smart contracts and IoT to logistics,” in *Proceedings - 2019 International Young Engineers Forum, YEF-ECE 2019*, 2019, pp. 1–7, May. 2019.
- [4] D. Tse, B. Zhang, Y. Yang, C. Cheng, and H. Mu, “Blockchain Application in Food Supply Information Security,” in *2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, pp. 1357–1361, Dec. 2017.
- [5] H. R. Hasan, K. Salah, R. Jayaraman, R. W. Ahmad, I. Yaqoob, and M. Omar, “Blockchain-based Solution for the Traceability of Spare Parts in Manufacturing,” *IEEE Access*, Vol. 8, pp 100308-100322, May. 2020.
- [6] Y. Cao, F. Jia, and G. Manogaran, “Efficient Traceability Systems of Steel Products Using Blockchain-Based Industrial Internet of Things,” *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 16, no. 9, pp. 6004–6012, Sept. 2020.
- [7] S. Wang, D. Li, Y. Zhang, and J. Chen, “Smart Contract-Based Product Traceability System in the Supply Chain Scenario,” *IEEE Access*, Vol. 7, pp 115122-115133, Aug. 2019.
- [8] S. Aich, S. Chakraborty, M. Sain, H. Lee, and H. Kim, “A Review on Benefits of IoT Integrated Blockchain based Supply Chain Management Implementations across Different Sectors with Case Study,” in *2019 21st International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, pp. 138–141, Feb. 2019.

- [9] A. Haroon, M. Basharat, A. M. Khattak, and W. Ejaz, "Internet of Things Platform for Transparency and Traceability of Food Supply Chain," in *2019 IEEE 10th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference, IEMCON 2019*, pp. 13–19, Oct. 2019.
- [10] A. Arena, A. Bianchini, P. Perazzo, C. Vallati, and G. Dini, "BRUSCHETTA: An IoT *blockchain*-based framework for certifying extra virgin olive oil supply chain," in *Proceedings - 2019 IEEE International Conference on Smart Computing, SMARTCOMP 2019*, pp. 173–179, Jun. 2019.
- [11] P. Cui, S. Member, J. Dixon, U. Guin, and D. Dimase, "A *Blockchain*-Based Framework for Supply Chain Provenance," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 157113–157125, Oct. 2019.
- [12] J. Li and X. Wang, "Research on the Application of *Blockchain* in the Traceability System of Agricultural Products," in *2018 2nd IEEE Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC)*, pp. 2637–2640, May. 2018.
- [13] J. Hua, X. Wang, M. Kang, H. Wang, and F. Wang, "Blockchain Based Provenance for Agricultural Products: A Distributed Platform with Duplicated and Shared Bookkeeping," *2018 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, pp. 97–101, Jun. 2018.
- [14] T. Bocek, B. B. Rodrigues, T. Strasser, and B. Stiller, "Blockchains everywhere - A use-case of *blockchains* in the pharma supply-chain," in *Proceedings of the IM 2017 - 2017 IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network and Service Management*, pp. 772–777, May 2017.
- [15] F. Tian, "A Supply Chain Traceability System for Food Safety Based on HACCP , *Blockchain* & Internet of Things," in *2017 International Conference on Service Systems and Service Management*, pp. 1-6, Jun. 2017.
- [16] K. Biswas, V. Muthukkumarasamy, and W. L. Tan, "Blockchain Based Wine Supply Chain Traceability System *Blockchain* Interoperability Framework View project MANETs View project *Blockchain* Based Wine Supply Chain Traceability System," in *Future Technologies Conference (FTC)*, pp. 56-62, Nov. 2017.