

**SKRIPSI**

**IMPLEMENTASI BLOCKCHAIN PADA SISTEM SUPPLY  
CHAIN BERAS UNTUK MENCEGAH MANIPULASI DATA  
(STUDI KASUS : PABRIK BERAS MAKASSAR)**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**MUH NURFAIS RAMADHAN  
D121191022**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

#### IMPLEMENTASI BLOCKCHAIN PADA SISTEM SUPPLY CHAIN BERAS UNTUK MENCEGAH MANIPULASI DATA (STUDI KASUS : PABRIK BERAS MAKASSAR)

Disusun dan diajukan oleh

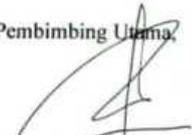
**Muh Nurfais Ramadhan**  
D121191022

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian  
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 9 Juli 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

  
Dr. Eng. Ady Wahyudi Paundu, S.T., M.T  
NIP 197503132009121003

  
Dr. Adnan, S.T., M.T.  
NIP 197404262005011002

Ketua Program Studi,

  
Prof. Dr. J. Indrabayud, ST., MT., M.Bus.Sys., IPM, ASEAN. Eng.  
NIP 197507162002121004



## PERNYATAAN KEASLIAN

ii

### PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muh Nurfais Ramadhan  
NIM : D121191022  
Program Studi : Teknik Informatika  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

(Implementasi Blockchain Pada Sistem Supply Chain Beras Untuk Mencegah Manipulasi Data (Studi Kasus : Pabrik Beras Makassar))

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 11 07 2024

Yang Menyatakan



Muh Nurfais Ramadhan



## ABSTRAK

**MUH NURFAIS RAMADHAN.** *Implementasi Blockchain Pada Sistem Supply Chain Beras Untuk Mencegah Manipulasi Data (Studi Kasus: Pabrik Beras Makassar)* (dibimbing oleh Ady Wahyudi Paundu dan Adnan)

Sulawesi Selatan merupakan penghasil beras kedua tertinggi di Indonesia yang dimana pada tahun 2021 sudah mencapai angka 2,92 juta ton. Indonesia mengkonsumsi beras untuk makanan sehari-hari. Dengan bertambahnya permintaan beras di dalam Sulawesi maupun diluar muncul berbagai masalah dalam alur rantai pasok karena alurnya yang begitu kompleks sehingga menyebabkan masalah korupsi, keamanan produk hingga terjadi penipuan dan pemalsuan data.

Untuk mengatasi permasalahan yang muncul dapat dilakukan dengan mengimplementasikan *blockchain* pada alur *supply chain*. *Blockchain* merupakan sebuah buku besar bersama yang tidak dapat diubah, dan mempermudah pencatatan transaksi dan pelacakan aset dalam jaringan. *Blockchain* juga menyimpan kode hash dari block sebelumnya, dan membentuk rantai yang terhubung dan disimpan pada setiap kode dalam jaringan *decentralized*. Sehingga pada implementasinya pada *supply chain* dapat menjaga integritas data, meningkatkan transparansi antar aktor, menjaga keaslian produk dan dapat menghindari pemalsuan dan manipulasi data.

Dengan mengintegrasikan sistem *supply chain* dengan *blockchain* dapat menggunakan *hyperledger fabric*. *Hyperledger fabric* adalah sebuah framework blockchain yang bersifat *private blockchain* yang dimana hanya identitas yang memiliki *permission* yang dapat bergabung dalam jaringan. Dalam kasus *supply chain* memungkinkan para aktor dalam rantai pasok melakukan transaksi tanpa pihak ketiga dan mengatasi ketimpangan data antar aktor ke aktor. Dengan menggunakan *hyperledger fabric* juga tidak memerlukan biaya apapun setiap transaksi dilakukan karena konsensus yang digunakan tidak memerlukan miners dan ada beberapa *konsensus* yang dapat digunakan pada *hyperledger* seperti *solo*, *kafka*, *raft*, *cft* dan *bft*.

Setelah melakukan penelitian, integrasi *supply chain* beras dan *blockchain* menggunakan *hyperledger fabric* dapat menghasilkan sistem yang aman dan menjaga informasi dari rantai pasok beras dalam melakukan transaksi. Dengan adanya blockchain dalam sistem ini juga dapat menjaga integritas data dari aktor pertama sampai ke aktor terakhir sehingga keaslian data dapat terjaga.

Kata Kunci: *Supply Chain, Blockchain, Konsensus, Decentralized, Private Blockchain*



## ABSTRACT

**MUH NURFAIS RAMADHAN.** *Implementation of blockchain in rice supply chain to prevent data manipulation (case study: makassar rice factory)* (supervised by Ady Wahyudi Paundu and Adnan)

South Sulawesi is the second highest rice producer in Indonesia, which in 2021 has reached 2.92 million tons. Indonesia consumes rice for daily meals. With the increasing demand for rice within Sulawesi and outside, various problems arise in the supply chain flow because the flow is so complex, causing problems of corruption, product safety and even fraud and falsification of data.

To overcome the problems that arise can be done by implementing *blockchain* in the *supply chain* flow. *Blockchain* is a shared *ledger* that cannot be changed, and makes it easier to record transactions and track assets on the network. *Blockchain* also stores the *hash* code of the previous block, and forms a chain that is connected and stored on each code in a *decentralized* network. So that its implementation in the supply chain can maintain data integrity, increase transparency between actors, maintain product authenticity and avoid falsification and data manipulation.

By integrating the supply chain system with *blockchain*, we can use *hyperledger fabric*. *Hyperledger fabric* is a *blockchain* framework that is a *private blockchain* where only identities that have permission can join the network. In the case of the supply chain, it allows actors in the supply chain to carry out transactions without third parties and overcome data imbalances between actors to actors. Using *hyperledger fabric* also does not require any costs for each transaction made because the consensus used does not require miners and there are several *consensus* that can be used on *hyperledger* such as *solo*, *kafka*, *raft*, *cft* and *bft*.

After conducting research, the integration of the rice supply chain and *blockchain* using *hyperledger fabric* can produce a secure system and protect information from the rice supply chain in carrying out transactions. With *blockchain* in this system, it can also maintain data integrity from the first actor to the last actor so that data authenticity can be maintained.

Keywords: *Supply Chain*, *Blockchain*, *consensus*, *Decentralized*, *Private Blockchain*



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
KATA PENGANTAR .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan.....	3
1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan.....	4
1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Supply Chain.....	6
2.2 Blockchain .....	7
2.3 Block .....	13
2.4 Smart Contract .....	14
2.5 Hyperledger Fabric .....	16
2.6 Docker.....	18
2.7 Supply Chain Management Mobile .....	20
2.8 Beras.....	20
BAB iii METODE PENELITIAN/PERANCANGAN .....	22
3.1 Lokasi Penelitian.....	22
3.2 Instrumen Penelitian .....	22
3.3 Diagram Alur Kerja .....	23
3.4 Alur Bisnis Rantai Pasok Beras .....	24
3.5 Gambaran Umum Sistem.....	25
3.5.1 Activity Diagram Sistem.....	27
3.5.2 Desain Smart Contract / Chaincode.....	29
3.5.3 Detail Perancangan Sistem .....	34
3.6 Skenario Analisis dan Pengujian.....	35
BAB iv. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	37
4.1 Implementasi Blockchain pada Sistem .....	37
4.2 Pengujian Fungsionalitas Sistem .....	42
4.2.1 Proses Penyimpanan Asset .....	42
4.2.2 Proses Transfer Asset Pada Aktor .....	43
4.2.3 Proses Mail Asset Pada Supply Chain .....	45
4.3 Analisis Immutable Sistem .....	46
4.3.1 Desentralisasi .....	46
4.3.2 Immutable .....	49



4.4 Skenario Pengujian Blockchain .....	52
4.5 Pengujian Performa Sistem .....	56
4.5 Uji Kualitatif .....	58
BAB v. KESIMPULAN DAN SARAN .....	61
5.1 Kesimpulan .....	61
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA .....	63



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Detail <i>Block</i> pada <i>Blockchain</i> .....	13
Gambar 2 Lokasi penelitian pada Laboratorium Ubiquitous Computing & Networking Departemen Teknik Informatika, Universitas Hasanuddin.....	22
Gambar 3 Diagram Alur Kerja.....	24
Gambar 4 Alur Bisnis Diagram .....	25
Gambar 5 Gambaran Umum Sistem .....	26
Gambar 6 Use Case Diagram .....	27
Gambar 7 Activity Diagram.....	28
Gambar 8 Implementasi <i>Smart Contract</i> .....	35
Gambar 9 Halaman Login.....	37
Gambar 10 Halaman Utama Farmer .....	38
Gambar 11 Halaman Utama Manufacturer .....	39
Gambar 12 Halaman Input Data Manufacturer.....	40
Gambar 14 Halaman Input Data Jumlah Beras .....	41
Gambar 15 Halaman Detail Asset pada <i>Consumer</i> .....	41
Gambar 16 <i>Node</i> Yang Tergabung Dalam <i>Channel</i> .....	47
Gambar 17 <i>Database State Peer</i> pada <i>Docker</i> .....	47
Gambar 18 <i>Database State Farmer</i> .....	48
Gambar 19 <i>Database State Manufacturer</i> .....	48
Gambar 20 Jumlah <i>Block</i> pada <i>Hyperledger Explorer</i> .....	50
Gambar 21 Detail <i>Block</i> pada <i>Hyperledger Explorer</i> .....	50
Gambar 22 Detail <i>Block</i> Sebelumnya pada <i>Hyperledger Explorer</i> .....	51
Gambar 23 <i>History</i> Transaksi Yang Dilakukan <i>Organisasi</i> .....	51
Gambar 24 Membuat Transaksi Baru .....	52
Gambar 25 Detail Transaksi.....	53
Gambar 26 Detail <i>Database State</i> .....	53
Gambar 27 <i>Database</i> Sebelum Diubah.....	54
Gambar 28 <i>Database</i> Setelah Diubah .....	55
Gambar 29 <i>Database Peer</i> Lainnya.....	56
Gambar 30 <i>Query</i> Data pada <i>Ledger</i> .....	56



## DAFTAR TABEL

Tabel 1 <i>Variabel dan Function</i> dari <i>Chaincode Supply Chain</i> .....	29
Tabel 2 Hasil <i>Black Box Testing</i> Penambahan Asset.....	42
Tabel 3 Hasil <i>Black Box Testing</i> Transfer Asset pada Sistem <i>Supply Chain</i> .....	43
Tabel 4 Hasil <i>Black Box Testing</i> Untuk Melihat Detail Asset pada Sistem.....	45
Tabel 5 Hasil Performa <i>Metriks</i> .....	57
Tabel 6 Pemakaian <i>Resource</i> pada <i>Docker</i> .....	58
Tabel 7 Hasil <i>Kuesioner</i> .....	59



## DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
API	<i>Application Programming Interface</i>
DBMS	Database Management System
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
GRPC	<i>Google Remote Procedure Call</i>
SHA256	<i>Secure Hash Algorithm 256-bit</i>



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Contoh lembar pengesahan untuk seminar proposal dan hasil.....	65
Lampiran 2 Source Code Golang untuk berinteraksi dengan jaringan <i>Hyperledger fabric</i> .....	69
Lampiran 3 Laporan Evaluasi <i>Metriks</i> pada <i>Hyperledger Caliper</i> .....	73
Lampiran 4 Source Code Frontend <i>Supply Chain</i> .....	74



## KATA PENGANTAR

Atas berkat rahmat Allah yang Maha Kuasa dan limpahan nikmat Nya yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat senantiasa dicurahkan kepada Nabi Muhammad Shallahu Alaihi Wassalam suri tauladan yang mampu membuka sesuatu yang terkunci, penutup dari semua yang terdahulu, penolong kebenaran dengan jalan yang benar, dan petunjuk kepada jalan Mu yang lurus.

Tugas Akhir dengan judul “**Implementasi Blockchain Pada Sistem Supply Chain Beras Untuk Mencegah Manipulasi Data (Studi Kasus: Pabrik Beras Makassar)**” ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada bapak yang telah memberikan bimbingan, saran, nasehat, dan motivasi kepada penulis

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Menson dan Ibu Suriani yang selalu menyertai penulis dalam doanya serta mendukung, membantu, memberi semangat serta kasih sayang dalam perjalanan penulis menyelesaikan tugas akhir ini,
2. Saudara penulis, Muh Algazali atas dukungan dan semangat yang diberikan kepada penulis,
3. Bapak Dr. Eng. Ady Wahyudi Paundu, S.T., M.T. selaku pembimbing I dan Bapak Adnan, S.T, M.T, Ph.D selaku pembimbing II, yang senantiasa menyediakan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatian dalam mengarahkan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir,
4. Segenap Dosen dan Staff Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah banyak membantu penulis selama masa perkuliahan,
5. Teman-teman Teknik Informatika Angkatan 2019 selaku rekan yang telah memberi bantuan, dukungan dan semangat selama masa perkuliahan dan usunan tugas akhir ini,



6. Serta berbagai pihak atas segala dukungan dan bantuannya yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu,

Saya sadar bahwa masih banyak kekurangan pada tugas akhir dan laporan ini. Oleh karena itu, saya memohon maaf dan mengharapkan kritik serta saran dari berbagai pihak agar saya dapat menjadi lebih baik lagi.

Makassar, Juni 2024

Penulis,  
Muh. Nurfais Ramadhan



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Produk hasil pertanian tidak akan lepas dari konsumsi sehari – hari masyarakat Indonesia. Dimana nasi merupakan makanan pokok pertama yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Ini terbukti yang dimana pada data (BPS, 2022) stok beras nasional sudah mencapai 9,11 juta ton ini menjadikan Indonesia di posisi ketiga sebagai penghasil beras terbesar di dunia. Saat ini, produksi beras tertinggi di Indonesia berada di pulau Jawa dan Sulawesi Selatan berada pada urutan kedua yakni mencapai angka 2,92 juta ton (BPS, 2021). Dengan seiringnya bertambahnya produksi beras di Sulawesi Selatan muncul permasalahan yang berdampak pada penipuan produk beras, distribusi beras yang tidak merata hingga ketidakpercayaan aktor-aktor yang terlibat pada rantai pasok produk beras yang dapat juga merugikan beberapa pihak dalam rantai distribusi beras. Ini mengindikasikan bahwa masih seringnya terjadi manipulasi data rantai pasok beras, informasi yang kurang tepat dan rendahnya transparansi data dalam rantai pasok beras di Sulawesi Selatan. Masalah ini muncul karena kurangnya pengawasan dan pelacakan peristiwa yang terjadi di alur rantai pasok beras.

Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan implementasi sistem yang mampu mencatat dengan akurat setiap tahapan pengawasan dan pengendalian dari produksi hingga konsumen akhir. Namun, sistem konvensional semacam ini seringkali menghadapi berbagai permasalahan, seperti kurangnya transparansi, keakuratan data yang kurang memadai, serta risiko terjadinya informasi yang tidak tepat antar aktor. Permasalahan ini menjadi sangat krusial bagi produsen beras, mengingat konsumen ingin mengetahui asal-usul dan proses produksi dari produk yang mereka konsumsi. Salah satu solusi teknologi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah ini adalah melalui penerapan teknologi *blockchain*.

Blockchain adalah salah satu hasil teknologi pada era 4.0 ini yang dapat digunakan sebagai buku besar terdistribusi yang melacak setiap aktivitas dalam blok, yang mana setiap catatan aktivitas tersebut adalah aktivitas yang telah terjadi. Setiap blok dalam blockchain berisi data dari semua transaksi di dalam



sistem selama jangka waktu tertentu serta dapat membuat sebuah tanda tangan digital yang dapat digunakan untuk memverifikasi validitas informasi yang berhubungan dengan blok berikutnya dan sebelumnya (Skudnov, 2013).

Pada penelitian yang dilakukan (Longo, Padovano, Nicoletti, & D'atri, 2019) melakukan studi terhadap penerapan blockchain dalam rantai pasokan. berdasarkan analisis yang telah dilakukan Permasalahan utama dari rantai pasokan ialah kurangnya kepercayaan satu sama lain karena datanya yang dapat dimanipulasi dan tidak akurat. Peneliti mendapatkan bahwa saat *blockchain* diterapkan kepercayaan di antara pihak meningkat dan pendapatan perusahaan juga meningkat secara signifikan. terbukti bahwa teknologi blockchain pada perusahaan rantai pasok sangat berguna untuk membangun kepercayaan satu sama lain karena memiliki data yang *immutable*, memiliki keaslian dan integritas data dari waktu ke waktu. Karena sifatnya yang *immutable*, data yang disimpan kedalam jaringan tidak dapat dimanipulasi karena butuh verifikasi yang kuat. Uji performa juga dilakukan bahwa pada sistem manajemen non-blockchain dipastikan lebih cepat dalam hitungan transaction per second (TPS) hal ini juga dapat bervariasi tergantung dari kompleksitas dari algoritma *consensus* yang dipilih dan jumlah orang atau *node* yang tergabung dalam jaringan.

Dalam kasus supply chain, framework blockchain *Hyperledger fabric* adalah pilihan yang tepat dalam mengatur bisnis yang ada. Karena sifatnya yang *permissioned* maka Hyperledger disebut blockchain private yang dimana hanya node yang memiliki otorisasi yang dapat bergabung dalam jaringan ini memungkinkan keamanan privasi yang ketat dalam jaringan blockchain. *Hyperledger fabric* juga menawarkan fleksibilitas sehingga *Hyperledger fabric* memiliki *consensus pluggable* yang bisa diubah sesuai yang di inginkan tanpa merubah infrastruktur jaringan blockchain. Pada Analisa performa yang dilakukan Hyperledger fabric memiliki rata – rata latency yang lebih tinggi (Ravi, Ramachandran, Vignesh, Falmari, & Brindha, 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh (Usman, Hermadi, & Arkeman, 2021), kan framework blockchain *Hyperledger fabric* terhadap rantai pasok ayam yang pada penelitian itu sistem keterlusuran rantai pasok ayam pedaging diterapkan terhadap aktor -aktor yang terlibat seperti peternak, perusahaan,



pengepul dan pengecer. sistem tersebut mengatasi permasalahan transparansi data pada tiap aktor. Pada penelitian selanjutnya oleh (Tananto, et al., 2023) mengusulkan teknologi *blockchain* untuk mengatasi permasalahan pada rantai pasok bawang merah seperti keamanan data dan transparansi data. dengan menggunakan *Hyperledger fabric* sebagai jaringan blockchain kekurangan pada sistem dapat teratasi dengan baik.

Berdasarkan urgensi yang telah disebutkan maka peneliti akan mengembangkan sebuah sistem yang melibatkan penerapan teknologi blockchain dalam rantai pasok beras di salah satu produsen beras di sulawesi selatan. Sistem ini bertujuan untuk mengatasi masalah perusahaan seperti manipulasi data dan informasi yang tidak transparan pada tiap aktor yang dapat dilacak mulai dari petani hingga mencapai konsumen akhir. Dengan mengenerate *batchid* disetiap fungsi *smart contract* maka kemudian *batchid* akan dikonversi menjadi qrcode yang bisa discan oleh para aktor melalui aplikasi android. Dalam penerapan blockchain dalam sistem supply chain beras, setiap tahapan dalam proses produksi dan distribusi memiliki keaslian data yang tidak dapat dimanipulasi. Setiap transaksi, pengawasan, dan pengendalian akan direkam dan terverifikasi melalui *blockchain*.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara mengaplikasikan *blockchain* dalam sistem pencatatan *supply chain* berbasis android?
2. Bagaimana *blockchain* bisa mencegah manipulasi data dalam sistem pencatatan *supply chain* berbasis android?

## 1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan

1. Untuk membuat sebuah aplikasi android dengan teknologi *blockchain* pencatatan supply chain beras.
2. Untuk mengevaluasi bahwa sistem pencatatan *supply chain* beras *blockchain* tidak dapat dimanipulasi.



## 1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan

Penelitian ini diharapkan dapat :

1. Bagi Pabrik beras, penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu opsi untuk digunakan dalam menyimpan data rantai pasok yang lebih aman.
2. Bagi Masyarakat, dapat dijadikan referensi untuk usaha lainnya.

## 1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan

Asumsi perancangan yang ditentukan dalam sistem ini adalah :

1. Uji coba dilakukan dengan eksperimen simulasi model yang akan menghasilkan prototype.
2. Sistem ini berfokus untuk mencatat dan melacak informasi digital dalam rantai pasok beras, namun tidak membahas secara mendalam mekanisme deteksi kecurangan fisik pada komoditas beras.
3. Pengimplementasian blockchain menggunakan Hyperledger fabric.
4. Sistem ini akan berfokus pada rantai pasok beras di Sulawesi Selatan.
5. Jenis blockchain yang digunakan adalah private blockchain.
6. Sistem menggunakan dan ditampilkan melalui mobile.
7. Hanya organisasi yang memiliki izin yang dapat melakukan transaksi.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Berikut adalah gambaran singkat mengenai isi tulisan secara keseluruhan:

### BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan diuraikan seperti latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, metode penelitian, serta sistematika penulisan.

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini lebih banyak mengenai pembahasan landasan teori yang digunakan untuk menganalisa masalah yang akan diteliti serta variabel-variabel lain yang berkaitan dengan data yang akan digunakan.

### METODOLOGI PENELITIAN

Di bab ini akan membahas mengenai tahapan-tahapan penelitian yang berkaitan dengan masalah yang akan diteliti sampai pada scenario pengujian sistem.



#### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang sistem yang telah dibangun serta pembahasan dari hasil penelitian.

#### BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk peneliti selanjutnya untuk pengembangan lebih lanjut.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Supply Chain

Supply chain atau rantai pasok, merujuk pada serangkaian langkah dan proses yang terlibat dalam produksi dan distribusi suatu produk atau layanan dari produsen hingga konsumen akhir. Supply chain management (SCM) mencakup perencanaan, pengadaan, produksi, penyimpanan, dan distribusi barang. Manajemen rantai pasok memainkan peran krusial dalam efisiensi operasional, kepuasan pelanggan, dan keberlanjutan bisnis. Rantai pasok memainkan peran sentral dalam operasi bisnis modern dan strategi pemasaran global.

Sebuah studi oleh (Chopra & Meindl, 2007) menyoroti pentingnya koordinasi dalam supply chain. Mereka menekankan bahwa informasi yang akurat dan berbagi antar mitra dalam rantai pasok krusial untuk mengurangi *bullwhip effect*, yang dapat terjadi ketika fluktuasi kecil dalam permintaan dihantarkan sebagai fluktuasi yang lebih besar ke atas rantai pasok. Efisiensi rantai pasok sangat dipengaruhi oleh teknologi. Penggunaan teknologi informasi dan sistem manajemen rantai pasok terkini memungkinkan visibilitas real-time dan analisis data untuk membuat keputusan yang lebih tepat waktu dan cerdas.

Tantangan utama dalam manajemen rantai pasok melibatkan koordinasi antara berbagai pihak yang terlibat, termasuk pemasok, produsen, distributor, dan pengecer. Perubahan dalam tuntutan pasar, fluktuasi harga bahan baku, serta risiko-risiko terkait keamanan dan keberlanjutan dapat memberikan dampak signifikan pada supply chain. Oleh karena itu, penerapan teknologi seperti *blockchain*, *Internet of Things (IoT)*, dan *big data analytics* semakin diterima dalam rantai pasok untuk meningkatkan transparansi, akurasi, dan kecepatan respons terhadap perubahan pasar.

Dalam beberapa tahun terakhir, perhatian penelitian juga mulai tertuju pada implementasi teknologi blockchain dalam supply chain. Teknologi ini menjanjikan



rantai pasok yang lebih aman, transparan, dan dapat dipercaya dengan menciptakan digital untuk setiap langkah dalam proses. Keamanan dan validitas data yang dihasilkan oleh teknologi ini dapat membantu mengatasi masalah kecurangan,

memotong birokrasi, dan meningkatkan kepercayaan antarpihak di dalam rantai pasok.

## 2.2 Blockchain

Blockchain berakar pada tahun 2008 dengan munculnya Bitcoin, sebuah sistem pembayaran elektronik dalam jaringan peer-to-peer yang secara esensial terdesentralisasi, tanpa keterlibatan institusi finansial sebagai pengawas transaksi. Penggunaan blockchain dalam konteks ini bertujuan untuk menghapuskan peran lembaga keuangan sebagai pihak ketiga yang mengawasi jalannya suatu transaksi.

Secara keseluruhan, blockchain dapat dianggap sebagai Sistem Manajemen Basis Data (DBMS). Namun, fungsi blockchain tidak terbatas hanya sebagai DBMS biasa sebaliknya, ia memberikan tingkat perlindungan tambahan terhadap informasi yang terdapat di dalamnya dengan menambahkan beberapa elemen kunci. Pertama-tama, data disusun dalam blok-blok dan dilindungi melalui penggunaan Merkle Tree. Dengan struktur Merkle Tree, informasi yang ada menjadi sulit untuk diubah. Selain itu, data header juga dimasukkan ke dalam sistem blockchain, di mana setiap header terhubung dengan dua header lainnya yang berasal dari blok sebelumnya dan blok setelahnya. Koneksi antara header ini bermanfaat untuk meningkatkan tingkat kesulitan bagi pihak yang mencoba memodifikasi informasi header atau transaksi yang terdapat dalam blok (Darmawan & Wijaya, 2017).

Setiap upaya untuk mengubah data transaksi yang telah disematkan dalam blockchain dapat terdeteksi oleh komputer yang terhubung dalam jaringan. Ini disebabkan oleh kenyataan bahwa setiap percobaan modifikasi data transaksi memiliki potensi untuk mempengaruhi integritas data secara keseluruhan (Helo & Hao, 2019). Meskipun dalam implementasinya seringkali diperlukan penyesuaian teknis khusus agar blockchain dapat berintegrasi dengan sistem yang sedang diterapkan, namun, menurut pandangan (Farouk, Alahmadi, Ghose, & Mashatan, 2020), terdapat prinsip-prinsip inti yang mendefinisikan teknologi blockchain.

### 1. Distributed Ledger



Blockchain dapat dianggap sebagai bentuk "buku kas" yang tersebar di antara pihak yang terlibat dalam jaringan. Dalam buku tersebut, data membentuk blok-blok yang saling terhubung, di mana setiap blok terkait dengan blok

sebelumnya (Vincent, Skjellum, & Medury, 2020). Blok pertama biasanya disebut sebagai blok genesis atau genesis block, dan setiap blok terdiri dari dua elemen utama: kepala (header) dan badan (body). Komponen badan blok (block body) mengandung detail transaksi, sementara kepala blok (block header) dapat memuat berbagai bidang, umumnya berisi versi blok yang menunjukkan seperangkat aturan untuk proses validasi (Azzi, Chamoun, & Sokhn, 2019). Proses validasi blok yang ingin dimasukkan ke dalam blockchain sering dilakukan oleh validator yang disebut sebagai nodes. Nodes melakukan validasi segera setelah data transaksi diperoleh, memungkinkan pembuatan data secara real-time. Selain itu, blockchain disusun secara kronologis sesuai dengan urutan transaksi, dan merupakan basis data terdistribusi yang terdiri dari rangkaian kronologis dari catatan dalam bentuk blok yang terenkripsi. Blok-blok ini berisi semua transaksi yang dilakukan oleh peserta dalam jaringan (Longo, Padovano, Nicoletti, & D'atri, 2019).

## 2. Kriptografi

*Blockchain* menggunakan *kriptografi* sebagai mekanisme keamanan untuk melindungi anonimitas, menjaga kekekalan basis data, dan memvalidasi klaim yang dibuat oleh peserta terkait aset yang diawasi dan diatur dalam blockchain. Untuk mengaitkan blok-blok, semua data di dalam blok dijalankan melalui fungsi yang dikenal sebagai "cryptographic hash." Fungsi hash kriptografi ini menghasilkan output yang unik atau sebagai identifikasi dari input tertentu. Upaya untuk memodifikasi data di dalam blok akan mengubah hash, membuatnya tidak cocok dengan hash yang asli yang sudah dicatat di blok berikutnya dalam rantai blok. Untuk menghubungkan rantai blok secara keseluruhan, kepala blok (block header) dari suatu blok mencakup hash dari blok yang terakhir kali divalidasi. Akibatnya, mengganti data di blok mana pun akan menciptakan hash yang berbeda. Hash yang baru ini tidak akan cocok dengan hash yang ada pada blok setelahnya, menyebabkan kerusakan pada rantai blok dan membuat semua blok yang terhubung dengan blok yang dimodifikasi menjadi tidak valid. Dengan demikian, kriptografi

tidak hanya melindungi integritas data tetapi juga memberikan dasar untuk keamanan rantai blok secara keseluruhan.



### 3. Jaringan Peer to Peer

Teknologi blockchain memberikan kontribusi signifikan dalam konteks teknologi jaringan komputer, terutama dalam struktur jaringan peer-to-peer.

### 4. Aset

Aset memiliki peran yang sangat penting dalam konteks blockchain. Aset dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang memerlukan pencatatan kepemilikan. Aset ini bisa berupa keuangan, non-keuangan, atau bahkan hanya informasi seperti rekam medis, tiket acara, sertifikat kepemilikan, atau paten. Pada awalnya, blockchain berfungsi sebagai sistem pencatatan yang merekam transfer digital dari "token" atau "koin", seperti Bitcoin dan berbagai mata uang digital lainnya.

### 5. Merkle Trees

Blockchain menggunakan struktur Merkle tree untuk mencapai validasi data yang cepat dan efisien. Merkle tree merangkum seluruh set data dalam suatu blok dengan menghasilkan hash dari data tersebut.

### 6. Algoritma Konsensus

Konsensus merupakan metode untuk memastikan bahwa node-node dalam suatu jaringan melakukan verifikasi terhadap transaksi dan setuju mengenai urutan serta keberadaannya dalam ledger. Ketika berbicara tentang konsensus, terdapat berbagai solusi yang dapat disesuaikan dengan keadaan yang berbeda. Perbedaan utama dalam mekanisme konsensus terletak pada cara delegasi dan verifikasi transaksi. Proof-of-Work (PoW) dan proof-of-stake (PoS) adalah dua mekanisme yang paling umum diterapkan. Selain itu, terdapat pula beberapa mekanisme lainnya, diantaranya adalah :

#### a. Proof of Work (Pow)

Bitcoin menerapkan sistem toleransi kesalahan Byzantine melalui mekanisme validasi yang dikenal sebagai Proof of Work (PoW). Toleransi kesalahan Byzantine

pada kemampuan dua node untuk berkomunikasi secara aman melalui dengan keyakinan bahwa keduanya menunjukkan data yang identik, jika ada pihak yang merusak atau dengan sengaja menyerang jaringan.



Dalam PoW, ketika suatu transaksi muncul, setiap node bersaing untuk memecahkan teka-teki guna memvalidasi blok data. Nodes ini disebut penambang (miners), dan setiap penambang berusaha menebak nilai "nonce" pada blok untuk memvalidasi data tersebut. Semua data dalam blok dan tebakan nonce akan diproses melalui fungsi hash kriptografis. Jika menghasilkan output yang identik, ini menandakan bahwa para penambang telah menemukan jawaban yang benar.

b. Proof of Stake (PoS)

PoS, singkatan dari Proof of Stake, adalah sistem konsensus dalam teknologi blockchain yang diusulkan sebagai alternatif untuk PoW (Proof of Work), dengan tujuan mengatasi masalah skalabilitas dan biaya yang melekat pada PoW. PoS menghilangkan unsur "menebak" dari proses validasi blok, sehingga aktivitas penambangan tidak memerlukan perangkat keras khusus yang mahal dan kuat. Ini berdampak besar pada pengurangan konsumsi energi dalam jaringan. Dalam PoS, validator memberikan "taruhan" (stake) sebagai bentuk kontribusi untuk memvalidasi transaksi. Saat konsensus tercapai, semua partisipan mengunci dana mereka pada satu taruhan. Nodes dipilih secara acak, dan hash dari blok yang dimiliki oleh nodes tersebut diungkapkan kepada seluruh peserta. Semua nodes yang berpartisipasi memberikan taruhan atau menentukan validitas blok tersebut. Jika mayoritas menyetujui blok yang diajukan, nodes yang terpilih akan menerima imbalan bersama dengan semua yang bertaruh pada nodes tersebut. Namun, jika mayoritas tidak setuju dengan blok tersebut, nodes yang terpilih akan kehilangan taruhan mereka, tidak menerima imbalan, dan nodes baru akan dipilih secara acak untuk membagikan data blok mereka.

c. Proof of Activity

Proof of Activity (PoA) adalah kombinasi dari Proof of Work (PoW) dan Proof of Stake (PoS). Proses dimulai dengan penambangan blok kosong menggunakan PoW, dan kemudian blok tersebut diisi dengan transaksi yang akan divalidasi menggunakan PoS.



of of Burn

in akan dihapus dari sirkulasi dengan mengirimkannya ke suatu alamat k memungkinkan orang untuk mengakses atau mengambil koin tersebut.

Semakin banyak koin yang dihapus ("dibakar"), semakin tinggi kemungkinan terpilih untuk melakukan penambangan (mine) pada blok berikutnya.

e. Proof of Capacity

Partisipan menempatkan hard drive mereka untuk digunakan. Semakin besar ruang yang disediakan, semakin tinggi peluang untuk terpilih melakukan penambangan pada blok berikutnya. Algoritma konsensus ini menghasilkan set data besar yang disebut "plots" dan memerlukan ruang penyimpanan.

f. Proof of Elapse Time

Proof of Elapsed Time memiliki kesamaan dengan PoW, tetapi jauh lebih efisien dalam penggunaan energi. Namun, tantangan yang dihadapi oleh sistem ini adalah adanya kebutuhan untuk mempercayai pemegang sistem, yang dapat dianggap sebagai pemegang kewenangan pusat.

g. Proof of Authority

Mekanisme ini melibatkan penggunaan set "kewenangan," di mana nodes secara tegas diberi izin untuk membuat blok dan menjaga keamanan blockchain. Mekanisme ini berfungsi sebagai opsi alternatif untuk PoW, tetapi hanya diterapkan pada blockchain privat. Nodes harus memperoleh haknya untuk menjadi validator atau memiliki kewenangan dalam sistem tersebut.

Dengan adanya banyak penyesuaian pada teknologi blockchain, variasi dari blockchain tersebut semakin bertambah. Namun, selain penyesuaian pada komponen teknisnya, secara prinsip aksesibilitas, blockchain juga dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa tipe. Menurut (Perera, Nanayakkara, Rodrigo, Senaratne, & Weinand, 2020), ada tiga tipe blockchain yang dapat diidentifikasi, diantaranya adalah:

1. Public Blockchain

Public blockchain, atau yang juga dikenal sebagai permissionless blockchain, merupakan jenis blockchain yang terbuka bagi siapa saja yang ingin menjadi anggota dalam jaringannya. Semua anggota jaringan memiliki akses untuk



dan mengakses seluruh transaksi di dalam blockchain. Tidak ada autentikasi yang diperlukan untuk membaca atau menulis di dalam ini. Meskipun demikian, anggota jaringan diharapkan untuk mematuhi

peraturan yang berlaku di dalamnya. Dalam public blockchain, penambang atau validator blok menggunakan algoritma untuk memverifikasi transaksi dan kemudian menyebarkannya ke nodes lain. Hanya ketika mayoritas nodes menyetujui transaksi tersebut dan mencapai konsensus, transaksi tersebut dapat dicatat di dalam blok dan dimasukkan ke dalam public ledger. Permissionless blockchain terkenal seperti Bitcoin dan Ethereum menggunakan algoritma konsensus Proof of Work (PoW), sementara Ethereum berencana untuk beralih ke Proof of Stake (PoS) di masa mendatang. Ethereum dan Bitcoin adalah beberapa contoh platform yang menggunakan public blockchain sebagai basisnya.

## 2. Private Blockchain

Private blockchain, yang juga dikenal sebagai permissioned blockchain, merupakan jenis blockchain di mana hanya pihak yang memiliki otorisasi yang dapat menjadi anggota dalam jaringan. Dalam private blockchain, partisipan dapat dibatasi oleh persetujuan awal, dan hak akses mereka ke dalam ledger dapat disesuaikan berdasarkan tingkat informasi. Sebagai contoh, seorang partisipan mungkin dapat melihat seluruh data dalam ledger tetapi tidak diperbolehkan untuk menambahkan transaksi. Bergantung pada tingkat dan area akses setiap partisipan, beberapa dapat melihat transaksi, sementara yang lain dapat menambahkan transaksi ke dalam ledger. Membangun algoritma konsensus di private blockchain lebih sederhana dibandingkan dengan public blockchain. Ada beberapa opsi platform yang dapat digunakan untuk membuat private permissioned blockchain, termasuk Hyperledger Fabric, HydraChain, dan Sawtooth. Platform-platform private blockchain menawarkan tingkat privasi dan keamanan yang tinggi, cocok untuk penggunaan perusahaan, kinerja yang baik, skalabilitas yang lebih baik, mendukung penyesuaian, dan menyediakan mekanisme konsensus yang lebih efisien. Namun, platform-platform tersebut melanggar konsep egaliter yang umumnya ditemui pada public blockchain agar dapat disesuaikan dengan kebutuhan lingkungan tertentu. Contoh platform yang menyediakan layanan private blockchain termasuk Hyperledger Fabric dan Quorum.



sortium Blockchain

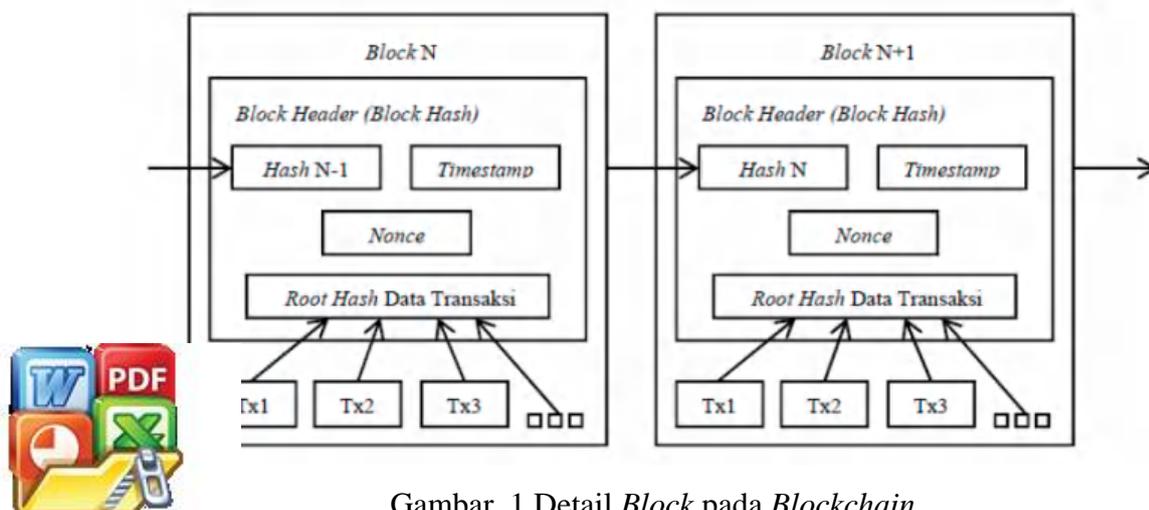
*sortium blockchain* adalah solusi dari *private blockchain* yang tidak satu organisasi tunggal dan sering disebut sebagai federated blockchain.

Dalam consortium blockchain, nodes di berbagai jaringan memiliki hak istimewa. Keuntungan yang dimiliki oleh consortium blockchain sebanding dengan private blockchain, mencakup privasi, efisiensi, skalabilitas, dan performa, namun beroperasi di bawah pemerintahan kelompok tertentu. Proof of Authority adalah salah satu algoritma konsensus yang umum digunakan dalam consortium blockchain. Beberapa platform consortium blockchain yang sering digunakan termasuk Corda, R3, EWF, B3i, dan Quorum. Hyperledger Blockchain Consortium, R3 Corda, dan *We.trade* adalah contoh platform yang menyediakan layanan untuk consortium blockchain.

### 2.3 Block

*Block* merupakan entitas dasar dalam struktur data *Hyperledger Fabric* yang mencatat serangkaian transaksi yang telah diakui dan diverifikasi oleh sekelompok node di dalam jaringan. Setiap block berisi informasi tentang transaksi, termasuk data transaksi itu sendiri dan tanda tangan digital yang memvalidasinya. Struktur block pada Hyperledger Fabric memberikan keamanan dan integritas tingkat tinggi terhadap data yang dicatat.

Sebuah *block* terdiri dari dua bagian utama, yaitu header dan data transaksi. Header block berisi metadata penting seperti nomor blok, hash blok sebelumnya, dan informasi lainnya yang memfasilitasi pengelolaan urutan blok. Sementara itu, data transaksi berisi informasi terkait transaksi yang disepakati dan divalidasi oleh sekelompok *node*.



Gambar 1 Detail *Block* pada *Blockchain*



Setelah transaksi-divalidasi dimasukkan ke dalam *block*, block tersebut ditandatangani oleh node-nodenya. Keberadaan tanda tangan ini memastikan bahwa semua node yang terlibat dalam proses konsensus menyetujui keabsahan transaksi. Selanjutnya, blok tersebut dikirim ke semua node dalam jaringan. Meskipun seluruh transaksi dapat diakses oleh semua node, data transaksi yang sesungguhnya tetaplah bersifat pribadi dan terenkripsi. Ini memberikan transparansi tanpa mengorbankan kerahasiaan.

## 2.4 Smart Contract

Smart contract merupakan skrip otomatis yang beroperasi di dalam lingkungan blockchain. Sebagai program kecil di dalam blockchain, smart contract dirancang untuk menjalankan tindakan tertentu secara otomatis ketika suatu syarat atau kondisi tertentu terpenuhi (Gatteschi, Lamberti, Demartini, Pranteda, & Santamaria, 2018). Saat terjadi transaksi, smart contract diaktifkan untuk mengeksekusi persyaratan yang telah ditetapkan dalam kontrak atau prosedur, melibatkan setiap node yang terhubung dalam jaringan. Oleh karena itu, setiap node di dalam blockchain perlu menyetujui input, output, dan kondisi yang ada dalam smart contract (Azzi, Chamoun, & Sokhn, 2019).

Adaptasi smart contract dalam blockchain dapat bervariasi sesuai dengan kebutuhan sistem yang diterapkan. Secara umum, ada dua jenis smart contract, yaitu smart contract deterministik dan non-deterministik. Smart contract deterministik dieksekusi dengan isolasi dari lingkungan eksternal blockchain, dan aturan kontrak diawasi dan ditentukan oleh jaringan di dalam blockchain. Sebaliknya, smart contract non-deterministik memerlukan informasi eksternal untuk membuat keputusan, melibatkan peran jaringan di luar sistem blockchain (Al-Breiki, Rehman, Salah, & Sventinovic, 2020). Pihak eksternal, termasuk mereka yang menggunakan layanan penyedia informasi atau data sensor, diwakili dalam blockchain melalui kontrak oracle atau oracle contract.



Demikian, smart contract menjadi elemen kunci dalam eksekusi otomatis terdapat dalam lingkungan blockchain, menghubungkan peristiwa di dunia nyata dengan keputusan di dalam blockchain melalui kontrak oracle.

Menurut (Voulgaris, et al., 2019), smart contract memiliki beberapa fitur fundamental yang memberikan manfaat yang besar terhadap sistem, diantaranya adalah :

1. Penyimpanan catatan kondisi/keadaan

Smart contract memungkinkan pengguna untuk mencatat kondisi atau syarat ke dalam buku besar (ledger). Kemampuan ini memungkinkan smart contract untuk menyimpan data yang dapat berubah, baik dalam format maupun substansi, yang juga disebut sebagai data arbitrer.

2. Komputasi Turing Lengkap / Turing-complete Computation

Sebagian besar smart contract beroperasi di dalam lingkungan komputasi turing lengkap, memungkinkan mereka untuk mengimplementasikan berbagai jenis logika yang bersifat arbitrer untuk aplikasi ledger apa pun.

3. Interaksi dengan kontrak lain

Smart contract dapat saling memanggil fungsi dari kontrak lain untuk melakukan komunikasi.

4. Masukan dari lingkungan eksternal sistem (dunia nyata)

Smart contract dapat menerima input data dari sumber eksternal, seperti perbandingan nilai mata uang kripto terhadap mata uang konvensional. Proses ini dapat dilakukan secara tidak langsung melalui keterlibatan kontrak lain, yang kemudian menyediakan informasi tersebut melalui sumber eksternal yang dapat dipercaya. Mekanisme ini dikenal dengan istilah "oracles."

5. Masukan dari Ledger

Umumnya, smart contract diizinkan untuk mengakses dan menggunakan nilai apa pun yang terdapat dalam buku besar, termasuk nilai hash dari blok. Sebagai contoh, nilai hash blok dapat digunakan sebagai sarana untuk menciptakan kombinasi angka acak atau berfungsi sebagai generator nomor acak semu (pseudo-random number generator).



## 2.5 Hyperledger Fabric

*Hyperledger Fabric* adalah salah satu kerangka kerja blockchain terkemuka yang dikembangkan di bawah naungan *Linux Foundation*. Dirancang sebagai proyek open-source, *Hyperledger Fabric* memiliki fokus utama pada kebutuhan perusahaan dan menyediakan solusi untuk mengembangkan aplikasi blockchain dengan tingkat keamanan, privasi, dan fleksibilitas yang tinggi (Androulaki, et al., 2018).

Adapun karakteristik dari Hyperledger fabric antara lain :

### a. Arsitektur Modular

Hyperledger Fabric dibangun dengan arsitektur yang modular, memungkinkan fungsionalitas berbeda untuk berjalan di dalam container yang terisolasi. Ini memberikan fleksibilitas dan memungkinkan integrasi yang lebih baik dengan infrastruktur eksisting.

### b. Model Konsensus Pluggable

Fabric mengadopsi model konsensus yang dapat diubah, yang berarti bahwa sistem dapat menggunakan berbagai algoritma konsensus, termasuk modus "solo" untuk pengembangan dan Kafka untuk konfigurasi jaringan yang lebih kompleks.

### c. Kepemilikan Identitas

Dalam Hyperledger Fabric, identitas memiliki peran yang kuat. Setiap anggota jaringan memiliki identitas unik, dan kebijakan akses mengikuti prinsip kebutuhan berdasarkan identitas, meningkatkan keamanan dan kontrol akses.

### d. Smart Contract (Chaincode)

Hyperledger Fabric menggunakan istilah "chaincode" sebagai smart contract-nya. Chaincode berjalan di dalam kontainer Docker, yang memungkinkan fleksibilitas dan isolasi yang diperlukan dalam lingkungan bisnis.

### e. Kemampuan Scalability dan Privasi

engan memisahkan transaksi yang berbeda ke dalam channel dan emungkinkan pembentukan jaringan konsorsium, Hyperledger Fabric



dapat memberikan skala dan privasi yang diperlukan untuk kebutuhan bisnis yang beragam.

Hyperledger Fabric memiliki beberapa komponen utama yang bekerja bersama untuk menyediakan kerangka kerja blockchain yang dapat disesuaikan dan terpercaya. Berikut adalah beberapa komponen kunci di dalam Hyperledger Fabric di antara lain :

a. Peer (Node)

Peer adalah bagian terpenting dari jaringan Hyperledger Fabric. Setiap organisasi dalam jaringan memiliki satu atau lebih peer. Peers menyimpan ledger dan smart contract (chaincode). Fungsi utamanya untuk Menyimpan Salinan dari buku besar (ledger) dan menjalankan smart contract (chaincode) dan memberikan hasil eksekusi.

b. Orderer

Orderer adalah bagian dari jaringan yang bertanggung jawab untuk mengurutkan transaksi dan membentuk blok. Satu jaringan dapat memiliki lebih dari satu orderer. Fungsinya untuk menerima transaksi dari aplikasi dan mengurutkannya serta membentuk blok yang berisi transaksi yang diurutkan.

c. Channel

Channel adalah saluran komunikasi privasi antara beberapa peserta di dalam jaringan. Transaksi di dalam suatu channel hanya dapat dilihat oleh peserta di channel tersebut. Dimana fungsi utamanya memungkinkan berbagai organisasi untuk berkomunikasi secara pribadi dan dapat meningkatkan privasi dan isolasi antara transaksi.

d. Ledger

Ledger adalah buku besar distribusi yang mencatat semua transaksi yang terjadi di dalam jaringan. Terdapat dua jenis ledger: ledger dunia (world state) dan ledger akun (account state). Dimana fungsi world state untuk menyimpan status terkini dari dunia dan mencatat histori transaksi pada

dger akun untuk account state.

aincode (Smart Contract)



Chaincode, atau sering disebut smart contract, adalah program yang berjalan di dalam peer dan mendefinisikan logika bisnis dan aturan transaksi. Dimana fungsi utamanya untuk menangani logika bisnis dari aplikasi blockchain.

f. Membership Service Provider (MSP)

MSP mengelola identitas dan otentikasi peserta dalam jaringan. Setiap organisasi memiliki MSP sendiri. Fungsi utamanya adalah untuk memverifikasi identitas peserta dan menangani proses otentikasi dan otorisasi.

g. Certificate Authority (CA)

CA mengeluarkan dan mengelola sertifikat digital yang digunakan untuk otentikasi peserta dan enkripsi komunikasi di dalam jaringan. Fungsi utamanya adalah mengeluarkan sertifikat digital dan menangani manajemen identitas dan otentikasi.

h. CouchDB

CouchDB adalah database yang digunakan untuk menyimpan data dunia (world state). CouchDB memberikan fleksibilitas dalam querying dan indexing data. Fungsi utamanya adalah menyimpan data world state dan indeks.

## 2.6 Docker

*Docker* adalah platform perangkat lunak yang populer untuk mengemas, mendistribusikan, dan menjalankan aplikasi dalam lingkungan terkendali yang disebut kontainer. *Kontainer* adalah unit ringan yang mengemas kode dan dependensi, memungkinkan aplikasi berjalan konsisten di berbagai lingkungan. Docker menciptakan lingkungan yang terisolasi yang dapat diimplementasikan di berbagai sistem operasi dan infrastruktur *cloud*. Ini menyederhanakan proses pengembangan, pengujian, dan penyebaran aplikasi dengan memastikan konsistensi antara lingkungan pengembangan dan produksi (Kane & Matthias,



itektur Docker terdiri dari *daemon Docker*, *API*, dan *klien Docker*. berjalan di latar belakang dan mengelola *kontainer*, *API* menyediakan

antarmuka untuk berinteraksi dengan *daemon*, dan klien Docker memungkinkan pengguna berkomunikasi dengan *daemon*. Setiap kontainer berbagi kernel sistem operasi host, tetapi memiliki file sistem sendiri, memungkinkan isolasi sumber daya dan dependensi. Kontainer dapat berkomunikasi satu sama lain dan dengan *host* melalui jaringan yang terisolasi.

Docker menawarkan manfaat signifikan dalam pengembangan dan manajemen aplikasi. Dengan menggunakan Docker, tim pengembang dapat memastikan bahwa aplikasi mereka dapat dijalankan dengan konsisten di berbagai lingkungan, dari mesin pengembangan hingga produksi. Ini mengurangi potensi masalah yang timbul akibat perbedaan konfigurasi antara lingkungan. Selain itu, Docker menyederhanakan siklus hidup aplikasi dengan memungkinkan pengembang membuat, menguji, dan menyebarkan aplikasi dengan cepat dan efisien.

Docker menggunakan teknologi kontainerisasi untuk memberikan isolasi antara aplikasi yang berjalan pada host yang sama. Meskipun berbagi kernel sistem operasi host, kontainer memiliki file sistem yang terpisah dan lingkungan runtime sendiri. Ini memberikan lapisan tambahan keamanan, meminimalkan risiko gangguan antaraplikasi. Kontainer juga dapat dijalankan dengan hak akses terbatas, membatasi kemampuan aplikasi untuk mengakses sumber daya atau melakukan tindakan tertentu.

Docker telah diterapkan luas di berbagai industri, termasuk teknologi, keuangan, kesehatan, dan lainnya. Perusahaan menggunakan Docker untuk memodernisasi infrastruktur, mengurangi kompleksitas, dan meningkatkan efisiensi operasional. Penggunaan Docker dalam konteks mikroservis dan orkestrasi kontainer dengan alat seperti *Kubernetes* telah menjadi landasan bagi arsitektur modern yang dapat diskalakan dan dikelola dengan mudah.



## 2.7 Supply Chain Management Mobile

Supply Chain Management adalah suatu sistem yang kompleks dan membutuhkan pemantauan yang cermat. Dengan adanya aplikasi mobile, manajemen rantai pasokan dapat dijalankan secara lebih efisien dan responsif. Aplikasi mobile memungkinkan pemangku kepentingan terlibat, seperti produsen, distributor, dan pengecer, untuk mengakses informasi penting kapan saja dan di mana saja, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat.

Aplikasi mobile memungkinkan pemantauan dan pelacakan yang real-time terhadap alur barang atau layanan dalam rantai pasokan. Melalui penggunaan teknologi seperti GPS dan sensor, aplikasi ini memungkinkan para pihak terlibat untuk melacak pergerakan barang dari gudang hingga ke tangan konsumen. Hal ini meningkatkan transparansi dan memungkinkan respons cepat terhadap perubahan kondisi atau kebutuhan pelanggan.

Dengan aplikasi mobile, manajemen inventori dapat dioptimalkan dengan lebih baik. Pemangku kepentingan dapat dengan mudah memonitor tingkat persediaan, memperkirakan kebutuhan, dan mengatur distribusi secara lebih efisien. Ini membantu menghindari kekurangan stok atau kelebihan persediaan yang dapat mempengaruhi ketersediaan produk dan keuntungan perusahaan.

Aplikasi mobile seringkali memanfaatkan teknologi terkini seperti Internet of Things (IoT) dan kecerdasan buatan untuk meningkatkan efisiensi dalam rantai pasokan. Misalnya, sensor IoT dapat memberikan data real-time tentang kondisi lingkungan atau kualitas barang, sedangkan kecerdasan buatan dapat digunakan untuk meramalkan permintaan, memperkirakan waktu pengiriman, dan mengoptimalkan rute distribusi (Stanton, 2017).

## 2.8 Beras

Beras memiliki peran yang sangat signifikan dalam kehidupan sosial masyarakat Indonesia. Sebagian besar penduduk Indonesia mengandalkan beras sebagai makanan pokok, menjadikannya sumber nutrisi utama dalam struktur Karena kebutuhan ini sangat penting dan hampir universal di seluruh aspek penyediaan beras menjadi hal yang kritis, terutama mengingat penduduk Indonesia yang sangat besar. Dalam konteks ekonomi negara,



beras memiliki peran strategis yang sangat penting. Perannya bersifat vital karena merupakan kebutuhan masyarakat, namun dapat menjadi fatal jika terjadi defisit dalam penyediaannya.

Beras yang beredar di pasar umumnya tersedia dalam bentuk beras sosoh sempurna (100%) atau beras regular dengan variasi derajat sosoh, yang mengindikasikan sejauh mana kulit ari telah diupas, berkisar antara 80-95%. Karakteristik pertama yang diperhatikan oleh konsumen saat memilih dan membeli beras adalah bentuk dan penampilan beras. Kelas mutu beras medium 1, yang menjadi pilihan masyarakat, mengharuskan minimal 78% beras kepala, maksimal 20% beras patah, derajat sosoh 95%, dan kadar air maksimal 14%. Seiring penurunan kelas mutu menjadi medium 2 dan medium 3, persyaratan persentase beras kepala dan derajat sosoh turun. Standar beras mutu terbaik menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) ditentukan dengan kandungan beras kepala minimal 95%, beras patah maksimal 5%, derajat sosoh 100%, dan kadar air maksimal 14%.

Untuk melihat standar masing – masing beras bisa dilihat pada tabel dibawah.

Table 1 Standar Mutu Beras

No	Komponen Mutu	Satuan	Medium	Premium
1	Derajat Sosoh (minimal)	%	95	95
2	Kadar Air (maksimal)	%	14	14
3	Beras Kepala (minimal)	%	75	85
4	Butir Patah (maksimal)	%	25	15
5	Butir beras lainnya (maksimal) terdiri dari Butir Menir, Merah, Kuning/Rusak	%	5	0
6	Butir Gabah (maksimal)	(Butir/100gr)	1	0
	Benda Lain (maksimal)	%	0.05	0

