



PENGEMBANGAN MODEL PLATFORM KOPERASI PETANI
BERBASIS KECERDASAN BUATAN UNTUK OPTIMASI
RANTAI PASOK KENTANG

PROPOSAL PENELITIAN

FITRIANA INDAH PRAMITASARI

99223124

PROGRAM DOKTOR TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS GUNADARMA

Agustus 2024

Daftar Isi

	Halaman
Daftar Isi.....	i
1 Pendahuluan	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Kontribusi dan Manfaat.....	6
2 Telaah Pustaka	
2.1 Teknologi Informasi.....	8
2.2 Platform.....	8
2.3 Koperasi	9
2.4 <i>Economic sharing</i>	10
2.5 Artificial Intelligence	10
2.6 Artificial Neural Network (ANN).....	11
2.8.1 Prediksi Permintaan	12
2.7 Blockchain.....	13
2.8 Unified Modeling Language (UML).....	13
2.9 Supply Chain Management.....	14
2.9.2 Ruang Lingkup SCM	14
2.9.3 Proses Supply Chain Management.....	15
2.10 Inventory Management	17
2.10.1 Safety Stock	17
2.11 Produk Referensi	20
2.12 Rangkuman Hasil Penelitian	22
3 Metodologi Penelitian	
3.1 Alur Penelitian	23
3.2 Identifikasi Masalah	24
3.3 Studi Literatur	25

	Halaman
3.4 Pengumpulan Data	26
3.5 Blockchain.....	28
3.6 Design Sistem dengan UML	29
3.6.1 Analisis Kebutuhan Sistem	29
3.6.2 Use Case Diagram.....	31
3.6.3 Activity Diagram.....	32
3.6.4 Sequence Diagram	35
3.7 Prediksi Permintaan dengan ANN	39
3.8 Inventory Management	40
3.9 Integrasi.....	41
3.10 Pengujian Sistem.....	41
3.11 Evaluasi.....	42
3.12 Analisis Hasil	42
3.13 Jadwal Penelitian.....	42
Daftar Pustaka	

Bab 1

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Teknologi Informasi (TI) merupakan ilmu bidang teknologi yang dikembangkan untuk membantu berbagai pekerjaan manusia. Perkembangan Teknologi Informasi (TI) dalam kecerdasan buatan atau *artificial intelligence* (AI), telah membawa perubahan di berbagai sektor. AI merupakan teknologi yang paling trending dan hits di era digital saat ini (Chollet, 2021). Salah satu sektor yang mengalami perubahan dengan adanya TI dalam ranah AI adalah sektor pertanian. Dimana, para petani dapat memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan dan mengefisienkan produktivitas mereka.

Menurut data yang bersumber dari BPS tahun 2023, Jumlah Usaha Pertanian Perorangan (UTP) sebanyak 29.342.202 unit atau turun 7,45 persen dari tahun 2013 yang sebanyak 31.705.295 unit. Menurut Kepala Badan Pusat Statistik (BPS) Amalia Adininggar Widyasanti, masalah pendidikan dalam dunia pertanian menjadi salah satu penyebab rendahnya produktivitas petani di tanah air. Dimana 75% petani hanya berpendidikan tamatan Sekolah Dasar (SD). Selain itu, usia petani menjadi salah satu faktor menurunnya produktivitas petani. Sebanyak 58% dari total petani di Indonesia berusia >45 tahun. Mantan Wakil Menteri Pertanian, Bayu Khrisnamurti menjelaskan bahwa pendapatan petani per bulan hanya mencapai Rp 1 juta rupiah dan hal tersebut menyebabkan tenaga petani turun sebanyak 5 juta dalam 10 tahun terakhir. Berdasarkan indeks ketahanan pangan (GFSI) 2022, dapat diukur dengan empat indikator yaitu keterjangkauan harga pangan (*affordability*), ketersediaan pasokan (*availability*), kualitas nutrisi (*quality and safety*), serta keberlanjutan dan adaptasi (*sustainability and adaptation*). Konsumsi pangan global cenderung meningkat lebih cepat dibandingkan pasokannya. Hal ini berkaitan dengan isu-isu global yang penting seperti pertumbuhan populasi (Rozi., et al, 2023). Dengan pesatnya pertumbuhan populasi dan meningkatnya permintaan pangan di seluruh dunia, peningkatan produktivitas

dalam prosedur pertanian sangatlah penting (Zarandi., et al, 2022). Kentang merupakan salah satu tanaman komersial penting yang berkontribusi terhadap ketahanan pangan dan mengurangi kemiskinan di kalangan petani kecil di negara berkembang (Mijena., et al, 2022). Tanaman kentang dianggap sebagai tanaman yang berpotensi tinggi untuk ketahanan pangan karena menghasilkan kuantitas yang besar, dan memberikan produk berkualitas tinggi dalam waktu tanam yang singkat. Kentang memiliki sejarah panjang dalam membantu mengatasi masalah ketahanan pangan dan berkontribusi terhadap peningkatan pendapatan masyarakat, terutama di masa-masa sulit dan juga di tengah ekspansi populasi saat ini (Devaux.,et al, 2021).

Transformasi digital di bidang pertanian merupakan tren penting dalam praktik dan tata kelola yang berkelanjutan. Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai sensor telah digunakan di bidang pertanian untuk mengumpulkan data dalam jumlah besar yang memungkinkan analisis lebih cepat dan kompleks. Pergeseran paradigma ini telah mengarah pada pengelolaan pertanian berbasis data, yang membantu petani dalam proses pengambilan keputusan (Romani., et al, 2023). Platform digital juga menjadi tempat untuk industri berkolaborasi, membagikan data, menciptakan bersama, dan menyediakan layanan digital yang mendukung keberlanjutan (Chavez., et al, 2023). Banyak platform berbasis kecerdasan buatan yang telah dimanfaatkan untuk membantu kegiatan bisnis, manufaktur, perkantoran dan sebagainya (Gladysz., et al, 2023). Transformasi digital memainkan peran penting dalam meningkatkan pembagian informasi dan pemrosesan informasi dalam rantai pasokan (Balci., et al, 2024). Platform digital menawarkan peluang untuk meningkatkan ketahanan rantai pasokan manufaktur dalam menghadapi kompleksitas, tantangan berbagi data, pemicu tekanan eksternal (misalnya kelangkaan sumber daya, faktor geopolitik), risiko yang muncul, dan kelestarian lingkungan (Chari., et al, 2023). Sehingga adanya platform koperasi diharapkan dapat membantu mensejahterakan petani. Petani dapat menjual hasil panen dari platform koperasi secara langsung kepada konsumen. Kecerdasan buatan digunakan pada platform koperasi petani untuk memproses dan menganalisis data

besar dan cepat pada rantai pasok. Sehingga, dapat meningkatkan efisiensi dan produktifitas pertanian.

Platform koperasi pada penelitian ini juga berdasarkan konsep *economic sharing*. Platform *economic sharing* memanfaatkan teknologi sebagai model bisnis di berbagai sektor dalam pertukaran ekonomi (Dabija, et al, 2022; Sari, et al, 2022). *Economic sharing* mampu menjadikannya pasar yang tembus pandang dalam skala internasional karena ekspansi yang pesat termasuk Gojek, Grab, dan Maxim untuk layanan ride-hailing dan Airbnb untuk akomodasi (Kauffman & Naldi, 2020; Sari, et al, 2022).

Transparansi rantai pasokan sering kali dipandang sebagai elemen penting untuk memecahkan banyak tantangan. Terutama yang berkaitan dengan sektor bahan baku, transparansi yang lebih besar diharapkan dapat memecahkan masalah utama dengan memastikan asal usul produk dan memungkinkan keterlacakan di sepanjang rantai pasokan. Secara khusus, teknologi blockchain yang terdesentralisasi dapat menjamin keamanan data yang lebih besar dan menawarkan peluang untuk menciptakan aset dan informasi digital dengan tingkat kekekalan dan transparansi yang tinggi (Rosi, et al, 2019 ; Angela, et al, 2021). Blockchain dapat membuat catatan yang tidak dapat diubah, kuat terhadap perubahan data atau anti-rusak, sehingga memberikan konsistensi di seluruh jaringan. Blockchain juga terdesentralisasi, dikombinasikan dengan karakter catatan yang tidak dapat diubah, yang menghasilkan transparansi antara anggota jaringan (Shuaib et al. 2020; Alamsyah, et al, 2022).

Selain teknologi blockchain, kecerdasan buatan juga memiliki peran penting dalam mengoptimalkan rantai pasokan melalui berbagai metode analisis dan prediksi. Dalam konteks manajemen rantai pasok, ANN dapat digunakan untuk peramalan permintaan, optimalisasi, inventaris, perencanaan logistik, dan deteksi anomali (Sooria, et al, 2023). Peramalan permintaan digunakan dalam penelitian ini untuk memprediksi permintaan di masa depan selama periode tertentu. Tujuannya untuk meminimalisir risiko stok *over* dan stok yang kosong. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan kombinasi *inventory management*. Sistem *inventory management* memiliki peran penting untuk memantau kondisi barang pada tahap

rantai pasokan distribusi barang dari gudang pusat ke ritel sesuai dengan permintaan konsumen. Beberapa metode telah dikembangkan untuk memecahkan masalah proses *inventory management* di gudang pusat. *Safety Stock* adalah salah satu metode yang menggunakan analisis kontrol stok. Dimana metode *safety stock* digunakan untuk menentukan stok minimum dan maksimum (Devi, et al, 2018). *Safety stock* dianggap sebagai salah satu cara yang dapat mengurangi resiko kehabisan stok. Sehingga dalam rantai pasok, *inventory management* yang efektif dapat memastikan layanan yang terbaik kepada pelanggan dan mempertahankan reputasi perusahaan (Chamani, et al, 2022).

Kombinasi antara teknologi blockchain dengan AI membuka peluang baru untuk mengoptimalkan efisiensi dan transparansi dalam manajemen rantai pasok. Bersama dengan kecerdasan buatan, blockchain menjadi bagian dari teknologi terdepan dalam ekonomi digital (Alamsyah, et al, 2022). Dalam penerapan ini, algoritma ANN dapat diintegrasikan ke dalam blockchain untuk memprediksi permintaan dan mengelola inventaris, termasuk penentuan *safety stock* secara otomatis. Dengan mencatat semua transaksi dan data permintaan dalam blockchain, keamanan dan transparansi informasi tetap terjaga, memungkinkan sistem manajemen inventaris yang lebih efisien dan handal.

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terkait pengembangan platform untuk petani mencakup berbagai pendekatan inovatif, seperti yang dirancang untuk pembangunan sistem pertanian cerdas yang efektif, andal dan kuat. Platform pertanian cerdas akan menghasilkan peningkatan produktivitas, profitabilitas, dan kinerja pertanian pintar yang terhubung (Zarandi et al, 2022). Selain itu, terdapat penelitian yang menyajikan platform AgroAPI yang menyediakan akses data dan model untuk sektor pertanian melalui *Application Programming Interface* (API). API pada AgroAPI berfokus pada produktivitas petani, indikasi tanggal tanam, klasifikasi tanah, cuaca, katalog bio-input, dan indeks vegetasi yang diperoleh dari citra satelit (Romani et al., 2023). Penelitian lain menunjukkan bahwa digitalisasi koperasi agrifood dapat meningkatkan komunikasi dan interaksi online mereka (Chistobal et al., 2020). Selain itu, teknologi blockchain menawarkan potensi besar dalam memastikan akuntabilitas dan ekuitas dalam pengembangan pertanian petani

kecil di Sub-Sahara Afrika (Lee et al., 2022). Dalam konteks *sharing economic*, model ini terbukti mampu memberikan keuntungan finansial yang lebih besar serta manfaat pembangunan berkelanjutan bagi rantai pasok (Asian et al., 2019). Lebih lanjut, penerapan edge computing dan deep learning dalam layanan keuangan koperasi pertanian dapat mengoptimalkan alokasi sumber daya ekonomi di pedesaan, meningkatkan efisiensi sistem, serta melindungi privasi dan keamanan data (Zhongchen et al., 2023). Dengan memperhatikan temuan-temuan ini, pengembangan model koperasi petani berbasis teknologi digital dan *sharing economic* memiliki potensi besar untuk mendukung ketahanan pangan dan efisiensi rantai pasok di sektor pertanian.

Beberapa penelitian baru-baru ini yang berkaitan dengan metode ANN untuk teknik peramalan permintaan telah dilakukan. Dalam kinerja ANN memiliki keuntungan pada lingkungan bisnis yang terus berubah dan prediksi permintaan untuk membuat keputusan yang tepat mengenai manufaktur dan *inventory management*. Algoritma pembelajaran prediksi digunakan untuk prediksi deret waktu yang lebih baik di masa depan. Menggunakan pendekatan ANN memberikan akurasi yang lebih tinggi dalam proses prediksi permintaan (Ashvin dan Suman, 2015). Penelitian sebelumnya, ANN dapat diterapkan dalam memperkirakan permintaan *spare part* untuk meminimalkan kekurangan rantai pasokan (Amirkolaii, et al, 2017 ; Seyeden, et al, 2020), untuk memprediksi kebutuhan air jangka pendek (Majid, et al, 2021), untuk prediksi permintaan layanan logistic (Hongpeng, et al, 2020), dan untuk prediksi permintaan produk (Tuan, et al, 2024).

Penelitian sebelumnya membahas tentang cara mengatur *safety stock*. Topiknya adalah bagaimana memperbaiki sistem penyimpanan barang di rantai pasok ke toko retail melalui gudang pusat, dengan tujuan mengurangi biaya sepanjang rantai pasokan tersebut. Penelitian ini membuat sistem yang digunakan untuk mengendalikan persediaan dan pembaruan barang di gudang pusat dengan menghitung minimalisasi biaya *supply chain* berdasarkan permintaan konsumen. Melalui sistem pengendalian persediaan tersebut, dapat meminimalkan biaya rantai pasok, dan tingkat persediaan produk dapat dipertahankan tepat waktu dan jumlah persediaan yang harus dipenuhi (Efrilianda., et al, 2018).

Berdasarkan analisis di atas, penelitian ini mengusulkan sebuah perancangan model platform koperasi petani. Metode yang digunakan terdiri dari UML untuk menggambarkan alur sistem platform koperasi pertanian yang terdiri dari *use case* diagram, *activity* diagram dan *sequence* diagram. UML membantu dalam menyederhanakan dan memvisualisasikan kompleksitas sistem perangkat lunak. Diagram UML seperti *use case* diagram, *activity* diagram, dan *sequence* diagram memungkinkan pengembang, analis, dan pemangku kepentingan lainnya untuk memahami dan mendiskusikan struktur dan perilaku sistem secara lebih efisien (Hatice, et al, 2021). Metode ANN digunakan untuk memprediksi permintaan kentang di masa depan selama periode tertentu. Metode *safety stock* digunakan pada penelitian ini untuk mengetahui stok minimal dan maksimum. Penelitian ini dapat membantu mensejahterakan petani dan manajemen *inventory* koperasi melalui platform koperasi petani dengan keamanan dan transparansi data menggunakan blockchain.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan topik pembahasan pada penelitian ini mengenai perancangan model platform koperasi bagi para petani, maka didapatkan beberapa rumusan masalah untuk mengetahui masalah yang akan dicari solusinya. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana proses perancangan model koperasi petani menggunakan blockchain?
2. Bagaimana metode prediksi permintaan dengan ANN di dalam blockchain yang digunakan untuk mengoptimalkan permintaan pelanggan di masa depan selama periode tertentu?
3. Bagaimana metode *safety stock* di dalam blockchain yang digunakan agar dapat mengoptimalkan stok dan permintaan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan agar mempermudah melakukan penelitian yang berfokus pada masalah yang akan dibahas pada penelitian ini. Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Objek penelitian ini adalah petani kentang.
2. Perancangan model platform pada penelitian ini berdasarkan prinsip koperasi dan *economic sharing*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian untuk mengetahui target yang akan dicapai dalam penelitian ini. Berikut tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menghasilkan platform koperasi petani kentang yang aman dan transparan menggunakan blockchain.
2. Menghasilkan data prediksi permintaan di masa depan selama periode tertentu dan dicatat dalam blockchain.
3. Menghasilkan data *inventory* secara realtime dan dicatat dalam blockchain.

1.5 Kontribusi dan Manfaat

Hasil penelitian ini memberikan kontribusi yang baik dari sisi keilmuan. Metode dalam perancangan model platform merupakan kontribusi keilmuan dalam penelitian ini. Penerapan ANN dan safety stock dalam blockchain pada rantai pasok menambah lampiran keamanan dan transparansi. Penerapan metode prediksi permintaan menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) untuk memprediksi permintaan dan penerapan metode *safety stock* untuk mengelola persediaan adalah cara sistematis yang diterapkan dalam penelitian ini. Dengan blockchain, setiap prediksi permintaan dan pengelolaan safety stock dicatat dalam buku besar yang tidak dapat diubah dan terintegrasi. Dengan demikian diharapkan dapat mengefisienkan rantai pasok dan meningkatkan kesejahteraan petani kentang. Selain itu, platform ini diharapkan dapat berkontribusi dalam mengatasi permasalahan krisis pangan di Indonesia dengan memungkinkan pengelolaan stok dan permintaan, menjadikan pertanian lebih berkelanjutan dan mendukung kesejahteraan petani secara menyeluruh.

Bab 2

Telaah Pustaka

2.1 Teknologi Informasi

Teknologi informasi adalah hardware dan software dan bisa termasuk di dalamnya jaringan dan telekomunikasi yang biasanya dalam konteks bisnis atau usaha. Teknologi Informasi adalah sebuah perkembangan di bidang informasi dalam menjalankan tugas sehari-hari, baik mendapatkan informasi maupun penyebaran informasi. Misalnya: Media cetak sekarang mulai beralih ke media online dengan perangkat komputer maupun gadget kita dapat menikmati informasi. Peran teknologi informasi pada industri 4.0 sebagai alat untuk mengoperasikan mesin-mesin dengan ketepatan tinggi. Di mana Industri 4.0 adalah industri yang menggabungkan teknologi otomatisasi dengan teknologi cyber. Ini merupakan tren otomatisasi dan pertukaran data dalam teknologi manufaktur. Pada era ini, industri mulai menyentuh dunia virtual, membentuk konektivitas antar manusia, mesin dan data, yang dikenal dengan nama Internet of Things (IoT) (Taufik., et al, 2022).

2.2 Platform

Menurut Schneider, potensi platform digital di era saat ini semakin relevan dan diminati oleh berbagai sektor industri. Platform digital bertujuan untuk menjalin koneksi. Mereka mewakili landasan teknologi yang dapat menciptakan dampak besar dalam rantai nilai manufaktur, karena mereka memungkitkan dalam menjalin komunikasi dan interaksi langsung antara berbagai kelompok aktor (Chaves, 2023 ; Bochen, 2019).

Platform digital dapat berfungsi sebagai mekanisme untuk mentransformasi persaingan dan proses penciptaan nilai di seluruh rantai nilai. Situasi geopolitik global yang terus berubah juga dapat mengambil manfaat dari platform digital, khususnya dari perspektif ekonomi dan membuat rantai nilai lebih tangguh terhadap tantangan-tantangan tersebut. Platform semacam ini memperluas jangkauan geografis pasar tradisional dan mendorong konsep *economic sharing*,

yang memungkinkan pembagian sumber daya dan pemanfaatan kelebihan kapasitas (Chaves, 2023 ; Van, 2021).

2.3 Koperasi

Koperasi merupakan salah satu implementasi ekonomi pancasila di Indonesia karena berlandaskan asas kekeluargaan. Koperasi masih ada hingga sekarang dan berperan dalam perekonomian Indonesia. Indonesia mengalami sejarah panjang dalam terbentuknya koperasi. Indonesia memiliki lembaga yang mengurus tentang koperasi di Indonesia yaitu Dewan Koperasi Indonesia (Dekopin) yang didirikan oleh Muhammad Hatta. Beliau juga mendapat julukan Bapak Koperasi Indonesia karena jasanya dalam bidang ini. Koperasi didirikan berlandaskan pada Undang-undang Nomor 25 tahun 1992 tentang perkoperasian. Jumlah koperasi di Indonesia juga mengalami peningkatan. Pada tahun 2021, jumlah koperasi aktif di Indonesia mencapai 127.124 unit. Hal ini menunjukkan adanya perkembangan badan usaha koperasi. Arti dari kata koperasi berasal dari bahasa inggris yaitu cooperation, dimana co artinya bersama, sedangkan operation artinya bekerja. Sehingga koperasi berarti sama-sama bekerja menurut rencana yang sudah ditentukan kearah tujuan yang sudah ditetapkan. Menurut Mohammad Hatta, koperasi adalah usaha bersama untuk memperbaiki nasib penghidupan ekonomi berdasarkan prinsip tolong menolong. Sedangkan menurut UU No. 12 Tahun 1967 pengertian koperasi adalah organisasi ekonomi, yang berwatak sosial dan dikelola berdasarkan kekeluargaan (Bugi dan Sri, 2022).

Berdasarkan UU Nomor 25 Tahun 1992 Pasal 5 menguraikan prinsip Koperasi sebagai berikut:

- a. keanggotaan bersifat sukarela dan terbuka
- b. pengelolaan dilakukan secara demokratis
- c. pembagian sisa hasil usaha dilakukan secara adil sebanding dengan besarnya jasa usaha masing-masing anggota
- d. pemberian balas jasa yang terbatas terhadap modal
- e. kemandirian
- f. pendidikan perkoperasian

g. kerjasama antar koperasi.

2.4 *Economic sharing*

Inti dari *economic sharing* adalah konstruksi dan pengoperasian platform online, yang merupakan landasan untuk mencapai pembagian sumber daya dan perdagangan. Model economic platform mencakup model operasi platform, model aliran dana, dan model aliran layanan (Zhuo, 2023).

Platform biasanya menyediakan platform online yang membangun mekanisme kepercayaan dengan mendaftarkan pengguna, dan mencapai fungsi seperti penerbitan sumber daya, perdagangan, dan evaluasi. Model pengoperasian platform juga mencakup promosi dan pemasaran untuk menarik lebih banyak pengguna dan sumber daya (Du Wenxia, 2023 ; Zhuo, 2023). Model aliran dana mengacu pada bagaimana platform *economic sharing* mengalir dan mengalokasikan dana. Platform *economic sharing* biasanya menghasilkan pendapatan dengan membebankan biaya penggunaan platform, komisi transaksi, atau biaya iklan. Platform dapat memberikan penghargaan atau pembagian berdasarkan kontribusi pengguna dan tingkat partisipasi. Platform *economic sharing* perlu menetapkan norma dan standar untuk memastikan bahwa sumber daya dan layanan yang disediakan memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna. Platform ini dapat menyediakan fungsi pemesanan, pembayaran dan evaluasi online untuk meningkatkan kenyamanan dan kepuasan pengguna (Yu Xiaoyu, 2023 ; Zhuo, 2023).

2.5 *Artificial Intelligence*

Pengembang AI memiliki tanggung jawab yaitu mengembangkan dan mendistribusikan perangkat lunak AI dengan fitur-fitur yang bergantung pada kebutuhan perusahaan, berkat data yang telah dikumpulkan dan telah dianalisis. AI mengalami perkembangan pesat dan permintaan akan pengembangan AI mengalami peningkatan (Nascimento., et al, 2020).

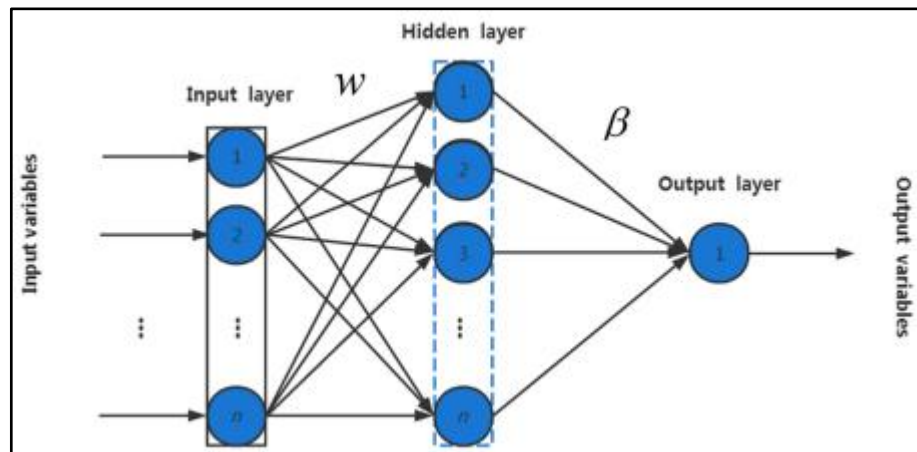
Nguyen-Duc dkk. (2020) mengusulkan agenda penelitian untuk pengembangan perangkat lunak AI yang berkelanjutan. Dalam proposal mereka,

dilaporkan beberapa tantangan dalam menjaga praktik rekayasa dan proses pengembangan perangkat lunak AI pada tingkat berkelanjutan, yaitu kualitas perangkat lunak AI, rekayasa kebutuhan, serta alat dan infrastruktur.

2.6 Artificial Neural Network (ANN)

Neural network adalah salah satu teknologi AI yang paling sering digunakan. *Neural network* terinspirasi oleh struktur otak manusia dan terdiri dari unit-unit kecil yang terhubung satu sama lain, yang disebut neuron buatan (Kureljusic dan Reisch, 2022). Neuron buatan ini merupakan unit pemrosesan kecil yang terhubung satu sama lain dan menghasilkan keluaran berdasarkan aturan pembelajaran dan masukan yang diterima. Oleh karena itu, jaringan saraf bertujuan untuk mensimulasi otak manusia atau mensimulasi otak manusia atau organisme biologis lainnya (Aggarwal, 2018).

Artificial Neural Network (ANN) adalah jenis model pembelajaran mesin, dikenal luas karena keakuratan dan keserbagunaannya. ANN bersifat non linier dan memiliki atribut seperti pengorganisasian mandiri, pembelajaran berbasis data, dan retensi memori, yang mirip dengan proses berpikir manusia. ANN pada umumnya diterapkan dalam tugas klasifikasi, prediksi, dan pengenalan pola (Hu., et al, 2018). Menurut Bou-Hamad dan Jamali (2020) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa, pada rangkaian waktu dengan persistensi sedang hingga tinggi, ANN memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan model AR(1)-GARCH (1,1) dalam konteks perkiraan dinamis. Efektifitas ANN juga terdapat pada penelitian Yu., et al, (2020), bahwa keunggulan ANN terlihat dalam metrik seperti *root mean square error* dan *mean absolute error*. Secara kolektif, temuan-temuan ini menekankan potensi teknik berbasis data dalam mengungkapkan pola-pola tersembunyi, yang pada akhirnya memperkuat akurasi prediksi.



Gambar 2.1 Arsitektur ANN

(Sumber : Maneejuk dan Srichaikul, 2021)

ANN terdiri dari tiga lapisan : masukan, tersembunyi, dan keluaran. Masukan lapisan mendapat data dari sumber luar. Paling sering, data dinormalisasi untuk mendapatkan keandalan hasil. Lapisan tersembunyi mengubah masukan menjadi bentuk yang dapat digunakan oleh lapisan keluaran. Lapisan keluaran memberikan hasil akhir dari simulasi, yang bergantung pada interkoneksi antar neuron, komposisi ketiga lapisan dan disposisi dari neuron. Struktur utama ANN dapat dikelompokkan menjadi empat jenis : *single feedforward neural networks*, *multilayer feedforward networks*, *recurrent networks* and *mesh networks* (Khan dan Farid, 2019 ; da Silva., et al, 2017).

2.6.1 Prediksi Permintaan

Manajer harus mencoba memprediksi permintaan di masa depan berdasarkan data statistik dan mempertimbangkan berbagai kriteria. Sangatlah disarankan untuk mencoba memprediksi permintaan di masa depan dan mempersiapkan diri dengan baik bahkan dengan tingkat ketidakpastian tertentu daripada tidak memiliki ekspektasi terhadap apa yang akan terjadi. Yang paling penting adalah menemukan cara untuk menghitung seberapa dekat prediksi permintaan dengan permintaan sebenarnya, sehingga seberapa akurat perkiraan tersebut. Selisih antara data aktual dan data perkiraan disebut dengan *Forecast Error* (Priniotakis dan Argyropoulos, 2019).

2.7 Blockchain

Blockchain adalah teknologi di mana beberapa blok data digabungkan menjadi satu bentuk serial dan dilindungi dengan kriptografi. Bentuk serial inilah yang kita sebut 'rantai', dan kriptografi yang juga berfungsi sebagai penghubung setiap blok disebut hash. Setiap pembuatan hash bersifat unik karena bentuknya selalu berubah setiap kali kita meletakkan sesuatu di blok tersebut. Mekanisme ini menciptakan perlindungan yang kuat untuk mencegah data dirusak. Blockchain juga dikenal sebagai buku besar terdistribusi, yang berarti setiap orang di jaringan dapat melihat dan memverifikasi setiap peristiwa transaksi. Mekanisme untuk memverifikasi transaksi adalah melalui konsensus, yaitu proof-of-stake atau proof-of-work. Dari sini, blockchain mampu membuat catatan data yang tidak dirusak, sehingga menciptakan transparansi aliran data di jaringan (Alamsyah, et al, 2022).

Memperkenalkan teknologi blockchain kepada entitas rantai pasokan dapat menciptakan kondisi transparansi rantai pasokan. Namun, nilai penerapan teknologi blockchain tidak hanya bergantung pada desain arsitektur, tetapi juga pada kualitas data yang disimpannya dalam mode yang tidak dapat diubah, atau anti-rusak. Salah satu pendekatan untuk menghasilkan data yang berharga dan valid adalah dengan melacak perjalanan material melalui teknologi pelacakan fisik dan memasukkan data ini langsung ke blockchain untuk menyimpan catatan yang tidak dapat diubah yang dapat didistribusikan ke klien hilir, dinilai oleh auditor, dan ditambahkan di sepanjang rantai pasokan. Ini menunjukkan bagaimana kombinasi blockchain dan teknologi pelacakan dapat menjadi pendorong utama bagi transparansi rantai pasokan (Saber, et al, 2019 ; Angela, et al, 2021).

2.8 Unified Modeling Language (UML)

Unified Modeling Language (UML) adalah keluarga notasi grafis, didukung oleh meta-model tunggal yang membantu dalam mendeskripsikan perancangan sistem perangkat lunak, khususnya sistem perangkat lunak yang dibangun menggunakan gaya *Object Oriented* (OO). Pendorong mendasar dibalik bahasa pemodelan grafis adalah bahwa bahasa pemrograman tidak memiliki tingkat abstraksi yang cukup tinggi untuk memfasilitasi diskusi tentang desain. Elemen-

elemen UML dipetakan secara langsung ke elemen-elemen dalam sistem perangkat lunak (Seth., et al, 2012 ; Rumbaugh., et al, 2005).

Menurut Liao (2005) dalam penelitiannya mengenai pemodelan sistem pakar, beberapa kebutuhan sistem pakar secara umum dapat dijelaskan dan dimodelkan dalam beberapa diagram UML seperti *use case*, *activity*, dan *sequence*. Model usulan yang dijelaskan dalam makalah ini merupakan model sistematis yang umumnya terdapat pada sistem pakar. Model ini dapat digunakan dalam pengembangan sistem pakar untuk berbagai jenis studi kasus (Maylawati., et al, 2017).

2.9 Supply Chain Management

SCM merupakan integrasi dan organisasi pengelolaan rantai suplai dan kegiatan melalui hubungan organisasi koperasi, proses bisnis yang efektif, dan tingkat tinggi berbagi informasi untuk menciptakan sistem nilai berkinerja tinggi yang memberikan organisasi anggota keunggulan kompetitif yang berkelanjutan. SCM merupakan upaya pemasok untuk mengembangkan dan menerapkan rantai pasokan yang efisien dan ekonomis mungkin. Rantai pasokan mencakup segala hal, mulai dari produksi dan pengembangan produk hingga sistem informasi yang diperlukan guna mengarahkan usaha dalam perusahaan (Lukman, 2020).

2.9.1 Ruang Lingkup SCM

Supply Chain Management (SCM) melaksanakan kegiatan aliran barang yang meliputi perencanaan, pengadaan, produksi, penyimpanan, transportasi, dan distribusi, mulai dari titik awal bahan baku (hulu) sampai ke titik pemakaian (hilir). SCM Link terdiri dari 7 (tujuh) mata rantai yang merupakan pelangi SCM yaitu *Supplier*, *Manufacturer*, *Warehouse*, *Transportation*, *Distributor*, *Retailer*, dan *Customer*. Elemen pendukung SCM terdiri dari 9 (sembilan) elemen manajemen yang sangat berperan dalam keberhasilan kegiatan aliran barang yaitu elemen yang meliputi *procurement*, logistik (transportasi, pergudangan, distribusi), *inventory* (persediaan), *Demand Forecasting*, *Supplier*, *Production*, *Information*, *Quality* dan *Customer* (Lukman, 2020).

2.9.2 Proses *Supply Chain Management*

Dalam manajemen rantai pasokan (SCM), prosesnya dibagi menjadi tiga macam tanggungjawab, diantaranya (Lukman, 2020):

1. Arus Material

Arus material ini melibatkan pergerakan produk mentah dari suplier ke konsumen dan juga dari konsumen yang dikembalikan atau retur produk, layanan, daur ulang dan pembuangan.

2. Arus Informasi

Arus informasi ini berisi tentang prediksi permintaan, informasi perpindahan barang, dan juga peng-update-an status barang apakah sudah terkirim atau belum.

3. Arus Finansial

Arus finansial berisi pembayaran, alur perkreditan, penjadwalan pembayaran hingga

persetujuan kepemilikan. Alur informasi yang akurat dan bergerak dengan mudah di antara mata rantai, serta pergerakan barang yang efektif dan efisien menjadi faktor kunci keberhasilan dalam manajemen rantai pasokan. Menurut pendapat Indrajit dan Djokopranoto, ada beberapa pelaku yang ada pada rantai pasokan, diantaranya:

- a. *Supplier*
- b. *Manufacturer*
- c. *Distributor / wholesaler*
- d. *Retail outlets*
- e. *Customers*

Biasanya, SCM berupaya mengendalikan atau menghubungkan produksi, pengiriman, dan distribusi suatu produk secara terpusat. Dengan mengelola rantai pasokan, perusahaan dapat memotong biaya berlebih dan mengirimkan produk ke tangan konsumen lebih cepat.

Hal ini dilakukan dengan cara menjaga kontrol yang lebih ketat atas inventaris internal, produksi internal, distribusi, penjualan, dan inventaris vendor perusahaan. SCM didasarkan pada gagasan bahwa hampir setiap produk yang

datang ke pasar dihasilkan dari upaya berbagai organisasi yang membentuk rantai pasokan.

Meskipun rantai pasokan telah ada sejak dulu, sebagian besar perusahaan baru-baru ini memperhatikannya sebagai nilai tambah bagi operasi mereka. Dalam SCM, manajer rantai pasokan mengoordinasikan logistik semua aspek rantai pasokan yang terdiri dari 5 bagian diantaranya:

1. Rencana atau strategi
2. Sumber (bahan baku atau layanan)
3. Manufaktur (fokus pada produktivitas dan efisiensi)
4. Pengiriman dan logistik
5. Sistem pengembalian (untuk produk yang cacat atau tidak diinginkan)

Manajer rantai pasokan (SCM) mencoba meminimalkan kekurangan dan menekan biaya. Pekerjaan ini bukan hanya tentang logistik dan pembelian persediaan. Dikutip dari laman Salary.com, manajer rantai pasokan, “membuat rekomendasi untuk meningkatkan produktivitas, kualitas, dan efisiensi operasi.”Peningkatan dalam produktivitas dan efisiensi langsung menuju garis bawah perusahaan dan memiliki dampak nyata dan abadi. Manajemen rantai pasokan yang baik membuat perusahaan keluar dari berita utama dan jauh dari penarikan dan tuntutan hukum yang mahal.

Dikutip dari laman investopedia.com, pemahaman pentingnya SCM untuk bisnisnya, Walgreens Boots Alliance Inc. berupaya keras untuk mentransformasikan rantai pasokannya pada 2016. Perusahaan ini mengoperasikan salah satu rantai farmasi terbesar di Amerika Serikat dan perlu mengelola dan merevisi rantai pasokannya secara efisien sehingga tetap di depan tren yang terus berubah dan terusmenambah nilai pada intinya.

Pada tanggal 5 Juli 2016, Walgreens telah berinvestasidi bagian teknologi dari rantai pasokannya. Ini menerapkanSCM berwawasan ke depan yang mensintesis data yangrelevan dan menggunakan analitik untuk meramalkanperilaku pembelian pelanggan, dan kemudian bekerja dengancara mendukung rantai pasokan untuk memenuhi permintaanyang diharapkan.

Sebagai contoh, perusahaan dapat mengantisipasi pola flu, yang memungkinkannya untuk secara akurat memperkirakan persediaan yang dibutuhkan untuk obat flu yang dijual bebas, menciptakan rantai pasokan yang efisien dengan sedikit limbah. Dengan menggunakan SCM ini, perusahaan dapat mengurangi kelebihan persediaan dan semua biaya terkait persediaan, seperti biaya pergudangan dan transportasi.

2.10 *Inventory Management*

Kurangnya persediaan dapat mengakibatkan terhentinya proses produksi. Hal ini menunjukkan bahwa inventory merupakan permasalahan yang cukup krusial dalam perusahaan. Terlalu banyak menyimpan barang di gudang berarti membiarkan uang mati atau opportunity cost hilang. Begitu juga sebaliknya jika kita kekurangan barang di gudang atas permintaan konsumen, maka kita akan mengalami stock lost atau kehilangan peluang. Perhitungan dan peramalan benar-benar dekat untuk memesan persediaan agar tetap dapat mengontrol stok di gudang. Tujuannya agar tidak menimbulkan nilai mati pada barang tersebut sehingga tidak mempunyai nilai jual karena terlalu lama berada di gudang. Teknik inventory control akan memperkirakan berapa jumlah optimal tingkat persediaan yang harus dicapai, dan kapan titik pemesanan ulang (Abimanyu., et al, 2019).

2.10.1 *Safety Stock*

Tujuan safety stock adalah untuk menyimpan persediaan sebanyak yang benar-benar dibutuhkan. Mengetahui bahwa ada kesalahan tetap dalam estimasi, perusahaan dapat dengan aman memperhitungkannya dan menambahkan sedikit stok tambahan ke *inventory* perusahaan untuk mengkompensasi ketidakselarasan ini. Ini disebut *Safety Stock* dan tujuan keberadaannya adalah untuk menyerap kesalahan estimasi dan melindungi perusahaan dari *stock out* yang tidak terduga dan tidak diinginkan. Dalam skenario yang disederhanakan, variasi 30% dari perkiraan permintaan akan menghasilkan peningkatan tingkat persediaan sebesar 30% (Priniotakis dan Argyropoulos, 2019).

Safety stock merupakan persediaan tambahan untuk mengantisipasi permintaan alami dan fluktuasi *leadtime*. *Safety stock* ada ketika ada ketidakpastian permintaan, lead time pembelian dan *lead time* produksi barang. *Safety stock* untuk memastikan perusahaan tidak mengalami kehabisan stock dan tidak dapat memasok pelanggannya. *Safety stock* ditentukan dengan perhitungan rumus sebagai berikut (Radasanu, 2016).

$$SS = z\alpha \times \sigma D \times \sqrt{\frac{LT}{T}}$$

Ket:

α = tingkat pelayanan/ service level

$z\alpha$ = fungsi distribusi invers dari normal standar distribusi dengan probabilitas kumulatif

σD = standar deviasi permintaan

LT = total lead time

T = demand time out.

Berdasarkan perilaku konsumsi suatu produk, literatur membedakan dua varian untuk menentukan *safety stock*. *Safety stock* dapat dihitung berdasarkan distribusi permintaan historis atau berdasarkan distribusi permintaan di masa depan (*forecast error*).

Rumus metode standarnya adalah sebagai berikut.

Safety stock = *safety factor* x rata-rata lead time pengisian

Rumus di atas mengasumsikan bahwa permintaan terdistribusi secara normal selama waktu tunggu pengisian. *Safety factor* menunjukkan berapa banyak standar deviasi yang sesuai dengan tingkat layanan tertentu. Apabila masalah stok berdistribusi normal, maka dapat ditentukan *safety factor* dari fungsi distribusi normal baku.

Menurut metode ultrakonservatif, *safety stock* dapat menggunakan rumus berikut.

Safety stock = maksimum konsumsi harian x lead time pengisian maksimum dalam beberapa hari

Cara ini menyebabkan stock berlebih, karena selalu berdasarkan angka maksimum. Sebaiknya digunakan untuk material kritis atau SKU (*Stock Keeping Unit*) yang di konsumsinya tidak dapat diprediksi.

Menurut metode persentase, *safety stock* dapat dihitung dengan rumus berikut.

safety stock = konsumsi rata- rata x rata-rata lead time pengisian x *safety factor*

Safety factor antara 20% dan 40% dan dipilih berdasarkan naluri tanpa mempertimbangkan kriteria tertentu. Metode ini bergantung pada pengetahuan dan pengalaman pengontrol dan penerima perusahaan terhadap faktor ini. Dalam studi lapangan, aturan praktis yang digunakan untuk menentukan *safety stock* sebagai berikut.

Safety stock = rata-rata periode konsumsi x lead timme pengisian dalam hari
atau

Safety stock = 10-20% dari rata-rata tingkat stok.

Nilai tingkat pelayanan akan dikonversikan ke faktor k sebagai pengali dengan standar deviasi untuk menghitung besaran tertentu. Nilai tingkat layanan yang lebih tinggi berdampak pada faktor layanan dan tingkat persediaan pengaman. Rumus perhitungan *safety stock* berdasarkan besarnya permintaan yang bervariasi dan tingkat pelayanan *safety stock* yang diinginkan dinyatakan dengan rumus (Ongkicyntia, dan Jane, 2017):

$$SS = SD \times k \times \sqrt{LT}$$

Ket:

SS =safety stock

SD = standar deviasi

k = standar deviasi sesuai dengan yang diinginkan tingkat layanan

LT = total waktu tunggu

2.11 Produk Referensi

Koperasi adalah bentuk usaha bersama dimana anggotanya saling bekerja sama untuk mencapai keuntungan bersama. Produk referensi koperasi adalah berbagai layanan dan manfaat yang diberikan kepada anggotanya, termasuk

pinjaman dengan suku bunga yang terjangkau, dividen atas hasil usaha, dan partisipasi dalam pengambilan keputusan. Berikut produk platform koperasi yang telah berjalan di internasional dan nasional.

Tabel 2.1 Produk Platform Koperasi

No	Platform	Keterangan
1	Fairmondo	Fairmondo adalah proyek untuk menciptakan pasar online global yang dimiliki oleh pengguna lokal. Hal ini akan diwujudkan melalui jaringan koperasi lokal otonom di setiap negara yang bergabung.
2	Stocksyunited	Stocksy United adalah agensi foto + video yang mengedepankan seni dan bebas royalti yang membuat penemuan citra autentik yang unik dan indah menjadi mudah. Didirikan sebagai koperasi, semua yang kami lakukan adalah perayaan seni yang berani. Stocksy united merupakan koperasi yang dimiliki oleh seniman, yang berarti memastikan bahwa pemegang saham perusahaan ini yang berwenang, seniman, menerima gaji yang adil — 50%-75% dari seluruh lisensi masuk langsung ke kantong kontributor.
3	Backfeed	tidak ditemukan
4	Union Taxi	Union Taxi adalah perusahaan taksi profesional milik pengemudi yang menyediakan layanan taksi dan taksi yang andal di Denver, Colorado. Fokus kami didasarkan pada membangun hubungan pelanggan yang ramah, memahami kebutuhan spesifik mereka dan memenuhi kebutuhan mereka secara konsisten.
5	Juno	Juno adalah toko musik dan peralatan dansa terbesar di dunia. Berbasis di London, Inggris, situs web kami diluncurkan pada bulan Maret 1996, dan sejak itu kami telah membangun reputasi sebagai sumber terlengkap untuk katalog musik dansa baru dan lama, peralatan DJ dan studio. Kami sekarang menawarkan lebih dari 500 rilis baru setiap minggunya, dan memiliki stok lebih dari 45.000 judul.

Tabel 2.1 Produk Platform Koperasi (Lanjutan)

No	Platform	Keterangan
6	En Spiral	Koperasi Makanan Spiral. Makanan lokal yang terjangkau, sehat, untuk semua orang. Memberdayakan hubungan dengan petani lokal dan usaha kecil. Komunitas yang aman dan ramah di mana semua orang dihargai. Peluang kepemilikan anggota bersama.
7	Fairbnb.coop	<p>FairBnB.coop adalah komunitas aktivis, pembuat kode, peneliti, dan desainer yang pertama dan terpenting yang bertujuan untuk mengatasi tantangan ini dengan mengembalikan “bagian” ke dalam ekonomi berbagi. Kami ingin menawarkan alternatif berbasis komunitas yang memprioritaskan manusia dibandingkan keuntungan dan memfasilitasi pengalaman perjalanan yang autentik, berkelanjutan, dan intim.</p> <p>Kami menciptakan platform online yang memungkinkan tuan rumah dan tamu terhubung untuk melakukan perjalanan yang bermakna dan pertukaran budaya, sekaligus meminimalkan biaya yang harus ditanggung masyarakat.</p>
8	Loconomic at your service	Misi Koperasi Loconomics adalah menggunakan teknologi, kepemilikan bersama, dan komunitas untuk memperkuat perekonomian lokal. Kami menyediakan alat, pemasaran, dan komunitas kepada pemilik kami, memberdayakan mereka untuk berkembang dalam pekerjaan mereka sebagai profesional layanan lokal. Kami memberi klien mereka sebuah aplikasi di mana mereka dapat menemukan dan langsung menjadwalkan profesional layanan lokal dengan aman dan mudah, tanpa perantara.
9	Peerby	Terhubung melalui berbagi. Pinjamkan, pinjam, dan sewakan barang-barang bermanfaat kepada orang-orang terdekat anda.
10	Kodi #1000 koperasi digital	Aplikasi digital untuk membantu segala kebutuhan koperasi, mulai dari pencatatan keuangan, anggota manajemen, manajemen aset, perhitungan SHU hingga RAT online!

Tabel 2.1 Produk Platform Koperasi (Lanjutan)

No	Platform	Keterangan
11	Kopral koperasi all in one	Kopral merupakan platform yang fokus dalam mendigitalisasi operasional koperasi dan UMKM serta menciptakan ekosistem baru dengan bisnis digital, e-commerce, paylater serta laporan keuangan. Dengan teknologi digital Kopral membantu koperasi dalam pengelolaannya.
12	Coop aja	tidak ditemukan
13	Unicoop	Unicoop bukan hanya mengganggu koperasi dari tradisional-manual ke modern-digital. Kami juga membangun ekosistem ekonomi yang saling terhubung, menguntungkan, serta mendukung platform baru koperasi.
14	Coop access empowering you	Coop Access adalah Platform Koperasi Online Terintegrasi dan Ekosistem Pembayaran Digital Berbasis Aplikasi.

2.12 Rangkuman Hasil Penelitian

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Tujuan	Hasil
1	Rural cooperatives in the digital age: An analysis of the Internet presence and degree of maturity of agri-food cooperatives' e-commerce (2020)	untuk menentukan apakah situs web milik koperasi agri-food (pertanian pangan) memfasilitasi komunikasi yang efektif dalam lingkungan daring dan apakah situs web tersebut sudah disesuaikan dengan kebutuhan e-commerce.	Koperasi minyak lebih siap dalam hal kehadiran online dibandingkan koperasi anggur dan buah, tetapi secara keseluruhan, semua koperasi masih perlu meningkatkan komunikasi dan interaksi online mereka.
2	Digital trust substitution technologies to support smallholder livelihoods in Sub-Saharan Africa (2022)	Menganalisis bagaimana teknologi blockchain dapat mengurangi kebutuhan akan kepercayaan dan meningkatkan akuntabilitas serta ekuitas dalam pengembangan pertanian petani kecil di Sub-Sahara Afrika.	Blockchain dapat menjadi pengganti kepercayaan dalam sektor pertanian petani kecil, seperti melalui platform BanQu untuk identitas keuangan terverifikasi.
3	Sharing economy in organic food supply chains: A pathway to sustainable development (2019)	Menyelidiki peran Sharing Economic (SE) dalam membantu petani kecil organik mengatasi tantangan, seperti biaya tinggi dan hambatan pasar, melalui platform koperasi berbasis SE untuk	Mekanisme berbasis SE dapat memberikan keuntungan finansial yang lebih besar dan manfaat pembangunan berkelanjutan yang lebih tinggi

		mendukung pembangunan berkelanjutan.	
4	Intelligent transformation of financial services of agricultural cooperatives based on edge computing and deep learning (2023)	Mengeksplorasi bagaimana komputasi edge dan deep learning dapat mengoptimalkan layanan keuangan koperasi pertanian, mendukung pengentasan kemiskinan di pedesaan, dan mendorong transformasi cerdas dalam alokasi sumber daya ekonomi pedesaan.	Penggunaan komputasi edge dan deep learning menunjukkan keunggulan signifikan dalam mempercepat respon, meningkatkan keandalan sistem, mengurangi konsumsi bandwidth, serta melindungi privasi dan keamanan data.

Berdasarkan hasil kajian Tabel 2.2, dapat dilakukan pengembangan model koperasi petani untuk produk kentang dengan tujuan ketahanan pangan dan mengoptimalkan rantai pasok. Model Platform koperasi petani berdasarkan *economic sharing* dan prinsip perkoperasian. Peluang terbesar dalam penelitian ini seperti yang dijelaskan pada BAB I adalah sebagai berikut.

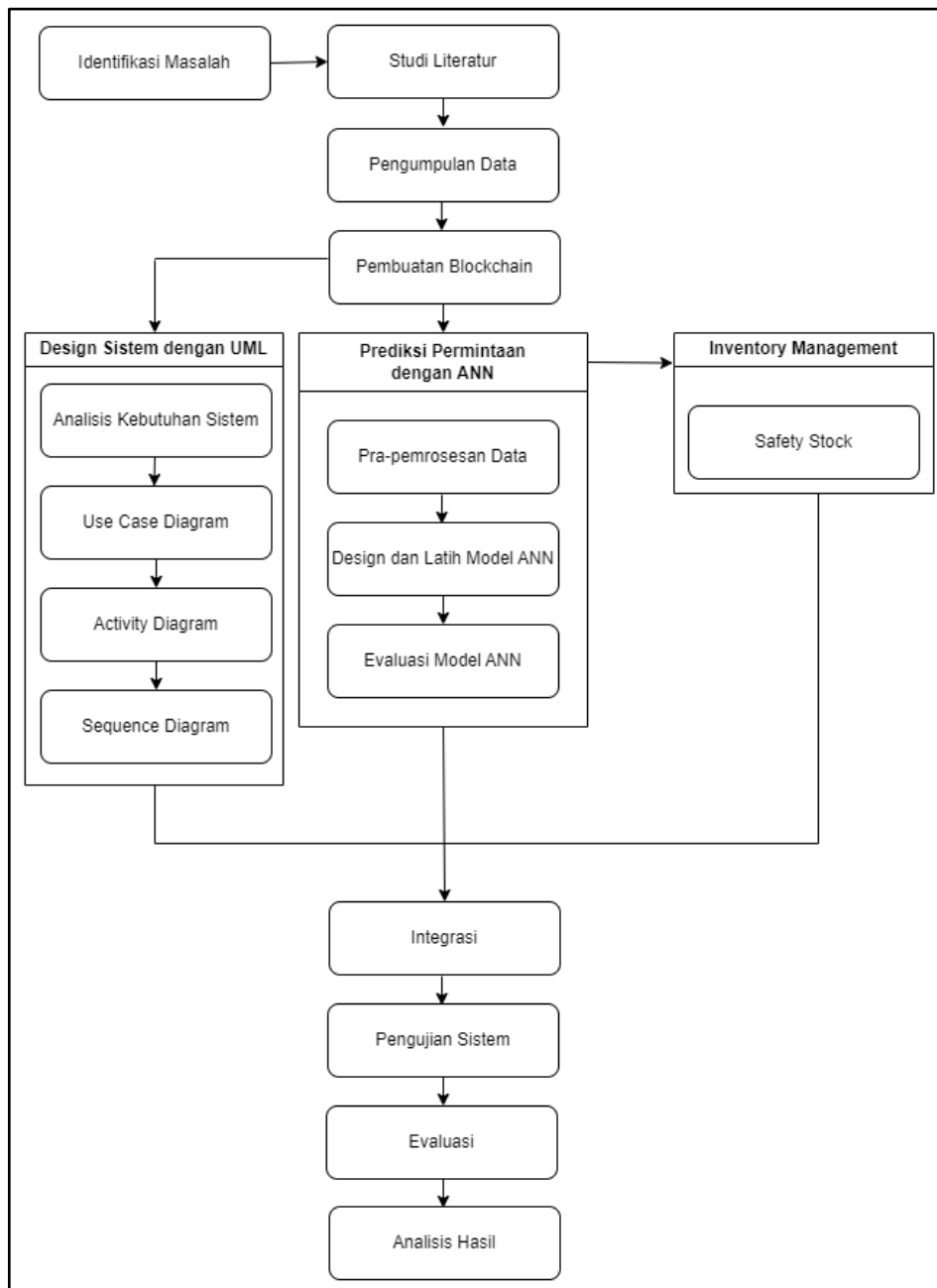
1. Transportasi digital di bidang pertanian merupakan tren penting dalam praktik dan tata kelola yang berkelanjutan. Teknologi blockchain yang terdesentralisasi dapat menjamin keamanan data yang lebih besar dan menawarkan peluang untuk menciptakan aset dan informasi digital dengan tingkat kekekalan dan transparansi yang tinggi.
2. Dalam konteks manajemen rantai pasok, ANN dapat digunakan untuk peramalan permintaan, optimalisasi, inventaris, perencanaan logistik, dan deteksi anomali.
3. *Safety stock* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menghindari resiko kehabisan stok. Sehingga dalam rantai pasok, *inventory management* yang efektif dapat memastikan layanan yang terbaik kepada pelanggan dan mempertahankan reputasi perusahaan.

Bab 3

Metodologi Penelitian

3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian menggambarkan alur dari awal hingga akhir penelitian dilaksanakan. Alur penelitian ini diuraikan pada Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah adalah salah satu langkah pertama yang dilakukan sebelum melakukan penelitian. Identifikasi masalah merupakan suatu proses mencari dan mengetahui masalah yang ingin diselesaikan. Identifikasi masalah ini membantu penelitian untuk memahami tantangan yang dihadapi oleh petani kentang skala nasional dan merancang solusi yang tepat sesuai dengan kebutuhan mereka. Identifikasi masalah pada penelitian ini berfokus pada mengidentifikasi proses perancangan model koperasi petani dengan keamanan data menggunakan blockchain, mengidentifikasi metode prediksi permintaan dengan ANN di dalam blockchain yang digunakan untuk mengoptimalkan permintaan pelanggan di masa depan selama periode tertentu, dan mengidentifikasi metode *safety stock* di dalam blockchain yang digunakan agar dapat mengoptimalkan stok dan permintaan.

Identifikasi masalah pada penelitian ini, peneliti dapat lebih memahami kendala dan kebutuhan petani kentang skala nasional. Perancangan model platform koperasi untuk meningkatkan efisiensi dan kerjasama antarpetani dengan koperasi sebagai mitranya. Sementara itu, metode prediksi permintaan dengan menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) diharapkan dapat membantu petani mengelola produksi secara lebih tepat sesuai dengan kebutuhan pasar dan koperasi dapat menyesuaikan persediaan stok dan permintaan secara dinamis dari hasil prediksi permintaan. Selain itu, identifikasi masalah juga mencakup penerapan metode *safety stock* untuk mengoptimalkan manajemen stok, memastikan ketersediaan barang, dan meningkatkan responsibilitas terhadap fluktuasi permintaan pasar. Dengan penerapan ANN dan metode *safety stock* di dalam blockchain, semua prediksi dan manajemen stok dapat dicatat di dalam buku besar yang tidak dapat diubah, sehingga meningkatkan transparansi dan keamanan data dalam rantai pasok. Sehingga koperasi ini dapat melakukan perencanaan yang lebih akurat, meminimalkan pemborosan, dan meningkatkan ketersediaan kentang sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Dengan demikian, platform koperasi menjadi responsif terhadap perubahan permintaan pasar, mendukung pertumbuhan ekonomi para petani, memperkuat kolaborasi antar anggota koperasi serta memiliki transparansi dan keamanan pada rantai pasok.

3.3 Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan pada penelitian pengembangan platform koperasi petani ini dimulai dari pencarian dan *review* literatur-literatur terbaru dan relevan yang telah diterbitkan. Studi literatur juga dapat dari teori-teori buku yang relevan dengan metode yang digunakan. Analisis literatur membantu untuk mengidentifikasi kerangka kerja, metode, dan teknologi yang telah digunakan pada penelitian sebelumnya. Studi literatur dapat digunakan sebagai mencari solusi dan menganalisa penelitian yang dilakukan.

Studi literatur juga membantu dalam mengetahui tantangan dan peluang yang mungkin dihadapi dalam pengembangan platform koperasi petani kentang. Sehingga informasi tersebut dapat memberikan sebuah wawasan terkait dengan penelitian yang dilakukan.

3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang digunakan sebagai bahan dalam mengolah data. Sehingga penelitian ini akan menghasilkan data yang sesuai dengan tujuan penelitian. Penelitian ini mengumpulkan data sekunder dan data primer. Pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari beberapa proses sebagai berikut.

Pengumpulan data sekunder memanfaatkan sumber informasi yang sudah ada, seperti literatur ilmiah, dokumen resmi, dan data statistik yang relevan. Proses ini memungkinkan peneliti untuk memahami konteks yang telah ada sebelumnya dan memanfaatkan pengetahuan serta data yang telah dihasilkan sebelumnya.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022, menjelaskan data produksi kentang di berbagai wilayah Indonesia. Beberapa wilayah Indonesia berhasil dalam produksi kentang dan beberapa wilayah Indonesia yang tidak dapat memproduksi kentang. Data tersebut memberikan gambaran lengkap mengenai kegiatan pertanian kentang di berbagai wilayah Indonesia pada tahun 2022. Berikut data BPS tahun 2022 produksi kentang di berbagai wilayah Indonesia.

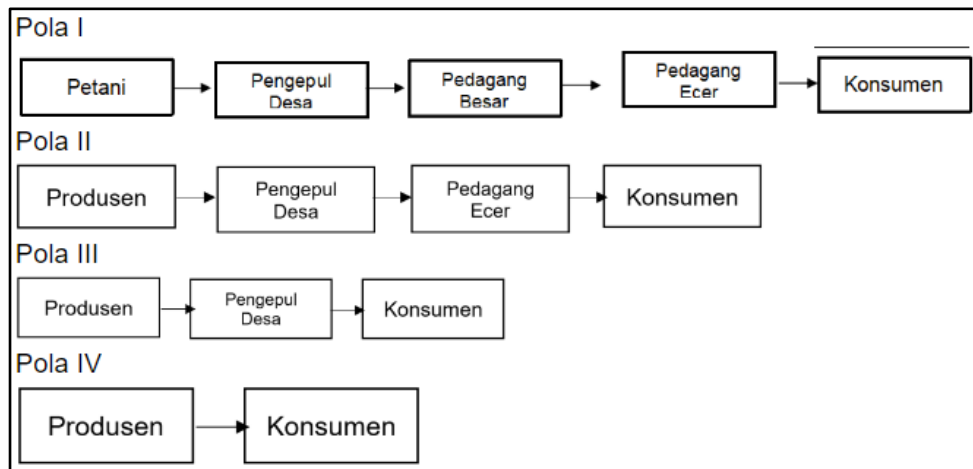
Tabel 3.1 Data Lokasi Produksi Kentang 2022

No	Provinsi	Produksi Kentang (kuintal)	No	Provinsi	Produksi Kentang (kuintal)
1	Aceh	142.944	18	Nusa Tenggara Barat	28.77
2	Sumatera Utara	1.488.725	19	Nusa Tenggara Timur	3.335
3	Sumatera Barat	239.736	20	Kalimantan Barat	-
4	Riau	-	21	Kalimantan Tengah	-
5	Jambi	1.847.206	22	Kalimantan Selatan	-
6	Sumatera Selatan	5.653	23	Kalimantan Timur	-
7	Bengkulu	39.027	24	Kalimantan Utara	-
8	Lampung	1.947	25	Sulawesi Utara	951.391
9	Kepulauan Bangka Belitung	-	26	Sulawesi Tengah	4.258
10	Kepulauan Riau	-	27	Sulawesi Selatan	926.133
11	DKI Jakarta	-	28	Sulawesi Tenggara	-
12	Jawa Barat	2.720.738	29	Gorontalo	-
13	Jawa Tengah	2.787.168	30	Sulawesi Barat	700
14	DI Yogyakarta	-	31	Maluku	9
15	Jawa Timur	3.851.238	32	Maluku Utara	-
16	Banten	52	33	Papua Barat	287
17	Bali	664	34	Papua	2
Total Produksi Kentang Tahun 2022			Indonesia		15.039.983

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2022)

Pengumpulan data primer yaitu melakukan pencarian secara langsung untuk mengumpulkan data serta informasi baru sesuai dengan tujuan penelitian. Metode ini seperti pengambilan data survei, wawancara, observasi, atau eksperimen, dengan tujuan untuk kebutuhan penelitian. Data primer yang akan digunakan pada penelitian ini adalah kebutuhan pengguna, aliran data dari petani dengan koperasi sebagai mitranya, data musim, data historis penjualan, data produksi kentang dan data harga kentang.

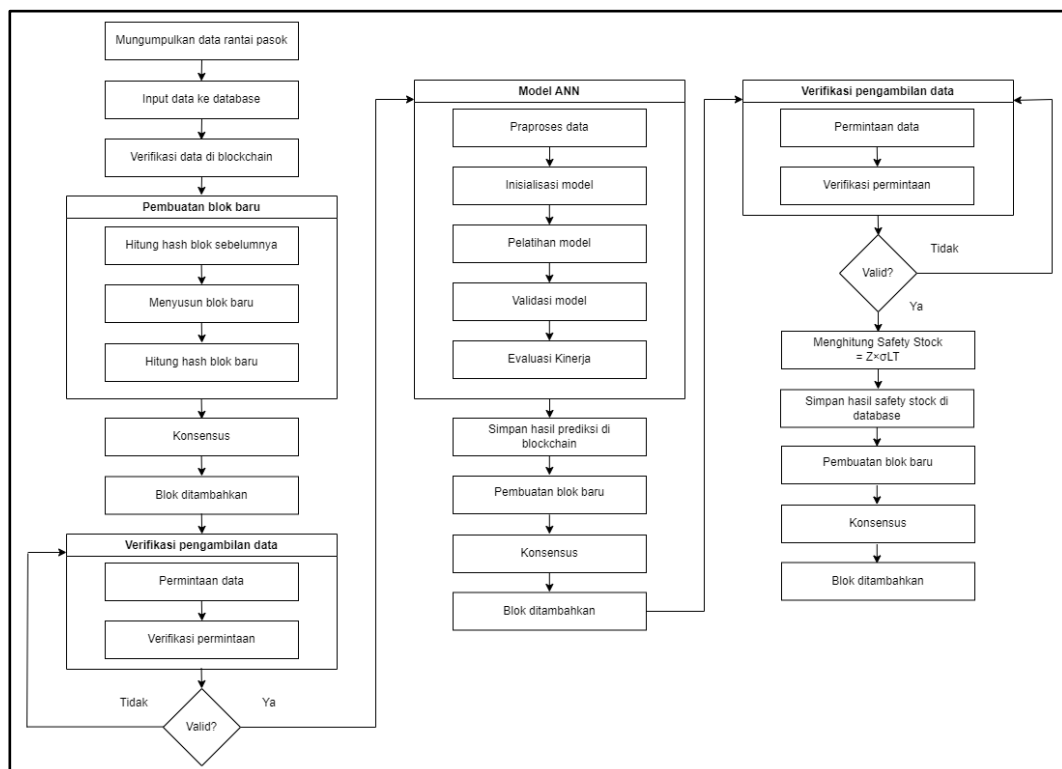
Pengambilan data primer dilakukan di Wonosobo, Jawa Tengah. Berdasarkan informasi yang didapatkan dari salah satu petani di Wonosobo, Jawa Tengah disana terdapat banyak petani kentang dan sayuran lainnya. Menurut BPS, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah adalah wilayah yang cukup banyak memproduksi kentang di provinsi Jawa Tengah. Pola distribusi kentang di Wonosobo, Jawa Tengah terdiri dari 3 pola sebagai berikut (Zaenuri, et al, 2023).



Gambar 3.2 Pola Distribusi Kentang

3.5 Blockchain

Pada penelitian ini, untuk meningkatkan keamanan dan transparansi maka menggunakan teknologi blockchain untuk rantai pasok kentang. Berikut flowchart kecerdasan buatan, safety stock yang dikombinasikan di dalam blockchain.



Gambar 3.3 Flowchart Blockchain

Berdasarkan gambar di atas menggambarkan kombinasi ANN dan safety stock di dalam blockchain. Data rantai pasok yang telah dikumpulkan, kemudian

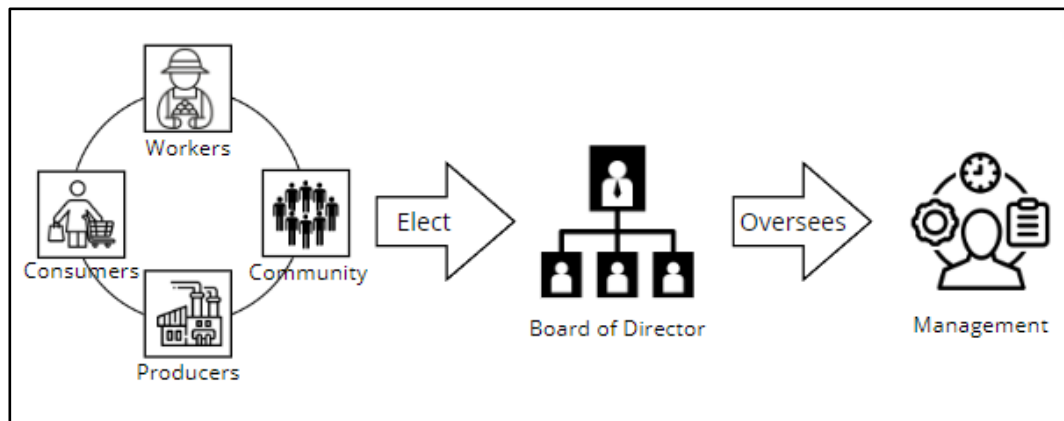
dimasukkan ke dalam database. Data tersebut diverifikasi dalam blockchain dengan proses pembuatan blok baru yang melibatkan perhitungan hash blok sebelumnya, menyusun blok baru, menghitung hash blok baru, dan mencapai konsensus untuk menambahkan blok ke rantai. Data yang diverifikasi kemudian diproses menggunakan model Artificial Neural Network (ANN). Tahapan dalam ANN meliputi praproses data, inisialisasi model, pelatihan model, validasi model, dan evaluasi kinerja. Hasil prediksi permintaan disimpan dalam blockchain dengan proses pembuatan blok baru yang sama seperti langkah sebelumnya. Selanjutnya permintaan data diverifikasi, dan jika valid, safety stock dihitung menggunakan rumus safety stock yang sudah ada. Hasil perhitungan safety stock disimpan dalam database dan dicatat dalam blockchain dengan pembuatan blok baru. Semua data dari proses tersebut dicatat dalam blockchain untuk memastikan transparansi dan keamanan. Proses validasi memastikan bahwa data permintaan dan pengelolaan stok selalu diperbarui dan valid sebelum digunakan untuk pengambilan keputusan.

3.6 Design Sistem dengan UML

Pengembangan platform koperasi petani kentang menggunakan metode *Unified Modeling Language* (UML) untuk menggambarkan struktur, fungsi dan interaksi komponen sistem secara visual. Dimana proses metode UML ini diawali dengan identifikasi kebutuhan sistem dan pemahaman terhadap fungsionalitas yang terkait dengan *economic sharing* dan prinsip-prinsip perkoperasian.

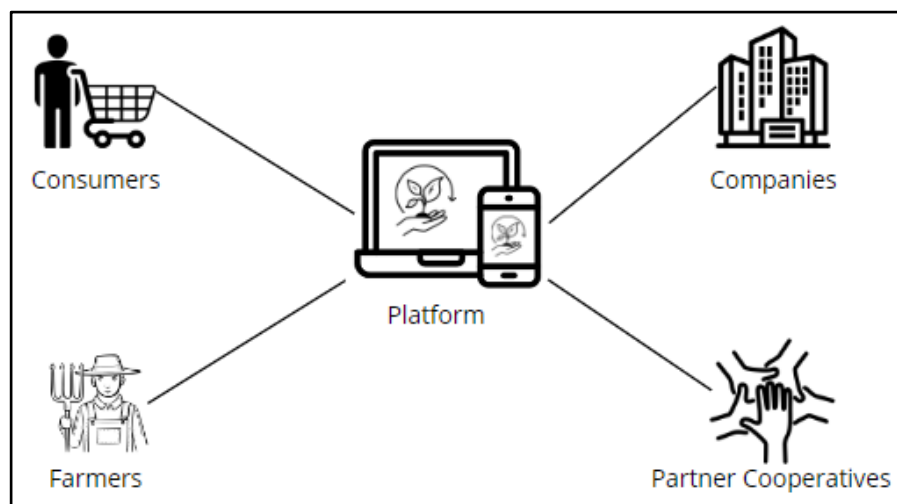
3.6.1 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan dari pengguna dan stakeholder sistem. Pengumpulan informasi pada proses ini mengenai detail cara kerja sistem dan batasan-batasan yang ada. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, atau survei. Analisis kebutuhan sistem dapat menentukan arah dan ruang lingkup proyek pengembang sistem, serta memastikan bahwa produk akhir akan memenuhi harapan dan memecahkan masalah yang dihadapi oleh pengguna.



Gambar 3.4 Multi Stakeholder Cooperative

Gambar 3.4 menjelaskan proses *Multi-Stakeholder Cooperative*, dimana anggota koperasi termasuk dari *workers*, *community*, *producers*, dan *consumers*. Mereka memilih *Board of Director* dari para anggotanya. *Board of Director* merupakan struktur organisasi yang bertanggung jawab dalam mengawasi manajemen yang dijalankan oleh koperasi, dengan setiap anggotanya memiliki tugas khusus sesuai dengan tujuan koperasi. Dewan Direksi berperan penting dalam menjaga keberlanjutan dan keseimbangan antara berbagai kepentingan dalam konteks *Multi-Stakeholder Cooperative*.



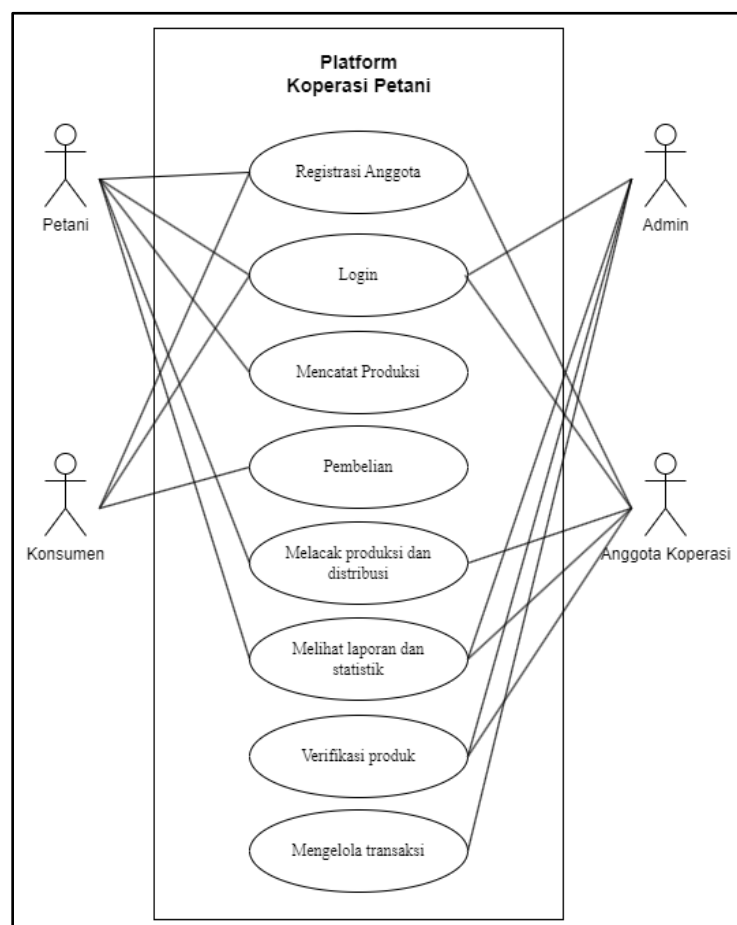
Gambar 3.5 Pengguna Platform

Gambar 3.5 mendeskripsikan pengguna platform koperasi petani yang melibatkan sejumlah pihak. Pengguna platform ini terdiri dari *consumers* yang dapat mengakses produk pertanian secara langsung, *farmers* yang memanfaatkan platform untuk memasarkan hasil panen, *companies* yang terlibat dalam dukungan pengembangan teknologi, dan *partner cooperatives* yang menjadi bagian dari

kolaborasi kerjasama antar koperasi untuk meningkatkan kesejahteraan bersama. Keterlibatan seluruh pihak ini, diharapkan platform koperasi petani menciptakan lingkungan yang saling mendukung dan berkelanjutan, memperkuat konektivitas antar anggota untuk mencapai tujuan bersama dalam dunia pertanian.

3.6.2 Use Case Diagram

Model pertama UML adalah pemodelan *use case* diagram, dimana menggambarkan skenario-skenario utama pengguna platform koperasi. *Use case* diagram digunakan untuk menunjukkan hubungan dan struktur kelas-kelas yang terlibat dalam sistem, termasuk entitas-entitas seperti data permintaan, stok kentang, dan pengguna.



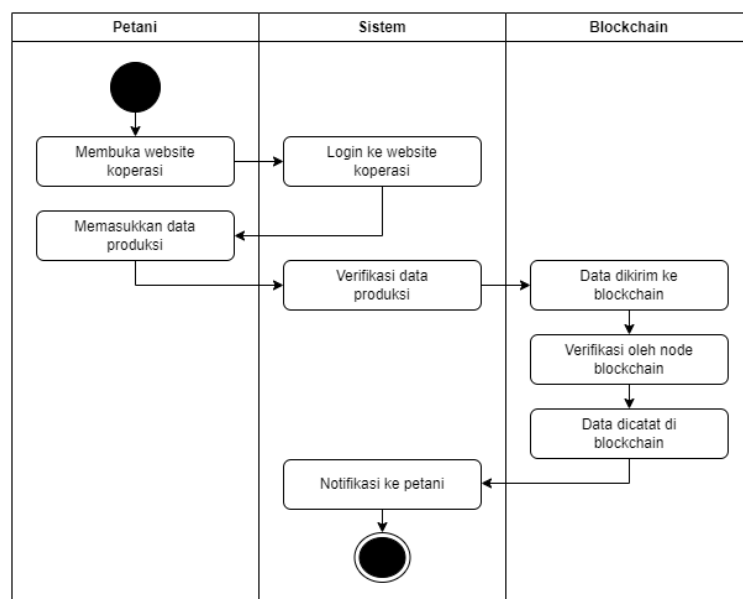
Gambar 3.6 Use Case Diagram

Gambar 3.6 adalah diagram *use case* untuk Platform Koperasi Petani yang menunjukkan berbagai interaksi antara pengguna dan sistem. Pada diagram use

case, terdapat aktor yang terdiri dari petani, konsumen, anggota koperasi dan admin. Registrasi dilakukan oleh petani, anggota koperasi dan konsumen. Proses login untuk mengakses fitur yang terdapat pada website koperasi dapat dilakukan oleh petani, anggota koperasi, konsumen dan admin. Proses mencatat produksi hanya dilakukan oleh petani, dimana petani mencatat data produksi kentang mereka yang kemudian akan dicatat di blockchain. Proses melacak produksi dan distribusi menggunakan blockchain. Proses verifikasi produk kentang yang dihasilkan oleh petani. Proses verifikasi dilakukan oleh admin dan anggota koperasi. Proses melakukan pembelian melalui website dilakukan oleh konsumen. Proses mengelola transaksi yang terjadi di dalam sistem, memastikan semua transaksi tercatat di blockchain dilakukan oleh admin. Proses melihat laporan dan statistik dari data produksi, distribusi, dan transaksi yang terjadi di dalam sistem dilakukan oleh admin, anggota koperasi dan petani.

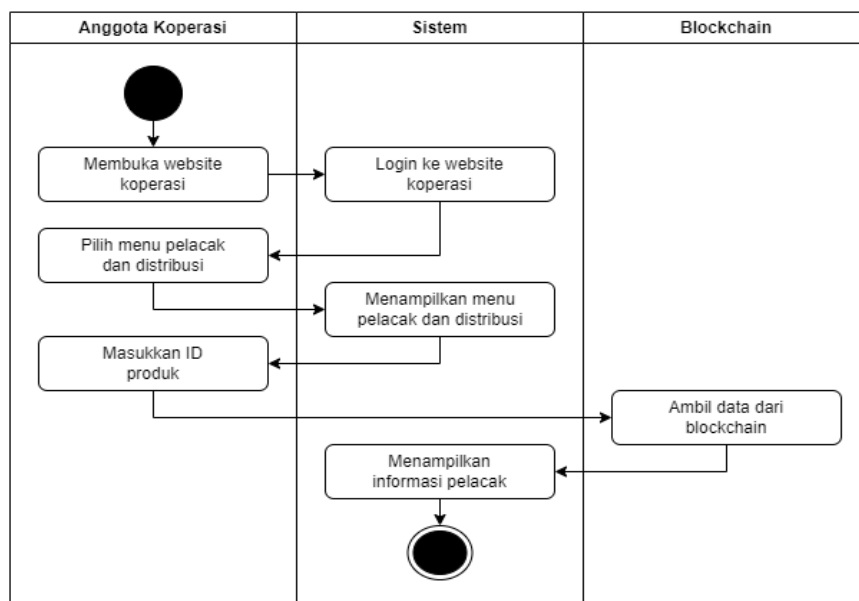
3.6.3 Activity Diagram

Model kedua adalah *activity* diagram untuk menggambarkan alur kerja atau proses-proses yang terjadi dalam platform koperasi. *Activity* diagram dapat membantu dalam menguraikan langkah-langkah yang diperlukan dari pemesanan kentang hingga manajemen stok.



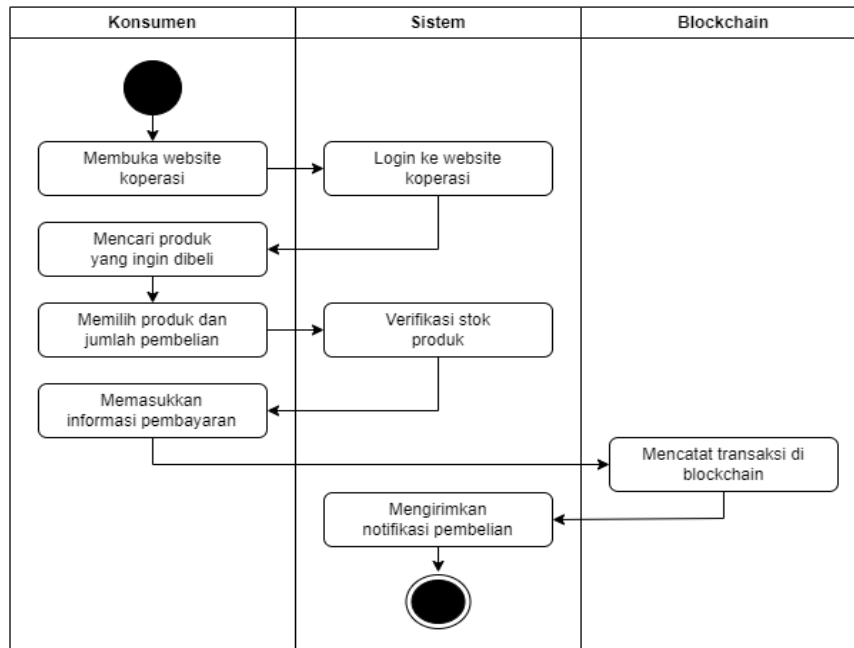
Gambar 3.7 Activity Diagram Mencatat Produksi

Diagram pada Gambar 3.7 adalah proses mencatat produksi yang diawali dengan login seorang petani ke dalam platform koperasi petani. Petani memulai dengan membuka platform dan memilih opsi untuk login. Setelah login berhasil, petani memasukkan data produksi kentang. Sistem akan memverifikasi data. Selanjutnya sistem mencatat data di blockchain dan sistem memberikan notifikasi ke petani.



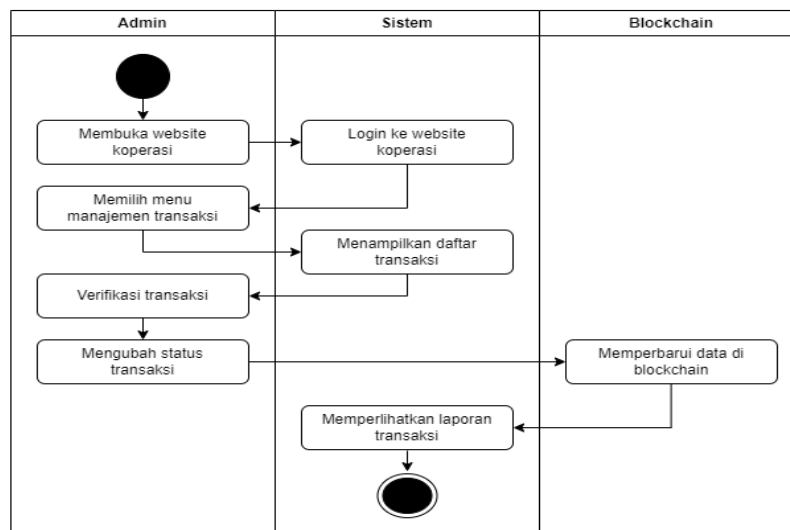
Gambar 3.8 Activity Diagram Melacak Produksi dan Distribusi

Diagram pada Gambar 3.8 merupakan alur proses melacak produksi dan distribusi. Proses ini dilakukan dari anggota melakukan login ke sistem. Selanjutnya anggota koperasi memilih menu pelacak produksi dan distribusi. Sistem akan menampilkan tampilan menu pelacak produksi dan distribusi dan anggota koperasi memasukkan ID produk. Sistem akan mengambil data dari blockchain dan jika data telah dikirim oleh blockchain, selanjutnya sistem akan menampilkan informasi pelacak.



Gambar 3.9 Activity Diagram Pembelian

Diagram pada Gambar 3.9 menggambarkan proses pembelian yang dilakukan oleh konsumen. Konsumen melakukan login di sistem koperasi petani. Selanjutnya, konsumen mencari produk yang ingin dibeli dan memilih produk serta memasukkan jumlah pembelian. Sistem akan memverifikasi stok produk. Konsumen selanjutnya memasukkan informasi pembayaran. Sistem akan mencatat transaksi di blockchain dan sistem akan mengirimkan notifikasi pembelian.



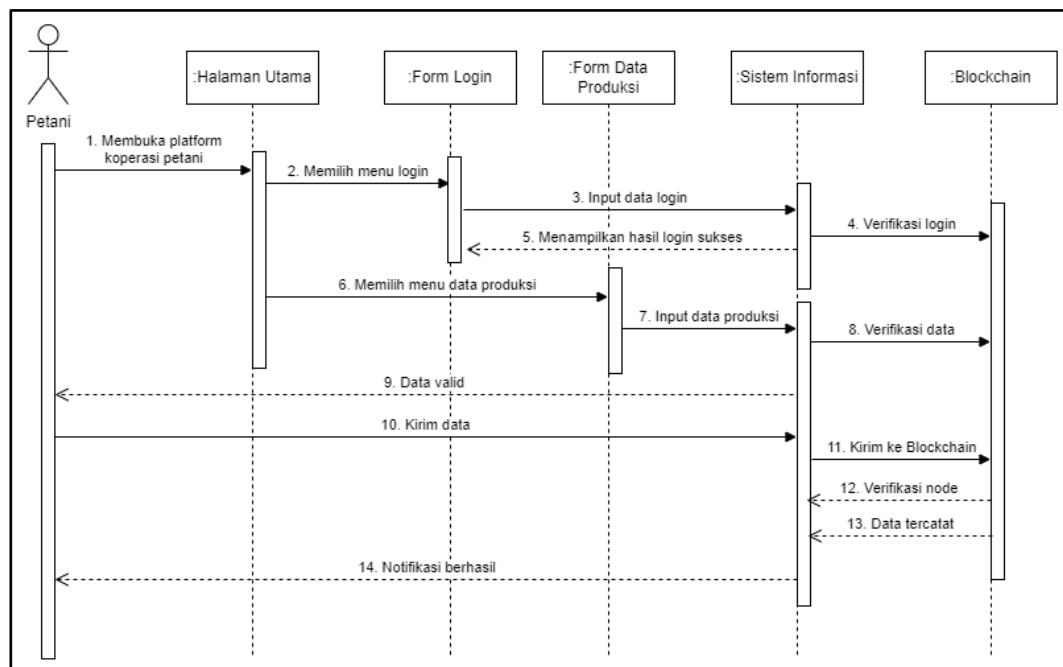
Gambar 3.10 Activity Diagram Kelola Transaksi

Diagram pada Gambar 3.10 menggambarkan alur proses mengelola transaksi. Pertama, admin melakukan login pada sistem website koperasi. Admin

memilih menu manajemen transaksi dan sistem menampilkan daftar transaksi yang terjadi. Admin memverifikasi transaksi yang belum diverifikasi lalu mengubah status transaksi sesuai hasil verifikasi. Sistem memperbarui data di blockchain. Sistem akan menampilkan laporan transaksi yang berhasil diperbarui di blockchain.

3.6.4 Sequence Diagram

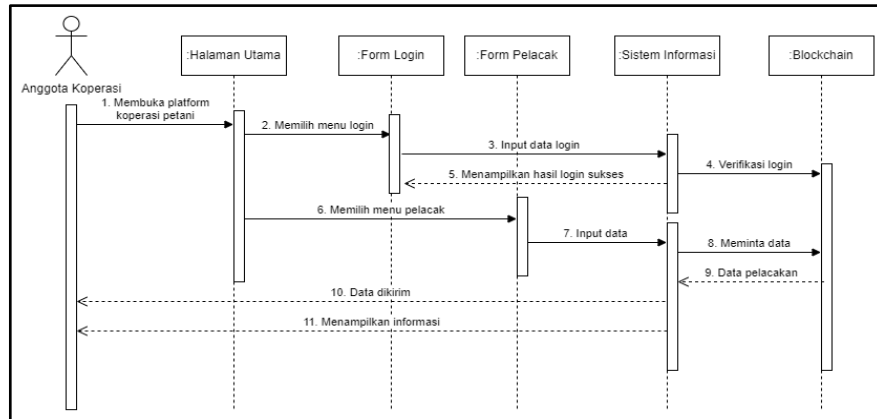
Model ketiga adalah *sequence* diagram, dimana diagram ini dapat membantu dalam menggambarkan urutan peristiwa atau interaksi antar komponen dalam sistem, seperti bagaimana data pemesanan diteruskan dan diproses.



Gambar 3.11 Sequence Diagram Mencatat Produksi

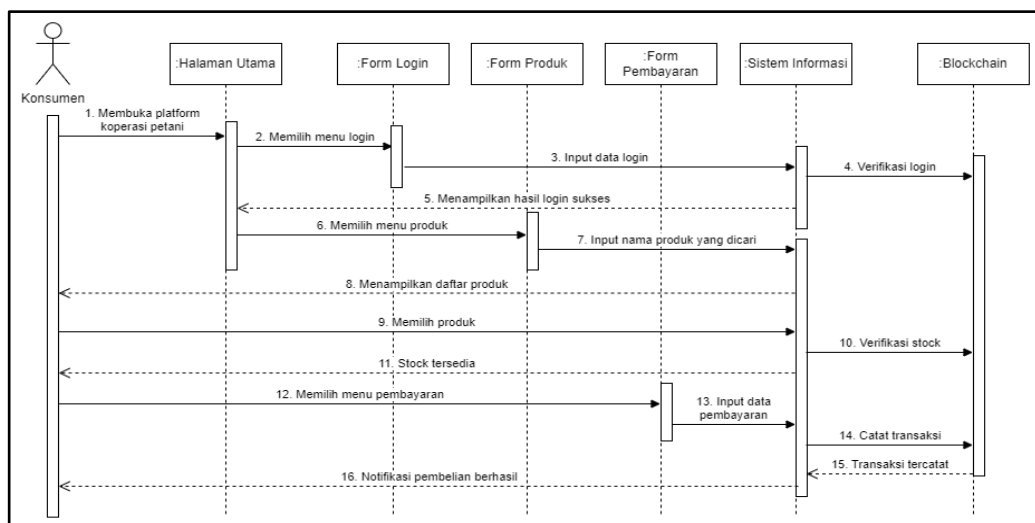
Diagram pada Gambar 3.11 menggambarkan proses mencatat produksi kentang petani di website koperasi yang terintegrasi dengan blockchain. Pertama, petani memilih menu login dan mengisi form login ke website koperasi. Website memverifikasi dan mengirimkan notifikasi login sukses. Petani selanjutnya memilih menu data produksi dan melakukan input data produksi seperti nama produk, kuantitas, tanggal produksi, dan sebagainya. Website akan memverifikasi data yang di masukkan oleh petani. Setelah data diverifikasi, website koperasi mengirimkan data produksi ke blockchain. Blockchain akan memverifikasi data tersebut melalui node-node yang ada. Data produksi yang telah diverifikasi oleh node blockchain selanjutnya dicatat di dalam blockchain. Kemudian website

koperasi mengirimkan notifikasi ke petani bahwa data produksi telah berhasil tercatat



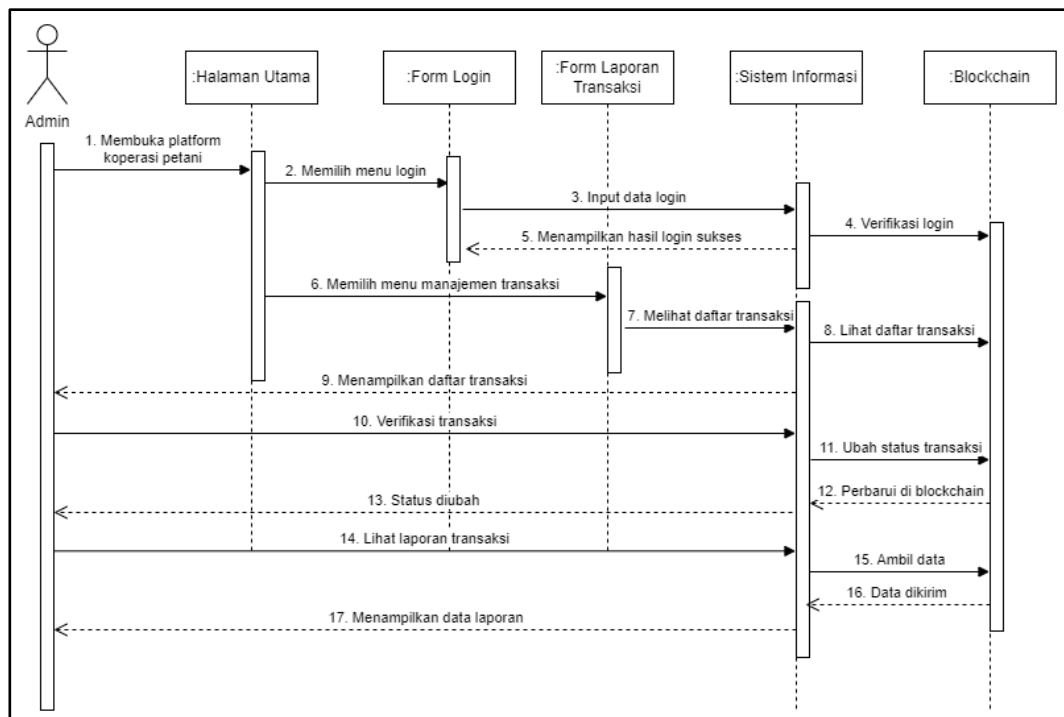
Gambar 3.12 Sequence Diagram Melacak Produksi dan Distribusi

Diagram pada Gambar 3.12 menunjukkan tahapan yang dilalui oleh seorang petani untuk melacak produksi dan distribusi kentang melalui website koperasi yang terintegrasi dengan blockchain. Pertama, anggota koperasi. Mengirimkan permintaan login ke website koperasi. Website akan memverifikasi dan mengirimkan notifikasi login sukses. Anggota koperasi memilih menu pelacak produksi dan distribusi pada website. Anggota koperasi memasukkan ID produk yang ingin dilacak. Website koperasi mengirimkan permintaan untuk mengambil data pelacakan dari blockchain. Blockchain mengirimkan data pelacakan yang diminta. Selanjutnya, website koperasi akan menampilkan informasi pelacakan yang diperoleh dari blockchain kepada anggota koperasi.



Gambar 3.13 Sequence Diagram Pembelian

Diagram pada Gambar 3.13 menunjukkan alur proses pembelian yang dilakukan oleh konsumen untuk membeli produk kentang melalui website koperasi yang terintegrasi dengan blockchain. Konsumen mengirimkan permintaan login ke website koperasi. Website koperasi akan memverifikasi data login yang diinput oleh konsumen dan mengirimkan notifikasi login sukses. Konsumen memilih menu produk dan input nama produk yang akan dicari di sistem website. Website koperasi akan menampilkan daftar produk yang diinginkan. Konsumen memilih produk dan memasukkan jumlah pembelian. Website akan memverifikasi stok produk yang tersedia. Setelah stok produk diverifikasi, website akan mengirimkan informasi stok tersedia dan konsumen memasukkan informasi pembayaran. Website koperasi akan mengirimkan data transaksi ke blockchain untuk dicatat. Blockchain memverifikasi dan mencatat transaksi. Website koperasi akan mengirimkan informasi kepada konsumen bahwa transaksi telah berhasil dicatat.



Gambar 3.14 Sequence Diagram Mengelola Transaksi

Diagram yang ditampilkan pada Gambar 3.14 menggambarkan langkah-langkah dalam mengelola transaksi di website koperasi. Admin mengirimkan permintaan login ke website koperasi. Website koperasi akan memverifikasi dan mengirimkan notifikasi login sukses. Setelah berhasil login, admin memilih menu

manajemen transaksi. Admin melihat daftar transaksi yang terjadi. Selanjutnya admin memilih transaksi yang belum diverifikasi dan melakukan verifikasi. Website koperasi mengubah status transaksi berdasarkan hasil verifikasi. Website mengirimkan permintaan untuk memperbarui status transaksi di blockchain. Blockchain memverifikasi dan memperbarui status transaksi. Admin melihat laporan transaksi yang telah diperbarui. Website mengambil data laporan dari blockchain dan menampilkan kepada admin.

3.7 Prediksi Permintaan dengan ANN

Metode prediksi permintaan dalam penelitian ini bertujuan untuk memprediksi jumlah kentang yang diminta oleh pasar atau konsumen pada periode waktu tertentu. Metode yang digunakan pada prediksi permintaan adalah metode ANN. Input data yang akan digunakan adalah data kuantitatif dan kualitatif yang dapat mempengaruhi permintaan di masa depan, sehingga agar hasil prediksi permintaan dapat lebih akurat.

Dengan menerapkan metode ANN pada prediksi permintaan ini, penelitian dapat memberikan prediksi yang lebih tepat terkait kebutuhan pasar di masa mendatang sehingga dapat meningkatnya efektivitas rantai pasok. Prediksi ini juga dapat memberikan petani wawasan yang berharga terkait potensi pasar dan membantu mereka mengoptimalkan produksi serta mitra koperasi dapat merencanakan strategi pemasaran yang lebih efektif. Dengan menerapkan metode prediksi permintaan kentang menggunakan metode ANN, penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam mendukung keberlanjutan dan efisiensi dalam pertanian kentang.

Langkah pra-pemrosesan data melibatkan pengumpulan data historis relevan seperti data penjualan sebelumnya, data harga, data produksi kentang serta data musim sebagai faktor eksternal yang dapat memengaruhi permintaan. Kemudian, dilakukan data cleaning, dinormalisasi, dan di-transformasi untuk memastikan bahwa ANN yang akan dibangun dapat bekerja dengan efektif dan menghasilkan prediksi yang akurat.

Langkah selanjutnya adalah desain dan pelatihan model ANN. Tahapan ini melibatkan proses pemilihan arsitektur jaringan yang tepat, termasuk jumlah lapisan tersembunyi, jumlah neuron per lapisan, fungsi aktivasi, dan algoritma pembelajaran. Pelatihan model merupakan proses ANN menyesuaikan bobotnya berdasarkan kesalahan prediksi melalui metode seperti backpropagation. Pada tahapan ini, penyesuaian parameter seperti kecepatan belajar dan momentum dilakukan untuk memperbaiki proses pembelajaran model. Setelah dilatih dengan baik, model akan mampu mengenali pola kompleks dan hubungan non-linear dalam data.

Tahapan evaluasi model ANN adalah tahapan dimana model yang telah dilatih dan diuji menggunakan dataset yang belum pernah dilihat sebelumnya untuk menilai kemampuannya dalam memprediksi permintaan dengan akurat. Matrik evaluasi seperti *Mean Square Error* (MSE) atau *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) merupakan matrik yang sering digunakan untuk mengukur kinerja model. Berdasarkan hasil evaluasi, model prediksi yang akurat dari model ANN ini berguna untuk perusahaan dalam membuat keputusan strategis seperti *inventory management*.

Proses prediksi permintaan dengan ANN akan menghasilkan data permintaan yang diharapkan, informasi tersebut digunakan untuk proses *inventory management*. Data prediksi permintaan tersebut akan digunakan sebagai dasar perhitungan *safety stock*. Sehingga perusahaan dapat merencanakan dan menyesuaikan kuantitas inventory yang cukup untuk memenuhi permintaan, dimana akan meminimalisir biaya penyimpanan dan mengurangi risiko kekurangan stok. Tujuannya agar operasi bisnis dapat berjalan dengan lancar dan efisien, serta mengoptimalkan ketersediaan produk.

3.8 Inventory Management

Proses *inventory management* menggunakan metode *safety stock* merupakan proses untuk menjaga ketersediaan persediaan dalam platform secara efektif. Tahapan pertama, penelitian ini memerlukan analisis data historis

permintaan kentang, fluktuasi pasokan, dan waktu panen, sehingga dapat mengidentifikasi kebutuhan pasokan dan resiko keterlambatan.

Penerapan metode *safety stock* pada penelitian ini akan menentukan tingkat persediaan tambahan yang diperlukan untuk mengatasi ketidakpastian dalam permintaan atau keterlambatan pasokan. Hal ini bertujuan untuk memberikan keandalan dan menghindari kekurangan persediaan yang dapat menghambat operasional koperasi. Metode *safety stock* dalam pengembangan platform koperasi petani kentang pada penelitian ini untuk meningkatkan efisiensi manajemen persediaan.

3.9 Integrasi

Tahapan integrasi merupakan proses menggabungkan sistem, aplikasi, atau teknologi yang berbeda menjadi satu kesatuan yang berfungsi secara harmonis. Pada proses ini, berbagai komponen yang sebelumnya beroperasi secara terpisah agar dapat berinteraksi satu sama lain dalam mencapai tujuan bersama. Integrasi bertugas menyatukan aspek desain sistem dengan UML, prediksi permintaan dan *inventory management*. Proses integrasi menjamin bahwa data yang diolah sebelumnya dapat digunakan dengan baik untuk mendukung pengambilan keputusan. Selain itu, integrasi ini melibatkan penggunaan Artificial Neural Network (ANN) dan metode *safety stock* yang terintegrasi dalam blockchain untuk rantai pasok. Data dari prediksi permintaan dan pengelolaan stok dicatat secara transparan dan aman dalam blockchain. Website koperasi akan terintegrasi dengan blockchain, untuk memastikan efisiensi dan transparansi dalam seluruh proses manajemen rantai pasok.

3.10 Pengujian Sistem

Tahapan pengujian sistem dalam penelitian merupakan langkah untuk mengevaluasi kinerja atau fungsionalitas sistem yang dikembangkan atau diuji pada penelitian. Proses pengujian sistem mencakup implementasi prototipe atau model sistem, hingga serangkaian uji coba. Tujuan dari tahapan pengujian sistem adalah mengidentifikasi adanya kegagalan, mengukur efektivitas sebuah sistem serta

memastikan sistem berjalan sesuai dengan tujuan dan persyaratan yang telah ditetapkan sebelumnya.

Pada penelitian ini, sistem platform koperasi petani diharapkan dapat berjalan sesuai dengan tujuan dan persyaratan perkoperasian serta sesuai dengan model platform *economic sharing*. Platform koperasi petani kentang pada penelitian ini akan berbasis website dan dilengkapi dengan kecerdasan buatan yang dikombinasikan dengan blockchain.

3.11 Evaluasi

Tahapan selanjutnya adalah evaluasi. Evaluasi dilakukan untuk memastikan bahwa semua komponen sistem berfungsi sesuai rencana. Evaluasi melibatkan penilaian kinerja pada sistem secara keseluruhan, dan memeriksa apakah integrasi berjalan tanpa hambatan. Tahapan evaluasi juga dapat mengidentifikasi apakah hasil pengujian sistem sesuai dengan tujuan awal dan menentukan area yang mungkin memerlukan peningkatan. Hasil dari tahap evaluasi menjadi petunjuk penting untuk membuat perubahan dan peningkatan, sehingga sistem dapat bekerja lebih baik lagi.

3.12 Analisis Hasil

Analisis merupakan tahapan penelitian, dimana menyimpulkan serta menguraikan informasi dari hasil data yang telah diolah dan diuji sebelumnya. Tahapan analisis dapat memberikan makna dari temuan-temuan tersebut. Tahapan ini memberikan identifikasi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kinerja sistem dan memberikan rekomendasi untuk peningkatan di masa yang akan datang.

3.13 Jadwal Penelitian

Penelitian ini diuraikan pada Tabel Jadwal Penelitian yang merupakan uraian manajemen waktu dalam perencanaan dan pelaksanaan suatu penelitian agar penelitian dapat memenuhi target waktu yang telah ditetapkan. Tabel ini menjelaskan tahapan-tahapan penelitian beserta waktu penelitian. Berikut uraian

rencana jadwal penelitian program Doktor Teknologi Informasi di Universitas Gunadarma.

No.	Nama Kegiatan	Bulan Ke- thn 2023				Bulan Ke- thn 2024											
		9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Penyusunan proposal																
2	Uji kualifikasi																
3	Evaluasi progres pertama																
4	Paper pertama pada seminar/jurnal internasional																
No.	Nama Kegiatan	Bulan ke- thn 2025															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
5	Evaluasi progres kedua																
6	Paper kedua pada jurnal internasional																
7	Paper ketiga																
8	Paper keempat																
9	Evaluasi RKP																
10	Sidang tertutup																
No.	Nama Kegiatan	Bulan Ke- thn 2026															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
11	Sidang terbuka																

DAFTAR PUSTAKA

- A. C. Rădășanu, "Inventory management, service level and safety stock," J. Public Adm. Financ. Law, no. 9, pp. 145–153, 2016.
- A. Devaux, J.P. Goffart, P. Kromann, J. Andrade-Piedra, V. Polar, G. Hareau, The potato of the future: opportunities and challenges in sustainable agri-food systems, *Potato Res.* 64 (2021) 681–720, <https://doi.org/10.1007/s11540-021-09501-4>.
- Adebayo Akinola, Ayodeji Kehinde, Akeem Tijani, Adeolu Ayanwale, Felicia Adesiyun, Victoria Tanimonure, Ayodeji Ogunleye, dan Temitope Ojo. (2023). Impact of membership in agricultural cooperatives on yield of smallholder tomato farmers in Nigeria. *Environmental and Sustainability Indicators*, <https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100313>.
- Angela, V. B. B., Volker, K., dan Ella, C. (2021). Transparency with Blockchain and Physical Tracking Technologies: Enabling Traceability in Raw Material Supply Chains. *Mater. Proc.*, 5 (1). <https://doi.org/10.3390/materproc2021005001>
- Aggarwal, C.C. (2018), *Neural Networks and Deep Learning*, Springer International Publishing, Cham.
- Alamsyah, A., Naufal, H, dan Ratih, H. (2022). Blockchain-Based Traceability System to Support the Indonesian Halal Supply Chain Ecosystem. *Economies*, 10: 134. <https://doi.org/10.3390/economies10060134>.
- Alimohammad, M., Seyed, J. F. H., Seyed, M. M., Sahar, D. (2022). Collaborative networking among agricultural production cooperatives in Iran. *Heliyon*. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11846>.
- Amirkolaii KN, Baboli A, Shahzad MK, Tonadre R. Demand forecasting for irregular demands in business aircraft spare parts supply chains by using artificial intelligence (AI). *IFAC-PapersOnLine*. 2017;50(1):15221–6. <https://doi.org/10.1016/J.IFACOL.2017.08.2371>.
- Asian, S., Hafezalkotob, A., & John, J. J. (2019). Sharing economy in organic food supply chains: A pathway to sustainable development. *International Journal of Production Economics*, 218, 322–338. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.06.010>
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2023). Hasil Pencacahan Lengkap Sensus Pertanian 2023 - Tahap I. https://sensus.bps.go.id/berita_resmi/detail/st2023/22049/hasil-pencacahan-lengkap-sensus-pertanian-2023-tahap-i.
- Bou-Hamad, I. and Jamali, I. (2020), "Forecasting financial time-series using data mining models: a simulation study", *Research in International Business and Finance*, Vol. 51, 101072, doi: 10.1016/j.ribaf.2019.101072.

- Bugi Aristawati, Salma., Sri Hartati. (2022). Perkembangan Koperasi di Indonesia Sebagai Implementasi Ekonomi Pancasila. *Jurnal Ekonomi & Bisnis*, 7 (2), 97-110.
- Chamani, C., Casper, V. G., dan El-Houssaine, A. (2022). Joint Optimization Of Safety Stock Placement and Supply Selection in A Multi-Layered Distribution Network. *IFAC PapersOnLine*, 55-10.
- Chari, A., Johan, S., Maja, B., Melanie, D., Dan Li., Martin, F., Magnus, M., dan Bjorn, J., (2023). Analysing the antecedents to digital platform implementation for resilient and sustainable manufacturing supply chains - An IDEF0 modelling approach. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139598>
- Chávez, C. A. G., Arpita, C., Adriana, I., Maja, B., Martin, F., Magnus, M., Paulo, V. L., dan Johan, S. (2023). Using digital platforms for value chain sustainability – Cases from the Digitala Stambanan project. *Procedia CIRP*.
- Chollet, F. (2021), Deep Learning with Python, 2nd ed., Shelter Island, Manning, NY.
- Cristobal-Fransi, E., Montegut-Salla, Y., Ferrer-Rosell, B., & Daries, N. (2020). Rural cooperatives in the digital age: An analysis of the Internet presence and degree of maturity of agri-food cooperatives' e-commerce. *Journal of Rural Studies*, 74, 55-66. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.11.011>
- D. S. Maylawati¹, W. Darmalaksana, dan M A Ramdhani. (2018). Systematic Design of Expert System Using Unified Modelling Language. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. doi:10.1088/1757-899X/288/1/012047.
- Da Silva, I.N., Spatti, D.H., Flauzino, R.A., Liboni, L.H.B. and dos Reis Alves, S.F. (2017), Artificial Neural Network Architectures and Training Processes, *Artificial Neural Networks*, Springer, p. 21-28.
- Dabija, D. C., Csorba, L. M., Isac, F. L., & Rusu, S. (2022). Building trust toward sharing economy platforms beyond the COVID-19 pandemic. *Electronics*, 11(18), 2916.
- Du Wenxia Exploration of the Development of Rural Vacation and Leisure Tourism Resources under the Sharing Economy Model: A Review of "Leisure Agriculture and Rural Tourism" (2023). *China Agricultural Meteorology*, 44 (07): 643.
- Efrilianda, D. A., Mustafid, R. Rizal, I. (2018). Inventory Control System with Safety Stock and Reorder Point Approach. *International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)*.
- Fortunatoa, R.B., Ana, R. A. M. Z., Samantha, B., Diana, F. M. P., dan Carolina, S. (2022). EatLOCAL: a platform that connects local farmers, consumers,

- municipalities and non-governmental organisations. *Procedia Computer Science*. 10.1016/j.procs.2021.12.050.
- Gladysz, B., Davide, M., Krzysztof, E., Donatella, C, and Andrea, B., Rodolfo, H. G. (2023). Platform-based support for AI uptake by SMEs: guidelines to design service bundles. *Central European Management Journal*, 31(4), 463-478. DOI 10.1108/CEMJ-08-2022-0096.
- Hatice, Koc., Ali, M.E., Yousef, B., dan Serhat, P. (2021). UML Diagrams in Software Engineering Research: A Systematic Literature Review. *Proceedings*, 74(1). <https://doi.org/10.3390/proceedings2021074013>.
- Hu, H., Tang, L., Zhang, S. and Wang, H. (2018), “Predicting the direction of stock markets using optimized neural networks with Google Trends”, *Neurocomputing*, Vol. 285, pp. 188-195, doi: 10.1016/j.neucom.2018.01.038.
- Hongpeng Guo, Cheng Guo, Beichun Xu, Yujie Xia, dan Fanhui Sun. (2020). MLP Neural Network-based regional logistics demand prediction. *Neural Computing and Application*, 33(7). DOI:10.1007/s00521-020-05488-0.
- Kochak, Ashvin., dan Suman Sharma. (2015). Demand Forecasting Using Neural Network For Supply Chain Management. *Internasional Journal Of Mechanical Engineering and Robotic Research*, 4(1).
- Khan, Z.M, dan M. Farid, K. (2019). Application of ANFIS, ANN and fuzzy time series models to CO2 emission from the energy sector and global temperature increase. *International Journal of Climate*, 11 (5), 622-642. DOI 10.1108/IJCCSM-01-2019-0001.
- Kureljusic, M. and Reisch, L. (2022), “Revenue forecasting for European capital market-oriented firms: a comparative prediction study between financial analysts and machine learning models”, *Corporate Ownership and Control*, Vol. 19 No. 2, pp. 159-178.
- Lee, N. M., Varshney, L. R., Michelson, H. C., Goldsmith, P., & Davis, A. (2022). Digital trust substitution technologies to support smallholder livelihoods in Sub-Saharan Africa. *Global Food Security*, 32, 100604. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100604>
- Lukman. (2020). Supply Chain Management. Kab. Gowa : CV. Cahaya Bintang Cemerlang.
- Madjid, Zahwa. (2023). BPS Sebut Produktivitas Petani Rendah karena Mayoritas Lulusan SD. <https://katadata.co.id/ferrika/finansial/656d99ea73328/bps-sebut-produktivitas-petani-rendah-karena-mayoritas-lulusan-sd>.
- Majid Gholami Shirkoohi, Mouna Doghri, dan Sophie Duchesne. (2021). Short-term water demand predictions coupling an artificial neural network model

- and a genetic algorithm. *Water supply*, 21(5).
<https://doi.org/10.2166/ws.2021.049>.
- Mijena, G. M., Andargachew, G., Hussein, M. B., dan Ashenafi, H. (2022). Ensuring food security of smallholder farmers through improving productivity and nutrition of potato. *Journal of Agriculture and Food Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100400>.
- Puspaningtyas, Lida. (2023). Guru Besar IPB : Pertanian Perlu Investasi Besar. ekonomi.republika.co.id.
<https://ekonomi.republika.co.id/berita/s4kpa4502/guru-besar-ipb-pertanian-perlu-investasi-besar>.
- Kauffman, R. J., & Naldi, M. (2020). Research directions for sharing economy issues. *Electronic commerce research and applications*, 43, 100973.
- Mouratiadou, I., Nahleen, L., Cheng, C., Ariani, W., Ralf, B., Marco, D., Thomas, G., Deepak, H. B., Katharina, H., Seyed, A.H.Y., Marcos, K., Kai, L., Joseph, M., Marvin, M., Claas, N., Annette, P., Mostafa, S., Peter, Z., Cornelia, W., dan Sonoko, D.B.K. (2023). The Digital Agricultural Knowledge and Information System (DAKIS):Employing digitalisation to encourage diversified and multifunctional agricultural systems. *Environmental Science and Ecotechnology*. <https://doi.org/10.1016/j.es.2023.100274>.
- Nguyen-Duc, A., Abrahamsson P. Continuous Development for Artificial Intelligence Software - A Research Agenda 2020.
- Ongkicyntia, A., dan Jani Rahardjo. (2017). Replenishment Strategy Based on Historical Data and Forecast of Safety Stock Case Study: Safety Stock of PCBA at PT “X”. *International Conference on Soft Computing, Intelligent System and Information Technology*. DOI 10.1109/ICSIIT.2017.65.
- Priniotakis, G., dan P Argyropoulos. (2019). Inventory management concepts and techniques. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. doi:10.1088/1757-899X/459/1/012060.
- Romani, L. A. S., Silvio R.M. Evangelista, Isaque Vacari, Daniel R.F. Apolinário, Glauber J. Vaz, Eduardo A. Speranza, Luiz A.F. Barbosa, Debora P. Drucker, Silvia M.F.S. Massruhá. (2023). AgroAPI platform: An initiative to support digital solutions for agribusiness ecosystems. *Smart Agricultural Technology*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100247>.
- Rossi, M.; Mueller-Bloch, C.; Thatcher, J.B.; Beck, R. Blockchain research in information systems: Current trends and an inclusive future research agenda. *J. Assoc. Inf. Syst.* 2019, 20, 1388–1403.
- Rozi, F., Agung, B. S., I Gusti Ayu, P. M., Ronald, T. P, H., Demas, W., Viktor, S., Dian, A. A. E., Sugiono, S., Handoko, H., Herman, S., dan Amiruddin, S. (2023). Indonesian market demand patterns for food commodity sources of carbohydrates in facing the global food crisis. *Heliyon*, 9.
- Sari, N., Wirdah, I., Fathurrahman, A., Ghrina, Z., dan Syafira, A. (2022). Sustainable Use of the Sharing Economic Platform in Improving Quality of Service and Trust in Aceh, Indonesia. *Journal of International Conference*

- Proceedings (JICP), 5 (4), pp. 195-205, <https://doi.org/10.32535/jicp.v5i4.1940>.
- Saberi, S.; Kouhizadeh, M.; Sarkis, J.; Shen, L. Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *Int. J. Prod. Res.* 2019, 57, 2117–2135.
- Seyedan Maya, dan Fereshteh Mafakheri. (2020). Predictive big data analytics for supply chain demand forecasting: methods, applications, and research opportunities. *Journal of Big Data*, 7 (53).
- Soori, M., Behrooz, A., dan Riza, D. (2023). Artificial Neural Network in Supply Chain Management, A review. *Journal Of Economy and Technology*, 1, 179-196. <https://doi.org/10.1016/j.ject.2023.11.002>.
- Schneider S. The Impacts of Digital Technologies on Innovating for Sustainability. In: Bocken N, Ritala P, Albareda L, Verburg R, editors. *Innovation for Sustainability*. Palgrave Macmillan; 2019, p. 415-433.
- Seth, A., Himanshu, A., dan Ashim, R.J. (2012). Unified Modeling Language for Describing Business Value Chain Activities. *International Journal of Computer Applications (IJCA)*.
- Taufik, Ahmad, Bernadus Gunawan Sudarsono, Agus Budiyantera, I Ketut Sudaryana,, Tupan Tri Muryono. (2022). *Pengantar Teknologi Informasi*. Jawa Tengah : CV. Pena Persada.
- Tuan Ngoc Nguyen, Mahfuz Haider, Afjal Hossain Jisan, Md Azad Hossain Raju, Touhid Imam, Md Munsur Khan, and Abdullah Evna Jafar. (2024). Product Demand Forecasting with Neural Networks and Macroeconomic Indicators: A Comparative Study among Product Categories. *Journal of Business and Management Studies*. DOI: 10.32996/jbms.2024.6.2.17.
- Undang-Undang RI Nomor 25 Tahun 1992 Tentang Perkoperasian. (1992). <https://www.dpr.go.id/dokjdih/document/uu/783.pdf>.
- Van Alstyne MW, Parker GG. Digital transformation changes how companies create value. *Harvard Business Review* 2021.
- Yu Xiaoyu Exploration of Mixed Ownership Reform under the Sharing Economy Model. (2023). *Cooperative Economy and Technology*, 2023, (16): 106-107.
- Yu, Z., Qin, L., Chen, Y. and Parmar, M. (2020), “Stock price forecasting based on LLE-BP neural network model”, *Physical A: Statistical Mechanics And Its Applications*, Vol. 553, 124197, doi: 10.1016/j.physa.2020.124197.
- Zaenuri, K.A., Arum, A., Amallia, F. (2023). Distribusi Kentang (*Solanum tuberosum* L.) di Kabupaten Wonosobo. *Agroforetech*, 1, 02.
- Zarandi, M. A., Mehdi, H. F., Samira, Y., Mitra, K., dan Rozita, D. (2022). A Platform Approach to Smart Farm Information Processing. *Agriculture*, 12, 838. <https://doi.org/10.3390/agriculture12060838>.
- Zhongchen, G., Jie, H., & Chen, C. (2023). Intelligent transformation of financial services of agricultural cooperatives based on edge computing and deep learning. *Soft Computing*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2751008/v1>
- Zhuo, Chen. (2023). Analyzing the Sharing Economy from an Economic Model Perspective. *Frontiers in Business, Economics and Management*, 12(2).