

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

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 memecah proses bisnis dan sektor industri dan 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 sering kali 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 efesiensi dan transparansi 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 platform untuk petani adalah pendekatan platform untuk pemrosesan informasi pertanian cerdas, dimana sebuah pendekatan desain yang dimaksud untuk memandu 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). Kedua, 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).

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 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*. 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.

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?

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?

1.4 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.
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.

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. *Artificial Neural Network* adalah jenis algoritma pembelajaran mesin yang terinspirasi oleh struktur dan fungsi otak manusia. Dalam konteks manajemen rantai pasok, ANN dapat digunakan untuk peramalan

permintaan, optimalisasi, inventaris, perencanaan logistik, dan deteksi anomali.

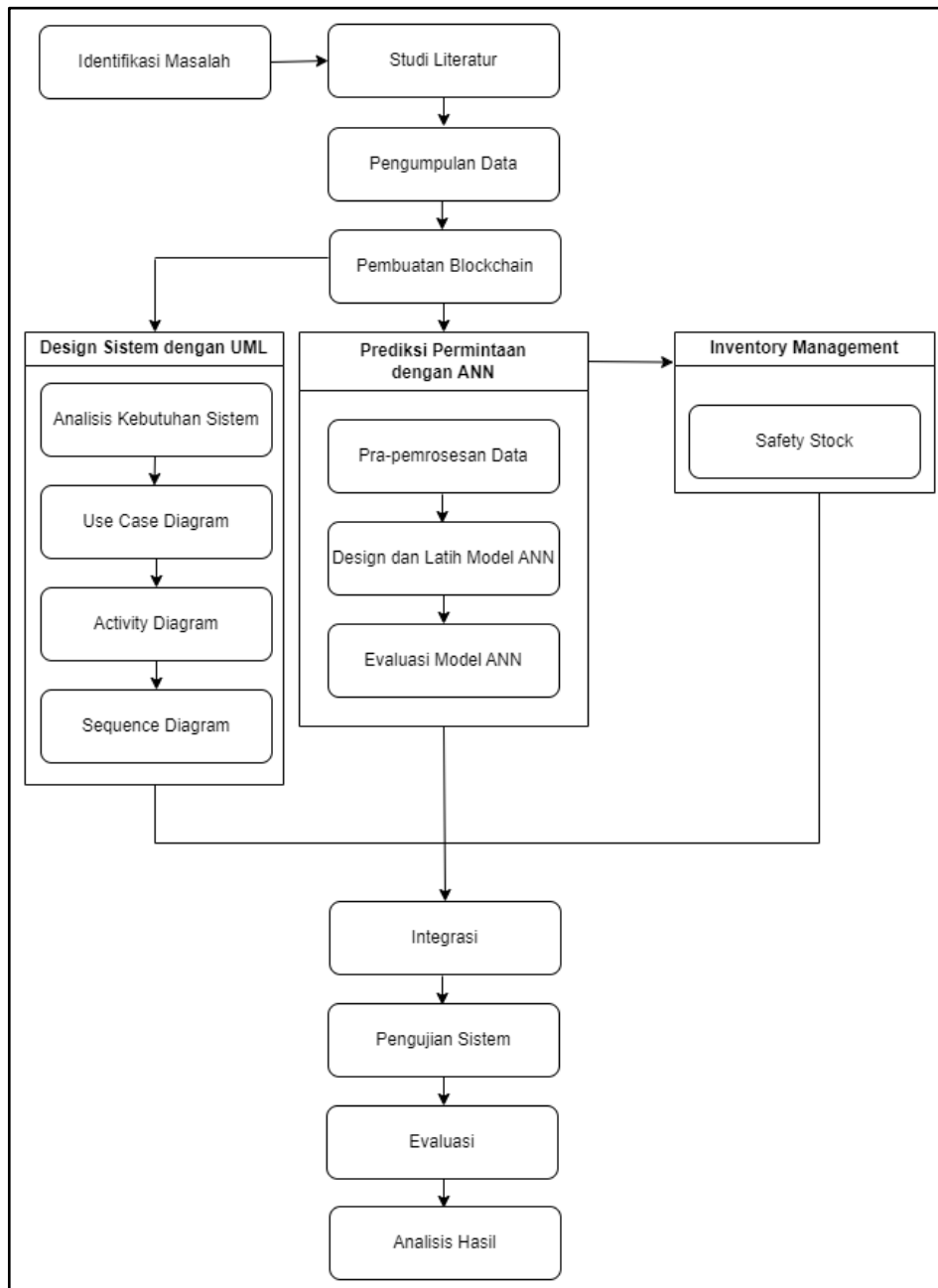
3. *Safety stock* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menghindari resiko kehabisan stok. Sehingga dalam rantai pasok, *inventory management* yang efektif dapat memastikan layanan yang terbaik kepada pelanggan dan mempertahankan reputasi perusahaan.

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, 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.

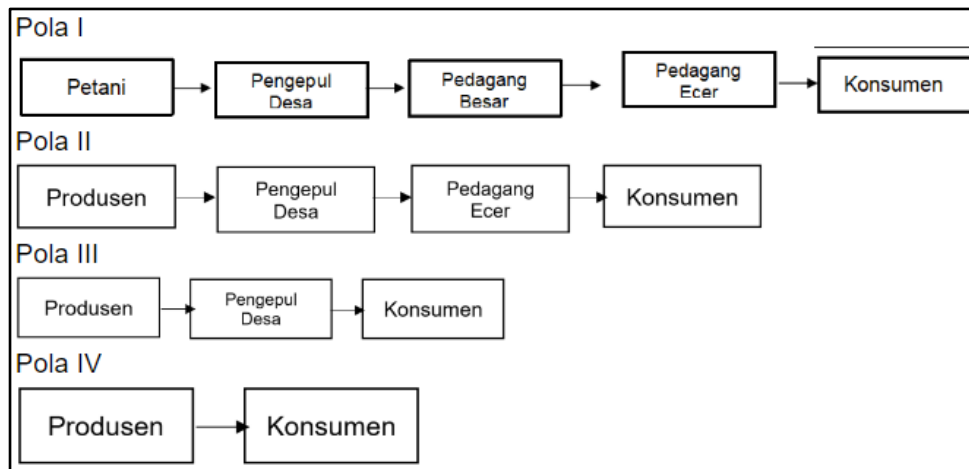
Tabel 3.1 Data Lokasi Produksi Kentang 2022

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, 2023)

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.

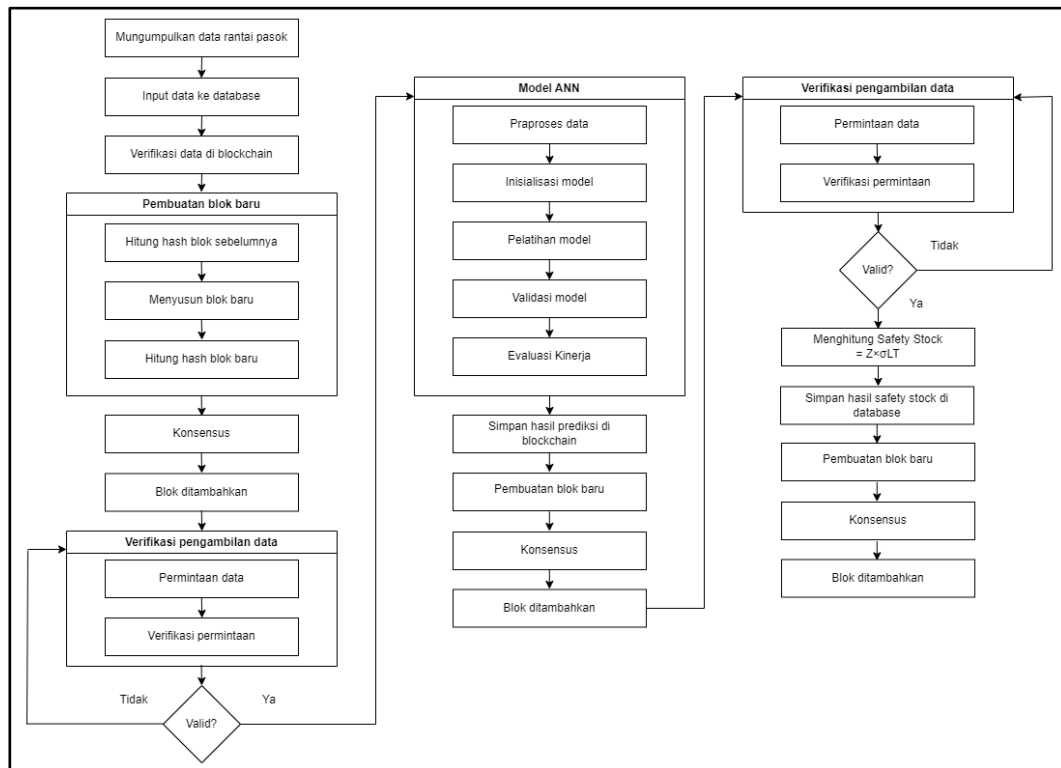
Pengambilan data primer dilakukan di Wonosobo, Jawa Tengah. Berdasarkan informasi yang didapatkan dari salah satu petani di Wonosobo, Jawa Tengah disana terdapat banyak petani kentang dan sayuran lainnya. Menurut BPS, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah adalah wilayah yang terbanyak memproduksi kentang di 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

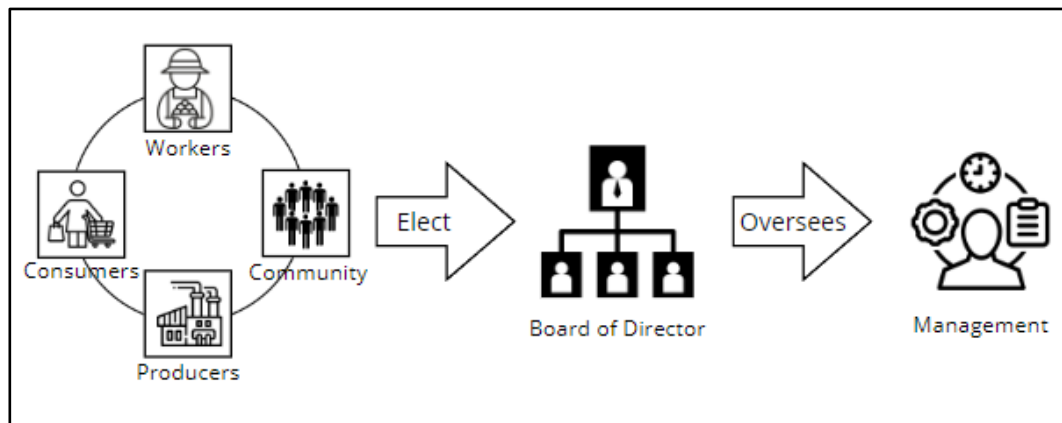
dimasukkan ke dalam database. Data tersebut diverifikasi dalam blockchain dengan proses pembuatan blok baru yang melibatkan perhitungan hash blok sebelumnya, menyusun blok baru, menghitung hash blok baru, dan mencapai konsensus untuk menambahkan blok ke rantai. Data yang diverifikasi kemudian diproses 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.

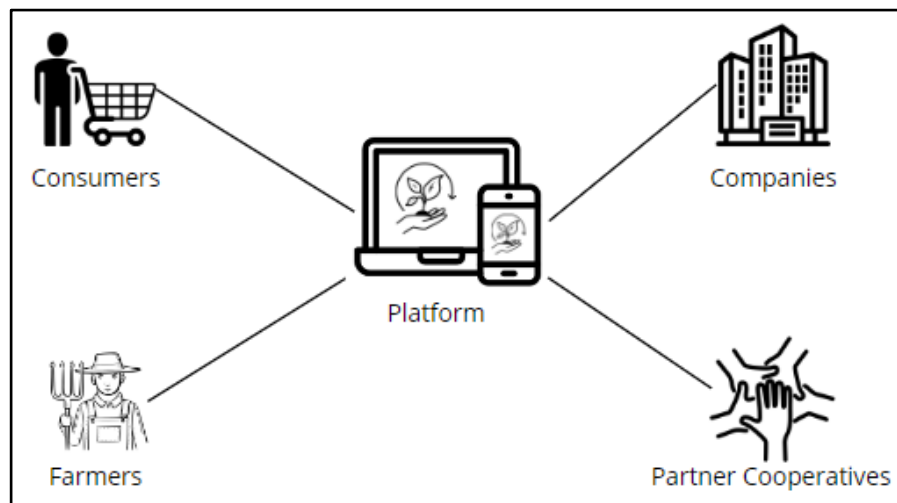
3.6.1 Analisis Kebutuhan Sistem

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*.



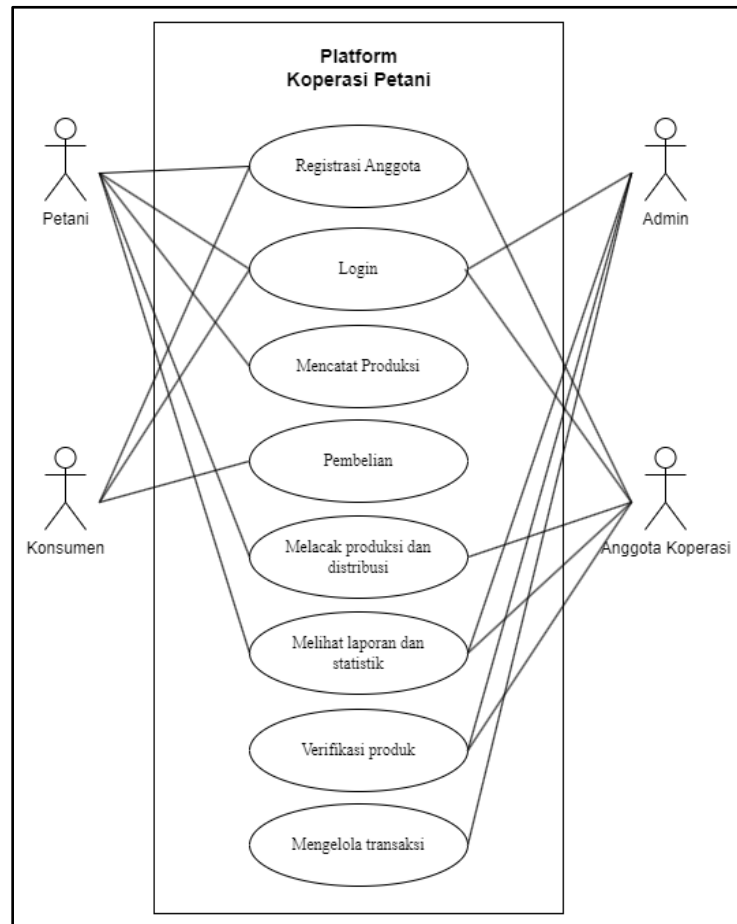
Gambar 3.5 Pengguna Platform

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.



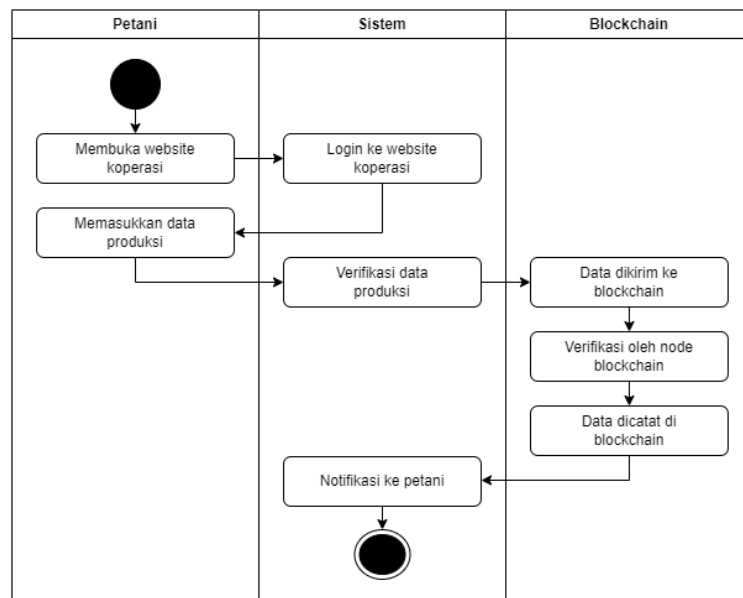
Gambar 3.6 Use Case Diagram

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.

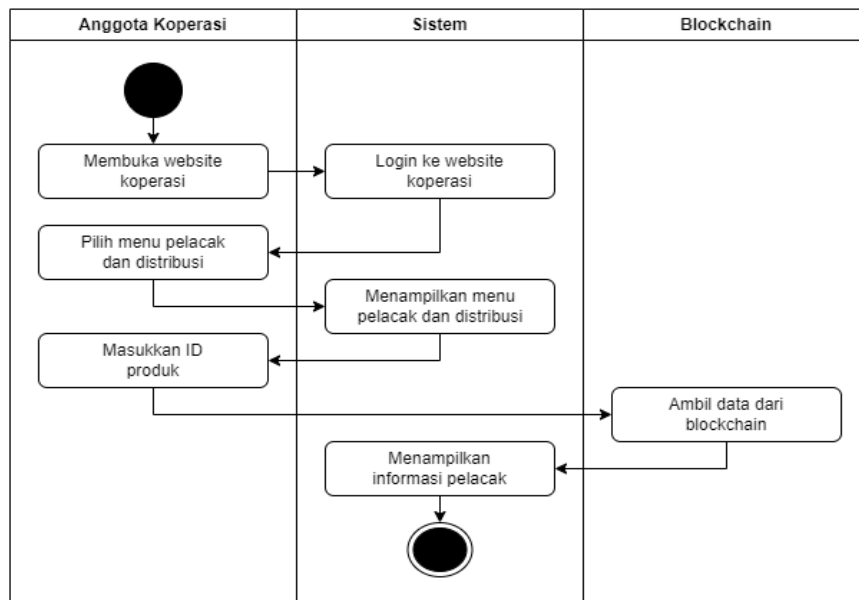
3.6.3 Activity Diagram

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.



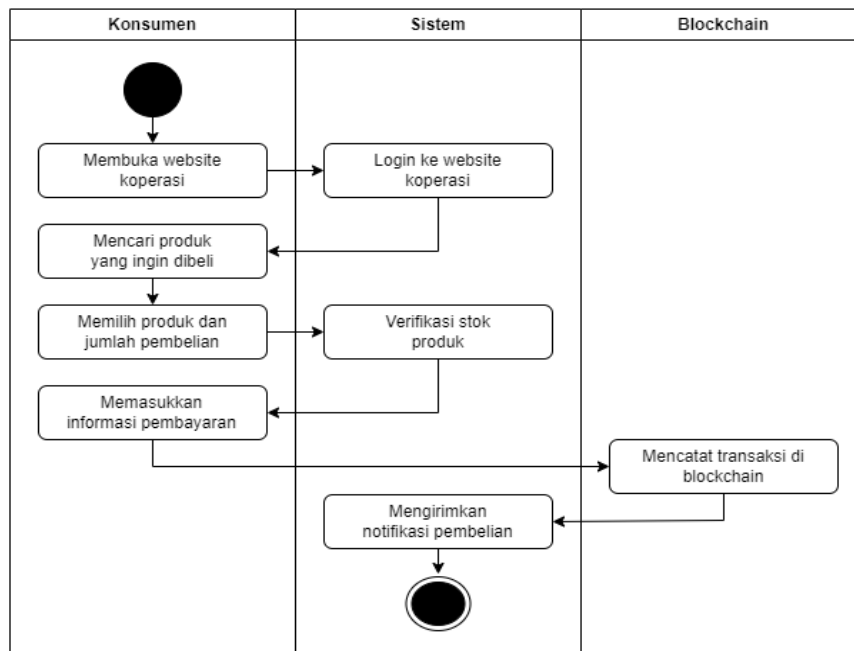
Gambar 3.7 Activity Diagram Mencatat Produksi

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.



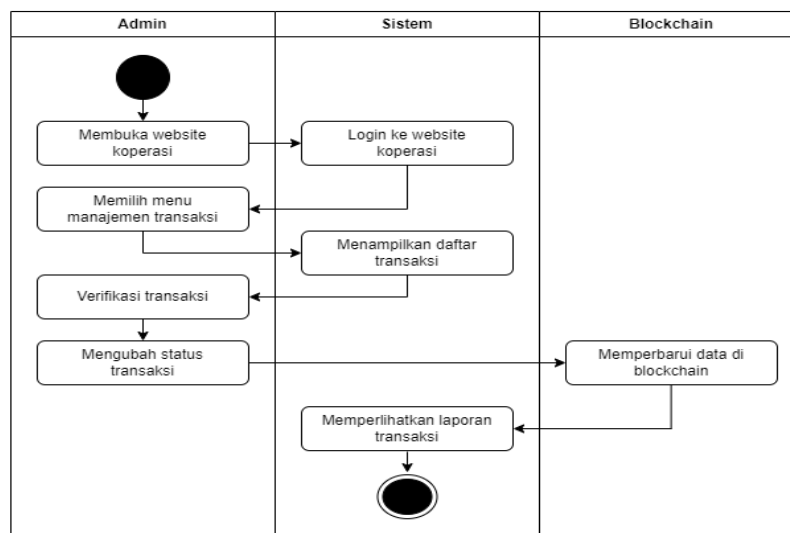
Gambar 3.8 Activity Diagram Melacak Produksi dan Distribusi

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.



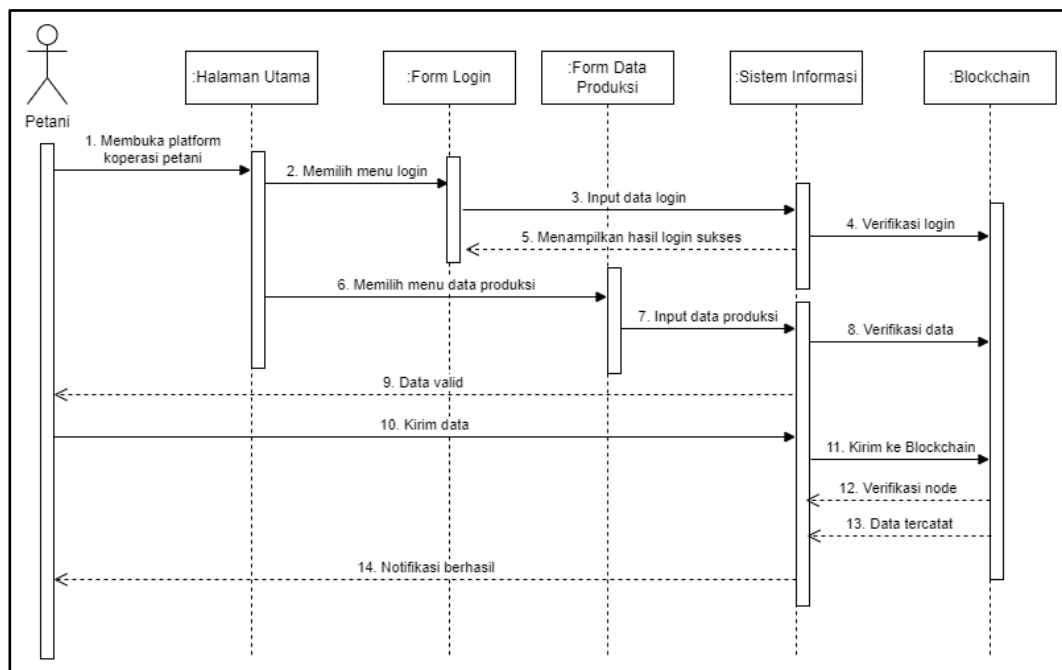
Gambar 3.10 Activity Diagram Kelola Transaksi

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

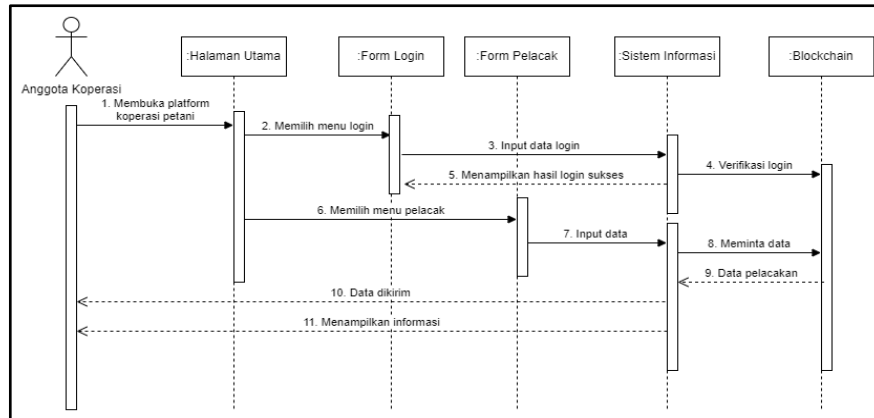
Model ketiga adalah *sequence* diagram, dimana diagram ini dapat membantu dalam menggambarkan urutan peristiwa atau interaksi antar komponen dalam sistem, seperti bagaimana data pemesanan diteruskan dan diproses.



Gambar 3.11 Sequence Diagram Mencatat Produksi

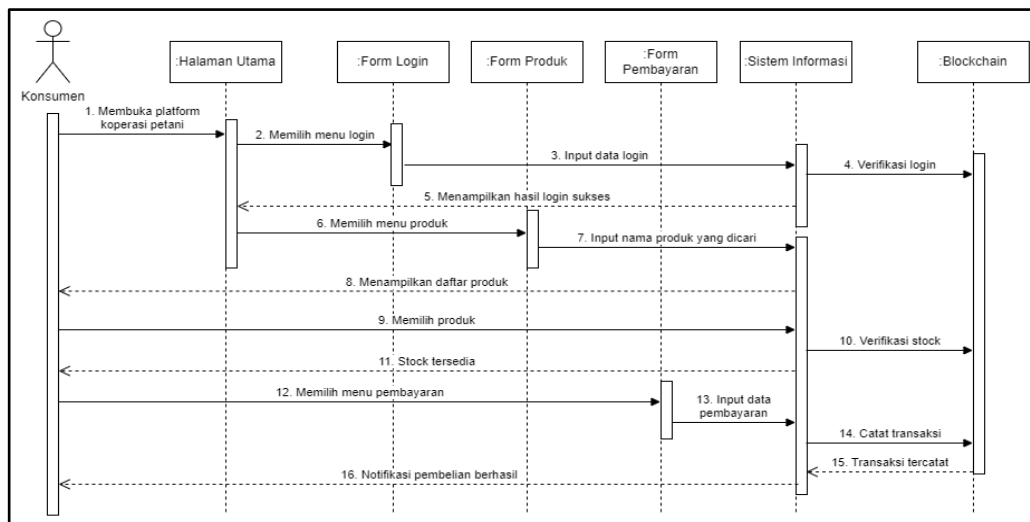
Diagram pada Gambar 3.11 menggambarkan proses mencatat produksi kentang petani di website koperasi yang terintegrasi dengan blockchain. Pertama, petani memilih menu login dan mengisi form login ke website koperasi. Website memverifikasi dan mengirimkan notifikasi login sukses. Petani selanjutnya memilih 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



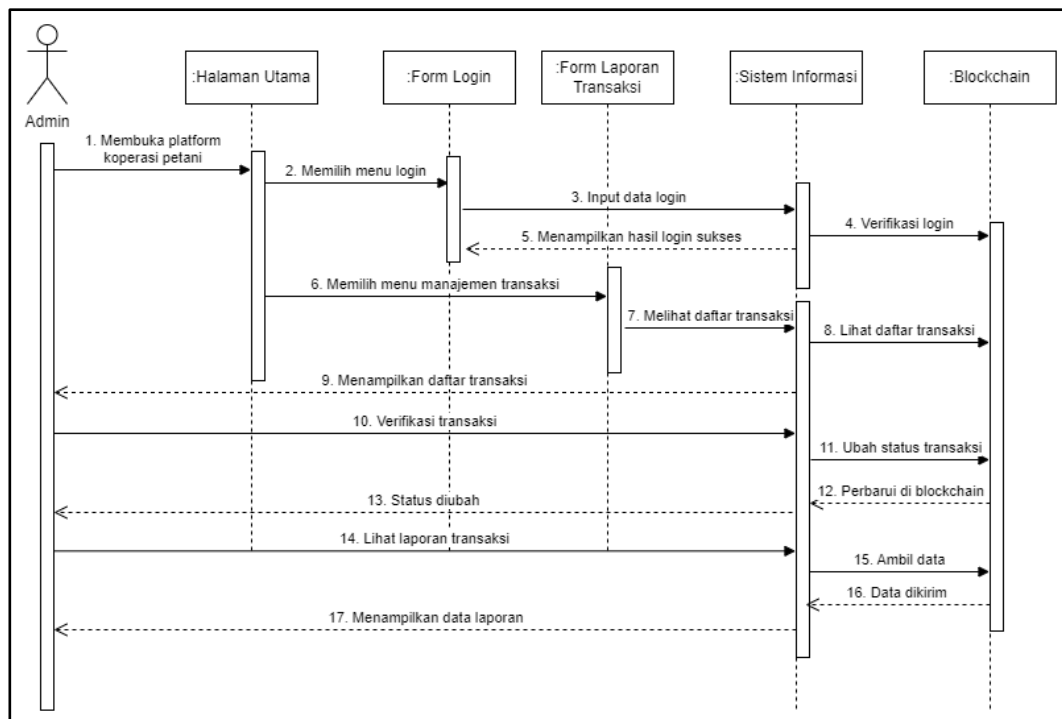
Gambar 3.12 Sequence Diagram Melacak Produksi dan Distribusi

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.