

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris sehingga sektor pertanian memiliki andil besar sebagai sumber devisa dalam negeri. Sektor pertanian menyumbang sebesar 13,28% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) tahun 2021, peringkat kedua setelah sektor industri pengolahan yang berkontribusi sebesar 19,25% [1]. Berdasarkan nilai kontribusi sektor pertanian tersebut, 3,94% di antaranya berasal dari subsektor perkebunan yang mana kelapa sawit merupakan salah satu komoditas yang dihasilkannya sehingga berperan cukup penting bagi roda perekonomian Indonesia [2]. Hal tersebut juga menjadikan Indonesia sebagai negara produsen sekaligus negara eksportir kelapa sawit nomor satu di dunia [3]. Tingginya produksi kelapa sawit juga berbanding lurus dengan tingkat kebutuhannya baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Komoditas ini banyak dibutuhkan di berbagai sektor industri karena mampu menghasilkan minyak nabati sebagai bahan pembuatan minyak goreng, kosmetika, margarin, sabun, industri farmasi, dan industri baja [4].

Melihat tingginya kebutuhan akan kelapa sawit secara global, mampu membuat perkebunan kelapa sawit menjadi salah satu ladang bisnis yang menjanjikan untuk dijadikan sebagai mata pencaharian, khususnya di Indonesia. Terdapat tiga jenis perkebunan kelapa sawit yang ada di Indonesia di antaranya yaitu Perkebunan Rakyat (PR), Perkebunan Besar Swasta (PBS), dan Perkebunan Besar Negara (PBN). Berdasarkan luas areal perkebunan kelapa sawit dan produktivitasnya pada tahun 2020 berturut-turut adalah 41,44% dan 33,88% untuk Perkebunan Rakyat, 54,69% dan 61,07% untuk Perkebunan Besar Swasta, serta 3,88% dan 5,05% untuk Perkebunan Besar Negara [5]. Mengacu pada data tersebut, jenis Perkebunan Rakyat milik petani swadaya ini perlu menjadi perhatian karena kontribusi produktivitasnya lebih rendah dibanding luas areal perkebunannya, tidak seperti PBS dan PBN. Kondisi demikian dapat dipengaruhi oleh sejumlah faktor. Petani swadaya pada umumnya terkendala dengan kemampuan pengelolaan kebun,

terbatasnya pengetahuan dalam usaha tani kelapa sawit, dan kondisi pasar monopsoni yang kerap memengaruhi harga Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit sehingga cenderung menentukan pendapatan mereka [6].

Adanya isu deforestasi juga turut menjadi permasalahan dalam sektor perkebunan kelapa sawit terutama bagi petani swadaya. Deforestasi merupakan pembukaan lahan hutan, kawasan dengan stok karbon tinggi, atau lahan gambut menjadi lahan perkebunan yang dapat menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati dan ancaman kepunahan kawasan yang memiliki nilai konservasi tinggi [7]. Hal itu akan berakibat menjadikan perkebunan kelapa sawit dikategorikan sebagai perkebunan ilegal jika beroperasi di lahan hasil deforestasi. Bahkan Parlemen Uni Eropa telah membuat resolusi untuk tidak membeli biodiesel minyak sawit dari Indonesia pada tahun 2020 karena dianggap tidak diproduksi secara berkelanjutan dan memicu deforestasi [8]. Pada tahun 2021 mereka juga mengeluarkan regulasi yang melarang penggunaan *Crude Palm Oil* (CPO) dan menekan sampai 7% penggunaan sawit sebagai sumber energi transportasi terbarukan hingga tahun 2030 [9]. Oleh sebab itu, setiap perkebunan kelapa sawit dituntut untuk memiliki legalitas atau izin lahan dan usaha untuk membuktikan bahwa kelapa sawit yang dihasilkannya bukan berasal dari perkebunan yang didirikan di kawasan yang dilindungi oleh undang-undang.

Namun, praktik perizinan lahan dan usaha perkebunan kelapa sawit di Indonesia dapat dipengaruhi oleh pihak-pihak yang memiliki wewenang dan kepentingan. Ruang politik dapat disalahgunakan untuk legalisasi perkebunan kelapa sawit termasuk di area hutan lindung melalui kesepakatan politik maupun usulan undang-undang yang rentan dipolitisasi oleh kepentingan investor tanpa mempertimbangkan implikasi yang akan terjadi [10]. Ini tentunya akan berdampak pula kepada petani swadaya yang memiliki perkebunan kelapa sawit legal karena berpotensi ikut terdampak pelarangan produk kelapa sawit oleh negara konsumen yang melarang produk deforestasi.

Berkaca dari berbagai permasalahan yang telah diuraikan di atas, tentunya proses rantai pasok kelapa sawit yang terjadi dari hulu ke hilir mesti menjadi prioritas. Rantai pasok merupakan segala kegiatan atau usaha yang melibatkan setiap pihak yang terlibat dalam proses produksi barang atau jasa, mulai dari produsen hingga ke tangan konsumen [11]. Berdasarkan hasil kajian yang dilakukan di Provinsi Riau dan Provinsi Jambi sebagai sentra produksi kelapa sawit di Indonesia, pihak yang terlibat dalam rantai pasok kelapa sawit terdiri dari petani swadaya, pedagang perantara, dan pabrik kelapa sawit (PKS) [12]. Proses rantai pasok tersebut harus dikelola dengan baik melalui manajemen rantai pasok. Manajemen rantai pasok merupakan sebuah sistem yang melibatkan proses produksi, pengiriman, penyimpanan, distribusi, dan penjualan produk untuk memenuhi permintaan akan produk tersebut termasuk segala proses dan kegiatan yang terlibat di dalamnya [13]. Tata kelola rantai pasok yang baik juga akan meningkatkan transparansi ketertelusuran produk. Ketertelusuran atau *traceability* adalah kemampuan untuk menyajikan informasi terkait riwayat dan perpindahan produk yang terjadi melalui setiap tahapan proses produksi dan distribusinya [14]. Selain itu, aspek keamanan data juga tidak kalah penting mengingat terdapat isu manipulasi izin perkebunan kelapa sawit ilegal dan ketidaktransparanan harga TBS.

Blockchain merupakan basis data yang berisi sejumlah catatan yang terdistribusi atau buku besar yang memuat segala transaksi yang terjadi yang dibagikan kepada setiap pihak yang berpartisipasi di dalamnya [15]. *Blockchain* menyimpan data secara permanen di dalam *record* atau *block* data yang dikomunikasikan secara *peer-to-peer* ke setiap *node* yang ada di dalam jaringan [16] sehingga transaksi yang telah tersimpan tidak dapat diubah kembali. Hyperledger Fabric merupakan salah satu *framework* untuk mengembangkan sistem berbasis *blockchain* bertipe *private permissioned*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Hyperledger Fabric lebih cepat dan andal serta mudah dikembangkan dibandingkan *blockchain* bertipe *public permissionless* seperti Ethereum, juga menjamin bahwa hanya peserta yang memiliki akses saja yang dapat melihat detail sensitif dari suatu transaksi [17].

Penelitian ini berfokus untuk membangun sistem ketertelusuran rantai pasok TBS kelapa sawit yang terintegrasi dengan teknologi *blockchain*. Teknologi ini memberikan lapisan dasar yang ideal sebagai fondasi dari pembangunan sistem ketertelusuran [18]. Selain itu, teknologi *blockchain* berpotensi untuk mengubah proses bisnis tradisional menjadi proses bisnis yang lebih cepat, lebih aman, dan lebih tepat serta mampu mendukung ketertelusuran suatu produk sehingga meningkatkan nilai transparansi dan kepercayaan konsumen [19]. Teknologi *blockchain* juga dapat menjaga integritas data digital TBS mulai dari petani swadaya hingga ke PKS sehingga dinilai mampu meningkatkan transparansi dan kepercayaan antar pelaku di dalam sistem rantai pasok kelapa sawit [12]. Adapun pihak atau aktor yang terlibat di dalam sistem yaitu petani swadaya, koperasi atau pedagang perantara, dan pabrik kelapa sawit. Sistem ini mencatat setiap transaksi yang dilakukan oleh masing-masing aktor dari hulu ke hilir secara transparan (*transparent*), tertelusur (*traceable*), dan terpercaya (*trusted*). Jenis *blockchain* yang digunakan pada sistem ini yaitu *private permissioned* menggunakan *framework* Hyperledger Fabric. REST API juga digunakan sebagai media komunikasi data antara sistem *blockchain* dengan aplikasi *front end*. Berdasarkan sejumlah permasalahan yang telah diuraikan, maka disusunlah tugas akhir dengan judul “Pembangunan Sistem Ketertelusuran Rantai Pasok Kelapa Sawit Berbasis Teknologi Blockchain”.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka diperoleh identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Kurangnya kemampuan ketertelusuran dan transparansi pada rantai pasok kelapa sawit sehingga menyebabkan sulitnya menyajikan informasi setiap transaksi yang terjadi.
2. Rendahnya keamanan dan integritas data transaksi pada rantai pasok kelapa sawit sehingga memengaruhi tingkat kepercayaan dan kredibilitas data.

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk membangun sistem ketertelusuran rantai pasok kelapa sawit berbasis teknologi *blockchain*. Sedangkan tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan kemampuan ketertelusuran dan transparansi transaksi pada rantai pasok kelapa sawit sehingga informasi transaksi dapat diakses oleh setiap pihak yang terlibat di dalamnya.
2. Menjaga keamanan data transaksi pada rantai pasok kelapa sawit sehingga data yang disimpan bersifat konsisten dan dapat dipercaya.

1.4 Batasan Masalah

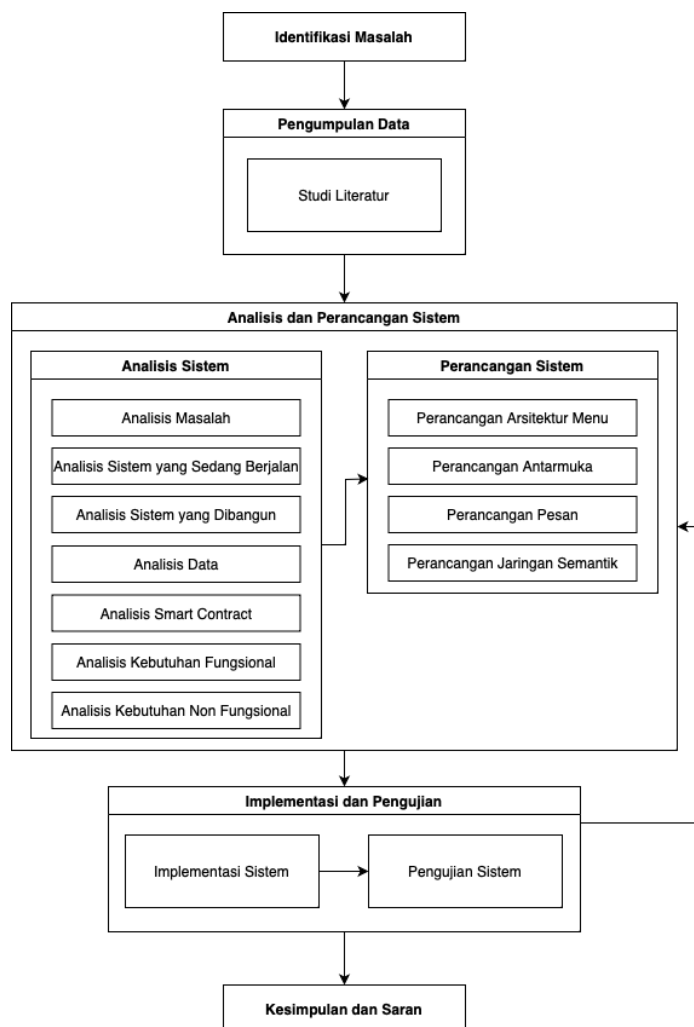
Adapun batasan-batasan masalah yang ditentukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Studi kasus yang digunakan adalah rantai pasok Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit pascapanen dan tidak sampai menjadi *Crude Palm Oil* (CPO).
2. Aktor yang terlibat dalam rantai pasok yaitu petani, koperasi, dan Pabrik Kelapa Sawit (PKS). Sedangkan dinas bertugas dalam melakukan pembaruan referensi harga kelapa sawit.
3. Sistem yang dibangun berbasis teknologi *blockchain* berjenis *private permissioned* menggunakan *framework* Hyperledger Fabric.
4. Program *smart contract* atau *chaincode* pada Hyperledger Fabric dibangun menggunakan bahasa pemrograman Go.
5. Docker digunakan sebagai *container* dari sistem Hyperledger Fabric.
6. Basis data *on-chain* menggunakan CouchDB, sedangkan basis data *off-chain* menggunakan MySQL.
7. Layanan IPFS Web3.Storage digunakan sebagai media penyimpanan file yang diperlukan dalam transaksi pada rantai pasok kelapa sawit.
8. *Server-side* dibangun menggunakan Node.js dengan *framework* Express.js, sedangkan *client-side* dibangun menggunakan *library* React.js.

9. OpenStreetMap digunakan sebagai sumber data peta digital dengan bantuan *library* Leaflet.js dan React Leaflet yang digunakan untuk kebutuhan penelusuran lokasi kebun kelapa sawit milik petani.
10. Pemodelan sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML).

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan tahapan-tahapan penelitian yang berfungsi sebagai pedoman agar penelitian dapat berjalan dengan baik dan sistematis. Adapun metodologi penelitian yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 1. 1.



Gambar 1. 1 Alur Penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing tahap yang ada pada alur penelitian di Gambar 1. 1:

1. Identifikasi Masalah

Pada tahap awal penelitian ini dilakukan pengidentifikasian dan perumusan masalah yang terjadi pada topik penelitian yang diangkat. Proses identifikasi masalah dilakukan dengan menganalisis dan mengevaluasi permasalahan.

2. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan penghimpunan data penelitian yang terkait dengan rumusan masalah yang telah didapat pada tahap identifikasi masalah.

3. Analisis dan Perancangan Sistem

Tahap selanjutnya yaitu analisis dan perancangan sistem yang terbagi menjadi dua bagian yaitu analisis sistem dan perancangan sistem. Pada analisis sistem terdiri dari analisis masalah, analisis sistem yang sedang berjalan, analisis sistem yang dibangun, analisis data, analisis *smart contract*, analisis kebutuhan fungsional, dan analisis kebutuhan non fungsional. Sedangkan pada perancangan sistem terdiri dari perancangan arsitektur menu, perancangan antarmuka, perancangan pesan, dan perancangan jaringan semantik.

4. Implementasi dan Pengujian

Tahap berikutnya yaitu implementasi sistem melalui penulisan kode berdasarkan hasil rancangan sistem pada tahap sebelumnya. Hasil penulisan kode tersebut dilakukan pengujian menggunakan metode *black box testing*. Proses pengujian juga berfungsi sebagai bahan evaluasi dan tolok ukur pencapaian tujuan penelitian.

5. Kesimpulan dan Saran

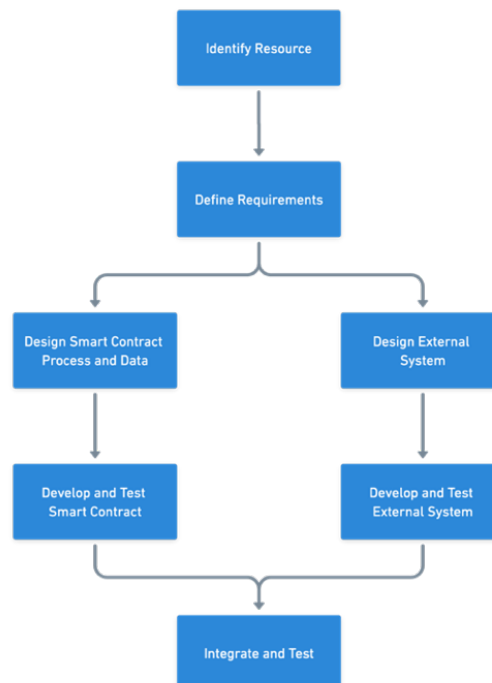
Tahap terakhir penelitian yaitu melakukan penarikan kesimpulan penelitian dari sistem yang telah dibangun berdasarkan hasil penelitian. Penelitian dinilai berhasil jika kesimpulan dapat memenuhi tujuan penelitian. Tahap ini juga memberikan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

1.5.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu melalui studi literatur yang bersumber dari jurnal, buku, laporan akhir, dan artikel yang berkaitan dengan topik penelitian. Sejumlah literatur tersebut dikumpulkan untuk dikaji guna memperoleh informasi agar memperkuat gagasan yang diteliti. Literatur yang dikumpulkan utamanya mengenai komoditas kelapa sawit dan teknologi *blockchain*. Tahap pengumpulan data ini menghasilkan informasi terkait komoditas kelapa sawit, teknologi *blockchain*, dan hubungan antara keduanya sehingga dapat digunakan untuk perencanaan, perancangan, dan pengembangan sistem.

1.5.2 Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan mengadopsi penelitian mengenai metode pengembangan perangkat lunak untuk aplikasi *blockchain* [20] dan penelitian lain yang juga menerapkan metode tersebut [21]. Kemudian, disesuaikan dengan dokumentasi resmi Hyperledger Fabric mengenai alur pengembangan sistem [22].



Gambar 1. 2 Alur Pengembangan Perangkat Lunak

Berikut merupakan penjelasan dari alur pengembangan perangkat lunak yang ada pada Gambar 1. 2:

1. *Identify Resource*

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menguraikan sumber daya atau skenario bisnis yang dibutuhkan dalam pengembangan sistem *blockchain* maupun sistem eksternal. Sumber daya tersebut meliputi jaringan *blockchain*, karakteristik produk, aktor yang terlibat dalam rantai pasok, dan apa saja proses yang dapat dilakukan terhadap produk tersebut.

2. *Define Requirements*

Tahap selanjutnya merupakan tahap untuk menentukan kebutuhan pengembangan sistem seperti kebutuhan fungsional dan non fungsional berdasarkan informasi yang dihasilkan pada tahap *identify resource*. Tahap ini berguna agar batasan pembangunan sistem menjadi lebih jelas.

3. *Design System*

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem meliputi perancangan *smart contract* dan perancangan sistem eksternal. *Smart contract* merupakan sistem pada jaringan *blockchain*, sedangkan sistem eksternal berinteraksi dengan jaringan *blockchain* yang diakses oleh aktor.

4. *Develop and Test System*

Tahap berikutnya adalah untuk mengimplementasikan rancangan yang telah dihasilkan pada tahap sebelumnya dengan melalui proses penulisan kode sekaligus melakukan pengujian.

5. *Integrate and Test System*

Tahap terakhir ini bertujuan untuk melakukan integrasi sistem eksternal (*client-side*) dengan jaringan *blockchain* berbasis *framework* Hyperledger Fabric untuk kemudian dilakukan pengujian sebagai bahan evaluasi untuk pengembangan perangkat lunak berikutnya hingga sistem dinilai sudah sesuai dengan kebutuhan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sebagai acuan agar penulisan tugas akhir ini dapat dilakukan secara sistematis dan sesuai dengan yang diharapkan, maka disusun sistematika penulisan sebagai berikut ini:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi uraian latar belakang masalah, identifikasi masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian, tahap pengumpulan data, model pengembangan perangkat lunak dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan membahas berbagai konsep dasar dan teori-teori pendukung yang berhubungan dengan pembangunan sistem.

BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini akan membahas tentang deskripsi sistem, analisis kebutuhan dalam pembangunan sistem serta perancangan sistem.

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Pada bab ini berisi hasil implementasi analisis dari bab 3 dan perancangan aplikasi yang dilakukan, serta hasil pengujian aplikasi untuk mengetahui apakah aplikasi yang dibangun sudah memenuhi kebutuhan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengujian sistem serta saran untuk pengembangan aplikasi yang telah dirancang.